

ISSN 1512-407X

# საერთო

საბუნების

საინჟინრო

საინფორმაციო

ანალიზური

რეფერირებადი

# საბუნების საინჟინრო საინფორმაციო ანალიზური რეფერირებადი

Mining Journal

1(44)

Горный Журнал

2021

## დამფუძნებლები - ОСНОВАТЕЛИ - FOUNDER

საქართველოს სამთო საზოგადოება  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი

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

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

მთავარი რედაქტორი: პროფ. ა. აბშილავა  
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: ПРОФ. А.В. АБШИЛАВА  
EDITOR –IN-CHIEF: PROF. A. ABSHILAVA

### სარედაქციო კოლეგია

აკად. დოქტ. თ. ახვლედიანი, პროფ. ი. გუჯაბიძე, პროფ. ნ. ილიაში (რუმინეთი), პროფ. ფ. მარკუისი (აშშ), პროფ. რ. სტურუა, პროფ. თ. კუნჭულია, პროფ. ნ. ფოფორაძე, პროფ. ნ. ჩიხრაძე, პროფ. ვ. ჭანტურია (რუსეთი), საქ. მეცნ. ერ. აკადემიის აკადემიკოსი ლ. ჯაფარიძე, აკად. დოქტ. რ. კვატაშიძე, აკად. დოქტ. თ. ლიპარტია, აკად. დოქტ. ზ. კაკულია, გმმდ თ. წუწუნავა, ს. სტერიაკოვა (ტექნ. რედ.), აკად. დოქტ. ნ. ჯაფარიძე (ტექნ. რედ.), აკად. დოქტ. გ. ჯავახიშვილი, აკად. დოქტ. ს. ხომერიკი

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

АКАД. ДОКТ. Т. АХВЛЕДИАНИ, ПРОФ. И. ГУДЖАБИДZE, ПРОФ. Н. ИЛЬЯШ (РУМЫНИЯ), ПРОФ. Ф.МАРКУИС (США), ПРОФ. Р. СТУРУА, ПРОФ. Т. КУНЧУЛИЯ, ПРОФ. Н. ПОПОРАДZE, ПРОФ. Н. ЧИХРАДZE, ПРОФ. В. ЧАНТУРИЯ (РОССИЯ), АКАДЕМИК АКАД. НАУК ГРУЗИИ Л.ДЖАПАРИДZE, АКАД. ДОКТ.

## EDITORIAL BOARD

AC. DOC. T. AKHVLEDIANI, PROF. I. GUJABIDZE, PROF. N. ILYASH (ROMANIA),  
PROF. F. MARKUIS (USA), **PROF. R. STURUA**, PROF. T. KUNCHULIA, PROF.  
N. FOFORADZE, PROF. N. CHIKHRADZE, PROF. B. CHANTURIA (RUSSIA), ACAD. OF  
THE ACADEMY OF SCIENCES OF GEORGIA L.JAPARIDZE, AC. DOC.  
R. KVATASHIDZE, AC. DOC. T. LIPARTIA, AC. DOC. Z. KAKULIA, DR. IN GEOLOGY  
AND MINERALOGY T. TSUTSUNAVA, S. STERIAKOVA (TECH.EDIT.), N. JAPARIDZE  
(TECH. EDIT.), AKAD. DOC. G. JAVAKHISHVILI, **AC. DOC. S. KHOMERIKI**

რედაქციის მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 77.

ტელ. (995 32) 236 50 47; ფაქსი: (995 32) 2 32 59 90;

ვებგვერდი: [www.mining.org.ge](http://www.mining.org.ge)

E-mail: [mining\\_journal@posta.ge](mailto: mining_journal@posta.ge) ; [a.abshilava@gtu.ge](mailto: a.abshilava@gtu.ge)

**АДРЕС РЕДАКЦИИ:**

0175, Грузия, Тбилиси, ул. Костава, 77.

Тел.: (995 32) 236 50 47; факс: (995 32) 2 32 59 90;

**[www.mining.org.ge](http://www.mining.org.ge)**

E-mail: [mining\\_journal@posta.ge](mailto: mining_journal@posta.ge); [a.abshilava@gtu.ge](mailto: a.abshilava@gtu.ge)

**EDITORIAL OFFICE:**

77, Kostava str., Tbilisi, 0175, Georgia.

Tel.: (995 32) 236 50 47; Fax: (995 32) 2 32 59 90;

**[www.mining.org.ge](http://www.mining.org.ge)**

E-mail: [mining\\_journal@posta.ge](mailto: mining_journal@posta.ge); [a.abshilava@gtu.ge](mailto: a.abshilava@gtu.ge)

**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 გამდიდრება**

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  
OK 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 მინისძვევა  
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

**სამთო მრეწველობის პრობლემები**

ლ. ჯაფარიძე, თ. გომეზიშვილი, მ. ლოსაპერიძე, ს. დემეტრაშვილი  
**კონსექვენტური ტიპის მრეწველობაში ალოკაციის ელვადობის კოორდინაციის დადგენა ბრავიტაციული და სემინარული კალბის მართობლივი შემოქმედების პირობებში.....7**

თ. ფირცხალავა  
**კარიერის ატმოსფეროში მტკრის ჩასშობა წყლის ბაზრებში.....16**

ნ. გეგია, პ. საჩატურიანი, ბ. მენუქიძე, მ. უკლუბა, თ. გურული, ლ. მენუქიძე  
**წურუტო-ქის მღის საბადოს ანტონიტური თიხების შესწავლა კერამიკული ფილმის წარმოებაში გამოყენების მიზნით ..... 21**

მ. ნანტაშვილი, დ. გურბენიძე  
**კომპოზიტბეტონის ღუნვადი საფუნებლო კონსტრუქციების გაანგარიშების საკითხისთვის დახრელი კვეთის მიხედვით.....28**

**სასარგებლო წიაღისეულის გაგდიღრება**  
 ა. შყილაძე, ო. კაკთელაშვილი, მ. ბაღნაშვილი, ი. სამსარაძე, დ. მუხილაძე, ს. მაღლაკელიძე  
**ნაგომარი საბადოს ოქრის ტიპის კიბენტური ნედლეულის კვლევა გაგდიღრებადობაზე შაბრიბატის მიღების მიზნით .....36**

მ. გაცემლიძე, რ. მნაბელი, დ. ტალახაძე, აკად. ღოქტორი ა. შყილაძე, ი. სამსარაძე, მ. თუთუბერიძე  
**კოლიმეტალური მადნის დამსხვრების პროცესის კვლევა ავტომატური მართვის თვალსაზრისით.40**

**სამთო ელექტრომენიკა**  
 ლ. მახარაძე, ს. სტერიაკოვა, შ. ნახილაშვილი  
**მრავალსაფხეურიანი მადნისტრალური კიღროსატრანსპორტო სისტემის შუალედური სატუმბო საღებურის ტექნოლოგიური სქემა.....45**

**აფეთქების ენერგიის გამოყენება**  
 მ. მატარაძე, მ. ჩიხრაძე, ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ახვლედიანი, კ. ტავლაშვილი, დ. ტატიშვილი, ზ. მაღვენიშვილი  
**შემთხვევითი და ტერორისტული აფეთქებების შემოქმედებისაგან დაცვის მეთოდების სრულყოფა..... 49**

მ. ჩაბელიშვილი, ბ. გოღიაძე, თ. ნაიჩიშვილი, ა. ღმებუაძე, ა. თუთუბერიძე, მ. თუთუბერიძე  
**სეგადანსება სისალის მქონე ფოლადის ფურცლების აფეთქებით შეღებვა.....56**

მ. ნადირაშვილი, თ. იაშვილი, ბ. თხელიძე, ბ. ბინაშვილი, ნ. აბუსაძე  
**სიასლე კიპრინეშავას სინთეზის მეთოდიკაში.....62**

**უსაფრთხოების ტექნიკა**  
 ბ. ნოზაძე, დ. პატარაია, თ. კობიძე, რ. მანისურაძე, ლ. ტავლაშვილი, ბ. ახვლედიანი  
**სამართველოს თანამედროვე საბაბირო ტრანსპორტის პარკი და უსაფრთხოების ურუნველყოფის მქროკული გამოცდილების ანალიზი.....68**

ლ. ღელუაშვილი, თ. რიბიშვილი, ბ. ღელუაშვილი, ს. სტერიაკოვა  
**მიწისქვეშა ლითონის კოუნეკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან კათოდური დაცვის ჟანგბად-ალბენით რეჟიმში მომუშავე ანოდური დამიწველის მქონე სისტემა.....74**

ნ. რაზმაძე, თ. კუნტულია, თ. მაღლაშერიძე  
**მომენტობაზე გავრცელეული ძირითადი ტრავმების ანალიზი და რისკების მართვა ..... 77**

ნ. რაზმაძე, თ. კუნტულია, თ. მაღლაშერიძე  
**ასალი საკანონმდებლო რეგულაციების გავლენა მომენტობაზე ტრავმატიზმის სტატისტიკაზე ...83**

**ანალიზი**  
 ს. კვინიკაძე, ლ. კირთაძე, ა. ვანიშვილი, დ. წმირაძე, ს. სტერიაკოვა, ბ. აბაშიძე  
**კოლიმეტალური მატრიცის მიღება ბიოდებრადირებადი კომპოზიტების შემენის მიზნით.....90**

**ეკოლოგია**  
 მ. ქავთარაძე  
**მადნეულის სამთო-გამაგდიღრებელი საწარმოს გარემოზე შემოქმედების ზომიერთი ეკოლოგიური ასაქმები და გავლენა ცოცხალ ორბანიზმებზე.....94**

ა. გეჟანიშვილი  
**სამართველოს სამთო ობიექტების ტექნიკური ინსექტირების შესასება.....101**

**ეკოლოგია**  
 ნ. ფოფორაძე, რ. მებრეველი  
**ბრილის თიხის საბადო.....108**

ა. ჯღამაძე  
**მუნრანის არტეზიული აუზის მტკნარი მიწისქვეშა წყლების კიღრობემქიმიური თავისებურებები ..... 116**

**იუბილე**  
 ნურლან რისკანოვი..... 122  
 გურამ აბაშიძე.....125  
 თემურ ფხოველიშვილი.....125

**ბასენება**  
 სტურუა რევაზ..... 126  
 სომერიკი სერბო.....128  
 სილაბაძე ვლადიმერ .....129  
 მართველიშვილი აღმესანდრა.....131  
 ჯაფარიძე მანანა.....132  
 გეგია შალვა .....133

**ავტორთა საწურადებოდ.....134**

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ДЖАПАРИДZE Л.А., ГОБЕДЖИШВИЛИ Т.Г., ЛОСАБЕРИДZE М. В., ДЕМЕТРАШВИЛИ С.А.

**УСТАНОВЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ БЛОКОВ КОНСЕКВЕНТНОГО ТИПА ПРИ СОВМЕСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ СИЛ.....** 7

ПИРЦХАЛАВА Т.Г.

**ПОДАВЛЕНИЕ ПЫЛИ В АТМОСФЕРЕ КАРЬЕРА С ПОМОЩЬЮ РАСПЫЛЕННОЙ ВОДЫ ..... 16**

ГЕГИЯ Н.А., ХАЧАТУРЯН К.К., ЭНУКИДZE Г.Ш., УКЛЕБА Е.Н., ГУРУЛИ Т.С., ЭНУКИДZE Л.Т.

**ИЗУЧЕНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧУРЧУТО-ЧИХЕЛИ С ЦЕЛЬЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ.....** 21

НАНИТАШВИЛИ М., ГУРГЕНИДZE Д.

**ВОПРОСЫ РАСЧЕТА ГИБКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТБЕТОНА ПО НАКЛОННОМУ СЕЧЕНИЮ ..... 28**

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

ШЕКИЛАДZE А. И., КАВТЕЛАШВИЛИ О. А., БАГНАШВИЛИ М. Г., САМХАРАДZE И. Ш., МШВИЛДАДZE Д.Н., МАГЛАКЕЛИДZE С. Н.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО СЫРЬЯ ЗОЛОТОГО ТИПА МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАГОМАРИ НА ОБОГАТИМОСТЬ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ФАБРИКАТА..... 36**

ГАМЦЕМЛИДZE М.Н., ЭНАГЕЛИ Р.П., ТАЛАХАДZE Д.Д., ШЕКИЛАДZE А.Я., САМХАРАДZE И. Ш., ТУТБЕРИДZE М.Л.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД С ЦЕЛЬЮ ВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ..... 40**

**ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА**

МАХАРАДZE Л.И., СТЕРЯКОВА С.И., НАСКИДАШВИЛИ Ш. Дж.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ МНОГООРУБЕНЧАТОЙ МАГИСТРАЛЬНОЙ ГИДРОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ..... 45**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА**

МАТАРАДZE Э.Д., ЧИХРАДZE М.Н., БОЧОРИШВИЛИ Н.Р., АХВЛЕДИАНИ И.Т., ТАВЛАЛАШВИЛИ К., ТАТИШВИЛИ Д., МАЛВЕНИШВИЛИ З.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ОТ СЛУЧАЙНЫХ И ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ ВЗРЫВОВ..... 49**

ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ГОДИБАДZE Б.А., НАМИЧЕИШВИЛИ Т. Т., ДГЕБУАДZE А. А., ТУТБЕРИДZE А., ТУТБЕРИДZE М. Л.

**СВАРКА ВЗРЫВОМ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ РАЗНОЙ ТВЕРДОСТИ..... 56**

НАДИРАШВИЛИ М.Д., ИАШВИЛИ Т.Т., ТХЕЛИДZE Г.З., БЕИНАШВИЛИ Г.Г. АБЕСАДZE Н.А.

**НОВИЗНА В МЕТОДИКЕ СИНТЕЗА ПИКРИНОВОЙ КИСЛОТЫ..... 62**

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

НОЗАДZE Г.Ч., ПАТАРАЯ Д.И., КОБИДZE Т.Р., МАЙСУРАДZE Р.Г., ТАВЛАЛАШВИЛИ Л.К., АХВЛЕДИАНИ Г.Т.

**СОВРЕМЕННЫЙ ПАРК КАНАТНОГО ТРАНСПОРТА ГРУЗИИ И АНАЛИЗ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА БЕЗОПАСНОСТИ ..... 68**

ЛЕЛУАШВИЛИ Л.В., РИГИШВИЛИ Т.Р., ЛЕЛУАШВИЛИ Г.Л., СТЕРЯКОВА С.И.

**АНОДНЫЙ ЗАЗЕМЛИТЕЛЬ, РАБОТАЮЩИЙ В ОКИСЛИТЕЛЬНО -ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ ..... 74**

РАЗМАДZE Н.А., КУНЧУЛИЯ Т.С., МАГЛАПЕРИДZE Т.

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ РАСПРОСТРАНЕННЫХ ТРАВМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ..... 77**

РАЗМАДZE Н.А., КУНЧУЛИЯ Т.С., МАГЛАПЕРИДZE Т.

**ВЛИЯНИЕ НОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СТАТИСТИКУ ТРАВМАТИЗМА..... 83**

**АНАЛИЗ**

КВИНИКАДZE С.М., КИРТАДZE Л.Б., ВАНИШВИЛИ А.Л., ЦВЕРАВА Д.Т., ` СТЕРЯКОВА С.И., АБАШИДZE Г.С.

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМОГО КОМПОЗИТА ..... 90**

**ЭКОЛОГИЯ**

КАВТАРАДZE М.Л.

**НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАДНЕУЛЬСКОГО ГОРНООБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ..... 94**

БЕЖАНИШВИЛИ А. Г.

**О ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСПЕКТИРОВАНИИ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ ГРУЗИИ..... 101**

**ГЕОЛОГИЯ**

ПОПОРАДZE Н.Г., МЕТРЕВЕЛИ Р. Г.

**БРИЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГЛИН ..... 108**

ДЖГАМАДZE А.К.

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МУХРАНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА ..... 116**

**ЮБИЛЕЙ**

**РЫСПАНОВ НУРЛАН БЕКТАСОВИЧ ..... 122**

**ГУРАМ АБАШИДZE ..... 125**

**ТЕМУР ПХОВЕЛИШВИЛИ ..... 125**

**ПАМЯТЬ**

**СТУРУА РЕВАЗ ..... 126**

**ХОМЕРИКИ СЕРГО ..... 128**

**СИЛАГАДZE ВЛАДИМЕР ..... 129**

**КАРТВЕЛИШВИЛИ АЛЕКСАНДР ..... 131**

**ДЖАПАРИДZE МАНАНА ..... 132**

**ГЕГИЯ ШАЛВА ..... 133**

**К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ ..... 135**

**PROBLEMS OF MINING INDUSTRY**

JAPARIDZE L., GOBEJISHVILI T., LOSABERIDZE M., DEMETRASHVILI S.  
**ESTABLISHMENT OF THE STABILITY COEFFICIENT OF LANDSLIDE HAZARDOUS BLOCKS OF CONSEQUENTIAL TYPE UNDER THE COMBINED INFLUENCE OF GRAVITATIONAL AND SEISMIC FORCES** ..... 7

PIRTSKHALAVA T.  
**SUPPRESSING DUST GENERATED INTO THE ATMOSPHERE OF THE PIT WITH THE HELP OF SPRAYED WATER** ..... 16

GEGIAN N., KHACHATURIAN K., ENUKIDZE G., UKLEBA E., GURULI T., ENUKIDZE L.  
**STUDY OF BENTONITE CLAYS OF CHURCHUTO-CHIKHELI DEPOSIT FOR PRODUCTION OF CERAMIC TILES** ..... 21

NANITASHVILI M., GURGENIDZE D.  
**CALCULATION ISSUES OF FLEXIBLE COMPOSITE CONCRETE CONSTRUCTIONS IN SLOPING SECTION** ..... 28

**PROCESSING**

SHEKILADZE A., KAVTELASHVILI O., BAGNASHVILI M., SAMKHARADZE I., MSHVILDADZE D., MAGLAKELIDZE S.  
**INVESTIGATION OF GOLD TYPE PIGMENT RAW MATERIAL OF NAGOMARI DEPOSIT ON ENRICHABILITY FOR OBTAINING A FINISHED PRODUCT** ..... 36

GAMTSEMLIDZE M., ENAGELI R., TALAKHADZE D., SHEKILADZE A., SAMKHARADZE I., TUTBERIDZE M.  
**INVESTIGATION OF THE CRUSHING PROCESS OF POLYMETALLIC ORES FOR AUTOMATIC CONTROL** ..... 40

**MINING ELECTROMECHANICS**

MAKHARADZE L., STERIAKOVA S., NASKIDASHVILI Sh.  
**TECHNOLOGICAL SCHEME OF INTERMEDIATE PUMPING STATION OF A MULTI-STEP MAIN HYDROTRANSPORT SYSTEM** ..... 45

**APPLICATION OF EXPLOSIVE ENERGY**

MATARADZE E., CHIKHRADZE M., BOCHORISHVILI N., AKHVLEDIANI I., TAVLALASHVILI K., TATISHVILI D., MALVENISHVILI Z.  
**PERFECTION OF METHODS FOR PROTECTING FROM ACCIDENTAL AND TERRORIST EXPLOSIONS** ..... 49

CHAGELISHVILI E., GODIBADZE B., NAMICHEISHVILI T., DGEBUADZE A., TUTBERIDZE A., TUTBERIDZE M.  
**EXPLOSION WELDING OF STEEL SHEETS OF DIFFERENT HARDNESS** ..... 56

NADIRASHVILI M., IASHVILI T., TKHELIDZE G., BEINASHVILI G., ABESADZE N.  
**NOVELTY IN THE METHOD OF PICRIC ACID SYNTHESIS** ..... 62

**SAFETY TECHNOLOGY**

NOZADZE G., PATARAIA D., KOBIDZE T., MAISURADZE R., TAVLALASHVILI L., AKHVLEDIANI G.  
**GEORGIAN MODERN PARK OF ROPEWAY AND ANALYSIS OF EUROPEAN SAFETY EXPERIENCE** ..... 68

LELUASHVILI L., RIGISHVILI T., LELUASHVILI G., STERYAKOVA S.  
**ANODE EARTHER WORKING IN OXIDIZING AND REDUCING MODE** ..... 74

RAZMADZE N., KUNCHULIA T., MAGLAPERIDZE T.  
**ANALYSIS OF MAJOR CONSTRUCTION INJURIES AND RISK MANAGEMENT** ..... 77

RAZMADZE N., KUNCHULIA T., MAGLAFERIDZE T.  
**IMPACT OF NEW LEGISLATION ON CONSTRUCTION ON INJURY STATISTICS** ..... 83

**ANALYSIS**

KVINIKADZE S., KIRTADZE L., VANISHVILI A., TSVERAVA D., STERIAKOVA S., ABASHIDZE G.  
**OBTAINING A POLYMER MATRIX TO CREATE BIODEGRADABLE COMPOSITES** ..... 90

**ECOLOGY**

KAVTARADZE M.  
**SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF MADNEULI MINING AND PROCESSING ENTERPRISE EFFECT ON THE ENVIRONMENT AND IMPACT ON LIVING ORGANISMS** ..... 94

BEZHANISHVILI A.  
**ABOUT TECHNICAL INSPECTION OF MINING OBJECTS OF GEORGIA** ..... 101

**GEOLOGY**

POPORADZE N., METREVELI R.  
**BRILI CLAY DEPOSIT** ..... 108

JGAMADZE A.  
**HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF FRESH GROUNDWATER IN THE MUKHRAN ARTESIAN BASIN** ..... 116

**JUBILEE**

NURLAN RYSPANOV ..... 122  
 GURAM ABASHIDZE ..... 125  
 TEMUR PKHOVELISHVILI ..... 125

**MEMORY**

STURUA REVAZ ..... 126  
 KHOMERIKI SERGO ..... 128  
 SILAGADZE VLADIMIR ..... 129  
 KARTVELISHVILI ALEKSANDRE ..... 131  
 JAPARIDZE MANANA ..... 132  
 GEGIA SHALVA ..... 133

ATTENTION ..... 136

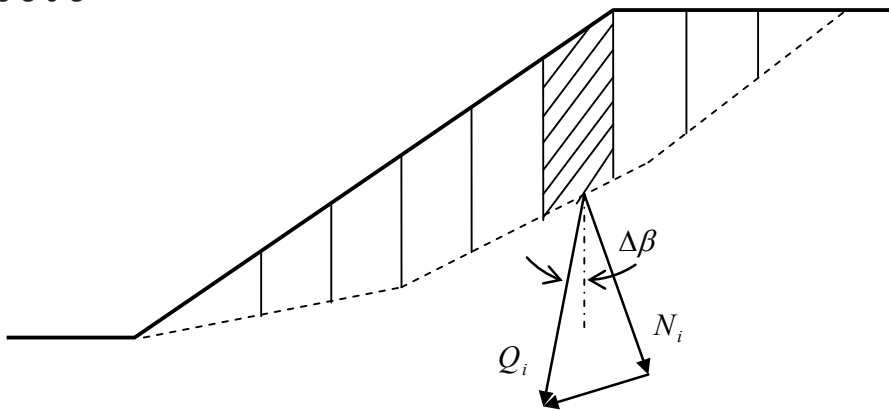
აკადემიკოსი ლ. ჯაფარიძე, აკად. დოქტორი თ. გობეჯიშვილი, აკად. დოქტორი მ. ლოსაბერიძე, ს. დემეტრაშვილი

კონსტრუქციული ტიპის მფყვარსაშიში ბლოკების მდგრადობის კოეფიციენტის დადგენა ბრავიტაციული და სეისმური კაღების მართობლივი ზემოქმედების პირობებში

**ანოტაცია.** განხილულია სეისმური ზეგავლენის ქვეშ მყოფი ბლოკური ტიპის კონსტრუქციული მეწყრული ტანის მდგრადობის გაანგარიშების არსებული მეთოდები. კონკრეტული სამთო-გეოლოგიური პირობებისთვის გამოთვლილია მდგრადობის კოეფიციენტები. ვაკეთებულა მათი მნიშვნელობების შედარებითი ანალიზი სეისმური ძალების ზემოქმედების გარეშე და ზემოქმედებით. შემოთავაზებულია რიცხვით-ანალიზური მეთოდი ასეთი ტანების მდგრადობის დასადგენად და იგივე სამთო გეოლოგიური პირობებისთვის დათვლილია მდგრადობის კოეფიციენტი.

**საკვანძო სიტყვები:** ბლოკური ტიპის მეწყერი; კონსტრუქციული მეწყერი; სეისმური ზემოქმედება; მდგრადობის კოეფიციენტი.

სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინება ფერდობების და ქანობების მდგრადობის განგარიშებისას, როგორც წესი, ხდება საანგარიშო ძალებზე ე.წ. სეისმური ძალის დამატებით. ითვლება, რომ ვერტიკალური ფენის (რომლაც იყოფა მეწყრული ტანი) წონის ვექტორი  $Q_i$ , ბუნებრივი წონასწორობის დროს ვერტიკალურ მდგომარეობაში მყოფი, მიწისძვრით გამოწვეული ტალღის იმპულსის ზეგავლენით გადაინრება ვერტიკალიდან რაღაც  $\Delta\beta$  კუთხით და ასეთი ძალა იშლება ორ მდგენელად: დაცურების ზედაპირის მართობული და პარალელური მიმართულებით  $T_i$  (ნახ. 1).



ნახ. 1. ვერტიკალურ ბლოკზე მოქმედი ძალები სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით

სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინება ფერდობის მდგრადობაზე ხდება სამი ხერხით:

- ინტუიციური მიდგომა;
- ფსევდოსტატიკური ანალიზი;
- დინამიკური ანალიზი.

განვიხილოთ თითოეული მათგანი ცალკ-ცალკე. ინტუიციური მეთოდი ორ მიმართულებას მოიცავს:

- ფიქტიური ქანობის მეთოდი;
- ფიქტიური სეისმური კუთხის მეთოდი.

ფიქტიური ქანობის მეთოდის არსი [1], [2] მდგომარეობს ქანობის ისეთი  $\Delta\beta$  კუთხით მობრუნებაში რა კუთხითაც ინრება ვერტიკალიდან გრავიტაციული და სეისმური ძალების ტოლქმედი მიწისძვრით გამოწვეული ტალღების ზემოქმედების გამო.

აღნიშნული კუთხით ქანობის დახრილობის გაზრდა გამოიწვევს გრავიტაციული და სეისმური ძალების ვერტიკალურ მდგომარეობაში მოსვლას, ამდენად შესაძლებელი გახდება მდგრადობის გასაანგარშებლად გამოყენებულ იქნას ზღვრული წონასწორობის ნებისმიერი მეთოდი. ასეთნაირად გამოთვლილი მდგრადობის კოეფიციენტი იქნება რეალური ქანობის მდგრადობის კოეფიციენტი მასზე სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინებით.  $\Delta\beta$  კუთხის მნიშვნელობები სეისმურობის კოეფიციენტთან დამოკიდებულებაში მოყვანილი ცხრილში 1

ცხრ. 1 ქანობის დახრის კუთხის ცვლილება მიწისძვრის ინტენსივობაზე დამოკიდებულებაში



სეისმურობის კოეფიციენტი $\varepsilon$	დახრის კუთხის ნაზრდი $\Delta\beta_0$
0.05	3
0.1	6
0.2	12
0.4	24

სეისმური კუთხის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში მდგრადობის კოეფიციენტი იანგარიშება შემდეგი ფორმულით [3]

$$K_{ss} = tg(\varphi - \delta) + \frac{c}{P_s} \quad (1)$$

სადაც  $\varphi$  შინაგანი ხახუნის კუთხეა და  $c$  შეჭიდულების კოეფიციენტი,  $\delta$  - სეისმური კუთხე,  $P_s$  - ნორმალური წნევის სიდიდე სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით, რომლებიც გამოითვლება იანგარიშის შემდეგი გამოსახულებების მიხედვით:

$$\delta = arctg(\varepsilon), \quad P_s = P(1 + \varepsilon), \quad \varepsilon = \frac{a_{max}}{g}, \quad (2)$$

$a_{max}$  - სეისმური ტალღის აჩქარების მაქსიმუმია, ხოლო  $g$  - სიმძიმის ძალის აჩქარება.

მასასადამე ქანობის მდგრადობაზე მიწისძვრის ზემოქმედება მოდელირდება:

1. შინაგანი ხახუნის კუთხის შემცირებით სეისმური კუთხის ტოლი სიდიდით, რომლის მნიშვნელობები სეისმური აჩქარების სიდიდისგან დამოკიდებულებაში მოცემულია ცხრილში 2;

2. ნორმალური წნევის  $P$  სიდიდის ცვლილებით.

სეისმური კუთხის სიდიდის დამოკიდებულება სეისმური აჩქარებისაგან

პიკური აჩქარება $a_{max}$	სეისმური კუთხე $\delta$
0.49	3
0.98	6
1.96	12
3.92	24

ფსევდოსტატიკური ანალიზის მეთოდის გამოყენების დროს მიწისძვრის ეფექტის მოდელირება ხდება ინერციის დამატებითი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ძალების შემოტანის გზით, რომლებიც განისაზღვრებიან შემდეგი ფორმულებით

$$\left. \begin{aligned} F_h &= \frac{a_h}{g} W = k_h W \\ F_v &= \frac{a_v}{g} W = k_v W \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

სადაც  $a_h$  - ჰორიზონტალური სეისმური აჩქარე-

ბაა,  $a_v$  - ვერტიკალური სეისმური აჩქარება,  $g$  - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება,  $W$  - ბლოკის წონა.

საინჟინრო პრაქტიკაში დღეისდღეობით მიღებული მიწისძვრის სიმძლავრის აღწერითი გრადაცია MSK-64 არ იძლევა საშუალებას სეისმური ზეგავლენის, როგორც ფიზიკური მოვლენის, არც რაოდენობრივი და არც ხარისხობრივი შეფასებისა. ამიტომ ფერდობის მდგრადობის გაანგარიშების დროს გამოიყენება მიწის ზედაპირზე მაქსიმალური (პიკური) აჩქარებების სიდიდეების დამოკიდებულება მიწისძვრის ბალიანობისაგან, რომელიც მოცემულია ცხრილში 3.

დამოკიდებულება მიწისძვრის ბალიანობასა და მაქსიმალურ სეისმურ აჩქარებებს შორის

მიწისძვრის ინტენსივობა (ბალებში MSK-64 მიხედვით)	6	7	8	9	10
პიკური სეისმური აჩქარებები $a_{max}$	0.49	0.98	1.96	3.92	7.84

გაზომების საშუალებით დადგენილია, რომ ფორმულაში (3) შემაჯავლი ჰორიზონტალური და ვერტიკალური აჩქარებებიდან დომინირებს ჰორიზონტალური აჩქარება, გარდა მიწისძვრის ეპიცენტრთან ახლოს მდებარე ზონებისა. ამასთან განსხვავება მით მეტია, რაც მეტია დაშორება ეპიცენტრიდან.

აღნიშული ფაქტის მიუხედავად ვერტიკალური სეისმური აჩქარებების უგულებელყოფა ყოველთვის არ არის მიზანშეწონილი. საინჟინრო პრაქტიკაში, პროექტირების დროს, ფარდობის  $a_v/a_h$  მნიშვნელობას ხშირად განსაზღვრავენ ფორმალური პირობიდან. მაგალითად, საბჭოთა კავშირში თბოელექტრო-სადგურების დაპროექტებისას იყენებდნენ სიდიდეს  $a_v/a_h=2/3$ ; ატომური ელექტროსადგურებისთვის -  $a_v/a_h=1/2$ ; კარკასული და აგურის შენობებისთვის -  $a_v/a_h=0$ .

ევროპულ სტანდარტებში გაურკვეველობა ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სეისმურ აჩქარებებში

არ არსებობს. urocode [4] თანახმად იყენებენ შემდეგ ემპირიულად მიღებულ შემდეგ თანაფარდობებს:

$$\left. \begin{aligned} a_h &= 0.5 * S * \frac{a_g}{g} \\ a_v &= \pm 0.33 * a_h \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

სადაც  $a_g$ -პიკური ჰორიზონტალური აჩქარებაა შესაბამისი კატეგორიის გრუნტებისა,  $S$  - გრუნტის სახეობაზე დამოკიდებული კოეფიციენტი.

**დინამიკური ანალიზი.** გაანგარიშება ხდება მიწისძვრის აქსელეროგრამის მონაცემების საფუძველზე, რაც მიწისძვრის ხანგრძლივობის და ინტენსივობის გათვალისწინების საშუალებას იძლევა. აღსანიშნავია, რომ მოცემული მეთოდი პოტენციურად მეწყერსაშიში ფერდობის მდგრადობაზე სეისმური ზეგავლენას უფრო რეალურად აფასებს [5].

სეისმური გავლენის გათვალისწინებით გამოთვლილი მდგრადობის კოეფიციენტების სიდიდეები

მეთოდი	ფიქტიური ქანობის	ფიქტიური სეისმური კუთხის	ფსევდოსტატიკური ანალიზის
$K_{SS}$	1.41	1.38	1.38

დინამიკური ანალიზი ეფუძნება მოძრაობის შემდეგი განტოლების

$$[K]\{d\} + [D]\{v\} + [M]\{a\} = \{F\} \quad (5)$$

ამოხსნას სასრულო ელემენტების მეთოდის გამოყენებით (სადაც  $d$  - გადაადგილებაა,  $v$  - სიჩქარე,  $a$  - აჩქარება,  $[K]$  - სინისტის მატრიცა,  $[D]$  - რხევების ჩაქრობის მატრიცა,  $[M]$  - მასების მატრიცა,  $\{F\}$  - საკვანძო ძალების ვექტორი).

აღნიშული პროცედურა ეყარება მეწყერული მდგრადობისადმი ნიუმარკისეულ [5] მიდგომას, რო-

მელიც მოითხოვს ფერდობის დინამიკურ სტაბილურობას. დინამიკური სტაბილურობა რაოდენობრივად განისაზღვრება როგორც კრიტიკული, ფერდობის ფუძის ზღვრული აჩქარება, რომელიც აუცილებელია ხახუნის ძალების დასაძლევად და მოძრაობის დასაწყებად.

ნიუმარკის მიხედვით მეწყერული პროცესი იწყება მაშინ, როდესაც სეისმური ზრმოქმედებით გამოწვეული აჩქარების მნიშვნელობა გადააჭარბებს კრიტიკული აჩქარების სიდიდეს. ნიუმარკის მოდელი მისაღებია მხოლოდ გარკვეულ პირობებში. იგი იდეალურია დინამიკური იმპულსების მოქმედების დროს

გრუნტის ძვრაზე სიმტკიცის ნულოვანი ან ნულთან მიახლოებული მნიშვნელობებისათვის. მისი გამოყენება გამართლებულია როდესაც მეწყრული პროცესის ჩამოყალიბება, უწინარეს ყოვლისა, დაკავშირებულია დამატებით ინერციულ ძალებთან და არა დინამიკური ზემოქმედებით გამოწვეულ გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებლების ცვლილებასთან.

ფერდობის მდგრადობის გაანგარიშება დინამიკური ანალიზის საფუძველზე ხდება შემდეგი მიმდევრობით [6]:

- პირველი ნაბიჯი (სტატიკური ანალიზი). იხსნება ბუნებრივ მდგომარეობაში მყოფი გრუნტების მასივში მოქმედი ძაბვების და დეფორმაციების გაანგარიშების ამოცანა;

- მეორე ნაბიჯი (დინამიკური ანალიზი). ხდება ძაბვების და დეფორმაციების გაანგარიშების ამოცანის ამოხსნა მასივში სეისმური ტალღების გავლის

დროს. ამასთან, სტატიკური ანალიზის დროს მიღებული შედეგები მიიღება საწყის პირობად დინამიკური ანალიზის საწარმოებლად.

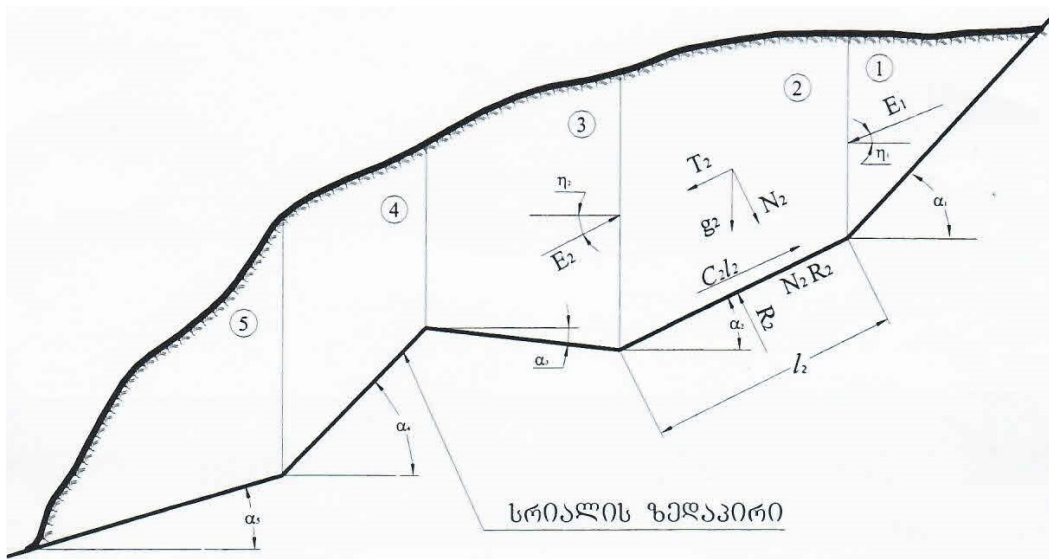
სეისმური მოვლენის ფერდობის მდგრადობაზე ზემოქმედების საილუსტრაციოდ გაანგარიშება ჩატარდა ორ ვარიანტად:

- სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინებლად (იხ. [7]);

- სეისმური ზეგავლენის გათვალისწინებით ფსევდოსტატიკური ანალიზის მეთოდით.

საანგარიშო სქემა წარმოდგენილია ნახ. 2. იხ. [8]

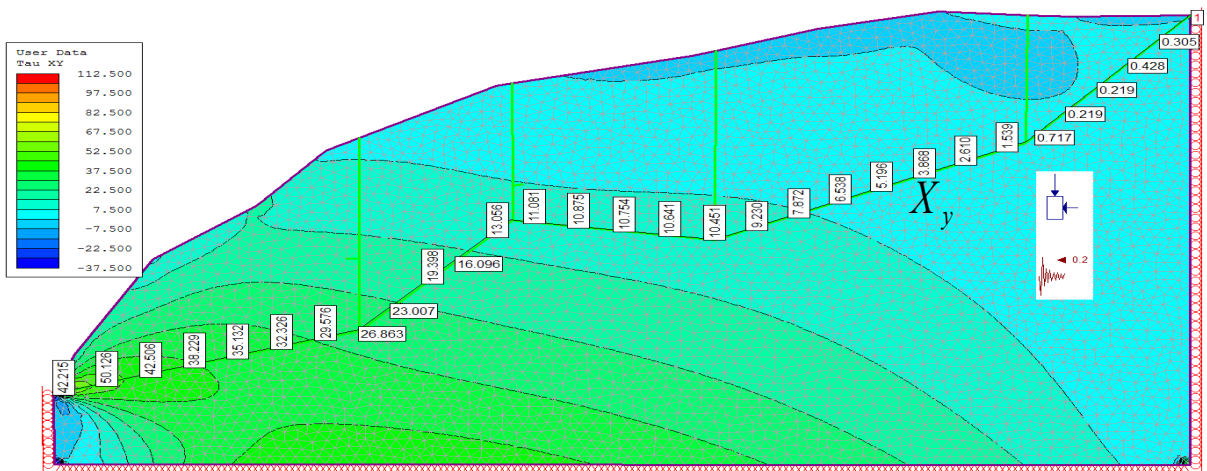
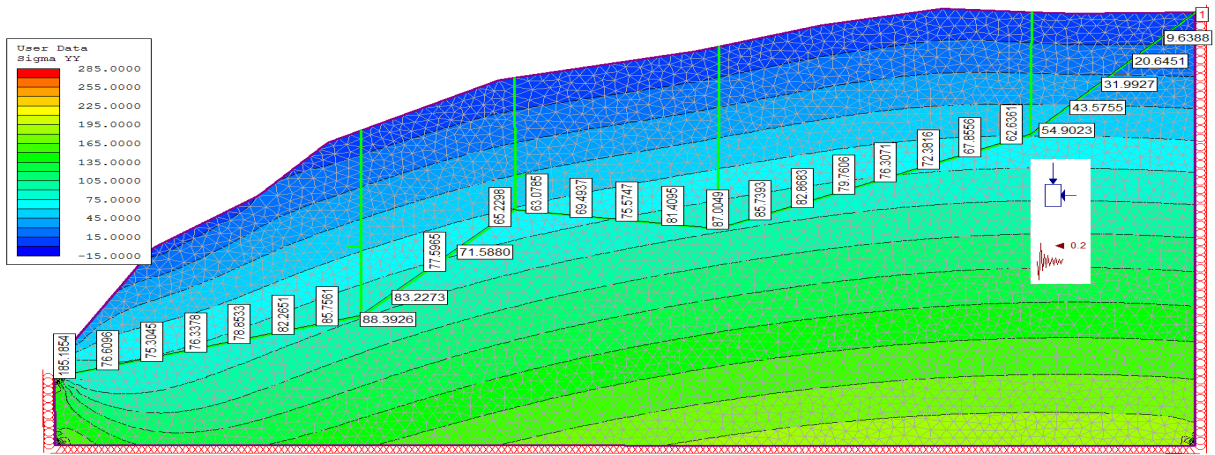
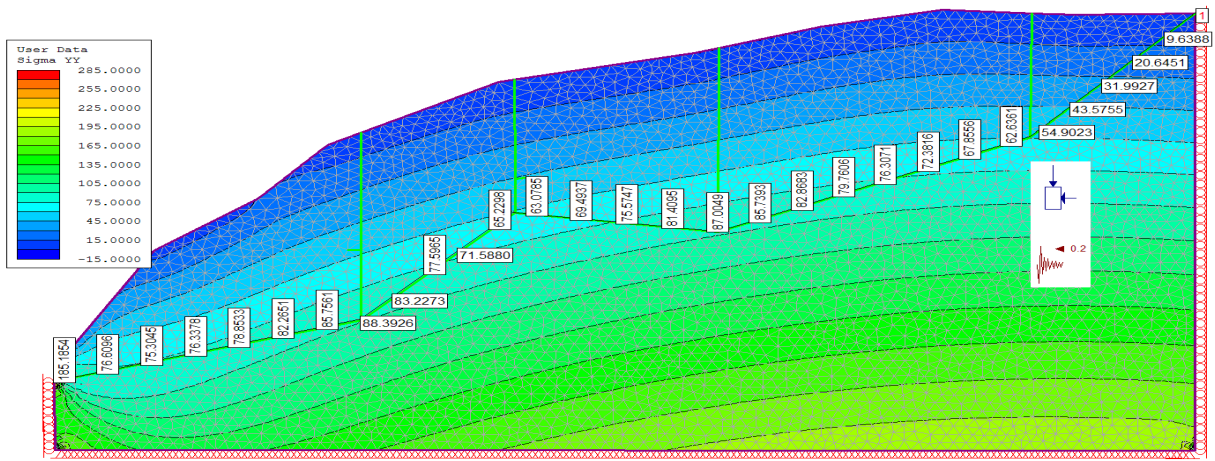
ნახ. 2-ის მიხედვით მორგენშტერნ პრაისის [9], ბოშოვის [10] და იანბუს [11] მეთოდების გამოყენებით გამოთვლილ იქნა მდგრადობის კოეფიციენტები და შეფასებულ იქნა მეწყრული ფერდობის მდგრადობა. გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.



ნახ. 2 მეწყრული ტანის საანგარიშო მედეგი მდგრადობის კოეფიციენტის გამოსათვლელად

ფერდობის მდგრადობის შეფასება სეისმური ზეგავლენის გარეშე და გათვალისწინებით

ლატურების ზედაპირის №	მეწყრული პროცესის ტიპი	მდგრადობის კოეფიციენტის სიდიდე						მდგრადობის შეფასება
		მორგენშტერნ-პრაისის მეთოდი		ბიშოფის მეთოდი		იანბუს მეთოდი		
		სეისმიკის გაუთვალისწინებლად	სეისმიკის გათვალისწინებით	სეისმიკის გაუთვალისწინებლად	სეისმიკის გათვალისწინებით	სეისმიკის გაუთვალისწინებლად	სეისმიკის გათვალისწინებით	
1	მეწყრული ფერდობი	1.77		1.52		1.52		მდგრადი
			0.67		0.61		0.61	არამდგრადი
2	მეწყრული ფერდობი	2.60		2.21		2.1		მდგრადი
			1.25		1.10		1.08	არამდგრადი
3	მეწყრული ფერდობი	2.30		1.92		1.96		მდგრადი
			0.83		0.82		0.79	არამდგრადი



ნახ. 3 საკონტაქტო ძაბვების მნიშვნელობები სრიალის ზედაპირებზე

ძაბვის კომპონენტებისა და მდგრადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები

№	Xx კპა	Yy კპა	Xy კპა	$\theta^{\circ}$	N კპა	T კპა	C კპა	$\phi^{\circ}$	$N \cdot \tan \phi + c$	K
1	63.10	76.61	50.13	16	90.7	46.1	10.30	26.53	55.6	1.2
2	47.74	75.30	42.51	16	72.4	43.3	10.30	26.53	46.4	1.1
3	42.04	76.34	38.23	16	64.9	41.5	10.30	26.53	42.7	1.0
4	38.82	78.85	35.13	16	60.5	40.4	10.30	26.53	40.5	1.0
5	36.58	82.27	32.33	16	57.2	39.5	10.30	26.53	38.8	1.0
6	34.96	85.76	29.58	16	54.5	38.5	10.30	26.53	37.5	1.0
7	33.52	88.39	26.86	45	87.8	27.4	10.30	26.53	54.1	2.0
8	29.28	83.23	23.01	45	79.3	27.0	10.30	26.53	49.9	1.8
9	25.51	77.60	19.40	45	71.0	26.0	10.30	26.53	45.7	1.8
10	21.98	71.59	16.10	45	62.9	24.8	10.30	26.53	41.7	1.7
11	18.57	65.23	13.06	45	55.0	23.3	10.30	26.53	37.7	1.6
12	16.63	63.08	11.08	45	50.9	23.2	10.30	26.53	35.7	1.5
13	17.31	69.49	10.87	-8	15.3	3.3	10.30	26.53	17.9	5.5
14	17.86	75.57	10.75	-8	16.0	2.4	10.30	26.53	18.3	7.7
15	18.23	81.41	10.64	-8	16.5	1.5	10.30	26.53	18.5	12.2
16	18.41	87.00	10.45	-8	16.9	0.6	10.30	26.53	18.7	31.6
17	15.79	85.74	9.23	-8	14.6	-0.8	10.30	26.53	17.6	-22.9
18	12.38	82.87	7.87	23	28.8	30.8	10.30	26.53	24.7	0.8
19	8.79	79.76	6.54	23	24.3	30.1	10.30	26.53	22.4	0.7
20	5.08	76.31	5.20	23	19.7	29.2	10.30	26.53	20.1	0.7
21	1.31	72.38	3.87	23	14.9	28.2	10.30	26.53	17.8	0.6
22	-2.43	67.86	2.61	23	10.2	27.1	10.30	26.53	15.4	0.6
23	-6.21	62.64	1.54	23	5.4	25.8	10.30	26.53	13.0	0.5
24	-10.29	54.90	0.72	23	0.2	23.9	10.30	26.53	10.4	0.4
25	-14.76	43.58	0.22	48	17.7	29.0	10.30	26.53	19.1	0.7
26	-19.19	31.99	0.22	48	9.3	25.4	10.30	26.53	14.9	0.6
27	-23.77	20.65	0.43	48	1.2	22.0	10.30	26.53	10.9	0.5
28	-27.80	9.64	0.30	48	-6.8	18.6	10.30	26.53	6.9	0.4
						698.5			793.2	
									$K_s$	1.14

ქანების ძირითადი მასივის და დაცურების მიმართ საშიშ ტანში მოქმედი ძაბვის კომპონენტების გაანგარიშება ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა ფირმა „Rockscience“-ის სასრულო ელემენტების (FEM) პროგრამა „Phase2“-ის საშუალებით, რომელიც არ საჭიროებს მეწყრული ტანის დაყოფას ვერტიკალურ პრიზმებად, როგორც ეს მიღებულია იანბუს გა-

მარტივებულ, ბიშოფის გამარტივებულ, მორგენშტერნის და პრაისის, შახუნიახის და სხვა ავტორთა მიერ და რომელიც მნიშვნელოვან გამარტივებებს უშვებს [7]. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულ მეთოდში მეწყრული ტანი განიხილება როგორც მონოლითური სხეული და შესწავლილია მისი დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა. ძაბვის კომპონენტები წარმოდგენილია

ნახ. 3-ზე და ცხრილში 6. მიღებული შედეგები, ზემოთხსენებულ გამარტივებულ მეთოდებთან შედარებით, უფრო სრულად და ზუსტად აღწერენ მეწყერსაშიში ზედაპირების ფორმას და სრიალის ზედაპირზე არსებულ საკონტაქტო დაბეჭდვებს.

საკონტაქტო დაბეჭდვის მიხედვით მთავარი ნორმალური და მხები ძალების და მდგრადობის კოეფიციენტების მნიშვნელობები გამოითვლება შემდეგი ფორმულების გამოყენებით

$$\left. \begin{aligned} N &= \frac{X_x + Y_y}{2} + \frac{X_x - Y_y}{2} \cos 2\alpha + X_y \sin 2\alpha \\ T &= -\frac{X_x - Y_y}{2} \sin 2\alpha + X_y \cos 2\alpha \\ K_s &= \frac{N \tan \varphi + c}{T} \end{aligned} \right\} (6)$$

სადაც  $X_x$ ,  $Y_y$  და  $X_y$  წარმოადგენენ სრიალის ზედაპირზე მოქმედი დაბეჭდვის თარაზულ, შვეულ და მხებ მდგენლებს, ხოლო  $a$  - სრიალის ზედაპირის დახრის კუთხეს ჰორიზონტალის მიმართ (იხ. ნახ. 2).

სხვადასხვა მეთოდით გამოთვლილი მდგრადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები სეისმური ზემოქმედების გარეშე და გათვალისწინებით მოცემულია ცხრილში 7.

ცხრილი 7

$C=10.3$  კპა და  $\varphi=26.5^\circ$

მეთოდის დასახელება	მდგრადობის კოეფიციენტი $K_{ss}$	
	სეისმიკის გარეშე	სეისმიკის გათვალისწინებით
ფელენიუსი	1.94	0.73
ბიშოფი	1.62	0.61
იანბუ	1.79	0.64
მორგენშტერნ-პრაისი	2.08	0.80
შახუნანცი	1.63	0.61
შემოთავაზებული	1.70	1.14

**დასკვნა**

1. იანბუს, ბიშოფის, მორგენშტერნისა და პრაისის, ასევე შახუნანცისა და სხვა ავტორების მიერ მიღებული მდგრადობის კოეფიციენტები რეალურთან შედარებით მცირეა, რაც გამოწვეულია გაანგარიშების დროს მიღებული პრინციპული ხასიათის დაშვებებით და გამარტივებებით, კერძოდ ვერტიკალურ პრიზმებს შორის (ნახ.1) ხახუნის ძალების უგულვებელყოფით.
2. აღნიშნულ ავტორთა მიერ მიღებული შედეგები მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან (იხ. ცხრ.

- 7), რადგან გამოთვლები ჩატარებული აქვთ ერთი და იგივე სქემის საფუძველზე.
3. შემოთავაზებული რიცხვით-ანალიზური მეთოდი თავისუფალია პრინციპული ხასიათის დაშვებებისაგან. განიხილება მეწყერული ტანის, როგორც მონოლითური სხეულის დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა და გამოთვლილი დაბეჭდვის მეოხებით იანგარიშება მდგრადობის კოეფიციენტი.

## ლიტერატურა

1. Чугаев Р.Р. Земляные гидротехнические сооружения (теоретические основы расчета). Изд. Энергия, Ленинград, 1967, 460 с.
2. Калинин Э.В. Инженерно-геологические расчеты и моделирование. Изд. МГУ, Москва, 2005. 256 с.
3. Предложения по расчету устойчивости откосов высоких насыпей и глубоких выемок. СоюздорНИИ, Москва, 1966. 124 с.
4. Фоменко И.К., Сироткина О.Н., Самаркин-Джарский К.Г. Расчет устойчивости склонов с учетом сейсмического воздействия. Сб. «Сергеевские чтения». Выпуск 12, РУДН, Москва, 2010. с. 234-240.
5. Newmark N.M., "Effects of earthquakes on dams and embankments," Geotechnique, Vol. 15, 1965. pp. 139–159.
6. Фоменко И.К., Захаров В.С., Самаркин-Джарский К.Г., Сироткина О.Н. Учет сейсмического воздействия при расчете устойчивости склонов (на примере Краснополянского геодинамического полигона). ГеоРиск №4, Москва, 2009. с. 50-55.
7. ლ. ჯაფარიძე, თ. გობეჯიშვილი, მ. ლოსაბერიძე, ს. დემეტრაშვილი. ბლოკური ტიპის კონსეკვენტური მუწყრული ტანების მდგრადობის გაანგარიშების არსებული მეთოდების შედარებითი ანალიზი. "სამთო ჟურნალი", №1(43), თბილისი, 2020. გვ. 65-70.

JAPARIDZE L., GOBELISHVILI T.,  
LOSABERIDZE M., DEMETRASHVILI S.

**ESTABLISHMENT OF THE STABILITY  
COEFFICIENT OF LANDSLIDE HAZARDOUS  
BLOCKS OF CONSEQUENTIAL TYPE  
UNDER THE COMBINED INFLUENCE OF  
GRAVITATIONAL AND SEISMIC FORCES**

**ABSTRACT.** Existing methods for calculating consequential landslide block bodies under the effects of seismic forces are considered. For specific mining and geological conditions, stability coefficients are calculated and their comparative analysis is carried out under the influence of only gravitational forces and with combined effects together with seismic forces. An original numerical-analytical method for calculating the stability coefficient of slope is proposed.

**KEY WORDS:** block landslide; consequential; seismic forces; stability coefficients.

ДЖАПАРИДЗЕ Л.А, ГОБЕДЖИШВИЛИ Т.Г.,  
ЛОСАБЕРИДЗЕ М. В., ДЕМЕТРАШВИЛИ С.А.

**УСТАНОВЛЕНИЕ КОЭФИЦИЕНТА  
УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕОПАСНЫХ  
БЛОКОВ КОНСЕКВЕНТНОГО ТИПА  
ПРИ СОВМЕСТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
ГРАВИТАЦИОННЫХ И СЕЙСМИЧЕСКИХ  
СИЛ**

**АННОТАЦИЯ.** Рассмотрены существующие методы расчета консеквентных оползневых тел блочного типа при воздействии сейсмических усилий. Для конкретных горно-геологических условий вычислены коэффициенты устойчивости и проведен их сравнительный анализ при воздействии только гравитационных сил и при совместном воздействии гравитационных и сейсмических сил. Предложен оригинальный численно-аналитический метод расчета коэффициента устойчивости склона.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** оползневые тела блочного типа; консеквентный; сейсмические усилия; коэффициент устойчивости.



აკად. დოქტორი თ. ზირცხალავა

## კარიერის ატმოსფეროში მტვრის ჩახშობა ფყლის გაფრქვევით

**ანოტაცია.** ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ღია წესით სასარგებლო წიაღისეულის დაბუშაებისას გარემოზე უარყოფითი ანთროპოგენური ზემოქმედების შერბილების პრობლემის ერთ-ერთ აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს მტვრის გაფრქვევით გამოწვეული ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შემცირება საქართველოს ნორმატიული დოკუმენტების მოთხოვნების შესაბამისად, რომლებიც ადგენენ ჰაერის ხარისხის სტანდარტს. მოცემულია საკარიერო ავტოთვიომცლელ БелАЗ-7540-ს მუშაობისას გაფრქვეული მტვრის ემისიის გაანგარიშების შედეგები, აგრეთვე, ცნობები ღია წესით სამთო საბუშაოების წარმოების პრაქტიკიდან მოპოვებული სამთო მასის ერთეულზე მტვრის კუთრი გამოყოფის შესახებ; აღწერილია ჰაერიდან მტვრის დალექვის მექანიზმი წყლის ნისლის გამოყენების შემთხვევაში; განხილულია სხვადასხვა სახის ნისლისმწარმოებელი დანადგარი.

**საკვანძო სიტყვები:** კარიერი; ატმოსფერული ჰაერის დაცვა; ჰაერის დაბინძურების წყარო; მტვრის ემისია; ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია; მტვრის ჩახშობა; წყლის გაფრქვევა; მფრქვევანები.

კარიერებზე სამთო საბუშაოების განვითარების თანამედროვე ეტაპის თავისებურებას ახასიათებს ტექნოლოგიური პროცესების კონცენტრაცია და ინტენსიფიკაცია, რასაც თან ახლავს შრომის პირობების გაუარესება და ნეგატიური ზემოქმედების ზრდა გარემოზე. ერთ-ერთ ნეგატიურ გამოვლინებას მიეკუთვნება მტვრის ნაწილაკებით ატმოსფეროს დაბინძურება, როგორც კარიერის საბუშაო ზონაში, ისევე სამთო საწარმოს მიმდებარე ტერიტორიაზე. გრ. წულუკიძის სახელობის სამთო ინსტიტუტში ტარდებოდა კვლევები წიაღისეულის ღია წესით მოპოვების გავლენის შესასწავლად გარემოზე [1], კერძოდ, საავტომობილო ტრანსპორტის გამონაბოლქვის მავნე მინარევების ზემოქმედების შესასწავლად კარიერების გარემომცველ ატმოსფეროს ხარისხზე [2, 3]. პრაქტიკულად ყველა საწარმოო ოპერაციას, რომელიც სრულდება კარიერებზე (ქანების ბურღვა, აფეთქებითი საბუშაოები, ესკავაცია, სამთო მასის ტრანსპორტირება, დასაწყობება), თან ახლავს მტვერწარმოქმნა. ღია წესით საბადოთა დაბუშაების პროცესში წარმოქმნილი მტვრის ემისია მნიშვნელოვნად აუარესებს გარემოს ხარისხს და ნეგატიურ გავლენას ახდენს

კარიერზე მომუშავე პერსონალის და მიმდებარე ტერიტორიებზე განლაგებულ დასახლებულ პუნქტების მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე.

კარიერების დაბუშაების პრაქტიკიდან დადგენილია, რომ მტვრის კუთრი გამოყოფა მოპოვებული სამთო მასის მოცულობის ერთეულზე იცვლება 30-160 გ/მ<sup>3</sup>-ს ფარგლებში [4]. კვლევებით დადგენილია, რომ კარიერის მიმდებარე ტერიტორიაზე ერთი თვის მანძილზე 58 კგ/გა და უფრო მეტი რაოდენობის მტვრის გადატანის შემთხვევაში აღინიშნება მცენარეულის და ცხოველების სიცოცხლისუნარიანობის დათრგუნვა, მოსახლეობაში კი მკვეთრად მატულობს ზედა სასუნთქი გზების მწვავე დაავადებები. განსაკუთრებით საშიშია 10 მიკრონზე (მკმ) ნაკლები დიამეტრის მქონე მტვრის ნაწილაკები. მათი რაოდენობის 10 მიკროგრამით ( $1 \times 10^{-5}$  გ) გაზრდის შემთხვევაში 1 მ<sup>3</sup> ატმოსფერულ ჰაერში, მოჰყვება: მწვავე ქრონიკული ფორმით რესპირატორული დაავადებულთა პაციენტების რიცხვის ზრდა 7 %-ით, ხოლო გულ-სისხლძარღვებით დაავადებულთა პაციენტების – 3 %-ით, სიკვდილიანობა ფილტვების კიბოსაგან მატულობს 8 %-ით [5].

განისაზღვრა საკარიერო ავტოთვიომცლელ БелАЗ-7540 მიერ მტვრის მაქსიმალური ერთჯერადი ჯამური ემისია ( $G_{max} = 21,4$  გრ/წმ [3]) ფუჭი ქანის (თიხა) ტრანსპორტირებისას. სამთო მასის ტრანსპორტირებისას მტვრის ემისიის გამო მკვეთრად მცირდება ხილვადობა, იზრდება ინტერვალი მანქანებს შორის და მცირდება მოძრაობის სიჩქარე. უქარო ამინდში მტვრის დალექვის დრო შლეიფში, ხილვადობის გაუმჯობესებად, ცვალებადობს 10-15 წმ-ს ფარგლებში, რაც ზრდის ავტომობილებს შორის საჭირო მინიმალური ინტერვალს 100-150 მ-დე (მოძრაობის სიჩქარე 18-30 კმ/სთ-ში) და ამცირებს კარიერის გზების გამტარუნარიანობას 2-3-ჯერ. კვლევის შედეგები გვიჩვენებენ, რომ ჰაერის დამტვერიანობა ავტოგზების სიახლოვეს შეადგენს 0,5-10 კგ/მ<sup>3</sup>-ში, ხოლო 10 მკმ-ზე ნაკლები ზომის მტვრის ნაწილაკების კუთრი წილი 90-98 %-ს აღწევს, რაც პნემოკონიზით დაავადების საშიშროებას მნიშვნელოვნად ზრდის. გარდა ამისა, საკარიერო გზების მაღალი მტვრიანობა ავტომობილების ძრავის გაზრდილ ცვეთას იწვევს [6].

ღია სამთო საბუშაოების ობიექტების ატმოსფეროს შედგენილობის და მისი შეფასებისას გამოდიან

მედიკობიოლოგიური მოთხოვნებიდან, ითვალისწინებენ მავნე მინარევების კონცენტრაციებს, მათი მოქმედების მიმართულებას, ტოქსიკურობის ხარისხს. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საკითხები რეგულირდება “ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ” საქართველოს კანონით და მისი მოთხოვნებიდან გამომდინარე მიღებული კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტებით [7-12]. გარემოსდაცვითი სტანდარტები აღგენენ გარემოს

ხარისხობრივი მდგომარეობის მოთხოვნებს და განსაზღვრავენ ჰაერში ადამიანის ჯანმრთელობისათვის და გარემოსათვის სახიფათო ნივთიერებების მაქსიმალურ დასაშვებ კონცენტრაციას. საწარმოს ექსპლოატაციის პროცესში მოსალოდნელია მტკვრის ემისია, რომლის მაქსიმალური ერთჯერადი და საშუალო დღეღამური ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები ( $C_{ზღვ}$ ) მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

ატმოსფერულ ჰაერში მტკვრის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები [12]

მავნე ნივთიერების დასახელება	კოდი	ატმოსფერულ ჰაერში ი-ური მავნე ნივთიერებების ზღვ, მგრ/მ <sup>3</sup>	
		მაქსიმალური ერთ-ჯერადი	საშუალო დღე-ღამური
შეწონილი ნაწილაკები-მტკვერი	2902	0,5	0,15
მტკვერი: 70-20 % SiO <sub>2</sub>	2908	0,3	0,1

კარიერის დაპროექტების ეტაპზე, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებების პროგნოზირებისას, უნდა სრულდებოდეს შემდეგი პირობა [8, 11]

$$\frac{C_m}{\text{ზღვ}_m} \leq 1, \quad (1)$$

სადაც  $C_m$  არის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენაში მავნე ნივთიერებების გაანგარიშებული კონცენტრაცია დაბინძურების ყველა წყაროების ერთობლიობიდან, მგრ/მ<sup>3</sup>;  $\text{ზღვ}_m$  – შესაბამისი მავნე ნივთიერების მაქსიმალური ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია, მგრ/მ<sup>3</sup>.

ატმოსფერულ ჰაერში ერთდროულად რამდენიმე ჯამური ზემოქმედების მქონე მავნე ნივთიერების არსებობისას უნდა სრულდებოდეს პირობა

$$\frac{C_{m1}}{\text{ზღვ}_{m1}} + \frac{C_{m2}}{\text{ზღვ}_{m2}} + \dots + \frac{C_{mn}}{\text{ზღვ}_{mn}} \leq 1, \quad (2)$$

სადაც  $C_{m1}, C_{m2}, \dots, C_{mn}$  არის ატმოსფეროს მიწისპირა ფენის ერთსა და იმავე ადგილას მავნე ნივთიერებების გაანგარიშებული მაქსიმალური კონცენტრაცია დაბინძურების ყველა წყაროების ერთობლიობიდან, მგრ/მ<sup>3</sup>;  $\text{ზღვ}_{m1}, \text{ზღვ}_{m2}, \dots, \text{ზღვ}_{mn}$  – შესაბამისი მავნე ნივთიერების მაქსიმალური ერთჯერადი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია, მგრ/მ<sup>3</sup>.

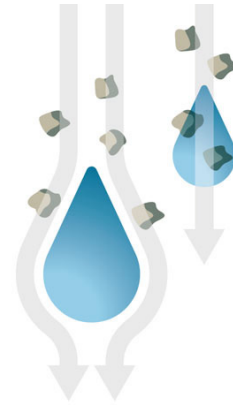
კარიერის ცუდად განიავებად და ყრუ ზონებში, მომქმედი წესების თანახმად [7], უნდა მოეწყოს ხელლოვანი ვენტილაცია, ხოლო, სადაც გამოიყოფა მავნე მინარევები, უშუალოდ მათი გამოყოფის ადგილებზე გამოყენებული იქნეს მტკვრის ჩახშობის ან დაჭერის საშუალებები. წელიწადის თბილ დროს სამთო მასის ექსკავაციისას, მტკვერწარმოქმნის შესამცირებლად უნდა წარმოებდეს აფეთქებული სამთო მასის სისტემატური მორწყვა წყლით. ჰაერის დადებითი ტემპერატურის შემთხვევაში, მტკვერწარმოქმნის შესამცირებლად, უნდა მოხდეს საავტომობილო გზების მორწყვა. ზაფხულში კონვეიერებზე ხელით ქანის გამორჩევისას გამოყენებული უნდა იქნეს წყლით მორწყვა ან მტკვრის ჩახშობის სხვა საშუალებებით [9].



ნახ. 1. V22Orca მარკის მტვერჩამშობი ტურბინა

ნახაზზე 1 წარმოდგენილია ტურბინა V22Orca, რომელიც უზრუნველყოფს მტვრის ეფექტურ ჩახშობას მთელი წლის განმავლობაში: ზაფხულში ის უპრობლემოდ მუშაობს გარემოს +40 °C ტემპერატურას პირობებში და იყენებს წყლის ღრუბელს, ზამთარში კი -25 °C ტემპერატურამდე მტვერს ახშობს თოვლით [13]. V22Orca მარკის მტვერჩამშობი ტურბინის მასხასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში 2.

წყლის გარკვეული ზომის წვეთები (იხ. ნახ. 2) უკეთესად იჭერენ მტვრის ნაწილაკებს. წყლის გაფრქვეული წვეთების ოპტიმალური ზომების დადგენა ხდება თეორიული კვლევების შედეგების საფუძველზე. მაგალითად, მტვრის ჰიდროდაჯენის ეფექტურობის ძირითადი პარამეტრი იანგარიშება ფორმულით [14]:



ნახ. 2. წყლის წვეთების და მტვრის ნაწილაკების ურთიერთქმედება

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{3}{2} m \frac{\omega}{v} \frac{H}{d_k} \eta_r\right) \quad (3)$$

სადაც  $\eta = \Delta C / C$  არის მტვრის ღრუბელის ჰიდროდაჯენის ეფექტურობა;  $\Delta C$  – მტვრის ნაწილაკების მთლიანი მთავარი წყლის წვეთებში, მგ/მ<sup>3</sup>;  $C$  – ღრუბელში მტვრის საწყისი კონცენტრაცია, მგ/მ<sup>3</sup>;  $m = V_k / V_0$  – მტვრის ღრუბელის დატენიანების მაჩვენებელი, მ<sup>3</sup>/მ<sup>3</sup>;  $V_k$  – გაფრქვეული წყლის წვეთების მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $V_0$  – მტვრის ღრუბელის მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $\omega = u$  – მტვრის და წყლის ნაწილაკების მოძრაობის ფარდობითი სიჩქარე, მ/წმ;  $u$  – მტვრის და წყლის ნაწილაკების დაჯენის სიჩქარე, შესაბამისად, მ/წმ;  $H$  – მაქსიმალური სიმაღლე, რომელზეც წყლის წვეთები ურთიერთობენ მტვრის ნაწილაკებთან, მ;  $d_k$  – წყლის წვეთების დიამეტრი, მ;  $\eta_r$  – წყლის წვეთების მიერ მტვრის ნაწილაკების მთავრების კოეფიციენტი.

ცხრილი 2

V22Orca მარკის მტვერჩამშობი ტურბინის მასხასიათებლები [13]

სიდიდის დასახელება	განზომილება	რიცხვითი მნიშვნელობა
გაფრქვევის მანძილი	მ	70 - 90
ტურბინის ნომინალური სიმაღლე	კვტ	22
ტუმბოს ნომინალური სიმაღლე	კვტ	11
ხმაურის დონე 20 მ-ზე	დბ	63
წყლის ხარჯი	ლ/წმ	50 - 324
გარემოს ჰაერის ტემპერატურა	°C	-25-დან + 40-მდე



ნახ. 3. მობილური სარწყავი  
სანაყაროსთან



ნახ. 4. მობილური ვენტილატორი  
სარწყავით

ნახაზებზე 2 და 3 წარმოდგენილია თანამედროვე მობილური საშუალებები მტვრის ჰიდროჩამხშობი მოწყობილობებით კარიერზე მუშაობისას [15, 16, 17]. მტვრის ღრუბლის ჰიდროჩამხშობა კარიერზე მასობრივი აფეთქების შემდეგ წარმოადგენს მეტად რთულ ამოცანას, რადგან ამისათვის საჭიროა დიდი მოცულობით წყლის გაფრქვევა დიდ ფართობზე. ქალაქ კრივიოროვის მახლობლად განლაგებულ რკინის მადნის მომპოვებელ კარიერზე, მასობრივი აფეთქების შემდეგ, მტვრის ღრუბლის დასაჯენად ატმოსფეროში გაფრქვეული იქნა 107,7 მ<sup>3</sup> წყალი (კუთრი ხარჯი:

2,87 კგ წყალი 1 კგ მტვრის დასაღვრად). გატარებული ღონისძიების შედეგად კარიერის ატმოსფეროში მტვრის შემცველობა შემცირდა თითქმის 90 %-ით, რამაც უზრუნველყო ჯანმრთელობისა და ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვა [18].

წარმოდგენილი მასალა შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს მტვრის ჩამხშობი ღონისძიებების დამუშავებისას საქართველოს ტერიტორიაზე ღია წესით სასარგებლო წიაღისეულის მომპოვებელი არსებული საწარმოების ტექნიკური გადაიარაღებისას, ან ახალი კარიერების მშენებლობის დაპროექტებისას.

### ლიტერატურა

1. თ. ფირცხალავა, ნ. ბოჭორიშვილი. გარემოს დაცვის შესახებ ბაკურიანის ანდეზიტის საბადოზე. „სამთო ჟურნალი“, №1(38), თბილისი, 2017. გვ. 226-230.
2. თ. ფირცხალავა. საკარიერო ტექნოლოგიური კომპლექსის მანქანების გამონაბოლქვის მავნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს ჰაერის დაბინძურების შესახებ. „სამთო ჟურნალი“, №1(42), თბილისი, 2019. გვ. 50-52.
3. თ. ფირცხალავა. მტვრის ემისიის გაანგარიშება საკარიერო ავტოტრანსპორტის მუშაობისას. „სამთო ჟურნალი“, №1(43), თბილისი, 2020. გვ. 61-65.
4. Зорин А. В. Аэрология карьеров: Учебн. пособие. ФГБОУ ВПО Мурманский гос. техн. ун-т, Мурманск, 2015. 119 с.
5. Федотов В. Р., Денисов В. А. Загрязнения воздушной среды и пути их снижения на открытых объектах горнодобывающего комплекса. Инженерная защита, № 1(12), Санкт-Петербург, 2016. с. 10-13.
6. Месяц С. П., Тарасов Г. Е., Мельников Н. Н., Петров А. А., Иньков В. Н. Способы повышения промышленной и экологической безопасности при ведении открытых горных работ. Горный журнал, №

- 9, Санкт-Петербург, 2010. с. 102-106.
7. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №450 „ტექნიკური რეგლამენტი კარიერების უსაფრთხოების შესახებ“. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2188761>
8. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №408 „ტექნიკური რეგლამენტი ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის ნორმების გაანგარიშების მეთოდიკა“. <http://eiec.gov.ge/Temebi/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N408.aspx>
9. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 3 იანვრის დადგენილება №8 „ტექნიკური რეგლამენტი არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებში ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“. <http://eiec.gov.ge/temebi/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N8.aspx>
10. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 6 იანვრის დადგენილება №42 „ტექნიკური რეგლამენტი ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სტაციონარული წყაროების ინვენტარიზაციის მეთოდიკა“. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2189559>

11. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №448 „ტექნიკური რეგლამენტი ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებით დაბინძურების ინდექსის გამოთვლისა და ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების დონეების მიხედვით განსაკუთრებით მაღალი დაბინძურების, დაბინძურებული და დაბინძურების არმქონე კატეგორიის რევიონებისათვის ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებით დაბინძურების ინდექსების სიდიდეების შესახებ”. <http://eiec.gov.ge/თემები/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N448.aspx>

12. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის დადგენილება №435 „ტექნიკური რეგლამენტი დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევის ფაქტობრივი რაოდენობის განსაზღვრის ინსტრუმენტული მეთოდის, დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევის ფაქტობრივი რაოდენობის დამდგენი სპეციალური გამზომ-საკონტროლო აპარატურის სტანდარტული ჩამონათვალისა და დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ტექნოლოგიური პროცესების მიხედვით ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევის ფაქტობრივი რაოდენობის საანგარიშო მეთოდის შესახებ”. <http://eiec.gov.ge/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N435.aspx>

13. <https://www.emicontrols.com/ru/>

14. Юрченко А.А. Исследование коэффициента захвата аэрозольных частиц каплями воды при орошении. Збірник наукових праць НГУ, № 39, Днепропетровск, 2012. с.187-194.

15. Позынич К. П., Корнеева С. И. Аэрология горных предприятий: Учеб. пособие. «Тихоокеанский гос. университет», Хабаровск, 2019. 236 с.

16. [https://nova.rambler.ru/search?utm\\_source=head&utm\\_campaign=self\\_promo&utm\\_medium=form&utm\\_content=search&query=орошение%20на%20карьерах%20-фото](https://nova.rambler.ru/search?utm_source=head&utm_campaign=self_promo&utm_medium=form&utm_content=search&query=орошение%20на%20карьерах%20-фото)

17. Шляховой В.В. Современные технологии и оборудование для подавления пыли. Основные средства. Добывающая промышленность №3 (15), Красноярск, 2019. <https://dprom.online/dobyvayushhaya-promyshlennost/>

18. Юрченко А.А. Обоснование степени диспергирования воды при орошении облака железорудной пыли после массовых взрывов в карьерах. Збірник наукових праць НГУ, №40, Днепропетровск, 2013. с. 209-215.

PIRTSKHALAVA T.

### SUPPRESSING DUST GENERATED INTO THE ATMOSPHERE OF THE PIT WITH THE HELP OF SPRAYED WATER

**ABSTRACT.** It is shown in the work that in open-pit mining of mineral deposits, one of the topical issues in the problem of mitigating the negative anthropogenic impact on the natural environment is the issue of reducing air pollution by dust emissions to the level in accordance with the requirements of Georgian regulatory documents that establish the air quality standard. The results of calculating the emission of dust from a mining car BelAZ-7540 are given, and also, practice data on the specific amount of dust emitted during mining operations per unit volume of mined rock mass; the mechanism of dust deposition from the air using water mist is described; fogging installations of various types are considered.

**KEY WORDS:** career; air pollution; dust emission; maximum permissible concentration; dust suppression; spraying water; nozzles.

ПИРЦХАЛАВА Т.Г.

### ПОДАВЛЕНИЕ ПЫЛИ В АТМОСФЕРЕ КАРЬЕРА С ПОМОЩЬЮ РАСПЫЛЕННОЙ ВОДЫ

**АННОТАЦИЯ.** В работе показано, что при открытой разработке месторождений полезных ископаемых одним из актуальных вопросов проблемы ослабления отрицательного антропогенного воздействия на природную среду, является вопрос уменьшения загрязнения атмосферного воздуха выбросами пыли до уровня согласно требованиям нормативных документов Грузии, которые устанавливают стандарт качества воздуха. Приведены результаты расчета эмиссии пыли от карьерного автомобиля БелАЗ-7540, а также, данные практики по удельному количеству выделяемой при горных работах пыли на единицу объема добытой горной массы; описан механизм осаждения пыли из воздуха с помощью водяного тумана; рассмотрены туманообразующие установки различных типов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** карьеры; загрязнение атмосферного воздуха; эмиссия пыли; предельно допустимая концентрация; подавление пыли; распыление воды; форсунки.

აკად. დოქტორი ნ. გეგია, აკად. დოქტორი კ. ხაჩატურიანი, გ. ენუქიძე, ე. უკლება, თ. გურული, ლ. ენუქიძე

**ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხების შესწავლა კერამიკული ფილების წარმოებაში გამოყენების მიზნით**

**ანოტაცია.** ნაშრომში განხილულია კერამიკული ფილების საწარმოებლად ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს დაბალხარისხიანი ბენტონიტური თიხების გამოყენების შესაძლებლობა. აღნიშნული თიხები განეკუთვნებიან ადვილად დნობად თიხათა ჯგუფს. დადგენილია ფილების გამოწვის ოპტიმალური ტემპერატურა და ტექნოლოგიური პარამეტრები. ნაჩვენებია, რომ სხვადასხვა ტემპერატურაზე გამოწვარი ფილები აკმაყოფილებს სტანდარტით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს და რეკომენდირებულია მათი გამოყენება მოსაპირკეთებელი ფილების საწარმოებლად. კვლევის შედეგებით დასტურდება, რომ ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხების გამოყენების არაერთი შეიძლება მნიშვნელოვნად გაფარდოვდეს.

**საკვანძო სიტყვები:** კერამიკული ნედლეული; ბენტონიტური თიხა; დნობის ტემპერატურა; პლასტიკურობა; მოსაპირკეთებელი ფილები; წყალშთანთქმა; შეცხობის ინტერვალი; ყინვაშედეგობა.

კერამიკული თიხების მოპოვებას აწარმოებს მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა, მაგრამ ამ ნედლეულის მსოფლიო მარაგები და რესურსები ბოლომდე არ არის შეფასებული, მათ შორის საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული.

სამშენებლო და საყოფაცხოვრებო კერამიკის წარმოების ძირითადი ნედლეული ცეცხლგამძლე და ადვილად დნობადი თიხებია. ეს უკანასკნელი ძირითადად გამოიყენება მოსაპირკეთებელი ფილების (კედლის, იატაკის და გარე ფასადის), სანიტარულ-ტექნიკური ნაკეთობების, ტექნიკური და ელექტრო-ტექნიკური ფაიფურის, მოსაპირკეთებელი კერამიკული აგურის, საკანალიზაციო და სადრენაჟე მილების, ასევე მჟავა- და ტუტემდევი ნაკეთობების წარმოებისთვის.

მსოფლიოში კერამიკული ფილების ყველაზე

დიდი პროდუცენტია ამერიკის შეერთებული შტატები, ჩინეთი და ა.შ. ევროპაში ძირითადი მწარმოებლებია იტალია და ესპანეთი, ასევე გერმანია, ინგლისი, პოლონეთი, უკრაინა; მსოფლიო დონის მწარმოებლებია ირანი და თურქეთი; დიდი საწარმოები იხსნება რუსეთში, ყაზახეთსა და აზერბაიჯანში [1].

საქართველოს მოთხოვნილება კერამიკულ ფილებზე მთლიანად კმაყოფილდება მხოლოდ იმპორტის ხარჯზე, მაშინ, როდესაც ქვეყანაში არსებობს მისი წარმოების სანედლეულო ბაზა.

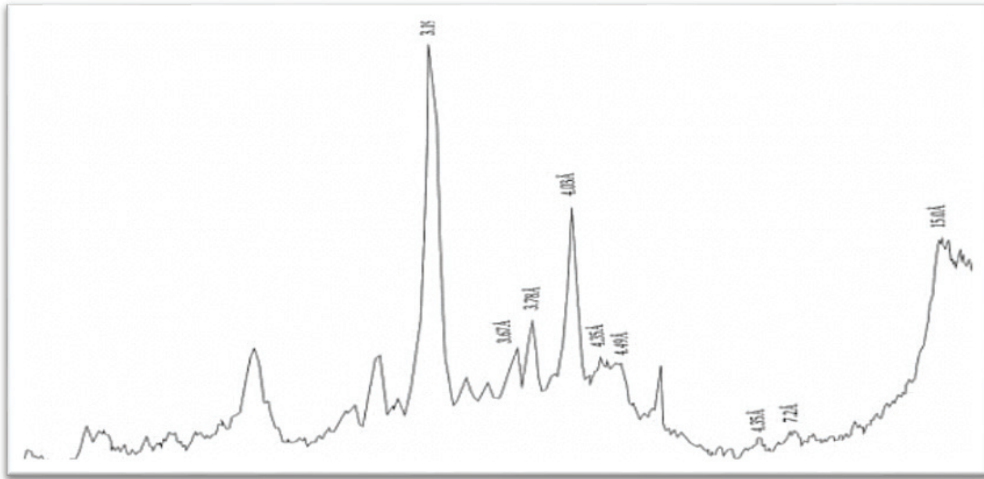
ბენტონიტური თიხების გამოყენების ერთ-ერთ სფეროს კერამიკული მრეწველობა წარმოადგენს, სადაც ის მცირე დოზებით გამოიყენება ნედლეულის პლასტიკურობის ასამაღლებლად.

მოცემული კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს დაბალხარისხიანი ბენტონიტური თიხების შესწავლა კერამიკულ ფილებად გამოყენების თვალსაზრისით.

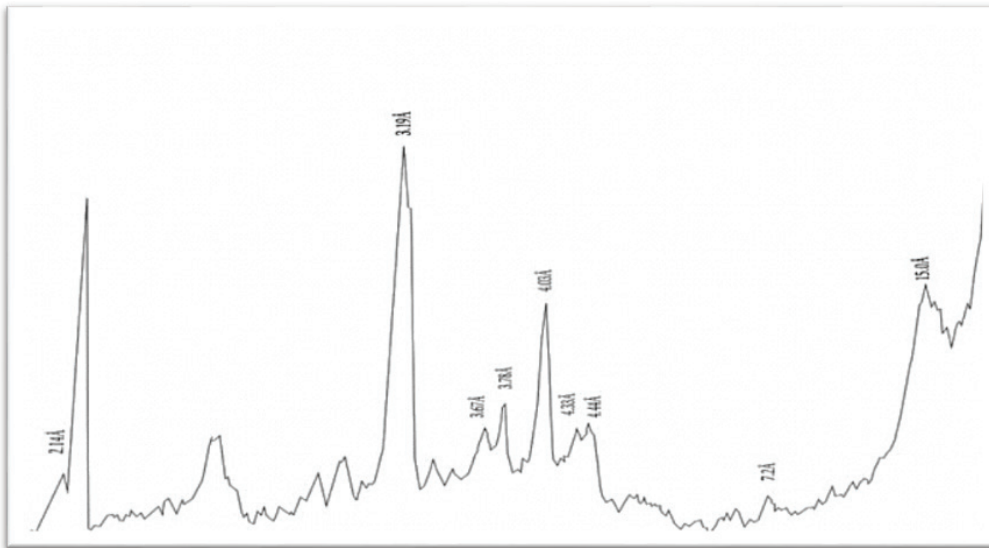
ტექნოლოგიური ტესტირება ჩატარდა საბადოს ორ სინჯზე. ნივთიერებრივი შედგენილობის დასადგენად ჩატარებული იქნა მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული, რენტგენოფაზური და ქიმიური ანალიზები.

მინერალოგიურ-პეტროგრაფიული შესწავლის თანახმად დადგენილი იქნა, რომ ორივე სინჯი თითქმის იდენტურია და ერთმანეთისაგან მცირედ განსხვავდება თიხოვანი და კლასტური ინგრედიენტების ურთიერთ შეფარდებით.

რენტგენოფაზურმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჩურჩუტო-ჭიხელის ორივე სინჯი წარმოადგენილია საშუალოდ დაკრისტალებული Ca-მონტმორილონიტი (15,0 Å) და მინარეგების სახით შეიცავს კალციუმ-ნატრიუმიან მინდურის შპატს (3,19 Å) და კვალის სახით – კალინიტს (7,2 Å). (რენტგენოგრაფები წარმოადგენილია ნახაზზე 1).



1



2

ნახ. 1. ჩურჩულტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტების დიფრაქტოგრამები: 1 – სინჯი №1; 2 – სინჯი №2

სინჯების ქიმიური ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 1:

ცხრილი 1

სინჯების ქიმიური შედეგნილობა

№	ოქსიდური კომპონენტების შემცველობები, %											
	სინესტე	ზურ. დანაკ.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1	6,33	4,92	56,80	0,55	17,60	3,62	0,82	0,06	4,72	0,75	2,80	0,5
2	6,92	4,92	56,70	0,56	17,40	3,59	0,80	0,05	4,59	0,74	2,80	0,5

ცხრილი 1-ის მონაცემების თანახმად ორივე სინჯი ერთნაირი ქიმიური შედგენილობისაა; მღებავი ოქსიდების ( $Fe_2O_3+TiO_2$ ) შემცველობა მაღალია და შეადგენს საშუალოდ 4,16 %-ს; ტუტემიწათა ელემენტების კატიონების შემცველობა მნიშვნელოვნად აღემატება ტუტე კატიონებისას, ხოლო Si-ის და Al-ის ოქსიდების თანაფარდობა შეადგენს ~ 5,5.

ნივთიერებრივი შედგენილობის შესწავლის საფუძველზე, ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხები გამოირჩევა მინდვრის შპატების მაღალი შემცველობით. ჩვეულებრივ, მინდვრის შპატები კერამიკული ფილების წარმოებაში კაზმის ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია. კვლევის შედეგების თანახმად, შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა - მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევაში კაზმი ბუნებრივად არის შედგენილი.

მონტმორილონიტის მასური წილი დაახლოებით 19 %-ს შეადგენს. მინერალოგიური შედგენილობით ორივე სინჯი ყოველგვარი დანამატის გარეშე, სავარაუდოდ, შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას კერამიკულ წარმოებაში და ამ მოსაზრების დასადასტურებლად ჩატარდა ტექნოლოგიური ტესტირება, როგორც კერამიკული ფილების ნედლეულზე, არსებული სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად.

როგორც აღვნიშნეთ, წარმოდგენილი ნედლეული განეკუთვნება ადვილად დნობად თიხათა ჯგუფს (დნობის ტემპერატურა 1350 °C-ზე ნაკლები), რაც დადასტურდა ექსპერიმენტების შედეგებით - საკვლევი სინჯების დნობის ტემპერატურა შეადგენს 1250 °C.

ცხრილში 2 მოცემულია ტექნოლოგიური სინჯების გრანულომეტრიული შედგენილობა.

**ცხრილი 2**

**სინჯების გრანულომეტრიული შედგენილობა**

სინჯის №	კლასის მასური წილი, %								
	კლასის ზომა, მმ								
	-4+2	-2+1	-1+0,5	-0,5+0,25	-0,25+0,16	-0,16+0,08	-0,08+0,063	-0,063+0	ჯამი
1	0,3	5,6	0,41	10,7	4,2	5,3	0,4	63,1	100,0
2	5,2	6,4	0,5	6,9	3,6	0,8	1,0	75,6	100,0

ცხრილის მონაცემების თანახმად, 63 მკმ-ზე ნაკლები ზომის ფრაქციის გამოსავალი მე-2 სინჯში 12,5 %-ით მაღალია პირველთან შედარებით, ასევე 2 მმ-ზე მსხვილი ფრაქციის მასური წილი თითქმის 5 %-ით აღემატება პირველის შესაბამისი კლასის

შემცველობას.

გარდა ზემო ხსენებულისა, შესწავლილი იქნა სინჯების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, შედეგები მოცემულია ცხრილში 3:

**ცხრილი 3**

**ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები**

სინჯის №	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	მოცულობითი სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>	ფორიანობა, %
1	2,4	1,52	36,7
2	2,35	1,52	35,3

ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, სინჯები თითქმის არ განსხვავდება ერთმანეთისგან.

ცხრილში 4 წარმოდგენილია თიხოვან-მტვრისე-

ბრი ფრაქციის განსაზღვრის შედეგები, მიღებული განლექვის მეთოდით.



სინჯების თიხოვან-მტვრისებრი ფრაქცია

სინჯის №	ფრაქციის დასახელება	გამოსავალი, %
1	თიხოვან-მტვრისებრი	76,6
	ქვიშური	23,4
	საწყისი	100,0
2	თიხოვან-მტვრისებრი	77,0
	ქვიშური	23,0
	საწყისი	100,0

ცხრილის მონაცემებით ირკვევა, რომ თიხოვან-მტვრისებრი ფრაქციის გამოსავალი ორივე სინჯში იდენტურია და საკმაოდ მაღალი.

სინჯების პლასტიკურობა განსაზღვრული იქნა თიხის მიერ წყლის შეკავების უნარით - რაც უფრო

პლასტიკურია თიხა, მით უფრო დიდია სინესტეეს შორის ინტერვალი, რომლის დროსაც თიხა ამჟღავნებს პლასტიკურობას. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 5:

სინჯების პლასტიკურობის განსაზღვრის შედეგები

სინ-ჯის №	დენადობის ქვედა ზღვრის სინესტე, %	გაბრტყელების ზედა ზღვრის სინესტე, %	პლასტიკურობის რიცხვი	პლასტიკურობის შეფასება
1	65,8	34,9	30,9	მაღალპლასტიკური
2	63,6	32,7	30,9	მაღალპლასტიკური

ცხრილის მონაცემების მიხედვით ორივე სინჯი მაღალპლასტიკურია.

ტესტირების მომდევნო ეტაპზე წარმოდგენილი სინჯები მომზადდა ტექნოლოგიური კვლევებისთვის შემდეგნაირად: 105-110°C ტემპერატურაზე გამომშრალი სინჯები დაიფქვა -0,3 მმ-მდე და მოზელილი იქნა ნორმალური კონსისტენციის ცომი; პლასტიკური მეთოდით დაყალიბებული იქნა ფილები ზომით 50×50×8 მმ, ძელაკები - 120×10×10 მმ და კონუსები,

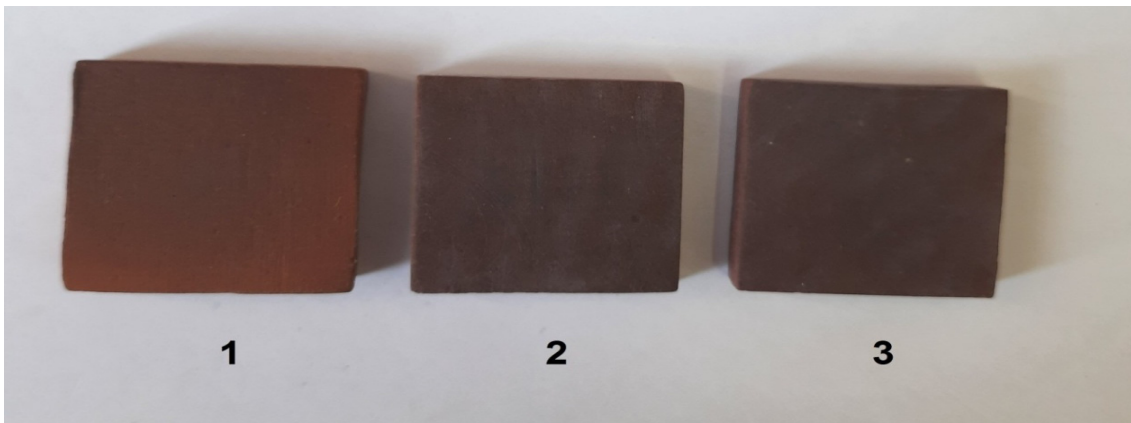
რომლებიც 3 დღის განმავლობაში შრებოდა ჰაერზე. საჭირო შეკლება სინჯების მიხედვით შემდეგია: სინჯი №1 – 6,6 %, სინჯი №2 – 8 %. ფილების შემდგომი გამოშრობა მიმდინარეობდა თერმოსტატში 24 საათის განმავლობაში 105 °C ტემპერატურაზე.

ოპტიმალური ტემპერატურის დასადგენად ფილები გამოიწვა სხვადასხვა ტემპერატურაზე და განისაზღვრა მათი კერამიკული თვისებები. შედეგები მოცემულია ცხრილში 6:

გამომწვარი ფილების კერამიკული თვისებები

სინჯ. №	გამოწვის ტემპერატურა °C	ცეცხლოვანი შეკლება, %	საერთო შეკლება %	წყალშთანთქმა %	საშუალო სიმკვრივე კგ/მ <sup>3</sup>	ფორიანობა %	სიმტკიცე ლუნვაზე, Mpa
1	950	3,2	9,8	20,8	1551	32,2	11,6
	1000	3,6	10,2	19,9	1596	31,7	14,2
	1070	6,1	12,7	14,6	1675	24,5	16,8
	1100	10,4	17,0	9,0	1880	18,2	22,3
	1125	11,5	18,1	2,2	2161	4,8	29,2
	1150	13,7	20,3	0,3	2263	0,7	35,4
	1200	ფილები იწყებს დეფორმირებას და ზედაპირზე ჩნდება ნალვენთები					
2	950	3,7	11,7	19,8	1598	31,6	11,9
	1000	3,9	11,9	19,2	1629	31,3	13,9
	1070	6,5	14,5	15,8	1650	26,1	15,2
	1100	10,2	18,2	8,7	1910	16,6	23,1
	1125	11,3	19,3	1,7	2185	3,7	31,2
	1150	13,0	21,0	0,3	2283	0,8	35,7
	1200	ფილები იწყებს დეფორმირებას დაზედაპირზე ჩნდება ნალვენთები					

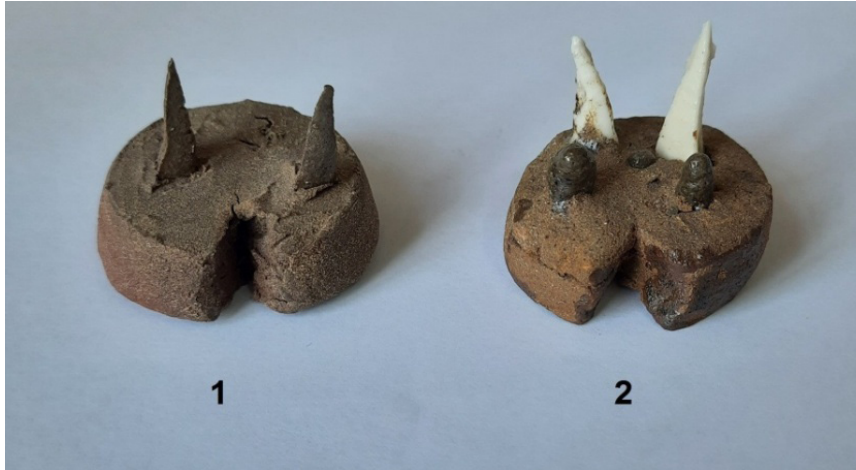
პირველ სურათზე წარმოდგენილია ჩურჩუტო-ვადასხვა ტემპერატურაზე გამომწვარი ფილები. ჭიხელის ბენტონიტური თიხისგან (სინჯი №1) სხ-



სურ. 1. ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხის ფილები, გამომწვარი: 1 – 1070 °C; 2 – 1125 °C და 3 – 1100 °C ტემპერატურაზე

დნობის ტემპერატურის დასადგენად, სტანდარტული და საკვლევო სინჯებისგან მომზადებული კონუსები გამოიწვა 1200 °C და 1250 °C ტემპერატურაზე. გამოწვის შედეგებმა აჩვენა, რომ ჩურჩუტო-ჭიხელის

საბადოს ბენტონიტური თიხისგან მომზადებული კონუსები 1250 °C ტემპერატურაზე გადნა (იხილეთ სურათი 2), რაც იმაზე მიუთითებს, რომ წარმოდგენილი სინჯები არის ადვილად დნობადი.



**სურ. 2. ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხის კონუსები, გამოწვარი 1 – 1200 °C და 2 – 1250 °C ტემპერატურაზე**

სინჯების შეცხოვის ინტერვალისა და ცეცხლმდეგობის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 7:

**ცხრილი 7**

**სინჯების შეცხოვის ინტერვალი და ცეცხლმდეგობა**

სინჯის №	შეცხოვის ინტერვალი, °C	ცეცხლმდეგობა, °C
1	75	1250
2	75	1250

განისაზღვრა 1100 °C ტემპერატურაზე გამოწვარი ფილების მჟავა და ყინვამდეგობა (ცხრილი 8):

**ცხრილი 8**

**სინჯების ყინვამდეგობა და მჟავამდეგობა**

სინჯის №	გამოწვის ტემპერატურა, °C	ყინვამდეგობა, ციკლი	მჟავამდეგობა, %
1	1100	25	99,05
2	1100	25	98,95

როგორც მე-8 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, 1100 °C ტემპერატურაზე გამოწვარი ფილები არის როგორც ყინვამდეგი, ასევე მჟავამდეგიც. ეს მო-

ნაცემები წყალშთანთქმასთან ერთად აკმაყოფილებს მოთხოვნებს კერამიკულ ფილებზე გარე ფასადის მოსაპირკეთებლად.

**დასკვნა**

რენტგენოფაზურმა და მინერალოგიურმა კვლევამ გვიჩვენა, რომ წარმოდგენილი თიხები დიდი რაოდენობით შეიცავს მინდვრის შპატს, რომელიც წარმოადგენს კერამიკული ფილების კაზმის ერთ-ერთ კომპონენტს ანუ საბადოზე კაზმი ბუნებრივად არის შედგენილი.

ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს დაბალხარისხიანი ბენტონიტური თიხები განეკუთვნება ადვილად დნობად თიხათა ჯგუფს და მაღალპლასტიკურია.

გამომწვარი ფილების კერამიკული თვისებების შესწავლით დადგენილია:

1070 °C ტემპერატურაზე გამომწვარი ფილები აკმაყოფილებს კედლის შიგა მოჭიქურებული ფილებისათვის სტანდარტით წაყენებულ მოთხოვნებს;

1100 °C ტემპერატურაზე გამომწვარი ფილები აკ-

მაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს გარე ფასადის მოპირკეთებისათვის;

1125 °C ტემპერატურაზე გამომწვარი ფილები აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს იატაკის ფილებისათვის.

ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს დაბალხარისხიანი ბენტონიტური თიხები შეიძლება რეკომენდირებული იყოს მოსაპირკეთებელი ფილების (კედლის, გარე ფასადის და იატაკის) წარმოებისთვის.

ჩურჩუტო-ჭიხელის საბადოს ბენტონიტური თიხები, შესწავლილი იყო მხოლოდ როგორც ენდოგენული ხანძრების ჩასაქრობი ქაფის სტაბილიზატორი, ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგების მიხედვით, მათი გამოყენების არეალი მნიშვნელოვნად იზრდება.

**ლიტერატურა**

1. Мировой рынок керамической плитки. Производство, потребление, экспорт. Москва, 2015. 24 с.  
2. Дятлова Е.М., Бирюк В.А., Климош Ю.А.

Технология и оборудование производства керамических изделий. Белорусский государственный технологический университет, Минск, 2011. 102 с.

**სტანდარტები**

21216.1-93 თიხის ნედლეული. პლასტიკურობის გამოცდის მეთოდი.

21216.2-93 თიხის ნედლეული. წმინდა ფრაქციების გამოცდის მეთოდი.

21216.4-93 თიხის ნედლეული. სხვილ მარცვლოვანი ჩანართების გამოცდის მეთოდი.

21216.9-2014 თიხის ნედლეული. თიხის შეცხობის გამოცდის მეთოდი.

21216.11-2014 თიხის ნედლეული. ადვილად დნობადი თიხების ცეცხლმდებლობის გამოცდის მეთოდი.

27180-2001 კერამიკული ფილები. გამოცდის მეთოდი.

6141-91 მოჭიქურებული კერამიკული ფილები კედლის შიგა მოპირკეთებისათვის. ტექნიკური პირობები.

13996-93 გარე ფასადის კერამიკული ფილები. ტექნიკური პირობები.

6787-2001 კერამიკული ფილები იატაკისთვის. ტექნიკური პირობები.

**ГЕГИЯ Н.А., ХАЧАТУРЯН К.К., ЭНУКИДЗЕ Г.Ш., УКЛЕБА Е.Н., ГУРУЛИ Т.С., ЭНУКИДЗЕ Л.Т.**

**ИЗУЧЕНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧУРЧУТО-ЧИХЕЛИ С ЦЕЛЮ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ПЛИТ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье приведены результаты изучения низкосортных бентонитовых глин месторождения Чурчუто-Чихели с целью выявления возможности их использования для производства керамических плит. Установлено,

что представленные пробы относятся к группе легкоплавких глин. Определены оптимальная температура обжига плит и технологические параметры. Показано, что плиты, обожженные при разных температурах, удовлетворяют требованиям стандартов. Исследованные пробы рекомендуются для использования в производстве облицовочных плит. Результаты данного исследования значительно расширяют область применения бентонитовых глин месторождения Чурчუто-Чихели.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** керамическое сырье;

бентонитовая глина; температура плавления; пластичность; облицовочные плиты; водопоглощение; интервал спекания; морозостойкость.

GEGIA N., KHACHATURIAN K., ENUKIDZE G., UKLEBA E., GURULI T., ENUKIDZE L.

STUDY OF BENTONITE CLAYS OF CHURCHUTO-CHIKHELI DEPOSIT FOR PRODUCTION OF CERAMIC TILES

ABSTRACT. The article presents the results of studying low-grade bentonite clays of the Churchuto-Chikheli deposit in order to identify the possibility of

their use for the production of ceramic slabs. It was found that the presented samples belong to the group of low-melting clays. The optimal temperature for firing plates and technological parameters have been determined. It is shown that slabs fired at different temperatures meet the requirements of the standards. The investigated samples are recommended for use in the production of facing slabs. The results of this study will significantly expand the area of application of bentonite clays of the Churchuto-Chikheli deposit.

KEY WORDS: ceramic raw materials; bentonite clay; melting temperature; plasticity; facing plates; water absorption; sintering interval; frost resistance.

უპა 679.9

აკად. ლომტორი მ. ნანიტაშვილი, აკად. ლომტორი, პროფ. დ. გურგენიძე  
კომპოზიტბეტონის ღუნვალი სამშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშების  
საკითხისთვის დახრული კვების მიხედვით

ანოტაცია. განხილულია კომპოზიტბეტონების და პოლიმერული კომპოზიტური არმატურის მშენებლობაში გამოყენების საკითხები. მოცემულია ღუნვადი ელემენტების გრძივი ღუნვისადმი დახრული კვების თეორიული მზილუნარიაზობის გაანგარიშება გრძივი და განივი კომპოზიტური არმატურის გამოყენების შემთხვევაში. წარმოდგენილია ბაზალტკომპოზიტური და მინაკომპოზიტური არმატურის ჭრასზე გამოცდის ექსპერიმენტული შედეგები. მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულებები ფარდობით დეფორმაციებსა და მხებ ძაბვებს შორის არმატურის დამატების გათვალისწინებით. შემოთავაზებულია ნორმატიული ბაზის შექმნა ბაზალტის საფუძველზე დამზადებული ქართული ნაკეთობების სამშენებლო სივრცეში დასანერგად.

საკვანძო სიტყვები: კომპოზიტი; ბაზალტო-კომპოზიტი; მინაკომპოზიტი; ექსპერიმენტი; ძაბვა; დეფორმაცია; წინაღობა ჭრასზე.

კომპოზიტი, ხელოვნურად შექმნილი არაერთგვაროვანი უწყვეტი მყარი მასალაა, შედგენილი ორი ან მეტი კომპონენტისაგან, რომლებიც ზუსტი საზღვრებითაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. კომპოზიტი პირობითად იყოფა მატრიცად (შემკვრელი) და მარმირებელად (შემკვები). მატრიცა უზრუნველყოფს დაარმირე-

ბული ელემენტების ერთობლივ მუშაობას, დაცვას მექანიკური დაზიანებისა და აგრესიული გარემოსაგან, ხოლო მარმირებელი - მასალის მექანიკურ სიმტკიცესა და სიხისტეს [1].

თანამედროვე სამშენებლო ინდუსტრიის განვითარების დონე საშუალებას იძლევა მშენებლობის რეკონსტრუქციის ან სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას ტრადიციული საშენი მასალებისგან დამზადებული მზიდი (არამზიდი) ელემენტები შეიცვალოს კომპოზიტური პოლიმერული ელემენტებით.

კომპოზიტების გამოყენებით შესაძლებელია დამზადდეს კონსტრუქციები წინასწარ განსაზღვრული თვისებებით, რომლებიც შეესაბამება მუშაობის პირობებსა და წაყენებულ მოთხოვნებს. ბოჭკოებისა და მატრიცის მასალების მრავალფეროვნება, დაარმირების სქემების ოპტიმიზაცია გამოყენებული კომპოზიტური კონსტრუქციების შესაქმნელად, სრულ თავისუფლებას აძლევს ინჟინრებს საჭიროებისამებრ არეგულირონ კომპოზიტური მასალის სიმტკიცე, სიხისტე, თბოგამტარობა და სხვა თვისებები, კომპონენტების თანაფარდობისა და მაკროსტრუქტურის ცვლილებების ხარჯზე.

კომპოზიტური მასალების ძირითადი თვისებების შესწავლა და მათი მართებული გამოყენების უნარის გამოუმუშავება აუცილებელი ხდება ქვეყნის სამ-

შენებლო ინდუსტრიის წარმატებული განვითარების თვალსაზრისით, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ სახელმწიფოს ტერიტორიაზე არის კომპოზიტის საწარმოებელი ნედლეულის ბაზა. ამ მხრივ ეკონომიკურად მნიშვნელოვნად გვესახება საქართველოში ფართოდ გაიშალოს თეორიული და ექსპერიმენტული სამეცნიერო კვლევები თანამედროვე ბაზალტკომპოზიტური საშენი მასალების შესაქმნელად, მითუმეტეს, რომ ასეთი კვლევები მართალია მცირე მასშტაბით, მაგრამ მაინც დაწყებულია და მასში ჩართულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორაც.

ბაზალტს საქართველოში უძველესი დროიდან იყენებდნენ. ბაზალტის ქვისგანაა აგებული სამშვილისა და დმანისის ციხესიმაგრეები, ნადარბაზევის კომპლექსი, თირის მონასტერი, რუისის, წუნდის, აბელიის ეკლესიები და სხვ., ხოლო თვით ბაზალტური ქანები გავრცელებულია სამეგრელოში, ლეჩხუმში, იმერეთში, აჭარაში, გურიაში, აფხაზეთსა და მესხეთ-ჯავახეთის თითქმის მთელ რეგიონში.

ბაზალტის შემადგენლობაში შედის ვულკანური მინა, რაც საშუალებას იძლევა გამლღვალი მასისაგან, შედარებით მარტივი ტექნოლოგიით, მივიღოთ ბაზალტის ბოჭკო, რომელიც ძირითადი მასალაა ბაზალტკომპოზიტური არმატურის დასამზადებლად [1].

თანამედროვე მსოფლიოში ქალაქთმშენებლობისა და სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტების სახეობების (ხიდები, გვირაბები, დამცავი ნაგებობები, მრავალსართულიანი გზები, ჩქაროსნული სარკინიგზო ხაზები, აეროდრომების ასაფრენი ზოლები და სხვ.) გაფართოებამ დღის წესრიგში დააყენა ახალი ნომენკლატურის სპეციალური ბეტონის წარმოება, ბეტონისა,

რომელიც ძირეულად განსხვავდება ტრადიციულიაგან ამაღლებული საქსპლუატაციო მაჩვენებლებითა და ხარისხით. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით საინტერესოა უჟანგავი კომპოზიტური ბაზალტის ბოჭკოებით დაარმირებული ბეტონები, რომელთა შორის ყველაზე მეტად გავრცელებულია ბაზალტფიბრობეტონი, რომელიც გამოირჩევა ბზარ-, კოროზია-, ყინვამდეგობით და წყალუჟონადობით, აგრეთვე დარტყმითი სიმტკიცის მკვეთრი ზრდით (500%-მდე). გამოჩნდა კვლევის შედეგები ბეტონის კონსტრუქციებში მინაპლასტიკური და ბაზალტპლასტიკური ხისტი არმატურის გამოყენების შესახებ.

ლუნვადი რკინაბეტონის კონსტრუქციების (კოჭი, ფილა) მზიდუნარიანობაზე გაანგარიშებისას დახრილი კვეთების მიხედვით, გავლენას ახდენს გაჭიმული გრძივი და განივი არმატურის მახასიათებლები, აგრეთვე გრძივი არმატურის ჩაანკერების სიგრძე, საყრდენზე განივი (გადამჭრელი) ძალის მოქმედებით, კონსტრუქციის რღვევის საწინააღმდეგოდ, მიმართავენ განშირებული განივი არმატურის ბიჯის შემცირებას ან დამატებითი არმატურის ბრტყელი კარკასების ჩალაგებას. მოქმედ მლუნავ მომენტს თავის თავზე ლეულობს გაჭიმული გრძივი არმატურა. ასეთ შემთხვევაში კონსტრუქციის პროგნოზირებად რღვევას გამოიწვევს განივი ძალების დომინირებული მოქმედება დახრილი ბზარების მიმართ. ხდება ძელის ორი ნაწილის ძვრა ვერტიკალური მიმართულებით. ეს პროცესი იწვევს საყრდენზე განივი არმატურების წვევტას და გრძივი გაჭიმული მუშა არმატურის ჭრას (მხები ძაბვების გავლენით).

### ზოგადი ნაწილი

ლუნვადი სამშენებლო კონსტრუქციების გაანგარიშება სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისად ხდება პირველი და მეორე ზღვრული მდგომარეობის მიხედვით, რომელიც ითვალისწინებს გაანგარიშებას სიმტკიცეზე, მდგრადობაზე, ბზარების გახსნასა და დეფორმაციებზე დამზადებას, ტრანსპორტირებას, აგებისა და ექსპლუატაციის პირობებში [1, 2].

განივ ლუნვაზე მომუშავე კონსტრუქციისათვის საანგარიშო მოდელად მივიღეთ [1, 2, 6, 8] ორ საყრდენზე თავისუფლად მდებარე კოჭი მართკუთხა განივკვეთით. კვლევის საგანს შეადგენს საყრდენზე მოსალოდნელი დახრილი ბზარები, გრძივი და ვერტიკალური ძაბვები, გრძივი და განივი ბაზალტოკომპოზიტური (ბასალტპლასტიკური) არმატურა.

ცნობილია, რომ რკინაბეტონის კოჭში, როცა ძაბვა განივკვეთის სიმძიმის ცენტრში მიაღწევს ბეტონის

სიმტკიცეს გაჭიმვაზე (ფორმულა 1), იწყება დახრილი ბზარების გაჩენა

$$\sigma_{mt} = \gamma_{b4} \cdot R_{bt} \quad (1)$$

სადაც  $\gamma_{b4}$  არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ორლერდა დაძაბულ მდგომარეობაში ბეტონში (მართკუთხა განივკვეთის კოჭებში  $\gamma_{b4}=1$ ).

მთავარი გამჭიმავი ( $\sigma_{mt}$ ) და შემკუმშავი ( $\sigma_{mc}$ ) ძაბვები კოჭის დაძაბულ-დეფორმირებადი მდგომარეობის 1 სტადიის მიხედვით [1, 3] x (გრძივი) და y (ვერტიკალური) ღერძების მიმართულებით  $\sigma_x$  და  $\sigma_y$ , აგრეთვე მხები ძაბვები  $\tau_{xy}$  განისაზღვრება როგორც დრეკადი ტანის, ფორმულებით:

$$\sigma_{mt(mc)} = 0,5 \cdot (\sigma_x + \sigma_y) \pm [(0,25 \cdot (\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2)]^{0,5}; \quad (2)$$

$$\sigma_x = (M/J_{red}) \cdot y; \quad (3)$$

$$\tau_{xy} = Q \cdot S_{red} / J_{red} \cdot b; \quad (4)$$

$$\sigma_{mt} = -\sigma_{mc} = \tau_{xy}; \quad (5)$$

სადაც  $J_{red}$  არის ბეტონზე დაყვანილი კოჭის განივკვეთის ინერციის მომენტი;  $S_{red}$  - დაყვანილი განივკვეთის სიმძიმის ცენტრს ზევით მოთავსებული განივკვეთის ნაწილის სტატიკური მომენტი ამ ღერძის მიმართ.

თეორიულად დახრილი ბზარების გამსხნელი ძალის მნიშვნელობა (განივი ძალა) შეიძლება გამოითვალოს ფორმულით:

$$Q_{crc}^T = R_{bt} \cdot (J_{red} \cdot b / S_{red}), \quad (6)$$

$$S_{red} = 0,5 \cdot b \cdot (h - y_0)^2 + [A_f' \cdot (E_f' / E_h) - 1] \cdot (h - y_0 - a_f), \quad (7)$$

სადაც  $E_f'$  არის კომპოზიტური არმატურის დრეკადობის მოდული;  $a_f$  - კომპოზიტური არმატურის დამცავი შრის სისქე.

დატვირთვა, რომელიც შეესაბამება დახრილი ბზარების გაჩენის მომენტს, გამოითვლება ფორმულით:

$$P_{crc}^T = 2 \cdot (Q_{crc}^T - Q_{b, \text{წ}}). \quad (8)$$

ლუნვადი ელემენტის გრძივი ღერძისადმი დახრილი კვეთის თეორიული მზიდუნარიანობა, განივი ძალებისა და მღუნავი მომენტების მიხედვით, განისაზღვრება ყველა ძალის წონასწორობის პირობიდან ფორმულით:

$$\sum Q = 0; Q \leq Q_b + Q_{sw}; \sum M = 0; M \leq M_f + M_{fw}; \quad (9)$$

სადაც  $Q$  არის საანგარიშო განივი ძალა;  $Q_b = \varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot (h^2/c)$  - განივი ძალა, რომელსაც ლებულობს ბეტონი დახრილ ბზარს ზევით (შეკუმშული ბეტონი);

$Q_{fw} = R_{fw} \cdot A_{fw} \cdot c_{fw} / S$  - დახრილი ბზარის გადამკვეთი განივი არმატურის ძალების გეგმილების ჯამი კოჭის გრძივი ღერძის ნორმალისზე;  $\varphi_{b2}$  - ბეტონის სახეობის გასათვალისწინებელი კოეფიციენტი დახრილი კვეთის სიმტკიცეზე. მძიმე და უჯრედოვანი ბეტონებისათვის  $\varphi_{b2} = 2$ ;  $R_{bt}$  - ბეტონის საანგარიშო წინაღობა ღერძულ გაჭიმვაზე;  $c$  - საშიში დახრილი კვეთის გეგმილი გრძივ ღერძზე;  $R_{fw} = 0,8R_{fw}$  - განივი არმატურის საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვაზე;  $c_{fw}$  - დახრილი კვეთის გეგმილის სიგრძე, რომელზეც გასათვალისწინებელია განივი ღერძების მუშაობა;  $S$  - განივი არმატურის ბიჯი;

$M_f = \sum R_f \cdot A_f \cdot Z_f$  და  $M_{fw} = \sum R_{fw} \cdot A_{fw} \cdot Z_{fw}$  - დახრილი ბზარის ცალ მხარეზე მდებარე გრძივი და განივი არმატურების ძალების ჯამი შეკუმშული

ბეტონის შიგა ძალის მოდების წერტილზე გამავალი ღერძის მიმართ, ხოლო  $Z_f$  და  $Z_{fw}$  - მანძილი ამ ღერძიდან გრძივი და განივი არმატურების ძალებამდე.

როცა  $c = c_0$ , მაშინ კოჭის მზიდუნარიანობა მინიმალურია. იგი განისაზღვრება ფორმულით:

$$c_0 = [\varphi_{b2} \cdot R_{bt} \cdot b \cdot (h^2/c)]_0, 5. \quad (10)$$

კოჭის საყრდენი ნაწილის მხებ ძაბვებზე გაანგარიშების პირობაა:

$$\tau \leq R_{\text{ჭ}}. \quad (11)$$

კომპოზიტური არმატურით დაარმირებული ღუნვადი კნსტრუქციების საყრდენი ნაწილების გაანგარიშებისათვის აღწერილი რეგულაციების მიხედვით, აუცილებელია გვქონდეს გამოყენებული კომპოზიტური არმატურის მექანიკური მახასიათებლები - საანგარიშო წინაღობა გაჭიმვასა და ჭრახე, ხოლო კომპოზიტბეტონისათვის - საანგარიშო წინაღობა კუმშვასა და ღუნვაზე.

რკინაბეტონის კონსტრუქციის ძველ სამშენებლო ნორმებში, კოჭის საყრდენ ნაწილში ბზარების გახსნის საწინააღმდეგოდ გათვალისწინებული იყო მოსალოდნელი ბზარების მიმართულების მართობულად აღუნული ღერძების ჩალაგება, რომელიც ახალი რედაქციით შეიცვალა განივი არმატურის ვერტიკალური ბრტყელი ბადეებით გახშირებული ბიჯით. ეს ბადეები ეწყობა გრძივი არმატურის სიბრტყეში, საჭიროების შემთხვევაში კი მათ შორისაც. არსებობს მოსაზრება, რომ საყრდენი კვანძის განივი არმატურით დაარმირება გადაეწყვიტოთ კომბინირებულად - ძირითადი არმატურისათვის გამოვიყენოთ კომპოზიტური არმატურა, ხოლო კვანძის გასაძლიერებლად (განივი ძალების მისაღებად) დამატებით გამოვიყენოთ ფოლადის ვერტიკალური ბრტყელი ბადეები (არმატურის დიამეტრიც და ბიჯი დაინიშნება განივ ძალებზე გაანგარიშებით).

მინაკომპოზიტური და ბაზალტკომპოზიტური არმატურების სიმტკიცის განსაზღვრის მიზნით ჭრახე (ზღვრული მხები ძაბვები) ჩატარდა ექსპერიმენტული სამუშაოები ე.წ. ორმაგის წრის მეთოდით [4].

გამოცდების ჩასატარებლად მინაკომპოზიტური და ბეტონკომპოზიტური არმატურის სტანდარტული ღერძები დიამეტრით 10 და 12 მმ აღებული იყო პოლონეთის რესპუბლიკის ქბელოსტოკის ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის ლაბორატორიიდან შემთხვევითი შერჩევის მეთოდით. აქვე ჩატარდა ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდები.

მასალა სერტიფიკატის მიხედვით დამზადებული

იყო ერთ ტექნოლოგიურ ხაზზე ერთი ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით. არმატურის პარტიების დამზადების მომენტში წყვეტა არ აღემატებოდა სამ საათს. სახელმწიფო სტანდარტის [5] მიხედვით ორივე არმატურა აირულ, თხევად, მყარ და მტკვრისებრ აგრეგატულ მდგომარეობაში აკმაყოფილებდა წვადობის ჯგუფის, აალებისა და თვითაალების ტემპერატურისა და ზედაპირზე ალის გავრცელების ზღვრის მოთხოვნებს. პერიოდული პროფილის არმატურის დიამეტრიც, ნაჭვევის სიმაღლე და ბიჯი იზომებოდა ტარიერებული შტანგენფარგლისა და მიკრომეტრის მეშვეობით. ნიმუშის სიგრძის გასაზომად გამოყენებული იყო მესამე კლასის სიზუსტის სახაზავი.

სტანდარტის შესაბამისად, გამოსაცდელი ნიმუშის (ღეროს) სიგრძე დიამეტრისაგან დამოუკიდებლად მიიღება >250 მმ-ზე. ჩვენი ნიმუშების სიგრძე იყო 300 მმ.

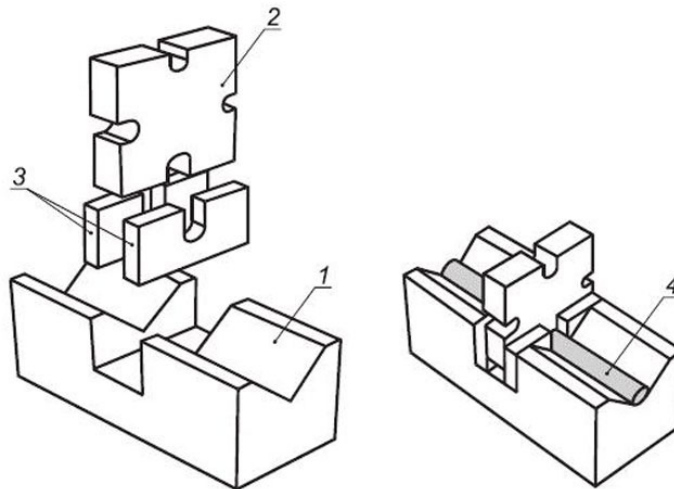
ექსპერიმენტის დაგეგმვა და შედეგების დამუშავება შესრულდა საინჟინრო ექსპერიმენტის თეორიის შესაბამისად.

ნიმუშების კონდიცირება გამოცდის წინ ხდებოდა

სტანდარტის [6] შესაბამისად –ჰაერის ტემპერატურა 23 °C +1 %; ფარდობითი ტენიანობა 50% 5%.

გამოცდების ჩასატარებლად ACI440.3R-04ს ტანდარტის შესაბამისად შერჩეული იყო ჰიდრავლიკური წნეხი, რომელიც უზრუნველყოფდა დატვირთვის სინქარეს 5-დან 10მმ/წთ-მდე, ხოლო დატვირთვისა და ტრავერსებს შორის დაშორების ცვალებადობა არ აღემატება 0.5 %-ს.

არმატურის ჭრაზე გამოცდისათვის გამოყენებული იყო სპეციალური სამარჯვი სტანდარტის [6, 7] შესაბამისად (ნახ. 1). სამარჯვი შედგება საჭერი ფიქსატორიდან 1, რომელშიც თავსდება გამოსაცდელი ნიმუში 4 და ზედა 2 და ქვედა 3 სამუშაო დეტალებისაგან (დანებისაგან). საჭერს გრძივი მიმართულებით V-ებრი ფორმა აქვს, რომელშიც თავსდება ნიმუში, ხოლო განივი მიმართულებით სისქის გარკვეულ ნაწილზე, სამუშაო დეტალების განთავსებისთვის ამოღებული იქნა მართკუთხა გამჭოლი ღიობი. ღრეჩოს ჯამური სიდიდე ერთ ზედა ორ ქვედა სამუშაო დანებს შორის იყო 0.2 მმ (არ უნდა აღემატებოდეს 0.25 მმ-ს).



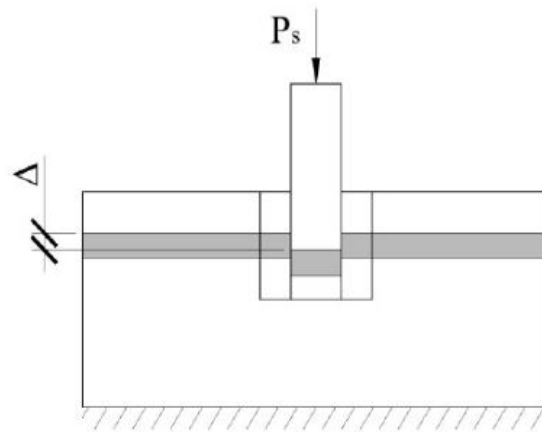
ნახ. 1. განივ ჭრაზე გამოსაცდელი პლასტმასის ნიმუშის მოსათავსებელი სამარჯვი: 1 - ნიმუშის საჭერი; 2 - ზედა სამუშაო დეტალი; 3 - ქვედა სამუშაო დეტალი; 4 -გამოსაცდელი ნიმუში

ლაბორატორიული გამოცდის ჩასატარებლად დამზადებული იყო ათ-ათი ცალი ბაზალტკომპოზიტური (5 ნიმუში დიამეტრით 10 მმ და 5 ნიმუში დიამეტრით 12მმ) და მინაკომპოზიტური (5 ნიმუში დიამეტრით 10 მმ და 5 ნიმუში დიამეტრით 12 მმ) არმატურა. ყველა ნიმუში გამოიცადა. ცდების პირველი სერია მოიცავდა 10მმ-იანი, ხოლო მეორე – 12 მმ-იან ღეროების გამოცდას.

ნიმუშის დატვირთვა ხორციელდებოდა უწყვე-

ტად მზარდი ძალით. 10 მმ დიამეტრის არმატურის ღეროებისათვის დატვირთვის სინქარე შეადგენდა 700 კგ/წთ, ხოლო 12 მმ დიამეტრის ნიმუშისათვის – 1000 კგ/წთ. ექსპერიმენტის განხორციელების ეს პირობები შეესაბამება სტანდარტის რეგლამენტს, რომლის მოთხოვნითაც მხები ძაბვების ზრდის სინქარე უნდა იყოს 30-60 ამპ/წთ დიაპაზონში. არმატურის ნიმუშების გამოცდის სქემა მოცემულია ნახ. 2-ზე.





ნახ. 2. არმატურის ნიბუშების გამოცდის სქემა

ცხრილი 1

მინაკომპოზიტური ღეროვანი არმატურის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

სერია	ნიბუშის ნომერი	ლ მმ	$\tau_{\text{u}}$ ნ/მმ <sup>2</sup>	$\tau_{\text{u საშ}}$ ნ/მმ <sup>2</sup>	$\Delta$ მმ	$\Delta_{\text{საშ}}$ მმ	$\frac{\Delta}{d}$	$\frac{\Delta_{\text{საშ}}}{d}$
S1	S1-1	10	191.21	191,39	2.47	2,45	0.247	0.245
	S1-2		194.65		2.48		0.248	
	S1-3		189.74		2.41		0.241	
	S1-4		186.31		2.36		0.236	
	S1-5		195.08		2.53		0.253	
S2	S2-1	12	196.63	191.61	3.56	3.31	0.297	0.276
	S2-2		189.92		3.23		0.269	
	S2-3		194.56		3.47		0.289	
	S2-4		189.52		3.21		0.268	
	S2-5		187.43		3.06		0.255	

ცხრილი 2

ბაზალტკომპოზიტური ღეროვანი არმატურის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები

სერია	ნიბუშის ნომერი	d მმ	$\tau_{\text{u}}$ ნ/მმ <sup>2</sup>	$\tau_{\text{u საშ}}$ ნ/მმ <sup>2</sup>	$\Delta$ მმ	$\Delta_{\text{საშ}}$ მმ	$\frac{\Delta}{d}$	$\frac{\Delta_{\text{საშ}}}{d}$
S3	S3-1	10	188.41	205.6	2.81	2.94	0.281	0.294
	S3-2		199.52		2.93		0.293	
	S3-3		203.69		2.95		0.295	
	S3-4		214.93		2.98		0.298	
	S1-5		221.45		3.05		0.305	

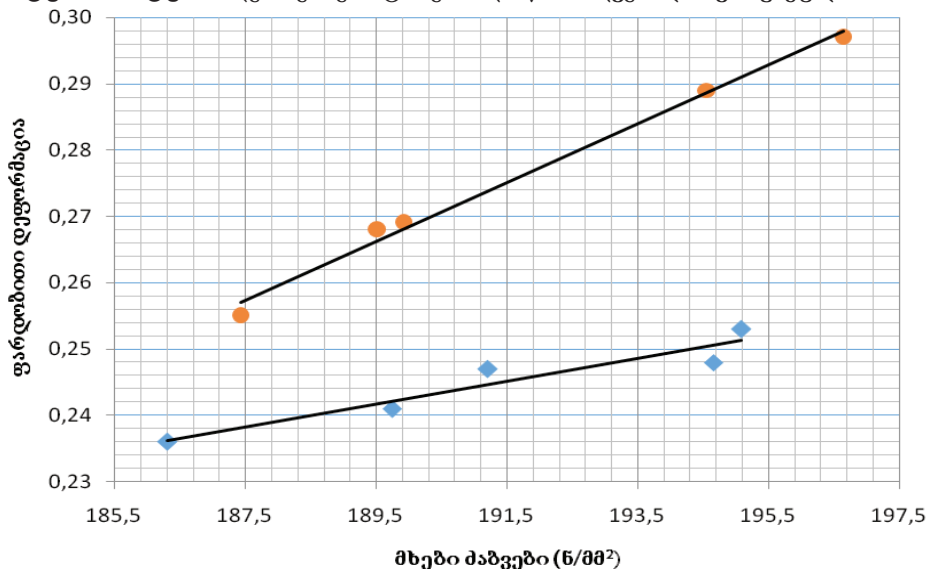
S4	S4-1	12	186.77	201.72	3.52	3.68	0.293	0.306
	S4-2		188.21		3.55		0.296	
	S4-3		195.88		3.64		0.303	
	S4-4		215.35		3.79		0.316	
	S4-5		222.39		3.90		0.325	

კვლევისას გამოყენებული იყო ვერტიკალურ სიბრტყეში დეფორმაციის (გადაადგილების) დამაფიქსირებელი ელექტრონული გადამწოდი, სიზუსტით 0.01 მმ, რომლის მეშვეობითაც განისაზღვრა ღეროს დეფორმირება ( $\Delta$ ) საწყისი მდგომარეობიდან მსხვრევის მომენტამდე.

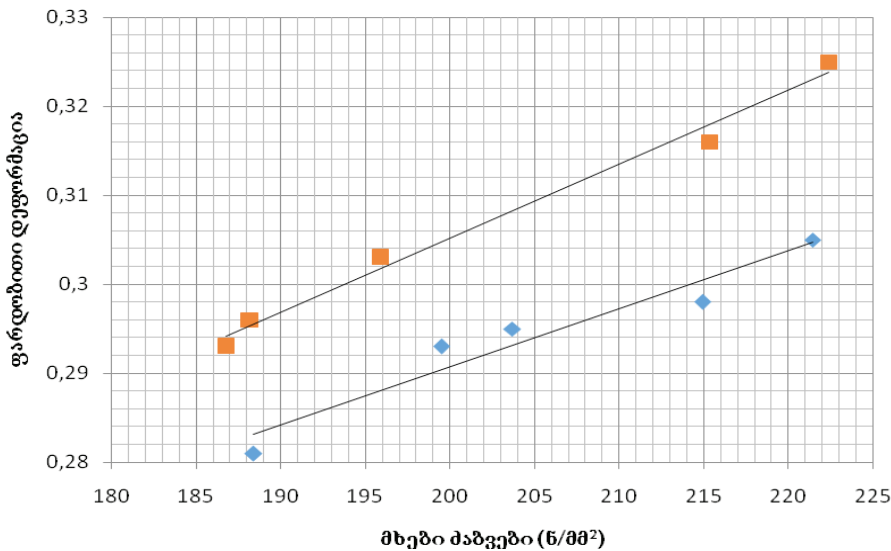
ბული ექსპერიმენტული გამოცდების შედეგები წარმოდგენილია ცხრ. 1-ში, ხოლო ბაზალტკომპოზიტური არმატურის ღეროებზე ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოცდების შედეგები – ცხრ. 2-ში.

ექსპერიმენტების შედეგები დამუშავებული იყო მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდების გამოყენებით და წარმოდგენილია გრაფიკული სახით (ნახ. 3, ნახ. 4).

მინაკომპოზიტური არმატურის ღეროებზე ჩატარე-



ნახ. 3. მინაკომპოზიტური არმატურის ფარდობითი დეფორმაციისა და მხები ძაბვების დამოკიდებულების გრაფიკი: ზევით – არმატურა  $\varnothing$  12 მმ, ქვევით – არმატურა  $\varnothing$  10 მმ



ნახ. 4. ბაზალტკომპოზიტური არმატურის ფარდობითი დეფორმაციისა და მხები ძაბვების დამოკიდებულების გრაფიკი: ზევით – არმატურა  $\varnothing$  12 მმ, ქვევით – არმატურა  $\varnothing$  10 მმ

ფარდობით დეფორმაციებსა ( $\Delta/d$ ) და მხებ ( $\tau_{fh}$ ) დაბევს შორის არმატურის დიამეტრის გათვალისწინებით მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულებები:

მინაკომპოზიტური არმატურის ღეროებისათვის:

$$\Delta/d = 0,053 \tau_{fh} - 6,88, \text{ (დიამეტრი } \varnothing 10 \text{ mm); (12)}$$

$$\Delta/d = 0,053 \tau_{fh} - 0,86, \text{ (დიამეტრი } \varnothing 12 \text{ mm). (13)}$$

ბაზალტკომპოზიტური არმატურის ღეროებისთვის:

$$\Delta/d = 0,00065 \tau_{fh} + 0,16 \text{ (დიამეტრი } \varnothing 10 \text{ მმ); (14)}$$

$$\Delta/d = 0,00083 \tau_{fh} + 0,138 \text{ (დიამეტრი } \varnothing 12 \text{ მმ), (15)}$$

სადაც  $\Delta$  არის მსხვერვის მომენტში არმატურის ღეროს ვერტიკალური გადაადგილება (მმ);  $d$  - არმატურის დიამეტრი (მმ);  $\tau_{fh}$  - მხები დაბვა ( $\text{ნ/მ}^2$ ).

(12) და (13) ფორმულებით გამოთვლილი მხები დაბვების მნიშვნელობების საშუალო კვადრატულმა გადახრამ ( $S_u$ ) და ვარიაციის კოეფიციენტმა ( $V$ ), შედეგების ნორმალური განაწილებისას, შესაბამისად შეადგინა:  $S_{u'10} = 0,9964, V_{10} = 0,52\%$ ;  $S_{u'12} = 0,952, V_{12} = 0,497\%$ , ხოლო (14) და (15) ფორმულებით გამოთვლილმა -  $S_{u'10} = 0,994, V_{10} = 0,471\%$ ;  $S_{u'12} = 0,9685, V_{12} = 0,48\%$ .

გამოცდების პროცესში დადგინდა, რომ კომპოზიტური არმატურის რღვევის ხასიათი ყველა შემთხვევაში იყო მყიფე, ხოლო არმატურის ჭრის განივკვეთი - ბრტყელი და ვერტიკალური.

### დასკვნა

მინაკომპოზიტური (მინაპლასტიკური) არმატურის სიმტკიცე ჭრახე (მხები დაბვა) ხანმოკლე დატვირთვების მოქმედებისას დამოკიდებული არ არის არმატურის დიამეტრზე და საშუალოდ შეადგენს 190 მეგაპასკალს, რაც შეესაბამება მინაკომპოზიტური არმატურის დროებითი წინააღობის 0.27%-ს, ხოლო ფარდობითი დეფორმაციის სიდიდე დამოკიდებულია არმატურის დიამეტრზე და იცვლება ზღვრებში 0.245-დან 0.275-მდე.

ბაზალტკომპოზიტური (ბაზალტპლასტიკური) არმატურის სიმტკიცე ჭრახე (მხები დაბვა) ხანმოკლე დატვირთვების მოქმედებისას დამოკიდებული არ არის არმატურის დიამეტრზე და საშუალოდ შეადგენს 200 მეგაპასკალს, რაც შეესაბამება ბაზალტკომპოზიტური არმატურის დროებითი წინააღობის 0.2%-ს, ხოლო ფარდობითი დეფორმაციის სიდიდე დამოკიდებულია არმატურის დიამეტრზე და იცვლება ზღვრებში 0.295-დან 0.305-მდე.

კომპოზიტური არმატურის განივკვეთი ჭრახე გამოცდის შემდეგ რჩება ბრტყელი და ვერტიკალური.

დამოკიდებულებას “მხები დაბვა – ვერტიკალური გადაადგილება” აქვს წრფივი ხასიათი, ხოლო რღვევას – მყიფე.

მიღებულია ემპირიული დამოკიდებულებები ფარ-

დობით დეფორმაციებსა და მხებ დაბევს შორის არმატურის დიამეტრის გათვალისწინებით.

ჩატარებული კვლევების შედეგები შეიძლება გამოვიყენოთ მინაკომპოზიტური და ბაზალტკომპოზიტური არმატურით დაარმირებული სამშენებლო ბეტონის კონსტრუქციების გაანგარიშებებში (არმატურის სიმტკიცის შეფასება) იმ ზონებში, სადაც განივი ძალის მოქმედებით წარმოქმნილი დახრილი ბზარი კვეთს გრძივ მუშა არმატურას.

ექსპერიმენტული შედეგების გათვალისწინებით, შესაძლებელია ღუნვად სამშენებლო კონსტრუქციებში (მათ შორის ჰიდროტექნიკურ ნაგებობებშიც) გამოვიყენოთ ქართული წარმოების ბაზალტკომპოზიტური არმატურა სათანადო კომპლექსური სამეცნიერო კვლევების ჩატარების შემდეგ.

მნიშვნელოვანია ბაზალტკომპოზიტების (არმატურა, ბადეები, ლენტები, კობიაქის სისტემები და სხვ.) წარმოების განვითარების საქმეში აქტიურად ჩაერთოს ქვეყნის სამთავრობო უწყებები, რათა შეიქმნას ნორმატიული ბაზა (ნორმები წესების ნაკრები, რეკომენდაციები) ბაზალტის საფუძველზე დამზადებული ქართული ნაკეთობების სამშენებლო სივრცეში დასაწერგად.

### ლიტერატურა

1. სნ და წ 03.01-09. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები (3503.01-09)
2. დ. გურგენიძე, თ. ხმალაძე და სხვ. სამშენ-

ბლო ენციკლოპედიური ლექსიკონი. გამომც. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი 2019.

3. ГОСТ 12.1.044-2018. Система стандартов без-

опасности труда (ССБТ). Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

4. СП63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. ТК 465 “Строительство”. Москва, 2012. 79 с.

5. ACI 440.3R-04. Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures.

6. ISO 291:2008. Plastics — Standard atmospheres for conditioning and testing.

7. ISO 10406-1. Fibre-reinforced polymer (FRP) reinforcement of concrete — Test methods. Part 1: FRP bars and grids, 2008.

8. ACI 440.3R-04. Guide Test Methods for Fiber-Reinforced Polymers (FRPs) for Reinforcing or Strengthening Concrete Structures.

9. СП 41.13330.2012, Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений (Актуализированная редакция СНиП 2.06.08-87), Москва, 2012.

**НАНИТАШВИЛИ М., ГУРГЕНИДZE Д.**

**ВОПРОСЫ РАСЧЕТА ГИБКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КОМПОЗИТБЕТОНА ПО НАКЛОННОМУ СЕЧЕНИЮ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены вопросы использования в строительстве композитбетона и полимерной композитной арматуры. Даны расчеты теоретической несущей способности гибких элементов к продольной оси в наклонных сечениях, при использовании продольной и поперечной композитной арматуры. Представлены экспериментальные результаты испытаний на срез базальткомпозитной и стеклокомпозитной арматуры. Получены эмпирические соотношения относительных деформаций и тангенциальных напряжений при учете диаметра арматуры. Есть предложение создать базу данных местных изделий на основе базальта для внедрения в строительную отрасль.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** композит, базальткомпозит, стеклокомпозит, эксперимент,

напряжение, деформация, сопротивление на срез.

**NANITASHVILI M, GURGENIDZE D.**

**CALCULATION ISSUES OF FLEXIBLE COMPOSITE CONCRETE CONSTRUCTIONS IN SLOPING SECTION**

**ANNOTATION.** The paper considers the use of composite concrete and polymer composite reinforcement in construction. There are represented calculations of the theoretical bearing capacity of flexible elements to the longitudinal axis in sloping sections, when using longitudinal and transverse composite reinforcement. Experimental results of shear tests of basalt-composite and glass-composite reinforcement are presented. Empirical relationships are obtained between the relative deformations and tangential strains taking into account the diameter of the reinforcement. It is proposed to create a regulatory system for introduction of Georgian products, made on the basis of basalt, in the construction industry.

**KEY WORDS:** composite, basalt-composite, glass-composite, strain, deformation, shear resistance

აკად. დოქტორი ა. შამილაძე, აკად. დოქტორი ო. კავთელაშვილი, აკად. დოქტორი მ. ბაღნაშვილი, აკად. დოქტორი ი. სამხარაძე, დ. მშვილდაძე, ს. მაღლაკელიძე

**ნაგომარის საბადოს ოქრის ტიპის პიგმენტური ნედლეულის კვლევა გამდიდრებადგობაზე ფაბრიკატის მიღების მიზნით**

**ანოტაცია.** სტატიაში წარმოდგენილია ნაგომარის საბადოს ოქრის ტიპის რკინა-ოქსიდური პიგმენტის გამდიდრებადგობაზე შესწავლის შედეგები. საკვლევი ნედლეულის ნივთიერებრივი შედგენილობისა და ტექსტურულ-სტრუქტურული თავისებურებების გათვალისწინებით შერჩეულია გამდიდრების სველი მეთოდი, დადგენილია განლევისთვის ოპტიმალური პარამეტრები და შემუშავებულია გამდიდრების რეკომენდებული სქემა, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა 1 ტონა ნედლეულიდან მიღებული იქნას 460 კგ კონცენტრატი,  $Fe_2O_3$ -ის შემცველობით 19.43 %-ია.

**საკვანძო სიტყვები:** გამდიდრება; პიგმენტი; ოქრა

ნაგომარის საბადო მდებარეობს ოზურგეთის მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, 2 კმ-ში სამხრეთ-დასავლეთით სოფელ ნაგომარიდან მდინარე სუფსის ტერასაზე ისაზღვრება მდინარეებით წყალ-წითელა და ყურევას-ღელეთი. იგი წარმოდგენილია ოლიგოცენური ასაკის მუქი ფერის დაფიქლებული თიხებით, რომლებიც ძლიერაა დამსხვრეული ოროგენული პროცესების მიერ. დაფიქლებული თიხებზე ჰორიზონტალურად განლაგებულია ალუვიური წარმონაქმნები, რომლებიც წარმოდგენილია კარგად დამრგვალებული ხრეშით, თეთრი და ყვითელი ქვიშიანი თიხებით. ჰორიზონტალური პლას-

ტის სახით, სიძლიერით 0,5-დან 2,0-მდე. პლასტს სახურავად ფარავს ნაშალი მასალა 1,0-2,0მ.

საკვლევი სინჯის მინერალოგიური ანალიზის თანახმად, 80 მკმ-ზე მეტი სისხოს მქონე მასალა ძირითადად წარმოდგენილია კვარცის გამჭვირვალე და რძისებრი ნაირსახეობებით, ლიმონიტიზირებული თიხის ნაწილაკებით, ჰემატიტის ერთეული მიწისებური და, იშვიათად, მაგნეტიტისა და ილმენიტის მარცვლებით. ქიმიური ანალიზის თანახმად საწყის მადანში  $Fe_2O_3$ -ის შემცველობა არის 9.78 %.

ცხრილებში 1 და 2 წარმოდგენილია სილიკატური და გრანულომეტრიული ანალიზების შედეგები.

პიგმენტური ნედლეულის გრანულომეტრიული შედგენილობა შესწავლილი იქნა გაცხრილვით 80 მკმ საცრებში. საცრითი ანალიზის შედეგები და რკინის ოქსიდის განაწილება გაცრის ფრაქციებში მოცემულია ცხრილში 2. თითოეულ კლასში განისაზღვრა ქრომოფორის  $Fe_2O_3$ -ის შემცველობა, რის მიხედვითაც დადგინდა ამ კომპონენტის ფრაქციებს შორის განაწილების ხარისხი.

გრანულომეტრიული ანალიზის თანახმად, -0.02+0 მმ-იან კლასში  $Fe_2O_3$ -ის ამოკრეფა შეადგენს 97.93 %, რომელიც განაპირობა არა  $Fe_2O_3$ -ის მაღალმა შემცველობამ, არამედ ფრაქციის მაღალმა მასურმა წილმა 93.9 %.

ცხრილი 1

სილიკატური ანალიზი

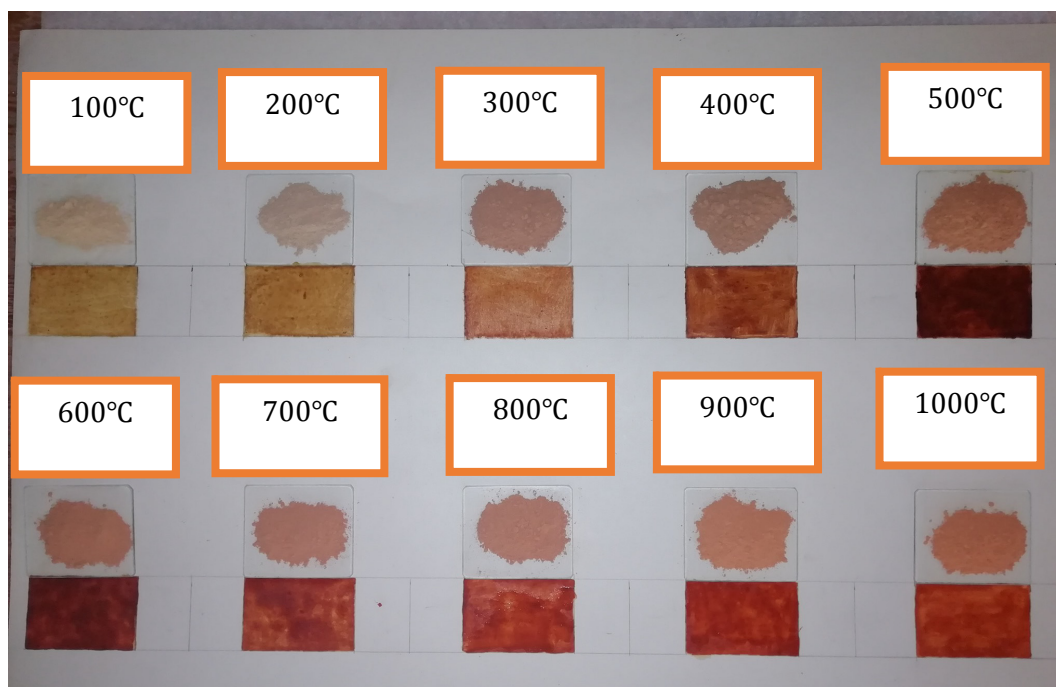
N	კომპონენტები	კომპონენტების მასური წილი, %
1	$Fe_2O_3$	9.78
2	$TiO_2$	1.29
3	$SiO_2$	51.16
4	$Al_2O_3$	25.68
5	MnO	0.09
6	CaO	0.54
7	MgO	0.49
8	S	0.51
9	$P_2O_5$	10.46
12	ჯამი	100

პიგმენტური ნედლეულის გრანულომეტრული შედგენილობა და რკინის ოქსიდის განაწილება გაცრის ფრაქციებში

№	გაცრის ფრაქციები, მმ	ფრაქციის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის განაწილება ფრაქციებში (ამოკრეფა), %
1	+0.08	3,2	1.9	0.62
2	-0.08 +0.04	1.7	4.3	0.74
3	-0.04+0.02	1.2	5.8	0.71
4	-0.02+0	93.9	10.2	97.93
	სულ:	100,00	9.78	100,00

საწყისი ნედლეული, მასით 20-20 გ გამომწვარი იქნა სხვადასხვა ტემპერატურაზე: 100 °C-1000 °C-დე. ორგანული მინარევებისა და საკრისტალიზაციო წყლის დაკარგვის გამო მიღებული ფერთა ტონები

ნაჩვენებია სურათზე 1. ფერები 100-500 °C -დე იცვლება, მაგრამ შემდეგ ამ მოვლენას ადგილი არა აქვს - ფერი არ იცვლება.



საკვლევი ნედლეულის ნივთიერებრივი შედგენილობისა და ტექსტურულ - სტრუქტურული თავისებურებების გათვალისწინებით შერჩეული იქნა გამდიდრების სველი მეთოდი, რომელიც გულისხმობს წყლიან გარემოში დაფუძვლილი ნედლეულის განლექვას [2, 3]. ექსპერიმენტები ჩატარდა ჩვენს მიერ პიგმენტური ნედლეულის გამდიდრებისთვის შემუშავებულ და დამზადებულ განლექვისთვის საჭირო კასკადური ტიპის ლაბორატორიული დანადგარში, რომელიც

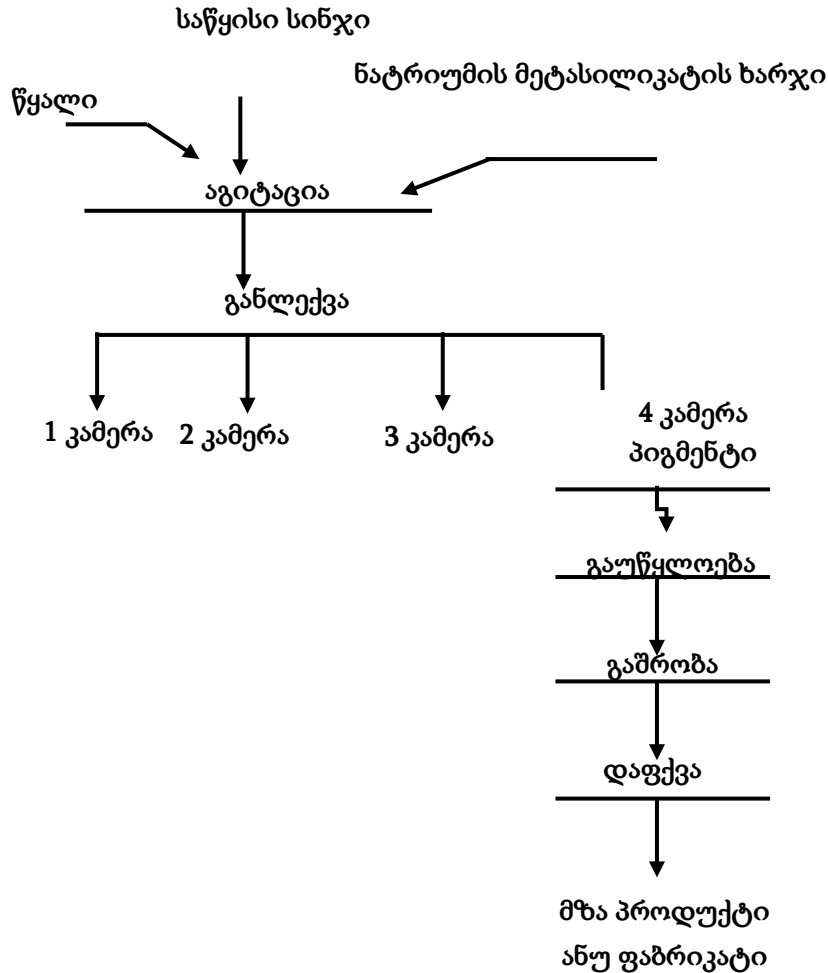
შედგება ოთხი კამერისგან, სადაც პროცესი ხორციელდება ოთხკუთხა ავზების კასკადური სისტემაში, რომელიც განლაგებული ტერასების მსგავსად. სუსპენზიის მიწოდება და არევა ხდება საავიტაციო კამერაში მულტიმიქსერის მეშვეობით. პირველი ავზიდან სუსპენზია გადადის მეორე ავზში, შემდეგ მესამეში და ა.შ, პირველ კამერაში, ილექება მსხვილი მასალა, რომელსაც უფრო მაღალი დალექვის სიჩქარე გააჩნია, შემდეგ კი უფრო წვრილი და მსუბუქი. პიგმენტი

თავს იყრის ბოლო კამერაში. ბოლო ოპერაციებია გაფილტვრა, შრობა, დაფქვა და დაფასოება. ნაგომარის ოქრის ტიპის საბადოსთვის შემუშავდა განლევისთვის ოპტიმალური პარამეტრები:

- აგიტაციის დრო 80 წთ;
- ამრევის ბრუნთა რიცხვი 350 ბრ/წთ;
- თხევადი მინის ხსნარის კონცენტრაცია 0.63 %.

რის შემდეგაც მიიღება კონცენტრატი გამოსავლით 39.17 %, შემცველობით 20.14 ხოლო ამოკრეფა უდრის 80.66 %.

დადგენილი ოპტიმალური მნიშვნელობებით მოხდა სინჯის განლევა, რომლის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3 და სქემაზე 1.



ნაგომარის საბადოს გამდიდრების (განლევის) რეკომენდებული სქემა

ცხრილი 3

ნაგომარის საბადოდან აღებული სინჯების გამდიდრების შედეგები

სინჯის დასახელება	პროდუქტის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის განაწილება ფრაქციებში (ამოკრეფა), %
4 კამერა	46.18	19.43	91.75
3 კამერა	15.2	1.83	2.84
2 კამერა	17.24	1.46	2.57
1 კამერა	21.38	1.3	2.84
საწყისი სინჯი	100	9.78	100

ცხრილის მონაცემების თანახმად 1, 2 და 3 კამერაში მიღებული შემცველობები დაბალია და თითქმის თანაბარი, შესაბამისად სამივე კამერის გაერთიანება შესაძლებელია.

რეკომენდებული ტექნოლოგიური სქემა საშუალებას იძლევა 1 ტონა ნედლეულიდან მიღებული იქნას 461.8 კგ ფაბრიკატი  $Fe_2O_3$ -ს შემცველობით 19,43 %, ამოკრეფით 91,75 %. მიღებული შედეგი აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, რომელსაც პიგმენტს უყენებს ლაქ-საღებავების წარმოება.

საბადოს ნედლეულიდან შესაძლებელია ხარისხ-

იანი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო, მაღალი ღირებულების უნარის მქონე პიგმენტების წარმოება, რომლის განხორციელება შესაძლებელია მარტივი ტექნოლოგიური ხაზის მქონე მცირე წარმოებების შექმნით, რაც გარკვეულ წვლილს შეიტანს ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებაში. დასამუშავებლად ნაგომარის საბადოს ხელსაყრელი სამთო-გეოლოგიური პირობები აქვს. ოქრის შრის ჰორიზონტალური ბუდობის პირობებში მოპოვება შესაძლებელია ღია სამუშაოების წარმოების გზით.

### ლიტერატურა

1. წიაღის ეროვნული სააგენტოს ფონდური კატალოგები. <https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/>; [https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item\\_detailed/1021](https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item_detailed/1021); [https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item\\_detailed/17379](https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item_detailed/17379); [https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item\\_detailed/16973](https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item_detailed/16973); [https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item\\_detailed/16972](https://nam-geofund.archival-services.gov.ge/geofond/item_detailed/16972).

gov.ge/geofond/item\_detailed/16972.

2. Ермилов П.И., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Пигменты и пигментированные лакокрасочные материалы. Химия, Ленинград, 1987, 200 с.

3. Беленький Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. 3-е изд., перераб. и доп. Госхимиздат, Ленинград, 1960. 757 с.

**SHEKILADZE A., KAVTELASHVILI O., BAGNASHVILI M., SAMKHARADZE I., MSHVILDADZE D., MAGLAKELIDZE S.**

#### INVESTIGATION OF GOLD TYPE PIGMENT RAW MATERIAL OF NAGOMARI DEPOSIT ON ENRICHABILITY FOR OBTAINING A FINISHED PRODUCT

**ABSTRACT.** The article presents the results of the study of the gold type iron oxide pigment of

Nagomari deposit on enrichability. A wet enrichment method was selected, taking into account the material composition and textural-structural properties of the raw materials under study, the optimal precipitation parameters were determined, and the recommended enrichment scheme was developed, which makes it possible to obtain 460 kg of concentrate from 1 ton of raw materials with  $Fe_2O_3$  content of 19.43 %.

**KEY WORDS:** enrichment; pigment; ochre.

**ШЕКИЛАДЗЕ А. И, КАВТЕЛАШВИЛИ О. А, БАГНАШВИЛИ М. Г, САМХАРАДЗЕ И. Ш, МШВИЛДАДЗЕ Д.Н, МАГЛАКЕЛИДZE С. Н.**

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО СЫРЬЯ ЗОЛОТОГО ТИПА МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАГОМАРИ НА ОБОГАТИМОСТЬ С ЦЕЛЮ ПОЛУЧЕНИЯ ФАБРИКАТА

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены результаты исследования обогащения железоксидного

пигмента золотого типа на месторождении Нагомари. Выбран мокрый способ обогащения с учетом вещественного состава и текстурно-структурных свойств исследуемого сырья, установлены оптимальные параметры осаждения и разработана рекомендованная схема обогащения, позволяющая получить 460 кг концентрата из 1 т сырья с содержанием  $Fe_2O_3$  - 19,43 %.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** обогащение; пигмент; охра.



აკად. დოქტორი მ. გამცემლიძე, აკად. დოქტორი, პროფესორი რ. მნაბელი,  
აკად. დოქტორი, პროფესორი დ. ტალახაძე, აკად. დოქტორი ა. შუჭილაძე, აკად.  
დოქტორი ი. სამხარაძე, ა. თუთუაშვილი

პოლიმეტალური მადნის დამსხვრევის პროცესის კვლევა ავტომატური მართვის  
თვალსაზრისით

**ანოტაცია.** სტატიაში მოცემულია პოლიმეტალური მადნის ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაში დამსხვრევის პროცესის, როგორც ავტომატიზაციის ობიექტის, კვლევის შედეგები. განისაზღვრა პროცესის მმართველი და შემამუშაოებელი ზემოქმედებები. ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარდა ექსპერიმენტები მმართველი და შემამუშაოებელი ზემოქმედებების სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის. მონაცემების დამუშავების შედეგად დადგინდა პროცესის რეჟიმული პარამეტრის - სამსხვრეველას ძრავის დატვირთვის დენი, რომლის სიდიდის მიხედვით შეიძლება შემამუშაოებელი ზემოქმედებების - სამსხვრეველას დატვირთვის, მადნის სიმაგრის და სისხოს ცვალებადობის შეფასება. შემოთავაზებულია ტექნოლოგიური კრიტერიუმი, რომელიც გულისხმობს სამსხვრეველას გამოსაშვებ ხერხის სიგანის და ძრავის ბრუნვის სიხშირის დასაშვებ ფარგლებში რეგულირებას ისე, რომ შემამუშაოებელი ზემოქმედებების (ძრავის დატვირთვის დენის) ცვალებადობის მიუხედავად მიღწეული იქნას დამსხვრეული კონდიციური პროდუქტის მაქსიმალური გამოსავალი და სისხოს მუდმივობა.

**საკვანძო სიტყვები:** ორიგინალური სამსხვრევი მოწყობილობა; დამსხვრევის პროცესი - როგორც ავტომატიზაციის ობიექტი; პროცესის მმართველი და შემამუშაოებელი ზემოქმედებები; სტატიკური მახასიათებლების აგება და კვლევა.

აღნიშნული სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული საგრანტო პროექტის (საგრანტო ხელშეკრულება № FR-18-3398) ფარგლებში. პუბლიკაციაში გამოქვეყნებული მოსაზრებები ეკუთვნის ავტორებს და შესაძლოა არ ასახავდეს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის შეხედულებებს.

როგორც ცნობილია, სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრებადობის უნარი მჭიდრო კავშირშია მინერალების ზედაპირულ თვისებებზე, რაც მათი გენეტიკური და სტრუქტურული თვისებებით განისაზღვრება. გამდიდრებადობის უნარი, აგრეთვე, დიდადაა

დამოკიდებული სასარგებლო მინერალის ფუჭი ქანის ნატეხებში დამაგრების ზომაზე და განაწილებაზე.

როგორც წინასწარმა კვლევებმა გვიჩვენა, პოლიმეტალური მადნების ფუჭი ქანის ნატეხებში სასარგებლო მინერალები (ოქრო, ტყვია, თუთია) ჩართულია წვრილი და არათანაბარი ზომის მარცვლებით. ასეთი მადნების ეფექტური გამდიდრებისათვის პირველ რიგში საჭიროა მისი წინასწარი დამუშავებით გარკვეული რაოდენობის ფუჭი ქანის გამოყოფა. ჩატარებული კვლევებით დადგინდა, რომ ამის მიღწევა შესაძლებელია, თუ ნატეხები დაიმსხვრევა 3 მმ-მდე ზომის ფარგლებში, რაც ხელს შეუწყობს თავისუფალი სახით სასარგებლო მინერალების მაქსიმალური რაოდენობის მიღებას. ეს შესაძლებელს გახდის გამდიდრების გრავიტაციული მეთოდის გამოყენებით გამოყოფით ფუჭი ქანის გარკვეული რაოდენობა [1].

პოლიმეტალური მადნის წინასწარი დამუშავება (დამსხვრევა) მოხდა ორიგინალურ სამსხვრევ მოწყობილობაზე, რომელიც ცნობილი სამსხვრევი მოწყობილობებისაგან იმით განსხვავდება, რომ მასში ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეში წრიულად განლაგებული კბილების ბრუნვის შედეგად იზრდება საწინააღმდეგოდ მოძრავ მადნის ნატეხებთან კონტაქტის სიხშირე და, შედეგად, იზრდება ჭრის ინტენსივობა. ამავე დროს, სამსხვრეველაში შექმნილი ჰაერის ნაკადი აძლიერებს ნატეხების ხეხვას სამსხვრეველას კედელთან, რაც ხელს უწყობს ნატეხების დანაწევრებას (ხეხვის პრინციპი) [2]. სიახლეა ისიც, რომ ცირკულაციური დატვირთვის (ანუ, დაუმსხვრეველი მასალა) რაოდენობის ცვალებადობის მიხედვით ვერტიკალურად გადაადგილება სპირალური დისკო, ე.ი. ხდება გამოსაშვები ხერხის სიგანის უწყვეტი რეგულირება.

განვიხილოთ სამსხვრევ მოწყობილობაში პოლიმეტალური მადნის დამსხვრევის პროცესი, როგორც ავტომატური მართვის ობიექტი [3]. ამისათვის, დადგინდეს იქნა პროცესის მმართველი, შემამუშაოებელი ზემოქმედებები და მართული სიდიდეები. კერძოდ, მმართველი ზემოქმედებები: სამსხვრეველას ძრავას ბრუნვის სიხშირე და გამოსაშვები ხერხის სიგანე,

ხოლო შემაშვოთებელი ზემოქმედებები: დასამსხვრევი ნატეხების საშუალო სისხო, სიმაგრე და რაოდენობა. მართული, ანუ სარეგულირებელი სიდიდეა კონდიციური, 3-0 მმ სისხოს, პროდუქტის (დამსხვრეული ნატეხების) გამოსავალი. იმის გათვალისწინებით, რომ დამსხვრევის პროცესი, ისევე, როგორც გამდიდრების სხვა ტექნოლოგიური პროცესი, ხასიათდება მმართველ და მართულ სიდიდეებს შორის ექსტრემალური დამოკიდებულებით, შერჩეულ იქნა ოპტიმიზაციის ტექნოლოგიური კრიტერიუმი. ის გულისხმობს პროცესის შემაშვოთებელი ზემოქმედებების ცვალებადობის გათვალისწინებით მმართველი ზემოქმედებების - გამოსაშვები ხვრელის სიგანის და ძრავის ბრუნვის სიხშირის ისეთი სიდიდეების დაყენებას (მათი ცვალებადობის ზღვრებში), რომლებიც უზრუნველყოფენ მაქსიმალური რაოდენობის კონდიციური, მზა პროდუქტის მიღებას.

მიღებული კრიტერიუმის თანახმად, ჩვენს შემთხვევაში, მიზნის ფუნქციას აქვს სახე:

$$\gamma(l, n) = a l^{k_1} n^{k_2} e^{-(c_1 l - c_2 n)} \quad (1)$$

სადაც,  $l$  - არის სამსხვრეველას გამოსაშვები ყელის სიგანე, მმ;  $n$  - ძრავას ბრუნვის სიხშირე, წმ<sup>-1</sup>;  $a, k_1, k_2, c_1, c_2$  - კოეფიციენტებია, მათი მნიშვნელობები განისაზღვრება ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავების შედეგად.

სამსხვრევე მოწყობილობაზე ლაბორატორიულ

პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები მოცემულია ცხრილში 1. მიღებული მონაცემები დამუშავდა უმცირეს კვადრატთა მეთოდით და განისაზღვრა ტექნოლოგიური პროცესის სტატიკური მახასიათებლები - მმართველ და მართულ სიდიდეებს შორის წყვილი

$$\gamma = 53.1888l^{0.276} e^{-0.1152l} \quad (2)$$

$$\gamma = 0.1327n^{0.989} e^{-0.00064n} \quad (3)$$

და მრავლობითი (1) დამოკიდებულებები

$$\gamma = 0.00765l^{11.112} n^{0.614} e^{(2.6633l - 0.0002n)} \quad (4)$$

(2) და (3) გამოსახულების შესაბამისი გრაფიკები მოცემულია სურათებზე 1 და 2 (მრუდები 1). მიზნის ფუნქციაში (4) ცხრილიდან 1 მორიგეობით შევიტანოთ ჯერ ძრავის ბრუნვის სიხშირის საშუალო მნიშვნელობა  $n_s = 643,1$  წმ<sup>-1</sup>, შემდეგ სამსხვრეველას გამოსაშვები ხვრელის საანგარიშო სიგანე  $l_s = 3$  მმ. შესაბამისი გადაანგარიშებით მივიღებთ

$$\begin{aligned} \gamma(l, n_s) &= 0.3554l^{11.112} e^{2.6633l}, \\ \gamma(l_s, n) &= 0.5192n^{0.614} e^{-0.0002n}. \end{aligned} \quad (5)$$

ცხრილი 1

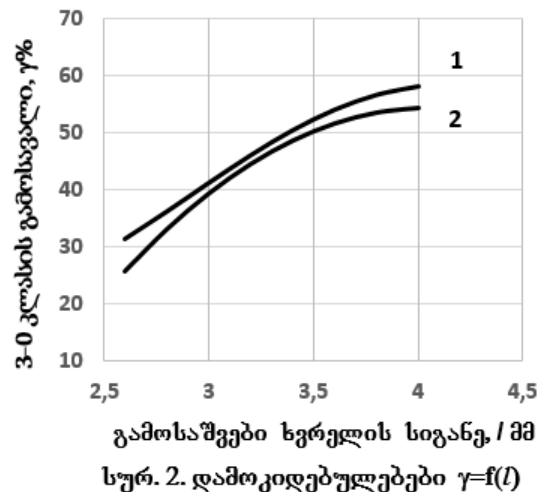
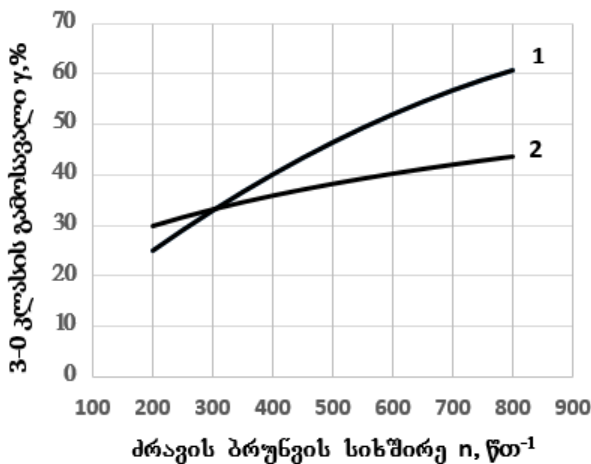
ცდის №	დატვირთვა, Q, კგ	გამოსაშვები ხვრელის ზომა, l, მმ	ძრავის ბრ. რიცხვი, n, წმ <sup>-1</sup>	3-0 მმ კლასის გამოსავალი, γ, %
1	1	4,5	220	37,85
2	1	4,5	600	67,2
3	1	4,5	820	79,6
4	1,5	4	220	15,14
5	1,5	4	600	54,33
6	1,5	4	820	64,59
7	0,5	4	600	54,48
8	0,5	4	820	67,36
9	1	4	820	52,76
10	1	3,5	600	47,46
11	1	3,5	820	57,9
12	1	4,7	600	35,35
13	1	4,7	820	43,9
საშ	1,04	4,15	643,1	52,15

ცხრილი 2

ცდის №	დასამსხვრევი ნატეხების ზომა, d,მმ	გამოსაშვები ხერელის ზომა, l, მმ	სამსხვრეველას დატვირთვა, Q,კგ	ძრავის დატვირთვის დენი I,ა
1	3	4,5	0,5	2,8
2	3,8	4,5	1,1	3,2
3	4,1	4,5	1,2	3
4	4,6	4	1,4	3,8
5	4,7	4	1,4	4
6	4,9	4	1,5	4,3
7	5,1	4	1,7	4,7
8	5,2	4	1,8	4,4
9	5,2	4	2	4,8
10	5,3	3,5	1,9	5,4
11	5,8	3,5	1,7	4,4
12	6,5	4,7	1,9	5,1
13	6,9	4,7	1,5	5,5
14	7,3	5	1,9	5,2
15	8	5	1,8	5,1
საშ	5,36	4,26	1,55	4,38

ამ გამოსახულებებით აგებული გრაფიკები დატანულია სურათებზე 1 და 2 (მრუდები 2). მიღებული გრაფიკებიდან ჩანს, რომ წყვილი და მრავლობითი დამოკიდებულებებით განსაზღვრული 3-0 მმ კლასის გამოსავალი ერთმანეთისაგან დიდად არ განსხვავდება მმართველი ზემოქმედებების საშუალო მნიშვნელობების დროს ( $n_3=643,1\text{წთ}^{-1}$  და  $l_3=3$  მმ). განსხვავება თავს იჩენს მათი მცირე და დიდი მნიშვნელობების დროს. ეს მოსალოდნელი იყო, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ექსპერიმენტის დროს ამ პარამეტრების ცვლილება არ ხდებოდა თანხვედრილად მომატების ან მოკლების მიმართულებით (რაც ხდება რეალურად

საწარმოო პირობებში). ამიტომ მომავალი გაანგარიშებებისათვის მიზანშეწონილია ვისარგებლოთ მრავლობითი დამოკიდებულებით (4), ან მისგან მიღებული (5) ფორმულებით (მრუდებით 2). გრაფიკებიდან ასევე ჩანს, რომ ექსპერიმენტის დროს პროცესის მუშაუბანი მდებარეობდა მიზნის მაჩვენებლიანი ფუნქციის აღმაველ შტოზე. ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ძრავის ბრუნვის სიხშირის ცვალებადობის დიაპაზონი შევიჩინოთ  $n = (800-1000)$  წთ<sup>-1</sup> ფარგლებში, ხოლო გამოსაშვები ხერელის სიგანე დავტოვოთ 3 მმ-ის ტოლი, რათა დამსხვრეულ პროდუქტში არ მოხვდეს არაკონდიციური, დიდი სისხოს მარცვლები.

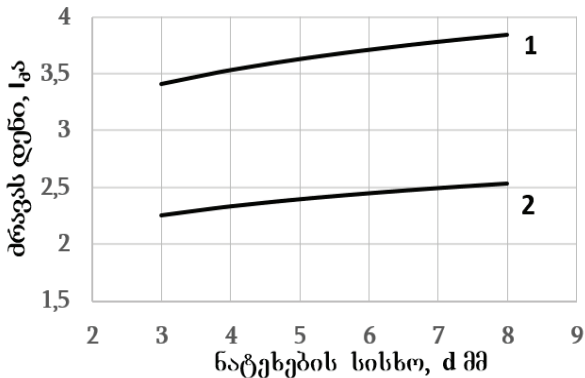


სამსხვრეველას ავტომატური მართვის სისტემის აგებისათვის აუცილებელია დამსხვრევის პროცესზე შემამოთხველი ზემოქმედებების გავლენის დადგენა. ჩვენს შემთხვევაში ენისა, სამსხვრეველაზე მიწოდებული დასამსხვრევი მასალის რაოდენობა, მადნის სისხო და სიმაგრე. მადნის სისხო და სიმაგრე ერთმანეთთან დაკავშირებული პარამეტრებია - დასამსხვრევი მასალის სიმაგრე განსაზღვრავს მის საშუალო სისხოს, და პირიქით. ამიტომ, მიზანშეწონილია პროცესის ექსპერიმენტული კვლევის დროს გამოვიყენოთ უფრო ადვილად საკონტრო-ლებელი სიდიდე - დასამსხვრევი მადნის სისხო.

როგორც ვხედავთ, დამსხვრევის პროცესზე გავლენას ახდენს, ერთდროულად, როგორც მმართველი (გამოსაშვები ზერელის სიგანე  $l$  და ძრავის ბრუნვის სიხშირე  $n$ ), ასევე, შემამოთხველი (სამსხვრეველას დატვირთვა  $Q$  და მადნის სისხო  $d$ ) ზემოქმედებები. ამ ზემოქმედებების ერთობლივი ცვალებადობა იწვევს დამსხვრევის პროცესის რეჟიმული პარამეტრის - სამსხვრეველას ძრავის დატვირთვის (ანუ, ქსელიდან მოთხოვნილი სიმძლავრის) ცვალებადობას. ძრავის დატვირთვა განისაზღვრება მისი სტატორის გრაფ-ნილში გამავალი დენის სიდიდით. მაშასადამე, ძრავას  $I$  დენის გაზომვით შეგვიძლია დამსხვრევის პროცესზე მმართველი და შემამოთხველი სიდიდეების ერთობლივი ზემოქმედების შედეგის შეფასება და მისი გამოყენება პროცესის ავტომატური მართვის მიზნით. ეს დამოკიდებულება შეგვიძლია ჩავწეროთ შემდეგი სახით:

$$I(l, n, Q, d_s) = b l^{k_1} n^{k_2} Q^{c_1} d_s^{c_2} \quad (6)$$

ამ გამოსახულებაში შემავალი უცნობი -  $b, k_1, k_2, c_1, c_2$  - კოეფიციენტების რიცხვითი მნიშვნელობების განსაზღვრის მიზნით სამსხვრევე მოწყობილობაზე



სურ. 3 დამოკიდებულებები  $I_d=f(d)$

ლაბორატორიულ პირობებში ჩატარდა ექსპერიმენტები, რომელთა შედეგები მოცემულია ცხრილში 2. მიღებული მონაცემების უმცირეს კვადრატთა მეთოდით დამუშავების შედეგად (6) გამოსახულება მიიღებს სახეს:

$$I_d = 1.1263 l^{0.6172} n^{0.0029} Q^{0.311} d^{0.1217} \quad (7)$$

გამოსახულებაში (7) გამოსაშვები ზერელის სიგანის  $l$  და ძრავის ბრუნვის სიხშირეს  $n$  ზემოთ მოყვანილი საანგარიშო სიდიდეების ( $l = 3$  მმ,  $n = 650$  წთ<sup>-1</sup>) შეტანით მივიღებთ რეჟიმული პარამეტრის - სამსხვრეველას ძრავის  $I_z$  დენის შემამოთხველი ზემოქმედებებისაგან დამოკიდებულებას

$$I_d = 2.4418 Q^{0.311} d^{0.1217} \quad (8)$$

აუცილებელია დავადგინოთ პროცესზე შემამოთხველი ზემოქმედებების ცვალებადობის გავლენით ძრავის დატვირთვის დენის ცვალებადობის ზღვრები. ამისათვის, გამოსახულებაში (8) ცხრილიდან 1 შევიტანოთ დატვირთვის ჯერ მაქსიმალური მნიშვნელობა  $Q_{max}$ , ხოლო შემდეგ მისი მინიმალური  $Q_{min}$  მნიშვნელობა. მივიღებთ შესაბამის გამოსახულებებს და სურ. 3-ზე მოცემულ  $I_z=f(d)$  გრაფიკებს:  $Q_{max}$ -ის შემთხვევაში - 1 მრუდი,  $Q_{min}$ -ის შემთხვევაში კი - 2 მრუდი. ანალოგიურად, ვსაზღვრავთ დამოკიდებულებებს და ვაგებთ  $I_z=f(Q)$  გრაფიკებს  $d_{max}$  და  $d_{min}$  (იხ. სურ. 4).

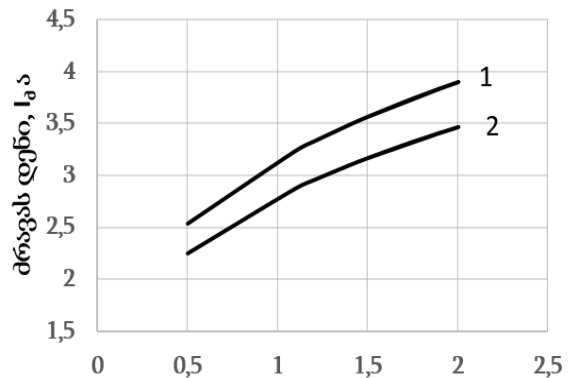
$$I_d(Q_{max}) = 2.981 d^{0.1217},$$

$$I_d(Q_{min}) = 1.968 d^{0.1217}.$$

$$I_d(d_{max}) = 3.145 Q^{0.311},$$

$$I_d(d_{min}) = 2.791 Q^{0.311}.$$

(9)



სამსხვრეველას დატვირთვა, Q კვ  
სურ. 4 დამოკიდებულებები  $I_d=f(Q)$

როგორც გრაფიკებიდან ჩანს, შემამუშოებელი ზემოქმედებების გავლენით სამსხვრეველას ძრავის დენი იცვლება 1 და 2 გრაფიკებს შორის არეში. ამ არეს ცვალებადობის მაქსიმალური სიდიდე შეადგენს

$$(Q_{\max}, d_{\max}) - I(Q_{\min}, d_{\min}) = 3.84 - 2.25 = 1.59 \text{ ა.}$$

მიღებული შედეგები გვაძლევს საფუძველს დამსხვრევის პროცესი ვმართოთ სამსხვრეველას ძრავის სიმძლავრის სტაბილიზაციის პრინციპით, რომელიც მოახდენს ტექნოლოგიური კრიტერიუმის რეალიზაციას.

$$\begin{cases} \gamma_{3-0}(l, n) = al^{k_1} n^{k_2} e^{(-c_1 l - c_2 n)} \rightarrow \max, \\ d_{3-0} = bl^{k_3} n^{k_4} I^{k_5} = \text{const}, \\ l_{\min} < l < l_{\max}, \\ n_{\min} < n < n_{\max}. \end{cases}$$

კრიტერიუმი გულისხმობს სამსხვრეველას გამო-სამუშეო ხერხის სიგანის და ძრავის ბრუნვის სიხშირის დასაშვებ ფარგლებში რეგულირებას ისე, რომ ძრავის დატვირთვის დენის (შემამუშოებელი ზემოქმედებების) ცვალებადობის მიუხედავად მიღწეული იქნას დამსხვრეული კონდიციური პროდუქტის მაქსიმალური გამოსავალი და სისხოს მუდმივობა.

### ლიტერატურა

1. დ. ტალახაძე, მ. გამცემლიძე, რ. ენაგელი. „ოქროს შემცველი პოლიმეტალური მადნების წინასწარი გამადიდრების ტექნოლოგიის კვლევა“. სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, №1(515), თბილისი, 2020. გვ. 94-100.
2. მ. გამცემლიძე, ნ. სამხარაძე, გ. ჩქარეული. „სამსხვრევი

- მოწყობილობა“. ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი საქპატენტი, P5445, GEP 2012 5445 B, 2012.
3. მ. გამცემლიძე, რ. ენაგელი, მ. თუთბერიძე. „გაუმჯობესებული კონსტრუქციის სამსხვრევი მოწყობილობა მართვის ხერხით“. „სამთო ჟურნალი“, №1(40), თბილისი, 2018. გვ. 41-44.

ГАМЦЕМЛИДЗЕ М.Н., ЭНАГЕЛИ Р.П.,  
ТАЛАХАДЗЕ Д.Д., ШЕКИЛАДЗЕ А.А.,  
САМХАРАДЗЕ И. Ш., ТУТБЕРИДЗЕ М.Л.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРОБЛЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

**АННОТАЦИЯ.** В статье даны результаты исследования процесса дробления полиметаллических руд в оригинальном дробильном устройстве, как объекте автоматизации. В лабораторных условиях проведены эксперименты для разных значений управляющих и возмущающих воздействий. В результате обработки данных установлен режимный параметр процесса – ток нагрузки двигателя дробилки, по величине которого можно оценить изменения возмущающих воздействий – нагрузки дробилки, крепости и толщины руды. Предложен технологический критерий оптимальности, подразумевающий регулирование в допустимых пределах ширины разгрузочного отверстия дробилки и частоты вращения двигателя таким образом, чтобы несмотря на изменения возмущающих воздействий (тока нагрузки двигателя) получить максимальный выход дробленного кондиционного продукта и постоянную толщину.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** оригинальное дробильное устройство; процесс дробления как объект автоматизации; управление процессом и возмущающими воздействиями; построение и исследование статических характеристик.

GAMTSEMLIDZE M., ENAGELI R.,  
TALAKHADZE D., SHEKILADZE A.,  
SAMKHARADZE I., TUTBERIDZE M.

### INVESTIGATION OF THE CRUSHING PROCESS OF POLYMETALLIC ORES FOR AUTOMATIC CONTROL

**ABSTRACT:** The article presents the results of the study of the crushing process of polymetallic ores in the original crushing device, as an automation object. In laboratory conditions, experiments were carried out for different values of control and disturbing influences. As a result of data processing, the operating parameter of the process was established - the load current of the crusher motor, by the value of which it is possible to estimate changes in the disturbing effects - the load of the crusher, the hardness and thickness of the ore. A technological criterion of optimality has been proposed, which implies regulation within the limits of the width of the crusher discharge hole and the motor speed in such a way that, despite changes in the disturbing influences (motor load current), to obtain the maximum output of the crushed conditioned product and a constant thickness.

**KEY WORDS:** original crushing device; crushing process as an object of automation; control of the process and disturbing influences; building and study of static characteristics.

ტამბ. მცხ. ღოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე, ს. სტირიაკოვა,  
 შ. ნასყიდაშვილი

მრავალსაფეხურიანი მანქანების ტექნოლოგიური სისტემის  
 უზრუნველყოფის საფუძვლიანი საკვანძო საკვანძოების სტრუქტურული სქემა

**ანოტაცია.** ნაშრომში განხილულია მრავალსაფეხურიანი მანქანების ტექნოლოგიური სისტემის უზრუნველყოფის საფუძვლიანი საკვანძოების სტრუქტურული სქემა, რომელიც შეიცავს უზრუნველყოფის საფუძვლიანი საკვანძოების შემწვარ ნაწილში დაყენებულ პერიოდულ ზემოქმედებას, რომლის სახურავთან მიერთებულია წინამდებარე სატუმბო სადგურის სადაწნო მილსადენი, რომლის ბოლოში დამაგრებულია წაკვეთილი კონუსის ფორმის ჰიდრონარევის მიმართული. მოწყობილობის ეფექტურობისა და საიმედოობის გაზრდის მიზნით კი (ზუმპში ჰიდროაერონარევის დონის დასაშვებზე მეტად ქვევით დაწვევის შეზღუდვისათვის, შეწოვილი ჰერის რაოდენობის შემცირებისა და უ-

აღდგური სატუმბო სადგურის მუშაობის რეჟიმის ჩამლის თავიდან აცილების მიზნით) მის სახურავში შესრულებულ ნახვრეტში გამავალი შტოკითა და ბერკეტით სახსრულად დაკავშირებულია მის ზედა ნაწილში ჰერისა და წყლის შესაშვებად მიერთებულ მილსადენთან მასზე დამონტაჟებული საკეტით მათი რაოდენობის რეგულირებისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** მრავალსაფეხურიანი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემა; ტექნოლოგიური სქემა; უზრუნველყოფის სატუმბო სადგური; ჰიდროაერონარევი; პერიოდული ზემოქმედება; სადაწნო მილსადენი მანქანის; ჰიდროაერონარევის კონცენტრაცია.

## შესავალი

სადაწნო მილსადენმა სისტემებმა გასული სუკუნის მეორე ნახევრიდან ძალზე ფართო გამოყენება ჰპოვა მრეწველობის, სოფლის მეურნეობის, ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის, საყოფაცხოვრებო საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში იმ მრავალი დადებითი თვისების გამო, რომელიც გააჩნია ანალოგიურ სისტემებს ტრადიციულ სატრანსპორტო სისტემებთან შედარებით [1-3].

გრ. წულუკიდის სახელობის სამთო საქმის ინსტიტუტში პრაქტიკულად იმავე პერიოდში დაიწყო ფუნდამენტური და ექსპერიმენტული კვლევები, რომლებიც დაკავშირებულია ტრანსპორტის ამ ახალი სახეობის გაანგარიშების, დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის პრობლემებთან, რომელთა რაოდენობა საკმაოდ დიდია მათი ექსპლუატაციის სპეციფიკურობის გამო.

ასე მაგალითად, ანალოგიური სისტემების ეფექტურობა და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები საგრძნობლად იზრდება ტრანსპორტირების მანძილის გაზრდასთან დაკავშირებით. ეს პარამეტრი საგრძნობლად შეზღუდულია ჰიდროაერონარევის მილსადენით მიწოდებული მექანიზმების (ტუმბოების) მიერ განვითარებული შედარებით დაბალი წნევების გამო. ცნობილია, რომ ამ მიმართულებით დღესდღეობით ძირითადად გამოიყენება ცენტრიდანული გრუნტის ტუმბოები, რომელთა მიერ განვითარებული წნევები შედარებით დაბალია, კონსტრუქციული შესრულების გამო, რაც მნიშვნელოვნად ზღუდავს ჰიდრონარევის

შორ მანძილზე მიწოდებას. ამისათვის აუცილებელია მილსადენ მანქანაში მათი მიმდევრობით ჩართვა, რაც საკმაოდ ართულებს ამგვარი სისტემების ექსპლუატაციას. ეს საკითხი ფუნდამენტურად არის შესწავლილი გრიგოლ წულუკიდის სახელობის სამთო ინსტიტუტში [4-8].

გარდა ამ მნიშვნელოვანი ფაქტორისა, მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებისათვის დამახასიათებელია კიდევ უფრო სპეციფიკური საკითხი.

ანალოგიური სისტემებით ხდება პრაქტიკულად მრავალფაზიანი (მზიდი წვეთოვანი სითხე-პრაქტიკულად წყალი+მყარი ფხვიერი მასალების ნაწილაკები+წვეთოვანი სითხეში გაუხსნელი ჰაერი, რომელიც ყოველთვის არსებობს ნაკადში იმდენად, რამდენადაც მყარი ფხვიერი მასალების ნაწილაკებთან ერთად ხდება მათი შემომფარგვლელი ჰერის მოცილება და ცალკეულ ბუშტულებად ფორმირება) ჰიდროაერონარევის ტრანსპორტირება. ტრანსპორტირების მანძილის ცვალებადობასთან ერთად კი ხდება ყველა ამ პარამეტრის კონცენტრაციის მუდმივი ცვალებადობა მილსადენში წნევის ცვალებადობის გამო. ყოველივე ეს კი ქმნის ჰიდროაერონარევის გადაადგილებასთან დაკავშირებული ყველა შემოთხსენებული პარამეტრის მუდმივ ცვალებადობას, რაც თავის მხრივ შესაბამის გავლენას ახდენს მილსადენში განვითარებულ დინამიკურ პროცესებზე, როგორც დამყარებულ, ასევე დაუმყარებელზე.

როგორც ყოველივე ზემოთქმულიდან ნათელი ხდება სადაწნო მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში მოძრაობის პრაქტიკულად დამყარებულ რეჟიმს ადგილი არა აქვს. სწორედ ამ მიზნით, ანუ განხილულ სისტემებში აბსოლუტურად მდგრად რეჟიმთან მაქსიმალურად მიახლოების მიზნით ჩვენს მიერ დამუშავებულია მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებისათვის სათავო და შუალედური სადგურების ტექნოლოგიური სქემები [9-11], რომელთაგან ერთ-ერთი მათგანია განხილული ამ ნაშრომში.

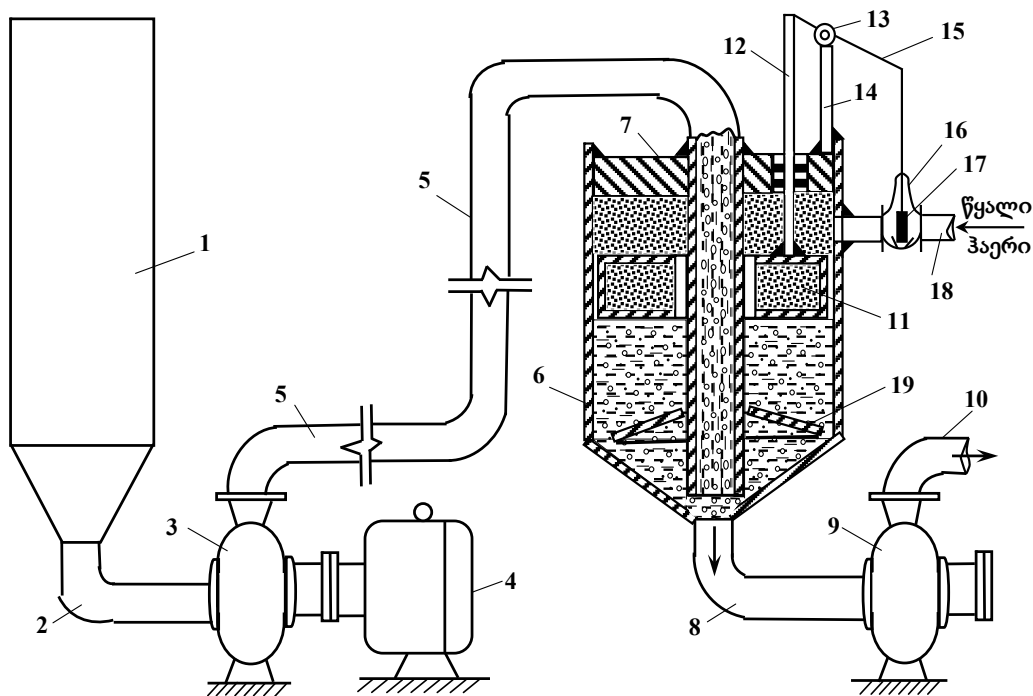
ძირითადი ნაწილი

ჩვენს მიერ დამუშავებული მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის შუალედური სატუმბო სადგურის ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია ნახაზზე 1. ამ სქემის კონსტრუქციული შესრულების უმთავრესი დანიშნულებაა რომ შუალედურ სატუმბო სადგურზე შეასრულოს შესავალში აღნიშნული პარამეტრების აღდგენა ტრანსპორტირების დასაწყისში (სათავო სატუმბო სადგურში) არსებულ მნიშვნელობებამდე ისე, რომ არ დაეშვას ჰერმეტიკულ ზუმპფში ჰიდროაერონარევის დონე დასაშვებზე მეტად, უზრიუნველყოს შეწოვილი ატმოსფერული ჰაერის საჭირო რაოდენობა და არ დაუშვას შუალედური სატ-

უმბო სადგურის მუშაობის რეჟიმის ჩაშლა.

იგი შეიცავს სათავო სატუმბო სადგურის შემწოვ ზუმპფს 1, ტუმბოს შემწოვ მილს 2, ტუმბოს 3, ელექტროძრავას 4, ტუმბოს საჭირხნ მილსადენს, შუალედური სატუმბო სადგურის ჰერმეტიკულ ზუმპფს 6, მის სახურავს 7, ამ სადგურის ტუმბოს შემწოვ მილს 8, ტუმბოს 9, ტუმბოს საჭირხნ მილს 10, ჰერმეტიკული ზუმპფის მცურავ ღრუ ღეუმს 11, შტოკს 12, სახსრულ შეერთებას 13, ღვარს 14, ბერკეტს 15, შიბერულ საკეტს ჩამკეტი ორგანოთი 16, შიბერული საკეტის ჩამკეტ ორგანოს 17, მილსადენს ჰაერისა წყლის შესაშვებად ჰერმეტიკულ ზუმპფში 18 და კონუსურ მიმმართველს 19.

ნახაზზე ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია მუშაობის ნორმალური მდგომარეობის დროს, როცა ჰერმეტიკული ღეუმში 6 ჰიდროაერონარევის უჭირავს მუშაობის ნორმალურ რეჟიმის შესატყვისი მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში მცურავ ღრუ ღეუმს 11 განთავსებულია ზუმპფის 6 ზედა ნაწილში. შიბერული საკეტის ჩამკეტ ორგანოს გადაკეტილი აქვს ჰერმეტიკული ზუმპფის ზედა მიერთებული წყლისა და ჰაერის მიმწოდებული მილსადენი 18, მათი მიწოდება ჰერმეტიკული ზუმპფში 6 არ ხდება.



ნახ. 1. მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის შუალედური სატუმბო სადგურის ტექნოლოგიური სქემა: 1 - სათავო სატუმბო სადგურის შემწოვი ზუმპფი; 2 - სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოს შემწოვი მილი; 3 - სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბო; 4 - სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოს ელექტროძრავა; 5 - სათავო სატუმბო სადგურის ტუმბოს საჭირხნი მილსადენი; 6 - შუალედური სატუმბო სადგურის ჰერმეტიკული ზუმპფი; 7 - ჰერმეტიკული ზუმპფის სახურავი; 8 - შუალედური სატუმბო სადგურის შემწოვი მილი; 9 - შუალედური სატუმბო სადგურის ტუმბო; 10 - შუალედური სატუმბო სადგურის ტუმბოს საჭირხნი მილსადენი; 11 - ჰერმეტიკული ზუმპფის მცურავი ღრუ ღეუმი; 12 - შტოკი; 13 - სახსარი; 14 - ღვარი; 15 - ბერკეტი; 16 - შიბერული საკეტი ჩამკეტი ორგანოთი; 17 - შიბერული საკეტის ჩამკეტი ორგანო; 18 - მილსადენი ჰაერისა და წყლის შესაშვებად; 19 - კონუსური მიმმართველი

იმ შემთხვევაში კი, თუ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მოხდება ნორმალური რეჟიმის დარღვევა და ზუმპფში 6 ჰიდროაერონარევი დაიწყებს ქვემოთ დაშვებას, მასთან ერთად ქვემოთ დაშვებს დაიწყებს ღრუ მცურავი დგუში 11 და მასთან სახსრულად დაკავშირებული შტოკი 12. ამასთან დაკავშირებით შირბერული საკეტის 16 ჩამკეტი ორგანო 17 დაიწყებს თანდათანობით ზემოთ გადაადგილებას და ასევე თანდათანობით გაანთავისუფლებს მილსადენის 18 განივკვეთს, რის შედეგადაც ჰერმეტიკულ ზუმპფში 6 დაიწყებს შედინებას ჰაერი ან წყალი (საჭიროების მიხედვით). ამით დაიწყება ჰერმეტიკული ზუმპფში 6 ჰიდროაერონარევის ნორმალური დონის აღდგენა, ანუ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის შუალედური სატუმბო სადგურის მუშაობის ნორმალური რეჟიმის აღდგენა. როდესაც ჰერმეტიკულ ზუმპფში ჰიდროაერონარევის დონე მიღწევს საჭირო დონეს, შირბერული საკეტის 16 ჩამკეტი ორგანო 17 გადაკეტავს მილსადენის 18 განივკვეთს და შეწყდება წყლისა თუ ჰაერის მიწოდება.

სატუმბო სადგურში) არსებულ მნიშვნელობებამდე ისე, რომ არ დაეშვას პარამეტრულ ზუმპფში ჰიდროაერონარევის დონე დასაშვებზე მეტად, უზრუნველყოს შეწოვილი ატმოსფერული ჰაერის საჭირო რაოდენობა და არ დაუშვას შუალედური სატუმბო სადგურის მუშაობის რეჟიმის ჩაშლა.

იგი შეიცავს სათავო სატუმბო სადგურის შემწოვ ზუმპფს 1, ტუმბოს შემწოვ მილს 2, ტუმბოს 3, ელექტროძრავას 4, ტუმბოს საჭირხნ მილსადენს, შუალედური სატუმბო სადგურის ჰერმეტიკულ ზუმპფს 6, მის სახურავს 7, ამ სადგურის ტუმბოს შემწოვ მილს 8, ტუმბოს 9, ტუმბოს საჭირხნ მილს 10; ჰერმეტიკული ზუმპფის მცურავ ღრუ დგუშს 11, შტოკს 12, სახსრულ შეერთებას 13, დგარს 14, ბერკეტს 15, შირბერულ საკეტს ჩამკეტი ორგანოთი 16, შირბერული საკეტის ჩამკეტი ორგანოს 17, მილსადენს ჰაერისა წყლის შესაშვებად ჰერმეტიკულ ზუმპფში 18 და კონუსურ მიმ-

მართველს 19.

ნახაზზე ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია მუშაობის ნორმალური მდგომარეობის დროს, როცა ჰერმეტიკული დგუშში 6 ჰიდროაერონარევის უჭირავს მუშაობის ნორმალურ რეჟიმის შესატყვისი მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში მცურავ ღრუ დგუშს 11 განთავსებულია ზუმპფის 6 ზედა ნაწილში. შირბერული საკეტის ჩამკეტი ორგანოს გადაკეტილი აქვს ჰერმეტიკული ზუმპფის ზედა მიერთებული წყლისა და ჰაერის მიწოდებული მილსადენი 18, მათი მიწოდება ჰერმეტიკული ზუმპფში 6 არ ხდება.

იმ შემთხვევაში კი, თუ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მოხდება ნორმალური რეჟიმის დარღვევა და ზუმპფში 6 ჰიდროაერონარევი დაიწყებს ქვემოთ დაშვებას, მასთან ერთად ქვემოთ დაშვებს დაიწყებს ღრუ მცურავი დგუში 11 და მასთან სახსრულად დაკავშირებული შტოკი 12. ამასთან დაკავშირებით შირბერული საკეტის 16 ჩამკეტი ორგანო 17 დაიწყებს თანდათანობით ზემოთ გადაადგილებას და ასევე თანდათანობით გაანთავისუფლებს მილსადენის 18 განივკვეთს, რის შედეგადაც ჰერმეტიკულ ზუმპფში 6 დაიწყებს შედინებას ჰაერი ან წყალი (საჭიროების მიხედვით). ამით დაიწყება ჰერმეტიკული ზუმპფში 6 ჰიდროაერონარევის ნორმალური დონის აღდგენა, ანუ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის შუალედური სატუმბო სადგურის მუშაობის ნორმალური რეჟიმის აღდგენა. როდესაც ჰერმეტიკულ ზუმპფში ჰიდროაერონარევის დონე მიღწევს საჭირო დონეს, შირბერული საკეტის 16 ჩამკეტი ორგანო 17 გადაკეტავს მილსადენის 18 განივკვეთს და შეწყდება წყლისა თუ ჰაერის მიწოდება.

წარმოდგენილი შუალედური სატუმბო სადგური თავისი კონსტრუქციული შესრულებით მნიშვნელოვნად განსხვავდება დღესდღეობის არსებული სატუმბო სადგურებისაგან და მისი რეალიზება მნიშვნელოვნად გაზრდის სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების გამოყენების სფეროს.

## ლიტერატურა

1. ლ. მახარაძე. მყარი ფხვიერი მასალების მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტი. გამომცემლობა „ლევა“, თბილისი, 2012. 321 გვ.
2. Дмитриев Г.П., Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш. Напорные гидротранспортные системы. Справочное пособие. «Недра», Москва, 1991. 304 с.
3. Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш., Криль С.И., Смойловская Л.А. Трубопроводный гидротранспорт твердых сыпучих материалов. «Мецни-

реба», Тбилиси, 2006. 350 с.

4. Махарадзе Л.И., Гочиташвили Т.Ш., Сулаберидзе Д.Г., Алехин Л.А. Надежность и долговечность напорных гидротранспортных систем. «Недра», Москва, 1984. 119 с.

5. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И. Нестационарные процессы в напорных гидротранспортных системах и защита от гидравлических ударов. «Недра», Москва, 1984. 152 с.



6. Махарадзе Л.И., Кирмелашвили Г.И. Гидравлический удар в трубопроводах при транспортировании многофазных гидросмесей. «Мецниереба», Тбилиси, 1997. 232 с.

7. Махарадзе Л.И. Классификация и анализ схем напорных многоступенчатых гидротранспортных систем, функционирующих в горнорудной и строительной промышленности. Сборник трудов «Горная электромеханика и транспорт». «Мецниереба», Тбилиси, 1987. с. 13-22.

8. Дзидзигური А.А., Махардзе Л.И. Выбор оптимальной схемы многоступенчатой гидротранспортной системы с центробежными грунтовыми насосами. Научные труды Грузинского политехнического института им. В.И. Ленина, серия «Горная электромеханика и ав-

томатика», №5(287), Тбилиси, 1985. с. 5-9.

9. Махарадзе Л.И. и другие. Установка для транспортирования гидросмеси. Авторское свидетельство СССР №1799832. Бюллетень №9, 1993.

10. Махарадзе Л.И., Махарадзе Г.И., Стерякова С.И. Стенд для экспериментального определения коэффициента гидравлических сопротивлений трубопроводов и местных сопротивлений гидротранспортных систем. Патент Российской Федерации №2023937. Бюллетень №22, 1994.

11. ლ. მახარაძე, ს. სტერიაკოვა, შ. ნასყიდაშვილი. სათავო სატუმბო სადგურის ტექნოლოგიური სქემა ჰიდროაერონარევის მომზადებისა და სადაწნეო მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებისათვის. „საბითუმო ელექტრომექანიკა“, №1(42), თბილისი, 2019. 74-78 გვ.

**МАХАРАДЗЕ Л.И., СТЕРЯКОВА С.И., НАСКИДАШВИЛИ Ш. ДЖ.**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ МАГИСТРАЛЬНОЙ ГИДРОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрена технологическая схема промежуточной насосной станции многоступенчатой магистральной гидротранспортной системы, которая содержит герметический зумпф, к крышке которого присоединен напорный трубопровод перед расположенной насосной станцией, на конечной части которого закреплена крышка герметического зумпфа, имеющая форму усеченного конуса для направления гидросмеси. С целью увеличения эффективности и надежности устройства (с целью ограничения возможности опускания в зумпфе ниже допустимого значения гидросмеси, а также для ограничения объема всасываемого воздуха, с целью предотвращения срыва режима промежуточной насосной станции) в отверстии, выполненном на его крышке проходящих штока и рычага, шарнирно связанного в его верхней части для впуска воздуха и воды присоединены трубопроводы, на которых установлены задвижки для регулирования их объемов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** многоступенчатая гидротранспортная систем; технологическая схема; промежуточная насосная станция; гидроаэрозоль; герметический зумпф; напорная трубопроводная магистраль; концентрация гидроаэроsmеси.

**MAKHARADZE L., STERYAKOVA S., NASKIDASHVILI Sh.**

**TECHNOLOGICAL SCHEME OF INTERMEDIATE PUMPING STATION OF A MULTI-STEP MAIN HYDROTRANSPORT SYSTEM**

**ANNOTATION.** The paper covers the technological scheme of intermediate pumping station of a multi-step main hydro-transport system, which includes an airtight sump installed in the suction part of the intermediate pumping station. A pressure pipeline of this pumping station is connected to the cover of the sump and a hydro-air-fuel mixture guide having a form of a truncated cone is fixed at the end of the pipeline. For the purpose of increasing the equipment efficiency and reliability (for restriction of reduction of the level of hydro-air-fuel mixture in the sump below the allowable level, reduction of the amount of suction air and avoidance of disturbance of operation regime of the intermediate pumping station) it is articulated to the pipeline connected for intake of air and water in its upper part by means of a rod and a lever passing through the hole made in its cover, for regulation of the amount of air and water by means of a valve installed on the pipeline.

**KEY WORDS:** multi-step hydrotransport system; technological scheme; intermediate puping station; hydro-air-fuel mixture; airtight sump; main pressure pipeline; hydro-air-fuel mixture concentration.

აკად. დოქტორი ე. მატარაძე, აკად. დოქტორი მ. ჩინრაძე, აკად. დოქტორი  
 ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ახვლედიანი, პ. ტაყალაშვილი, დ. ტატიშვილი,  
 ზ. მალაქიშვილი

შემთხვევითი და ტერორისტული აფეთქებების შემთხვევებისაგან დაცვის  
 მეთოდების სრულყოფა

**ანოტაცია.** აფეთქების ეფექტის შესწავლა გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის სამეცნიერო საქმიანობის ერთ-ერთ ძირითად სფეროს წარმოადგენს. ინსტიტუტის სპეციალისტების მიერ შესრულებულია კვლევები, რომელთა შედეგები საფუძვლად დაედო ქანების აფეთქებით მონგრევის ტექნოლოგიების სრულყოფას და აფეთქების ენერჯის ეფექტიანად გამოყენების სხვა პრობლემების გადაწყვეტას. აფეთქების პროცესების ტრადიციულ კვლევებთან ერთად, ბოლო 10-15 წლის განმავლობაში ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა კვლევების ახალი მიმართულება, რომლის მიზანია შემთხვევითი და ტერორისტული აფეთქებებისაგან დაცვის მეთოდების შემუშავება და სრულყოფა. სტატიაში განხილულია გ. წულუკიძის სამთო

ინსტიტუტში შესრულებული სამუშაოების შედეგები მიწისქვეშა ნაგებობებში ტერორისტული და შემთხვევითი აფეთქებების ზემოქმედებისაგან ხალხისა და ინფრასტრუქტურის დაცვის დარგში. ეს სამუშაოები შესრულდა ნატოს სამეცნიერო პროგრამის „მეცნიერება მშვიდობისა და უსაფრთხოებისათვის“, აშშ-ს სამოქალაქო კვლევებისა და განვითარების ფონდის (CRDF), საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრის (ISTC) და შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით [1, 2, 3, 4, 5, 6].

**საკვანძო სიტყვები:** აფეთქება; დარტყმითი ტალღა; მიწისქვეშა ნაგებობა; დამცავი სისტემა.

1. შესავალი

მრავალმხრივი პრევენციული ღონისძიებებისა და უსაფრთხოების გამკაცრებული სტანდარტების მიუხედავად, შემთხვევით და ტერორისტულ აფეთქებებს ყოველწლიურად დიდი მსხვერპლი და მატერიალური ზარალი მოაქვს. მძიმე შედეგები აქვს მეთანის აფეთქებებს ნახშირის შახტებში, მტკრისა და საწვავის ღრუბლის აფეთქებებს სამრეწველო ობიექტებში.

ახალი გამოწვევების გათვალისწინებით, აფეთქების ზემოქმედებისაგან ხალხისა და ინფრასტრუქტურის ობიექტების დაცვის მეთოდების სრულყოფა განსაკუთრებული მნიშვნელობის პრობლემას წარმოადგენს. სწრაფმოქმედი, საიმედო და მაღალეფექტიანი დამცავი სისტემების შექმნა მოითხოვს მრავალმხრივი წინასწარი კვლევების შესრულებას. ამჟამად მსოფლიოს სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრში სრულდება კვლევები აფეთქების ენერჯის ჩანშობის პროცესების შესწავლისა და დაცვის ეფექტიანი მეთოდების შექმნის მიზნით, რომლებიც განსაკუთრებით გააქტიურდა 2001 წლის 11 სექტემბრის ცნობილი ტერორისტული აქტის შემდეგ. ამ მიმართულებით სამუშაოები გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში დაიწყო 2002 წელს, ხოლო 2006 წელს შეიქმნა სპეციალიზებული სტრუქტურული ერთეული - აფეთქებისაგან დაცვის

ტექნოლოგიების ლაბორატორია. ლაბორატორიის კვლევების ძირითადი ობიექტებია:

1. დისპერგირებული წყლის გარემოში დარტყმითი ტალღის ჩანშობის პროცესების შესწავლა და აფეთქებისაგან დამცავი მოწყობილობის საპროექტო პარამეტრების დადგენა;
2. მიწისქვეშა ნაგებობებში აფეთქებისაგან ხალხისა და ინფრასტრუქტურის ობიექტების დაცვის ავტომატური სისტემის შექმნა და სრულყოფა;
3. ტერორისტული და შემთხვევითი აფეთქებების დეტექტირების სისტემის სწრაფმოქმედებისა და საიმედოობის ამაღლება,
4. სამოქალაქო და სამხედრო სატრანსპორტო საშუალებებზე ნაღმის აფეთქების ზემოქმედების შესწავლა და ეკიპაჟის დამცავი მოწყობილობის შემუშავება.

კვლევების შედეგები საფუძვლად დაედო აფეთქების ზემოქმედებისაგან დამცავი ავტომატური სისტემის შექმნას. გამოცდის შედეგებით დადგინდა ახალი სისტემის მაღალი სწრაფმოქმედება, საიმედოობა და ეფექტიანობა. ეს სამუშაოები სრულდება ფლორიდის უნივერსიტეტის ინფრასტრუქტურის დაცვისა და ფიზიკური უსაფრთხოების ცენტრთან ერთად,

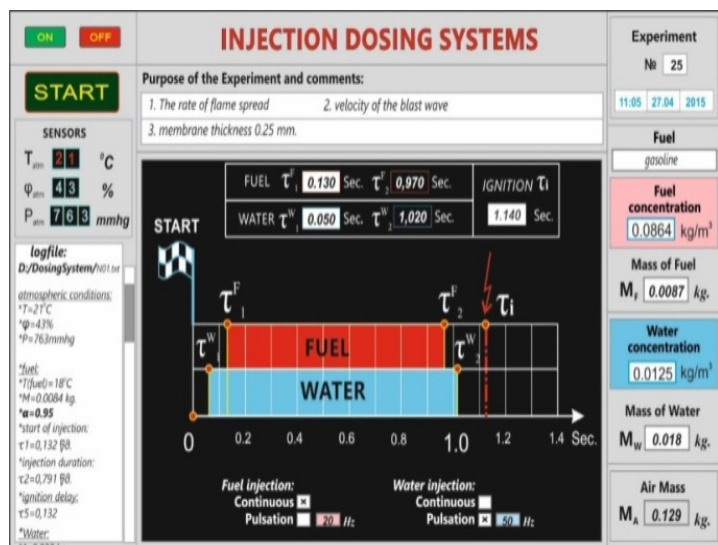
რომელთანაც გვაკავშირებს 15 წლიანი თანამშრომლობის გამოცდილება. გარდა ამისა, დამყარებული გვაქვს სამეცნიერო თანამშრომლობა ბუნდესვერის უნივერსიტეტის საინჟინრო მექანიკისა და სტრუქტურული ანალიზის ინსტიტუტთან (გერმანია), წვის პრობლემების ინსტიტუტთან (ყაზახეთი), Hinman Consulting Engineering, Inc.-თან (აშშ), სსსტც „დელტასთან“ და სხვა სამეცნიერო ორგანიზაციებთან. მიღებული შედეგები გამოქვეყნდა 25 საერთაშორისო გამოცემაში, მოხსენებულია 14 საერთაშორისო კონფერენციაზე, მიღებულია აშშ-ს და საქართველოს პატენტები. დამზადებულია და გამოცდილია დამცავი სისტემების საცდელი ნიმუშები. დამცავი სისტემის წარმოებით და კომერციალიზაციით დაინტერესდა ერთ-ერთი საერთაშორისო კომპანია, რომელთანაც გეფორმებულია შესაბამისი მემორანდუმი. ლაბორატორიაში შესრულებული სამუშაოების შესახებ მომზადებულია ვიდეოკლიპი ნატოს სატელევიზიო არხის მიერ [7], გამოქვეყნდა ინფორმაცია აშშ-ს National Journal-ში [8] და საერთაშორისო ჟურნალში “Engineering Maintenance Solutions” [9]. ლაბორატორიის ექვსმა ახალგაზრდა სპეციალისტმა გაიარა სტაჟირება ევროპისა და ამერიკის სამეცნიერო ცენტრებში.

ნატოს სამეცნიერო პროგრამის ფინანსური მხარდაჭერით ბოლო წლებში შესრულდა დიდი მოცულობის სამუშაოები ინსტიტუტის მიწისქვეშა ექსპერიმენტულ ბაზის რეკონსტრუქციის მიზნით. მთლიანად შეიცვალა ენერგომომარაგების და წყალმომარაგების სისტემები, დამონტაჟდა მონიტორინგის

ახალი მოდული, მოეწყო ვიდეო-სატელეფონო კავშირი, საავარიო სიგნალიზაციის სისტემა და სხვა. ამჟამად ბაზა აღჭურვილია თანამედროვე სენსორებით, სარეგისტრაციო და სხვა აპარატურით, მათ შორის ანტრომორფული მოდელით Hybrid III 50th, რომელიც განკუთვნილია ადამიანზე აფეთქების ზემოქმედების შესასწავლად. სპეციალისტების შეფასებით, ინსტიტუტის მიწისქვეშა ექსპერიმენტული ბაზა, რომელიც განკუთვნილია აფეთქების პროცესების კვლევისათვის, ამჟამად ერთ-ერთი საუკეთესოა ევროპაში.

აფეთქების ენერჯის ჩახშობის პროცესების შესასწავლად დაპროექტებულია და დამზადებულია ახალი კონსტრუქციის სასტენდო დანადგარი (დარტყმის მილი) [10]. ანალოგებთან შედარებით, მის უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ საშუალებას იძლევა გამოვიკვლიოთ ჰაერის დარტყმითი ტალღის გავრცელების პროცესები როგორც მყარი ფეთქებადი ნივთიერების, ისე გაზისა ან სავაგის ღრუბლის აფეთქებისას. დანადგარი შეიცავს აფეთქების კამერას, სექციურ მილებს, აფეთქების კამერაში სავაგის ან გაზის დოზირებული მიწოდების სისტემას, დისპერგირებული წყლის გამფრქვევ სისტემას, ჭარბი წნევისა და ალის სენსორებს, სარეგისტრაციო აპარატურას და მართვის ბლოკს.

აფეთქების კამერა და სექციური მილები განლაგებულია გვირაბში, ხოლო სარეგისტრაციო აპარატურა და მართვის ბლოკი - მონიტორინგის მოდულში, გვირაბის შესასვლელიდან 6 მ მანძილზე. დარტყმითი მილის საერთო სიგრძე შეადგენს 10.5 მ-ს (ნახ. 1).



ნახ. 1. სასტენდო დანადგარი ექსპერიმენტული ბაზის გვირაბში და მართვის ბლოკის ინტერფეისი

მართვის ბლოკს გააჩნია პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც იძლევა ექსპერიმენტების შესრულების საშუალებას წინასწარ განსაზღვრული პი-

რობებისა და აფეთქების ინიცირების მომენტის შესაბამისად.



**ნახ. 2. ექსპერიმენტული აფეთქების რეგისტრაცია მონიტორინგის მოდულში. მარცხნივ - მთავარი მეცნიერი, მარჯვნივ - დოქტორანტი ირაკლი ახვლედიანი**

ახალი სასტენდო დანადგარი საშუალებას იძლევა თანამედროვე დონეზე შესრულდეს კვლევები აფეთქებისა და დეფლავაციის პროცესებზე დისპერგირებული წყლის ან სხვა ჩამხშობი აგენტის გავლენის დადგენის მიზნით და დასაბუთებულად შეირჩეს აფეთქებისგან დამცავი სისტემის საპროექტო პარამეტრები.

**2. აფეთქებისგან დამცავი სისტემის დაპროექტების მეთოდოლოგიური ამოცანები**

აფეთქების ზემოქმედებისაგან დაცვის მეთოდები ემყარება აფეთქების ადგილსა და დასაცავ ზონას შორის აფეთქების ენერჯის ჩამხშობი ბარიერის შექმნას, რომელიც უზრუნველყოფს დარტყმითი ტალღის ჭარბი წნევის შემცირებას დასაშვებ დონემდე და აფეთქებით გამოწვეული ხანძრის ჩაქრობას.

ბოლო წლებში საზღვარგარეთის სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრში შესრულდა მნიშვნელოვანი სამუშაოები დაცვის ავტომატური სისტემების შექმნის მიზნით. ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცნობილი დამცავი სისტემების ნაკლოვანებებია აფეთქების/ხანძრის იდენტიფიცირების დაბალი საიმედოობა, გააქტიურების დაბალი სიჩქარე და გაფრქვეული ჩამხშობი აგენტის არასაკმარისი რაოდენობა, რაც ხელს უშლის მათ პრაქტიკულ გამოყენებას.

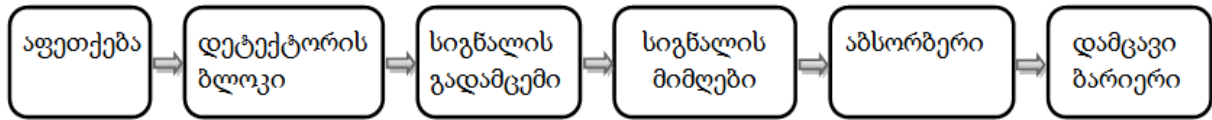
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მიერ ფლორიდის უნივერსიტეტთან ერთად შესწავლილია მიწისქვეშა ნაგებობებში ტერორისტული და შემთხვევითი აფეთქებების ზემოქმედებისაგან დამცავი მოწყობილობის დაპროექტების მეთოდოლოგიური ამოცანები [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

ახალი თაობის ავტომატური დამცავი სისტემის საპროექტო პარამეტრების დადგენას საფუძვლად დაედო წინასწარი კვლევების შედეგები და დღემდე დაგროვილი გამოცდილება ამ დარგში. კვლევები მოიცავს მაღალი ჩამხშობის უნარიანი დისპერგირებული წყლის ბარიერის მახასიათებლების განსაზღვრას, საფრთხის სწრაფი დეტექტირებისა და სისტემის მყისიერად გააქტიურების მეთოდის შერჩევას, აგრეთვე დამცავი მოწყობილობის ისეთი სტრუქტურის შემუშავებას, რომელიც მაღალ საიმედოობასთან და ეფექტიანობასთან ერთად, ხელს არ უშლის გვირაბის ან სხვა ობიექტის ნორმალურ ფუნქციონირებას. შესწავლილია გვირაბებში დარტყმითი ტალღის ჩამხშობის პროცესები სხვადასხვა ტიპის ჩამხშობი აგენტის გამოყენებისას, დისპერგირებული წყლის ნისლში თხევადი ფაზის კონცენტრაციისა და ჩამხშობი ბარიერის განლაგების გავლენა ჭარბი წნევის შემცირებაზე [18, 19, 20]. შემუშავებულია და გამოცდილია საფრთხის დეტექტირების ახალი მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს საავარიო და წინასაავარიო მდგომარეობების იდენტიფიცირებას და შესაბამისი სიგნალების გენერირებას. აფეთქების დეტექტირების უსაღებო სისტემა შედგება გადამცემი და მიმღები მოდულებისაგან. გამოცდის შედეგებით დადგენილია, რომ დროის ხანგრძლივობა აფეთქების მომენტიდან საავარიო სიგნალის გენერირებამდე შეადგენს 22 მილიწამს, სიგნალის გადაცემის მანძილი სწორ გვირაბებში - 150 მ-ს, 90 გრადუსით მოხვეულ გვირაბებში - 50 მ-ს [21, 22, 23, 24].

**3. აფეთქებისგან დამცავი ახალი ავტომატური სისტემა**

წინასწარი კვლევების შედეგების საფუძველზე შექმნილია და მიწისქვეშა პირობებში გამოცდილია ახალი ავტომატური დამცავი სისტემა [25, 26, 27, 28]. დამცავი მოწყობილობა შედგება შემდეგი ელ-

ემენტებისგან (ნახ. 3): ა) აფეთქების უკონტაქტო დეტექტორისაგან, რომელიც აფეთქების აღმოჩენასთან ერთად უზრუნველყოფს დამცავი მოწყობილობის გააქტიურებას; ბ) აბსორბერისაგან, რომელიც უზრუნველყოფს დისპერგირებული წყლის გაფრქვევას და საცავ გვირაბში დარტყმითი ტალღის შემოსვლამდე.



**ნახ. 3. დამცავი მოწყობილობის სტრუქტურის სქემა**

აფეთქების უკონტაქტო დეტექტორი შეიცავს: სენსორებისა და სიგნალების გადამცემის ბლოკს, რომელიც ჩამაგრებულია გვირაბის ჭერში ან კედელზე და სიგნალების მიმღებ ბლოკს, რომელიც განლაგებულია აბსორბერის მართვის ბლოკში. აბსორბერი შეიცავს წყლის კონტეინერს, პიროტექნიკურ ელემენტთან გაზგენერატორს, მფრქვევანებს და მართვის ბლოკს (ნახ. 4). გადამცემიდან მიღებული სასტარტო სიგნალი შემდეგ აბსორბერის მართვის ბლოკი აწვ-

დის სიგნალს გაზგენერატორის ინიციატორს. წყლიან კონტეინერში განვითარებული მაღალი წნევის ზემოქმედებით მფრქვევანებიდან მაღალი სიჩქარით გამოიფრქვევა დისპერგირებული წყალი, რომელიც ქმნის დარტყმითი ტალღის ჩამხშობ ბარიერს და საცავ გვირაბში (ნახ. 5). დამცავი მოწყობილობა მუშაობს მოლოდინის რეჟიმში და აქტიურდება აფეთქების მომენტში.



A

B

**ნახ. 4. აბსორბერის საცდელი ნიმუშები. A – პორიზონტალური გაფრქვევისათვის, B – ვერტიკალური გაფრქვევისათვის: 1 - მართვის ბლოკი, 2 - პიროტექნიკური მოწყობილობა, 3 - წყლის კონტეინერი, 4 – მფრქვევანები**

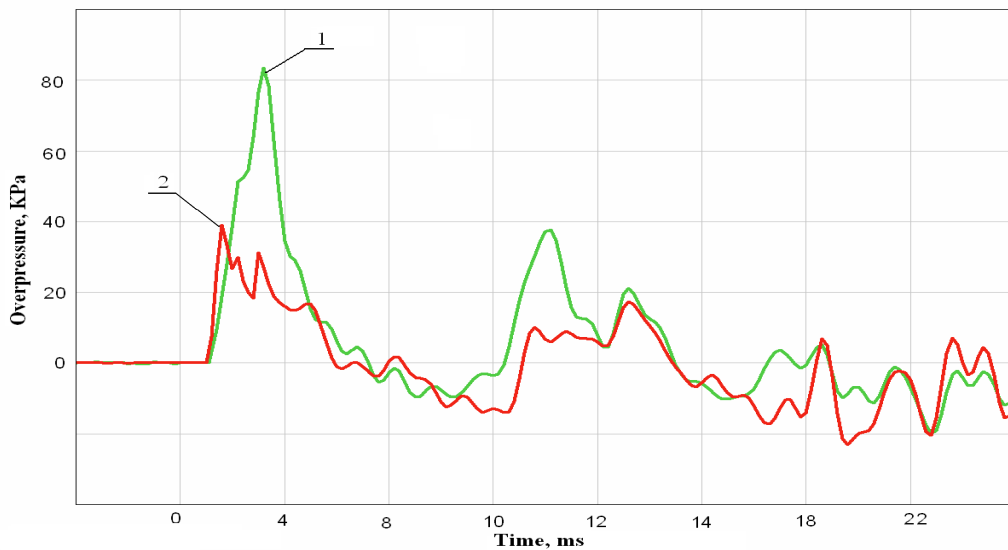
დამცავი სისტემის საცდელი ნიმუში გამოცდილია ინსტიტუტის მიწისქვეშა ექსპერიმენტული ბაზის გვირაბში. გამოცდის შედეგებით დადგენილია სისტემის სწრაფმოქმედების, საიმედოობის და ეფექტიანობის მახასიათებლები. სხვა თანაბარ პირობებში სისტემა უზრუნველყოფს დარტყმითი ტალღის ჭარბი წნევის 2.5-3-ჯერ შემცირებას (ნახ. 6). შედარებითი

ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ამ მახასიათებლებით იგი კონკურენტუნარიანია ანალოგების მიმართ.

ახალი დამცავი სისტემის გამოყენება შესაძლებელია სატრანსპორტო გვირაბებში, მეტროში, ნახშირის შახტებში, სადაც არის მეთანის აფეთქების საფრთხე, აგრეთვე შეზღუდული განივი კვეთის გრძელ ნაგებობებში.



ნახ. 5. წყლის გაფრქვევის პროცესი ჰორიზონტალური (A) და ვერტიკალური აბსორბერებიდან (B)



ნახ. 6. დარტყმითი ტალღის ჭარბი წნევა გვირაბში დამცავი სისტემის გარეშე (1) და დამცავი სისტემის გამოყენებისას (2)

ამჟამად გრძელდება სამუშაოები დამცავი სისტემის ეფექტიანობის ამაღლებისა და მიღებული შედეგების კომერციალიზაციის მიზნით.

**4. სატრანსპორტო საშუალებებზე ნაღმის აფეთქების ზემოქმედების შესწავლა და დამცავი მოწყობილობის შემუშავება.**

შემუშავებულია სატრანსპორტო საშუალებებზე ნაღმის (ან იმპროვიზებული ასაფეთქებელი მოწყობილობის) აფეთქების ზემოქმედების პროცესების

ფიზიკური მოდელირების მეთოდით. მსგავსობის პირობებისა და განზომილების თეორიის დებულებების საფუძველზე დადგენილია ნატურისა და მოდელის მსგავსობის კრიტერიუმები, რომლებიც წარმოადგენს განმსაზღვრელი პარამეტრების უგანზომილებო კომბინაციებს [24]. შესწავლილია მანქანის ქვეშ ნაღმის აფეთქებისას აღძრული დინამიკური დატვირთები, შეფასებულია მგზავრის მოსალოდნელი ტრავმის დონე. შემუშავებულია მგზავრების დამცავი ავტომატური მოწყობილობის საპროექტო პარამეტრები.

**ლიტერატურა**

1. პროექტი SPS 984595 „მიწისქვეშა ნაგებობების დაცვა საწვავის ღრუბლის აფეთქებისაგან“. ნატოს პროგრამა “მეცნიერება მშვიდობისა და უს-

აფრთხოებისათვის”, 2014-2017.  
 2. პროექტი G-2209 „აფეთქებისგან დამცავი ავტომატური სისტემა“. საერთაშორისო სამეცნიერო-

ტექნიკური ცენტრი (ISTC), 2016-2019.

3. პროექტი D-3-02 "გვირაბებში შემთხვევითი და ტერორისტული აფეთქებისა და/ან ხანძრის დეტექტირების ინტეგრირებული უსადენო სისტემის შემუშავება". შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი, 2013-2015.

4. პროექტი №391. ქვანახშირის მასტებში მეთანის აფეთქებისას ხალხის დამცავი ავტომატური სისტემა". შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი, 2009-2012.

5. პროექტი SF 980981 "მიწისქვეშა ნაგებობებში ხალხისა და მოწყობილობის ტერორისტული აფეთქებისაგან დაცვის სისტემის შემუშავება", ნატოს პროგრამა "მეცნიერება მშვიდობისა და უსაფრთხოებისათვის", 2005-2010.

6. პროექტი G2-2483-TB-02. „ხალხის დაცვა ტერორისტული აფეთქებისაგან მიწისქვეშა ნაგებობებში“. აშშ-ს სამოქალაქო კვლევებისა და განვითარების ფონდი (CRDF), 2002-2003.

7. Georgian and US scientists are developing a system to limit the damage caused by explosions in confined spaces, 2016. [www.youtube.com/watch?v=8s0DNs28fQ](http://www.youtube.com/watch?v=8s0DNs28fQ)

8. Henry T. Former Weapons Experts Fight Terrorism. National Journal, Washington, v.37, no.9, Feb 26, (ISSN: 0360-4217), 2005. pp. 616-617. [www.nti.org/gsn/article/former-weapons-experts-fight-terrorism](http://www.nti.org/gsn/article/former-weapons-experts-fight-terrorism)

9. Water Mist Generator for Shock Wave Attenuation. Engineering Maintenance Solutions. April 2012, p.17.

10. Mataradze E., Chikhradze N., Akhvlediani I., Bochorishvili N., Krauthammer T. New Design of Shock Tube for the Study of Vapor Cloud Explosion. Proceedings of the World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium, WMESS 2016, Prague (Czech Republic). 5-9 September, 2016.

11. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhradze N., Chagelishvili E., Jokhadze P. Problems of Protecting People in Underground Structures from Terrorist Explosions. Complexity and Security. Volume 37, NATO Science for Peace and Security, Series - E: Human and Societal Dynamics, IOS Press, 2008. pp. 265-275.

12. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhladze N., Chagelishvili E., Kalichava I. Choice of Design Parameters of an Underground Shock Wave Absorber. Proc. 13<sup>th</sup> International Symposium on the Interaction of the Effects of Munitions with Structures (ISIEMS 13), Bruehl, Germany, 11-15 May, 2009.

13. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhladze N.,

Chagelishvili E. Issues of Localization of Effects of Accidental and Terrorist Explosions in Underground Structures.. Proceedings of the International Symposium of Interaction of the Effects of Munitions with Structures, ISIEMS 12.1, 18-21 September, Orlando, USA, 2007. pp 76-77.

14. Lomidze I., Chikhradze N., Mataradze E., Krauthammer T. A Shock Wave Absorber: The Device and Mathematical Model. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Multidisciplinary Scientific Geoconference, Prague, June 20-26, 2010. pp. 349-356.

15. Mataradze E., Chikhradze N., I. Lomidze, T. Krauthammer. Numerical Simulation and the Results of Testing of a Shock Wave Absorber for Protection of Tunnels from Internal Explosions. Proceedings of the Structures Congress, Las Vegas, USA, 2011.

16. Chikhradze N., Mataradze E., Chikhradze M., Krauthammer. Protection concept and design system for mitigating effect terrorist and accidental explosions in underground structures. Proceedings of the 17<sup>th</sup> International Symposium on the Interaction of the Effects of Munitions with Structures (ISIEMS). Bad Neuenahr, Germany. October 16 – 20. 2017.

17. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhradze N., Chagelishvili E. Designing of water Mist Generator for Attenuation of shock Wave in Tunnels. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Design and Analysis of Protective Structures, DAPS2012, South Korea, 2012.

18. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhradze N., Chagelishvili E., I. Kalichava. Experimental Study of the Reduction of Blast Overpressure by Different Damping Agents. Proceedings of the 20<sup>th</sup> International Symposium on Military Aspects of Blast and Shock. September 1-5, Oslo, Norway, 2008.

19. Mataradze E., Krauthammer T., Chikhradze N., Chagelishvili E. Influence of liqued phase concentration on shock wave attenuation in mist. Proceedings of the 21<sup>st</sup> International Symposium on Military Aspects of Blast and Shock (MABS21), Jerusalem, Israel, October 3-8, 2010.

20. Mataradze E., Chikhradze N., Akhvlediani I., Bochorishvili N., Tatishvili D. Experimental study of the effect of water mist location on blast overpressure attenuation. Proceedings of the World Multidisciplinary Earth Sciences Symposium - WMESS 2017. 11-15 September, Prague, 2017.

21. Chikhradze M., Mataradze E., Tavlashvili K., Bochorishvili N., Marjanishvili Sh. Development of De-

vice for Identification Explosions and Fires. Proceedings of the Signal Processing Symposium SPS-2015, Debe, Poland, 10-12 June, 2015. pp. 293-296.

22. Chikhradze M., Bochorishvili N., Akhvlediani I., Kalichava I., Mataradze E. Wireless system for explosion detection in underground structures. Photonics Applications in Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments. Vol. 7502, 2009.

23. Chikhradze M., Bochorishvili N., Akhvlediani

I., Mataradze E. Wireless device for activation of an underground shock wave absorber. Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments, Vol. 8008, 2011.

24. Chikhradze N., Mataradze E. Physical Modeling and Analysis of Shock Wave Impact onto Armored Vehicles. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on Protective Structures. Beijing, China, 18-21 October, 2016. pp. 188-194.

**MATARADZE E., CHIKHRADZE M.,  
BOCHORISHVILI N., AKHVLEDIANI  
I., TAVLALASHVILI K., TATISHVILI D.,  
MALVENISHVILI Z.**

**PERFECTION OF METHODS FOR  
PROTECTING FROM ACCIDENTAL AND  
TERRORIST EXPLOSIONS**

**ANNOTATION:** Over the last decade the G. Tsulukidze Mining Institute has been carrying out studies aiming at developing protective systems against accidental and terrorist explosions. At different times, these studies have been supported by the NATO Science for Peace and Security (SPS) Programme, U.S. Civilian Research and Development Foundation (CRDF), the International Science and Technology Centre (ISTC) and the Shota Rustaveli National Science Foundation. Despite the presence of an array of tools of prevention and strict security standards, accidental and terrorist explosions are associated with large human and material losses each year. Methane explosion in coal mines, and dust and fuel cloud explosion at different industrial sites have led to disastrous consequences. At present, development of protective systems is one of the top research priorities. Preliminary studies are needed to create quick-acting, reliable and effective protection systems. Blast mitiga-

tion systems make use of an energy suppression barrier, which is activated between the place of explosion and the area to be protected, to ensure the reduction of excess pressure generated by a shock wave and the attenuation of fire caused by explosion. Design parameters for a protective system of a new generation were selected, based on the findings of the preliminary research carried out at the Mining Institute. The proposed protective design contains the following elements: a) a wireless blast detector, which instantaneously activates the protective device; b) an absorber, which ensures the discharge of dispersed water in a tunnel before the arrival of a shock wave. The proposed system prototype has been tested in the underground experimental facility of the Mining Institute. Test results were used for determining the quick-action response capacity, reliability and effectiveness of the design. The system activates in 22 ms from the moment of blast and ensures the reduction of excess pressure generated by a shock wave by 2.5-3 times. The comparison of the properties of the proposed system and available designs has shown that the proposed system is competitive and can be used in coal mines, road tunnels and other facilities exposed to the threat of explosion.

**KEY WORDS:** explosion; shock wave; underground structure; protection system.

**МАТАРАДЗЕ Э.Д., ЧИХРАДЗЕ М.Н.,  
БОЧОРИШВИЛИ Н.Р., АХВЛЕДИАНИ И.Т.,  
ТАВЛАЛАШВИЛИ К., ТАТИШВИЛИ Д.,  
МАЛВЕНИШВИЛИ З.**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ  
ЗАЩИТЫ ОТ СЛУЧАЙНЫХ И  
ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ ВЗРЫВОВ**

**АННОТАЦИЯ:** В течение последнего десятилетия в Горном институте им. Г. Цулукидзе про-

водились исследования с целью разработки надежных и эффективных систем защиты от аварийных и террористических взрывов. В разное время эти исследования поддерживались Программой НАТО «Наука ради мира и безопасности» (SPS), Фондом гражданских исследований и развития США (CRDF), Международным центром науки и технологий (ISTC) и Национальным научным фондом Шота Руставели. Проектные параметры защитной системы нового поколения были выбраны на основе ре-



зультатов предварительных исследований. Предлагаемая защитная конструкция содержит следующие элементы: а) беспроводной детектор взрыва, мгновенно активирующий защитное устройство, б) поглотитель энергии ударной волны, обеспечивающий создание защитного барьера до вступления ударной волны в защищаемой зоне. Прототип предлагаемой системы прошел испытания в подземном экспериментальном комплексе Горного института. Результаты испытаний были использованы для определения быстродействия, надежности и эффективности

конструкции. Система срабатывает через 22 мс с момента взрыва и обеспечивает снижение избыточного давления в 2,5-3 раза. Сравнение показало, что предлагаемая система конкурентоспособна и может быть использована в угольных шахтах, транспортных тоннелях и других объектах, подверженных угрозе взрыва.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** взрыв; ударная волна; подземное сооружение; защитная система.

შპს 621. 789

**ფიზიკა-მათემატიკის მეცნ. დოქტორი ე. ჩაბელიშვილი, აკად. დოქტორი ბ. გომიზაძე, ტექნ. მეცნ. დოქტორი თ. ნამიჩიშვილი, ა. ღვამუაძე, ტექნ. მეცნ. დოქტორი ა. თუთხარიძე, მ.თუთხარიძე**

**სსპადასსპა სისალის მქონე ფოლადის ფურცლების აფეთქებით შეღებვა**

**ანოტაცია.** სტატიაში განხილულია აფეთქებით შეღებვის მეთოდით შეღებვა მთლიან შემხებ ზედაპირზე ორი სხვადასხვაგვაროვანი ლითონის ფირფიტისა, ზომებისა და კონფიგურაციისგან დამოუკიდებლად; მიღებულია მრავალფენოვანი ნიმუშები, როგორც ბრტყელი, ასევე ცილინდრული ფორმით, რომლებიც ხასიათდებიან შეღებვის ზონის მაღალი სიმტკიცით. მოცემულია გარდამავალი ფენის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები; ჩატარებულია ექსპერიმენტული სამუშაოები აფეთქებით სალი და რბილი ლითონის ფირფიტების შეღებვაზე; გამოცდილია 20 წყვილი ნიმუშების; ექსპერიმენტულად შესწავლილია აფეთქებით შეღებვის კინემატიკური და ტექნოლოგიური პარამეტრები; შესწავლილია აფეთქებადღე და აფეთქების შემდეგ ფოლადი 3 და ლევირებული ფოლადის სტრუქტურები.

**საკვანძო სიტყვები:** აფეთქება; შეღებვა; სისალე; მიკროსტრუქტურა; შეღებვის არე; ბიმეტალი.

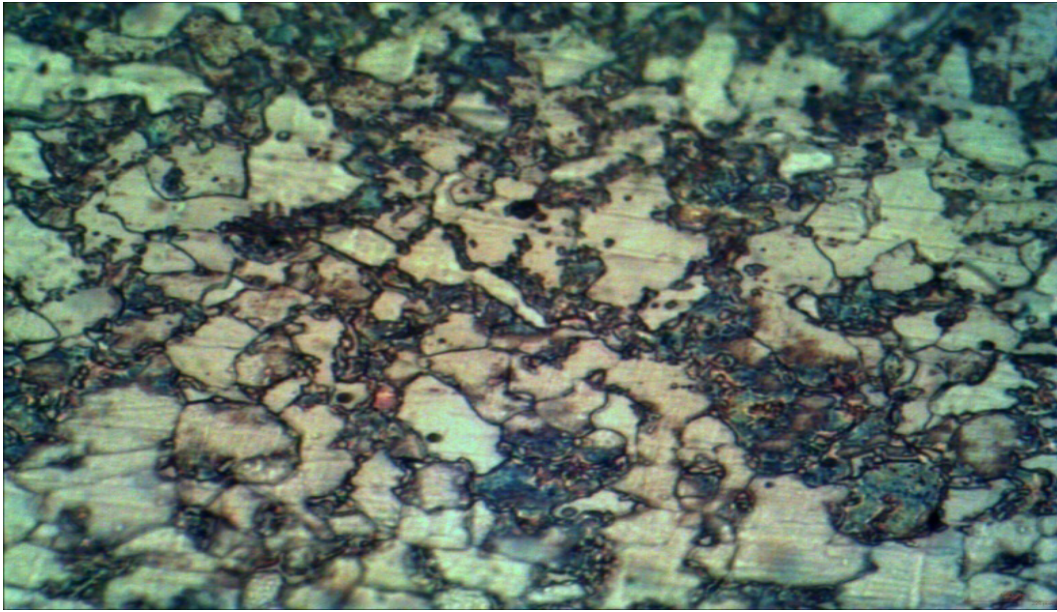
ცნობილია, რომ აფეთქებით შეღებვის მეთოდი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ორი სხვადასხვაგვაროვანი ლითონის ფირფიტის შეღებვა მთლიან შემხებ ზედაპირზე, მათი ზომებისა და კონფიგურაციისგან დამოუკიდებლად. სხვადასხვაგვაროვანი ლითონებისა და შენადნობების შეღებვისათვის სხვა ალტერნატივა არ არსებობს. აღნიშნული მეთოდით მიღებულია მრავალფენოვანი ნიმუშები, როგორც ბრტყელი, ასევე ცილინდრული ფორმით. ამ მეთოდით მიღებული კომპოზიციური მასალები ხასიათდებიან

შეღებვის ზონის მაღალი სიმტკიცით. შესამჩნევადაა გაუმჯობესებული გარდამავალი ფენის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. სხვადასხვა სამეცნიერო კვლევაში [1, 2, 4, 5, 6] შემოთავაზებულია მოსაზრება, რომ აფეთქებით შეღებვის დროს ლითონის ფირფიტების შეჯახების წერტილში წარმოიქმნება ნაწილაკების მოძრაე ნაკადი, რომლის მეშვეობითაც ხდება ლითონის ფირფიტების ზედაპირული თვითგაწმენდა შეღებვის პროცესის წინ. ეს ყველაფერი გათვლილია იმ პირობებისათვის, როდესაც შესაღებელი ფირფიტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ამ შემთხვევაში უნდა ვივარაუდოთ, რომ ლითონის ფირფიტების ორივე ზედაპირიდან ერთიანად წარმოიქმნება ნაწილაკების მოძრაე ნაკადი და მოხდება შესაღებელი ზედაპირის გაწმენდა. ჩვენს მიერ ჩატარებულ კვლევებში კი შესაღებელი ლითონის ორი ფირფიტის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები ძირეულად განსხვავდება ერთმანეთისაგან.

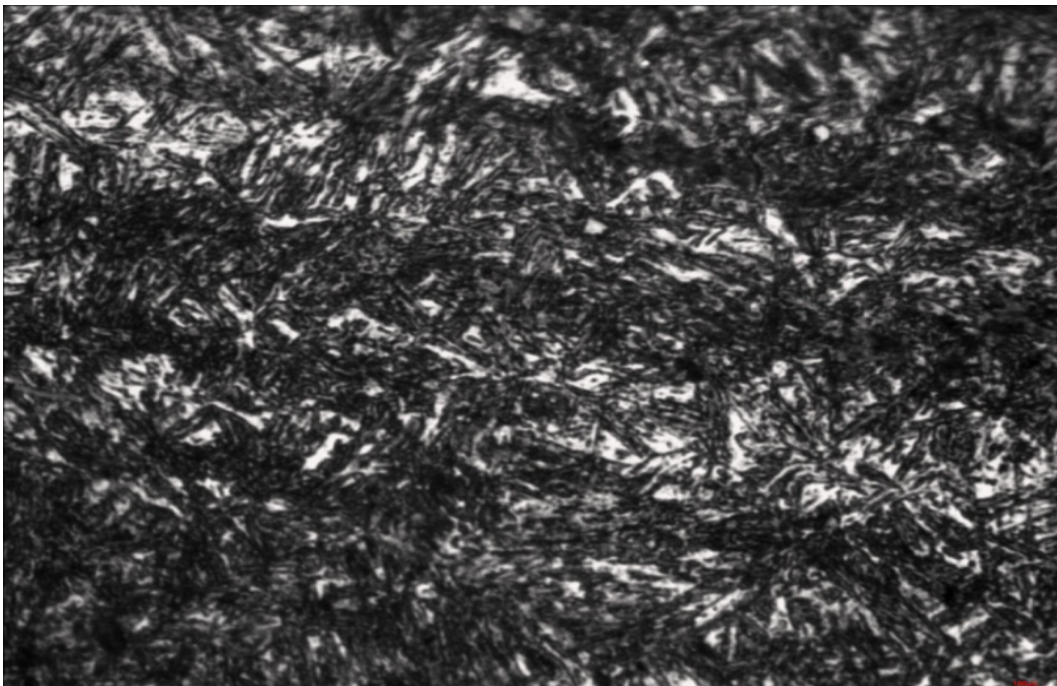
აფეთქებით შეღებვის დროს ფეთქებად ნივთიერებად გამოყენებულ იქნა ამონიტი 6 ЖВ და მისი ნარევები ამონიუმის გვარჯილასთან. ამ მასალების მახასიათებლები აღებულია ლიტერატურიდან [3]. შესაღებელი მასალების სიმკვრივე დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან და იგი იცვლება 7,8 7,9 გ/სმ<sup>3</sup> ფარგლებში. შესაღებელი ფირფიტების სისალე კი კარდინალურად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. სისალის მნიშვნელობა 20-დან 54 ღჩ-მდე მერყეობს. ექსპერიმენტალური სამუშაოები

ჩატარებული იქნა ფ. თავაძის მეტალურგისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტის მიერ ჩამოსხმულ და შემდგომ გაგლინულ ნიმუშებზე. ჩატარებულ ექსპერიმენტულ სამუშაოში აფეთქებით სალი და რბილი ლითონის ფირფიტების შედუღებაზე გამოცდილი იქნა 20 წყვილი ფირფიტებისა. ამ ნიმუშებში თითოეული

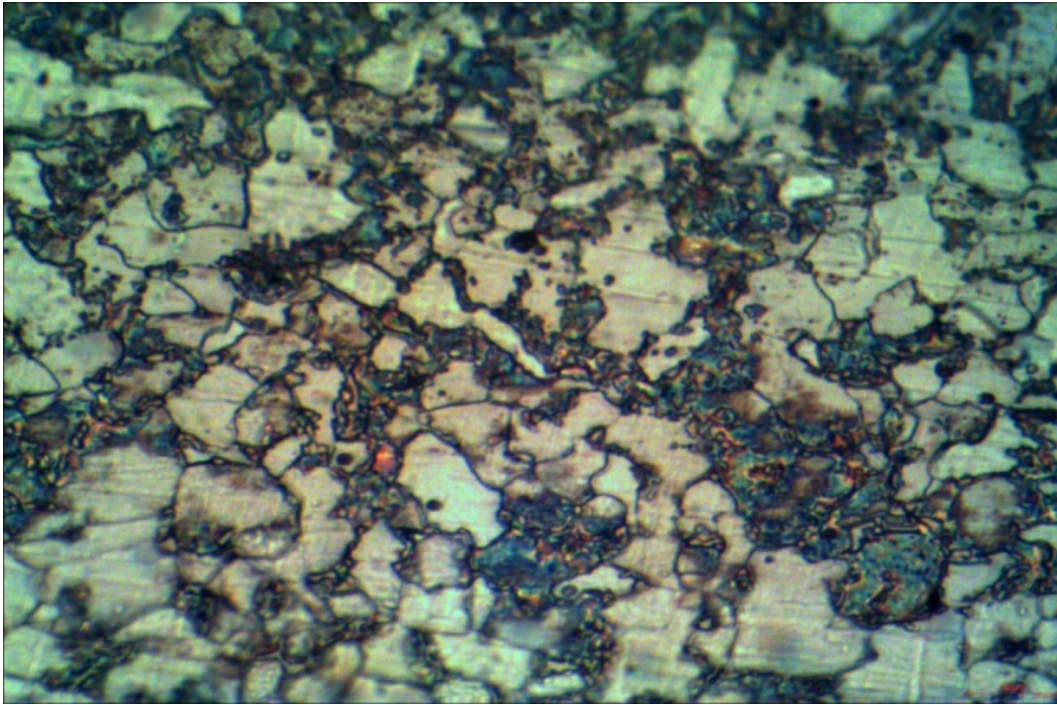
ფირფიტა თავისი ქიმიური შედგენლობით და მექანიკური მახასიათებლებით განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. ფირფიტების სისაღე იცვლება 20-დან 60 ერთეულამდე. ექსპერიმენტულად შესწავლილია აფეთქებით შედუღების კინემატიკური და ტექნოლოგიური პარამეტრები.



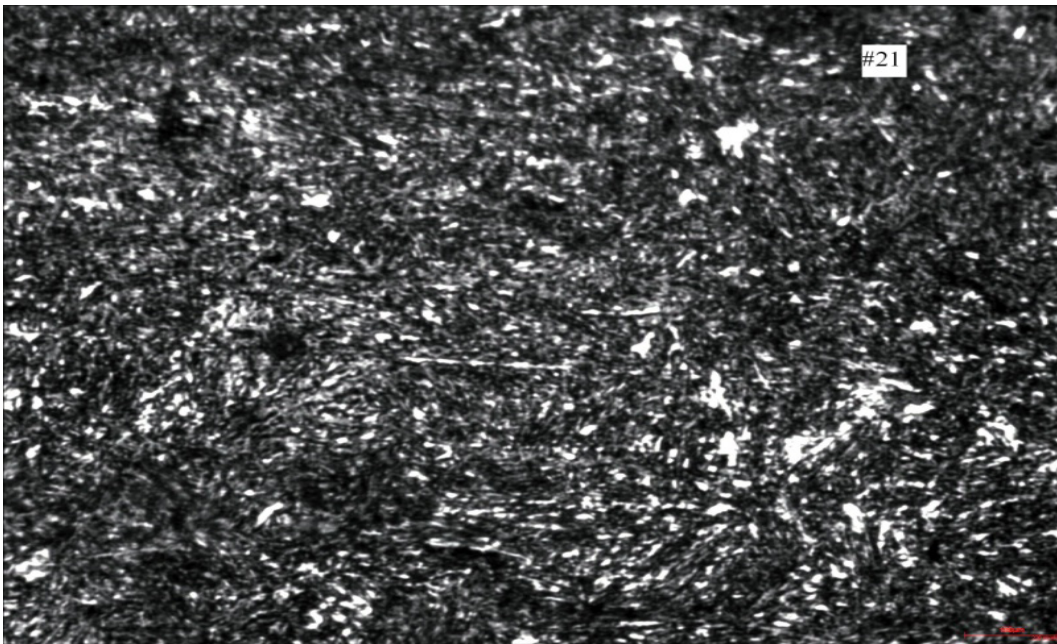
სურ. 1. ფოლადი 3-ის სტრუქტურა აფეთქებამდე



სურ. 2. ფოლადი 3-ის სტრუქტურა აფეთქების შემდეგ



სურ. 3. ლეგირებული ფოლადის სტრუქტურა აფეთქებამდე



სურ. 4. ლეგირებული ფოლადის სტრუქტურა აფეთქების შემდეგ

შესწავლილი იქნა აფეთქებამდე და აფეთქების შემდეგ ფოლადი 3-ის და ლეგირებული ფოლადის სტრუქტურები. სურათებზე 1, 2, 3, 4 ნათლად ჩანს აფეთქების შემდეგ ლეგირებული ფოლადის დამახინჯებული სტრუქტურა.

აფეთქებით შედუღებისას გარდამავალი ზონის (ნაკერის) ჩამოყალიბებისათვის, დიდი მნიშვნელობა

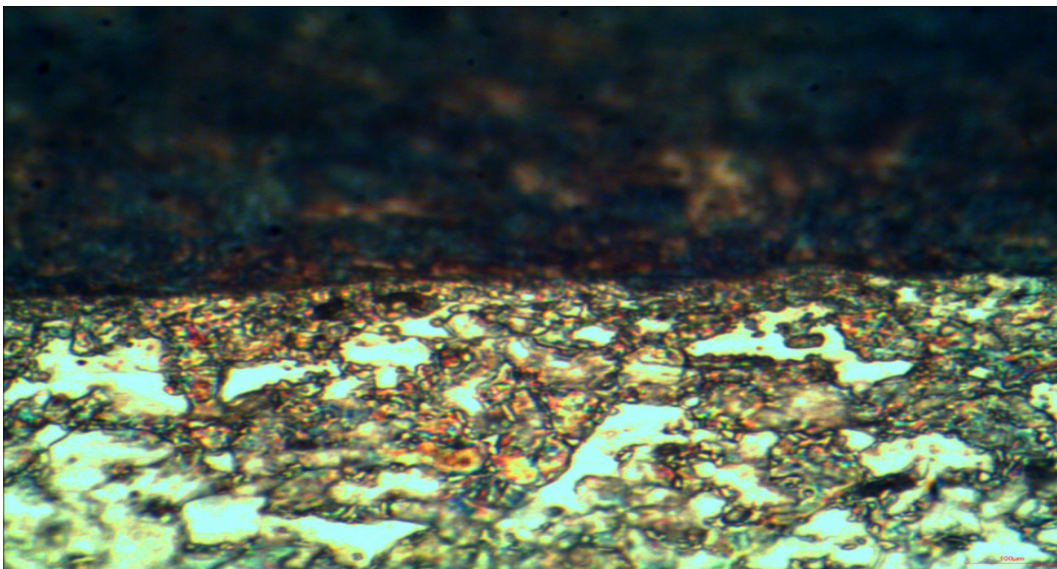
ენიჭება საწყის კუთხეს. საწყის კუთხეზეა დამოკიდებული წარმოქმნილი ტალღოვანი ბუნების მქონე ნაკერის ამპლიტუდა. როგორც ცნობილია ლიტერატურიდან, შედუღებისას წარმოქმნილი გარდამავალი ზოლი 70 %-ით ზრდის გამოყენებული ჯავშან ფოლადების სიმტკიცეს გაზრეტაზე. ამ სიმტკიცის გაზრდა შეიძლება მიღებული ბიმეტალის გავლინვით.

ამიტომ, ჩვენს ექსპერიმენტებში შესწავლილ იქნა ამ ზოლის წარმოქმნის მიზეზები. ქვემოთ მოყვანილია გარდამავალი ზონის წარმოქმნის გამომწვევი მიზეზე-

ბის მეტალოგრაფიული ანალიზი სხვადასხვა დახრის კუთხით (იხ.სურ. 5, 6).



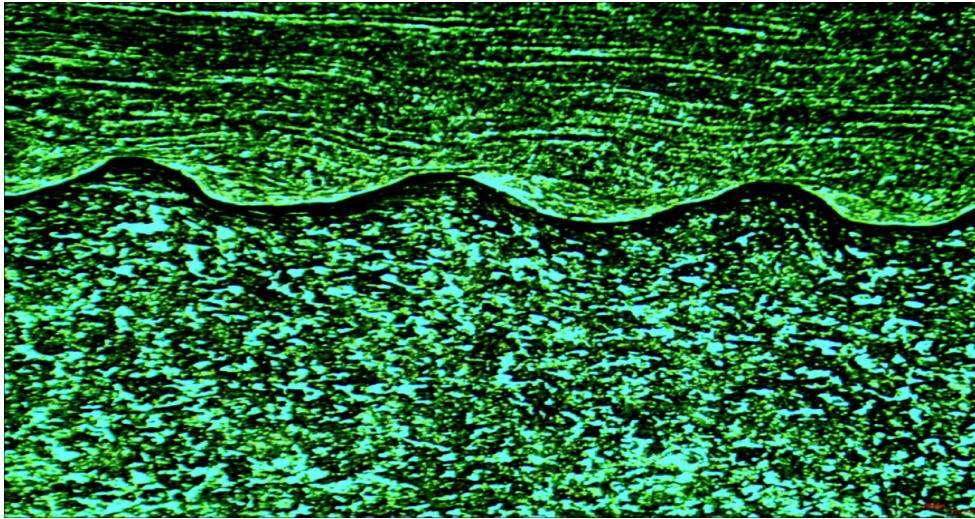
სურ. 5. ლეგირებული ფოლადის და ფოლადი 3-ის შედუღების არე.  $\dot{\gamma}=50^{\circ}$



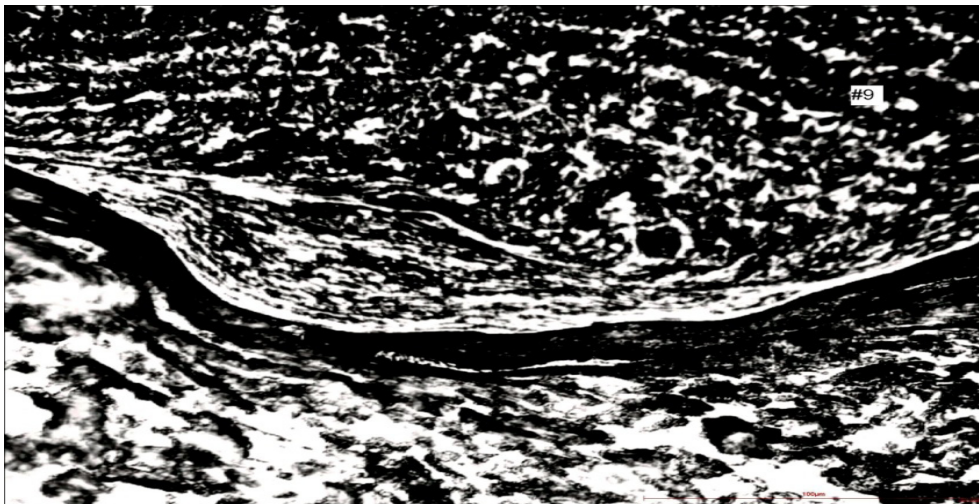
სურ. 6. ალუმინის და ლეგირებული ფოლადის შედუღების არე.  $\dot{\gamma}=70^{\circ}$

ქვემოთ მოყვანილი სტრუქტურები (იხ. სურ. 7, 8) შედუღების ზონაში ძირეულად განსხვავდება ზემოთ მოყვანილისაგან. გაზრდილია საწყისი კუთხე,

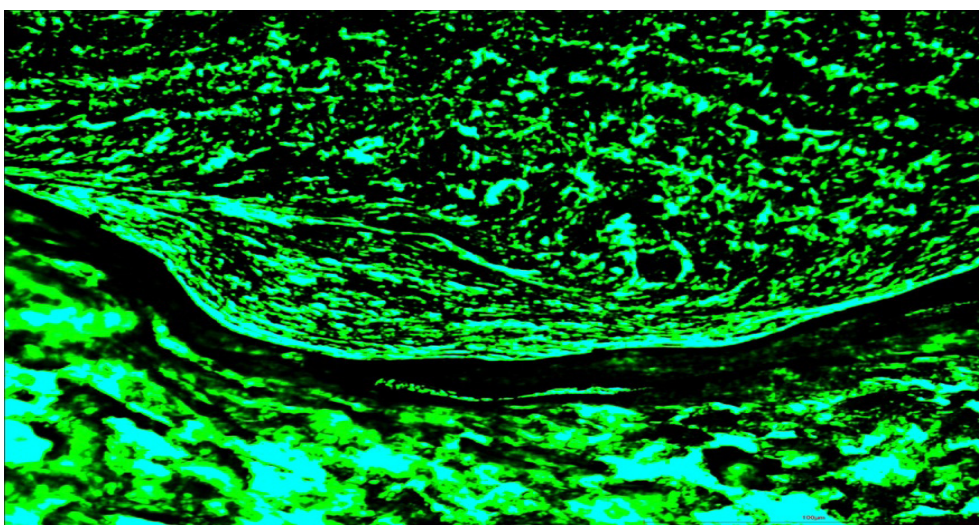
რამაც გამოიწვია წარმოქმნილი ტალღის ამპლიტუდის ზრდა.



სურ. 7. ალუმინი - ფოლადის შეღუღების შედეგი.  $\dot{\gamma}=150^{\circ}$



სურ. 8. ფოლადი 3-ის და ფოლადი 9-ის შეღუღების ზონა.  $\dot{\gamma}=15^{\circ}$ . x150



სურ. 9. მიკროსტრუქტურა შეღუღების ზონაში

**დასკვნა:**

ჩატარებულ ექსპერიმენტულ სამუშაოში აფეთქებით სალი და რბილი ლითონის ფირფიტების შედუღებაზე გამოცდილ იქნა 20 წვეილი ფირფიტებისა. ამ წვეილებში თითოეული ფირფიტა ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდა თავისი ქიმიური შედგენლობით და მექანიკური მახასიათებლებით. მაგ., სისალე იცვლებოდა 20-დან 60 ერთეულამდე.

მიღებული 13 წვეილისათვის გამოკვლეული და შერჩეულია აფეთქებით შედუღების ქვედა ზღვარი, ხოლო 7 წვეილისათვის ვერ იქნა მოძიებული აფეთქებით შედუღების ქვედა ზღვარი, იმ მიზეზით, რომ აფეთქებით შედუღებისათვის მოწოდებული ფირფიტები არ შეესაბამებოდა სტანდარტებს. 7 წვეილიდან 3

წვეილი დაიმსხვრა აფეთქებით შედუღების პროცესში, მათი მაღალი სისალისა და სიმყიფის გამო. 4 წვეილისათვის ვერ იქნა მოძიებული აფეთქებით შედუღების ქვედა ზღვარი, რადგან მათი გეომეტრიული ზომები და ფორმა არ შეესაბამებოდა სტანდარტულ ფორმებს.

ხვდასხვა მაღალი სისალის მქონე ფილები შედუღებულია გაცილებით რბილ მასალებთან. ექსპერიმენტულად შესწავლილია აფეთქებით შედუღების კინემატიკური და ტექნოლოგიური პარამეტრები. ექსპერიმენტები გრძელდება სხვა მასალებზეც. შესაძლებელი ფირფიტების დამზადების ხარისხი კიდევ მოითხოვს დამატებით მუშაობას და დახვეწას.

**ლიტერატურა**

1. Carl L.R. Brass welds made by detonation impulse. Metall Progress -1944,v. 46, N1-P101-103.
2. Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Наука, Новосибирск, 1980, 222 с.
3. Дерибас А.А., Захаренко И.Д. Физика горения и взрыва. 10, N3, Новосибирск, 1974. с. 409-421.

4. Wittman R. H. Обработка материалов взрывом. Т.2. Марьянские Лазни, 1973.
5. Babul W., Biul. WAT. im J. Dabrowskiego, 1970, c.19, 5-143.
6. Gowan G., Holzman A. Appl J. Phys. 1963.34.4.

**ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ГОДИБАДЗЕ Б.А.,  
НАМИЧЕИШВИЛИ Т. Т., ДГЕБУАДЗЕ А. А.,  
ТУТБЕРИДZE А., ТУТБЕРИДZE М. Л.**

**СВАРКА ВЗРЫВОМ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ  
РАЗНОЙ ТВЕРДОСТИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматривается сварка взрывом двух различных металлических пластин по всей поверхности касания, независимо от размера и конфигурации; получены многослойные образцы плоской и цилиндрической формы, характеризующиеся высокой прочностью зоны сварки. Приведены физико-механические свойства переходного слоя; проведены экспериментальные работы по сварке взрывом пластин из твердого и мягкого металла; испытано 20 пар образцов; экспериментально исследованы кинематические и технологические параметры сварки взрывом; изучены структуры из стали 3 и легированной стали до и после взрыва.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** взрыв; сварка; твердость; микроструктура; зона сварки; биметалл.

**CHAGELISHVILI E., GODIBADZE B.,  
NAMICHEISHVILI T., DGEBUADZE  
A., TUTBERIDZE A., TUTBERIDZE M.**

**EXPLOSION WELDING OF STEEL SHEETS OF  
DIFFERENT HARDNESS**

**ANNOTATION.** The article deals with explosion welding of two different metal plates over the entire contact surface, regardless of size and configuration; multi-layer samples of flat and cylindrical shape, characterized by high strength of the welding zone, were obtained. The physical and mechanical properties of the transition layer are given; experimental works on explosion welding of hard and soft metal plates were carried out; 20 pairs of samples tested; kinematic and technological parameters of explosion welding were experimentally investigated; the structures of steel 3 and alloy steel were studied before and after the explosion.

**KEY WORDS:** explosion; welding; hardness; microstructure; welding zone; bimetal.

აკად. დოქტორი მ. ნადირაშვილი, დოქტორანტი თ. იაშვილი, გ. თხელიძე,  
გ. გვინაშვილი, ნ. აბუსაძე

სიასლმე პიკრინმჟავას სინთეზის მეთოდოლოგია

**ანოტაცია.** ნაშრომი შეეხება პიკრინმჟავას სინთეზის ერთ-ერთ ცნობილ მეთოდოლოგიაში ჩვენს მიერ შეტანილ ცვლილებებს, რის შედეგადაც, ამ ფეთქებადი ნივთიერების პრაქტიკული გამოსავალი საგრძობლად გაიზარდა. ზოგადად, ფეთქებადი ნივთიერებებს ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭებათ. ეს ეხება არა მხოლოდ საომარ ვითარებას, არამედ მშვიდობიანი აღმშენებლობის პერიოდსაც. პიკრინმჟავა ერთ-ერთი ცნობილი და საკმაოდ ძლიერი ფეთქებადი ნივთიერებაა. ზოგადად, ჩვენი სამუშაოს ძირითადი მიზანი პიკრინმჟავას გარდაქმნით მისი ქიმიური ანალოგების სინთეზი და მათი ფეთქებადი უნარის შესწავლაა. ასეთი გარდაქმნების განსახორციელებლად გვჭირდება თვითონ პიკრინმჟავას

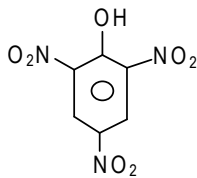
სინთეზი და დავროვება. ამდენად, ჩვენ მოვიხილა პიკრინმჟავას მრავალგზისი სინთეზი ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდის გამოყენებით. სამუშაო პროცესში, სარეაქციო პირობების სათანადო ცვლილებების შედეგად, ჩვენ მივაღწიეთ პიკრინმჟავას პრაქტიკული გამოსავლის მნიშვნელოვან გაზრდას. სტატიაში, რომელიც ნაწილობრივ მიმოხილვითი ხასიათისაა, განხილულია აგრეთვე მოკლე ისტორიული ცნობები პიკრინმჟავას შესახებ, მისი მყავური თვისების უარყოფითი მხარე, ნიტრირების პროცესის მექანიზმი და ა.შ.

**საკვანძო სიტყვები:** ფეთქებადი ნივთიერებები; პიკრინმჟავა; სინთეზი; ნიტრირება; მეთოდოლოგია.

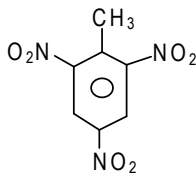
შესავალი

ბუნებაში, ფეთქებადი ნივთიერებების (ფნ) მხოლოდ თითზე ჩამოსათვლელი რაოდენობა მოიპოვება. შესაბამისად, მათი აბსოლუტური უმრავლესობა, ქიმიური სინთეზის გზით იწარმოება. სინთეზურადაა მიღებული ისეთი ცნობილი ფნ-ები, როგორებიცაა -

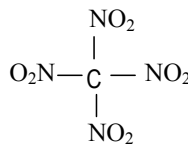
პიკრინმჟავა, ტროტილი, ტეტრანიტრომეთანი, ნიტროგლიცერინი, ოქტოგენი და სხვა მრავალი. რაც შეეხება XX საუკუნის ბოლოს აშშ-ში სინთეზირებულ ოქტანიტროკუბანსა და C -20 მათი ფეთქებადი მახასიათებლები მაქსიმალურია [1, 2]:



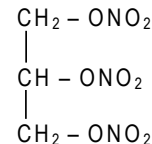
პიკრინმჟავა



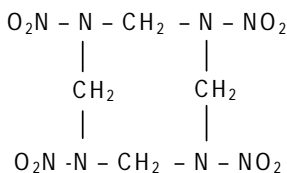
ტროტილი



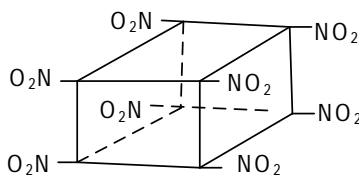
ტეტრანიტრომეთანი



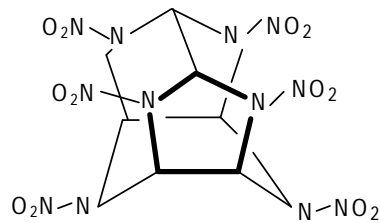
ნიტროგლიცერინი



ოქტოგენი



ოქტანიტროკუბანი



ჰექსანიტროჰექსაზაი-ზოვიურციტანი CL-20

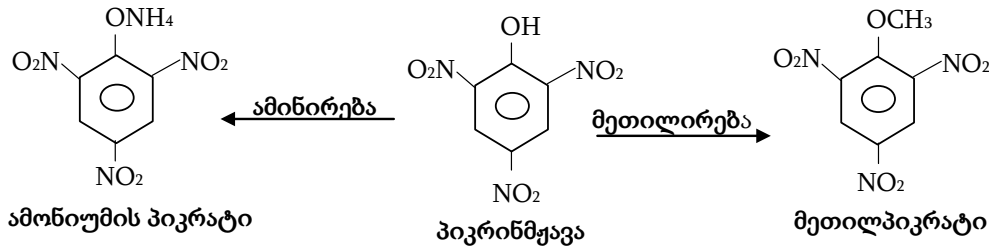
დღეისათვის მრავალი ათასი ფნ-ა ცნობილი, რომელთა მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმატებით

გამოიყენება პრაქტიკაში. ცხადია, ეს არ გამორიცხავს ახალი ფნ-ების სინთეზის საჭიროებას, მათი ისეთი

მასსიათებლების ოპტიმიზაციისათვის, როგორცა - თვითღებულება, სიძლიერე, უსაფრთხოება დამზადების, შენახვის, ტრანსპორტირების დროს და ა.შ.

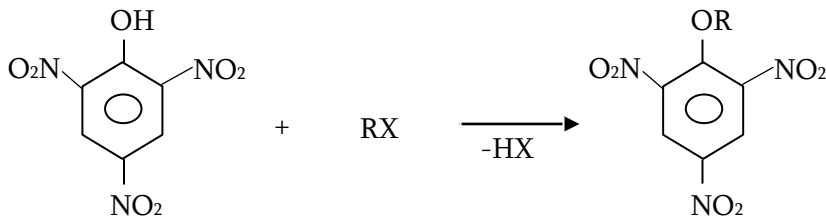
ახალი ფნ-ების სინთეზის რამდენიმე ძირითადი მეთოდი არსებობს. მსოფლიო გამოცდილება, ამ მეთოდებს შორის, ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვნად, მიიჩნევა ცნობილი ფნ-ების **მოლეკულური სტრუქტურის**

**ცვლილებას**, რის შედეგადაც, ხშირად, **იმავე თვისებების მქონე** მათი სტრუქტურული ანალოგები მიიღება. ამ გზით, მაგალითად, ფენოლის ნიტრირებით მიღებული პიკრინის მჟავას მარტივი ქიმიური გარდაქმნებით შესაძლებელია დავასინთეზოთ არანაკლები სიძლიერის მქონე ფნ-ები - ამონიუმის პიკრატი და მეთილ-პიკრატი:



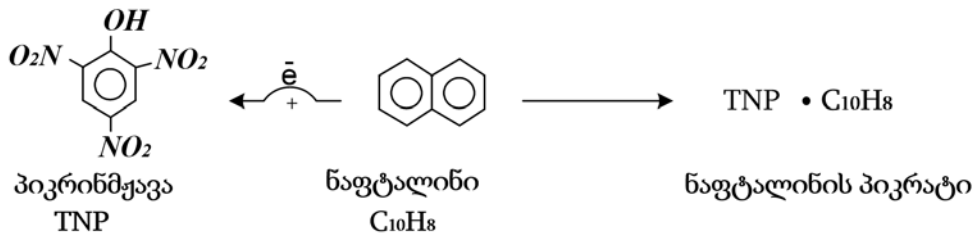
პიკრინმჟავას გამოყენებით, ამ ეტაპზე, ჩვენ ექსპერიმენტებს ორი მიმართულებით ვატარებთ:

1. გარდაქმნები ფენოლური პიდროქსილის ხარჯზე:



2. ე.წ. „მოლეკულური ნაერთების” (იგივე „ნაერთები მუხტის გადატანით” - „Charge Transfer

Compounds”) სინთეზი [3, 4]:



**მოკლე ისტორიული ცნობები:** პიკრინის მჟავა, ანუ პიკრინმჟავა, IUPAC - ის ნომენკლატურით - 2, 4, 6 - ტრინიტროფენოლი (TNP), ერთ-ერთი უძლიერესი ფნ-ა. იგი პირველად, მიღებული იყო 1771 წელს გერმანელი პეტერ ვულფის მიერ, ბუნებრივი საღებავის - ინდიგოს ნიტრირებით. დასახელება მომდინარეობს ჟან-ბატისტ ლიუმასაგან (1841 წ.) და უკავშირდება მის მწარე გემოს: იკროს - ბერძნულად ნიშნავს მწარეს. შემდგომ გამოკვლევებში ტრინიტროფენოლი მიიღეს აზოტმჟავას მოქმედებისას სხვადასხვა ორგანულ ნივთიერებებზე - აბრეშუმზე, ბუნებრივ ფისებზე და ა.შ. 1841 წელს ლორანმა დაადგინა, რომ

ეს ნივთიერება ფენოლის ტრინიტრონაწარმია. მანვე მოახდინა მისი სინთეზი ფენოლისაგან.

ფეთქებადი თვისების გარდა, პიკრინმჟავას აქვს ანტისეპტიკის თვისებაც. ადრეულ წლებში, იგი გამოიყენებოდა, როგორც საუკეთესო ყვითელი საღებავი, ძირითადად, მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის ქსოვილების შესაღებად. ამას დაადასტურებს ნებისმიერი ქიმიკოსი, რომელიც პიკრინმჟავას სინთეზის დროს შიშველი ხელით, შემთხვევით შეეხება მის კრისტალებს, ან ხსნარს - თითებზე გადასული სიყვითლე ქრება მხოლოდ რამდენიმე დღის შემდეგ. სხვათა შორის პიკრინმჟავა არის პირველი სინთე-



ზური პიემენტი, რომელიც საღებავად იქნა გამოყენებული.

1871 წელს ჰერმან შპრენგელის მიერ აღმოჩენილ იქნა პიკრინმჟავას დეტონაციის თვისება. 1888 წელს ფრანგმა ინჟინერმა ტიურპენმა შენიშნა შეღებობილი, ასევე დაპრესილი ტრინიტროფენოლის დეტონაციის უნარი და მოუწოდა დაემუხტათ საბრძოლო ჭურვები ამ ნივთიერებით. ეს იყო დასაწყისი პიკრინმჟავის ინტენსიური გამოყენებისა ძლიერი ბრიზანტული ფეთქებადი ნივთიერების როლში. ამავე წლიდან, სხვადასხვა ქვეყნებში იწყება მისი, როგორც ძლიერი ფნ-ს გამოყენება საბრძოლო ჭურვების დასამუხტად (შესავსებად), კერძოდ, საფრანგეთში - მელინიტის, ინგლისში - ლიდიტის, ხოლო იაპონიაში - შიმოზას სახელით.

1904 - 1905 წწ რუსეთ-იაპონიის ომი იყო პიკრინმჟავას გამოყენების აპოთეოზი, როგორც საზღვაო, ისე სახმელეთო ბრძოლებში. შემდეგ, მისი მაღალი აქტიურობის გამო განშირებულმა უბედურმა შემთხვევებმა აიძულა ქიმიკოსებიც და სამხედროებიც მოემხნათ პიკრინმჟავას ალტერნატივა. ასეთად კი მოგვევლინა საყოველთაოდ ცნობილი ტროტილი, ანუ ტრინიტროტოლუოლი. ეს ფნ პირველად მიღებულ იქნა 1863 წელს ჯულიუს ვილბრანდის მიერ. მისი ფეთქებადი თვისებები აღმოაჩინა კარლ ჰოუსერმანმა 1891 წელს. 1902 წლიდან მოწინავე ქვეყნების არმიებში დაიწყო პიკრინმჟავას ჩანაცვლება ტროტილით. მისი უპირატესობა განპირობებულია აფეთქების მაღალი უნარის შერწყმით მექანიკური ზემოქმედებისადმი დაბალ მგრძობიარობასთან.

**მჟავური ბუნება - პიკრინმჟავას ნაკლი?!** დიან ეს ასეა. სამი ნიტროჯგუფის არსებობა მოლეკულაში, ძლიერ აღარბებს პიკრინმჟავას ბენზოლის ბირთვის π-ელექტრონებისაგან. შესაბამისად ხდება ჟანგბად-წყალბადს შორის არსებული წყვილი ელექტრონის გადმოწევა ჟანგბადატომისაკენ. ამის გამო წყალბადა-

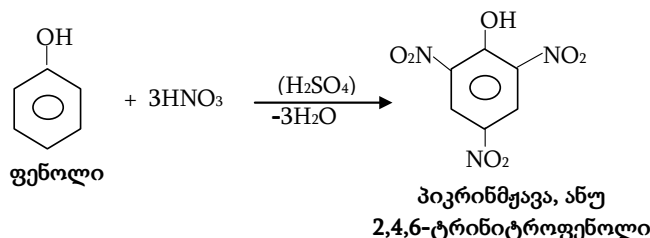
ტომი მაქსიმალურად პროტონიზე-ბულია. ცნობილია, რომ პიკრინმჟავა საკმაოდ ძლიერი მჟავაა. მისი დისოციაციის მუდმივა უტოლდება ზოგიერთი მინერალური მჟავების ამ მახასიათებელს.

პიკრინმჟავა საკმაოდ ძლიერი მჟავური თვისების გამო, აქტიურად ურთიერთქმედებს ჭურვის მეტალის კორპუსზე და „ჭამს“ მას. ამ დროს წარმოიქმნება მძიმე მეტალების პიკრატები. ისინი მეტად მგრძობიარენი არიან გაცხელებისა და დარტყმის მიმართ. ეს განსაკუთრებით შეეხება რკინის, ნიკელის, ქრომის პიკრატებს. ეს არის პიკრინმჟავას, როგორც ფნ-ის არსებითი ნაკლი. ამ მხრივ, უდავო უპირატესობა აქვს ტროტილს. მიუხედავად ამისა, პიკრინმჟავას მნიშვნელობა შეიძლება გაიზარდოს საომარი ვითარების დროს. ცხადია, ამ შემთხვევაში, ჭურვის შევსების წინ აუცილებელია მისი მოთავსება არამეტალურ კონტეინერში.

პიკრინმჟავას მჟავური თვისების არასასურველი გამოვლენის აცილებისათვის არსებობს მეორე, **ქიმიური ხერხი**, კერძოდ, - პიკრინმჟავას მოლეკულური სტრუქტურის შეცვლა ჰიდროქსილის ჯგუფის ისეთი რეაქციებით, როგორცაა, ალკილირება, აცილირება და ა.შ. სხვა სიტყვებით, ესაა პიკრინმჟავას სტრუქტურული ანალოგების სინთეზი, სავარაუდოდ, ფეთქებადი უნარის შენარჩუნებით.

**პიკრინმჟავას სინთეზი. ნიტრირების მექანიზმი:** პიკრინმჟავას ასინთეზებენ ფენოლის ნიტრირების რეაქციით. თვითონ ფენოლი არის უმნიშვნელოვანესი და უიაფესი ნედლეული ადამიანისათვის აუცილებელი ისეთი ნაწარმების მისაღებად, როგორცაა საღებავები, ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, პლასტმასები. მათ რიცხვშია, აგრეთვე, ცნობილი ფნ-ებიც - პიკრინმჟავა, მეთილპიკრატი, ამონიუმის პიკრატი, იზომერული დინიტროფენოლები და ა.შ.

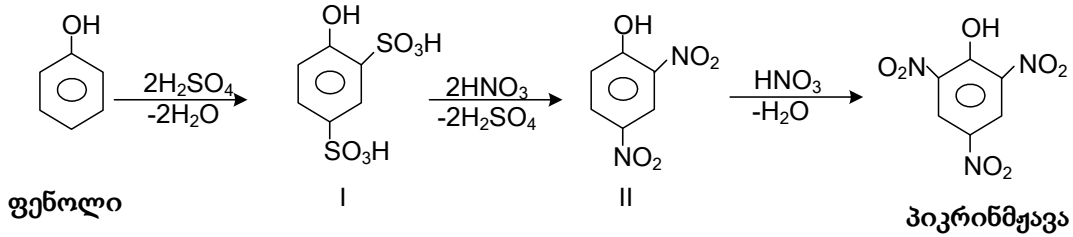
ფენოლის ნიტრირებით პიკრინმჟავას სინთეზის ზოგადი სქემა ასე გამოისახება:



ნიტრირების თეორიის მიხედვით, გოვირდმჟავას შუალედური როლი ნიტრირების პროცესში ისაა, რომ მისი მოქმედებით ფენოლთან, საკმაოდ ადვილად მიიღება 2,4 - დისულფოფენოლი - რეაქციის პირველი შუალედური პროდუქტი. რეაქციის მომდევნო საფეხ-

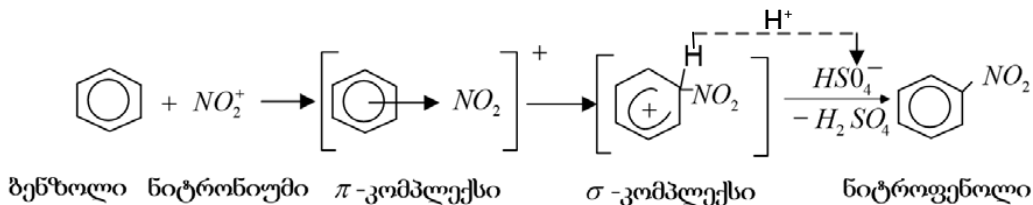
ურზე, ხდება ორი ნიტროჯგუფით სულფოჯგუფების ჩანაცვლება, რის შედეგადაც მიიღება 2,4 - დინიტროფენოლი - რეაქციის მეორე შუალედური პროდუქტი. ბოლოს, აზოტმჟავას მესამე მოლეკულის ხარჯზე, ასევე ადვილად ხდება კიდევ ერთი ნიტროჯგუფის

ჩანაცვლება დინიტროფენოლის მე-ნ ნახშირბადათ და წარმოიქმნება 2, 4, 6-ტრინიტროფენოლი:



სარეაქციო ნარევი, აზოტმჟავასაგან მიღებულ მოლეკულურ ფრაგმენტს, ნიტრონიუმს ( $\text{NO}_2^+$ ) უწოდებენ. სწორედ, დადებითი მუხტის მატარებელი ეს ნაწილაკი უტევს მაღალი  $\pi$ -ელექტრონული სიმკვრივის მქონე ფენოლის (ბენზოლის, ტოლუოლის, ანიზოლის...) არომატულ ბირთვს, გამოადევებს კონკრეტულ (მეორე, მეოთხე, მეექვსე) ნახშირბადატომთან მდგომ წყალბადს დადებითი იონის  $\text{H}^+$  სახით და იკავებს მის ადგილს, ანუ ჩანაცვლება მას. აღნიშნულ

პროცესს, ორგანულ ქიმიაში, ელექტროფილურ ჩანაცვლებას უწოდებენ. ასეთი ჩანაცვლება მიმდინარეობს ე.წ.  $\pi$ - და  $\sigma$ -კომპლექსების შუალედური წარმოქმნის სტადიების გავლით და საბოლოო პროდუქტების ფორმირებით მთავრდება. ქვემოთ მოტანილია ელექტროფილური ჩანაცვლების მექანიზმი ბენზოლის ნიტრირების მაგალითზე, რომლის დროსაც მიიღება ნიტრობენზოლი:



მოგვყავს, აგრეთვე, სარეაქციო ნარევი ნიტრონიუმის წარმოქმნის ორი შესაძლო სქემა:



2. შედარებით განზავებული აზოტმჟავას და კონ-



აზოტმჟავასა და გოგირდმჟავას შენარევს „მანიტრებელ ნარევს“ უწოდებენ.

პიკრინმჟავას სინთეზის ერთ-ერთი ცნობილი მეთოდიკა [4]: ფაიფურის ჯამში 12,5 გ ფენოლს 34 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ურევენ და ნარევს წყლის აბაზანაზე აცხელებენ მანამ, ვიდრე ფენოლსულფომჟავას გამჭვირვალე ხსნარი არ მიიღება. ფენოლსულფომჟავას წარმოქმნა ჩვეულებრივ 30-40 წუთში მთავრდება.

ფენოლსულფომჟავას ხსნარს თანდათან მორევიტ გადასსამენ ლიტრიან კოლბაში, რომელშიც 50 მლ ცივი წყალია მოთავსებული. კოლბას წყლით აცივებენ. შემდეგ აგრძელებენ რა კარგად მორევას, საწვეთი ძაბრიდან თანდათან 25 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავას ( $d=1,4$ ) უმატებენ, მასთან სარეაქციო ნარევი მუქ-წითლად იფერება, ტემპერატურა კი იზრდება და

1. კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში:

კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ნარევიში:

წითელი ორთქლი გამოიყოფა (ჩასუნთქვა არ შეიძლება! სამუშაოს ატარებენ ამწოვ კარადაში!). შემდეგ კოლბას წყლის აბაზანაზე დგამენ, აზოტმჟავას დანარჩენ 10მლ-ს უმატებენ და სარეაქციო ნარევს 1,5-2 საათის განმავლობაში აცხელებენ.

გაცივების შემდეგ ყვითელი კრისტალური მასის სახით გამოიყოფა პიკრინის მჟავა. მას უმატებენ წყალს, აურევენ, კრისტალებს ბიუნხერის ძაბრზე გაფილტრავენ და რამდენჯერმე ცივი წყლით ჩარეცხავენ, რომ იგი დედახსნარისაგან გაათავისუფლონ. პიკრინის მჟავას 50%-იანი ეთილის სპირტიდან გადააკრისტალებენ: დნ.ტ. 122 °C. გამოსავალია 14 გ.

ცნობილი მეთოდიკის განსჯა: მეთოდიკაში, 12,5 გ ფენოლიდან მიიღება 14გ პიკრინმჟავა. ანუ, ამ უკანასკნელის პრაქტიკული გამოსავალია – 46%, რაც არ არის მაღალი გამოსავალი. ვცადოთ მიზეზის ახსნა.

დავიწყეთ იქიდან, რომ მეთოდის მიხედვით, ფენოლსა და გოგირდმჟავას ერთმანეთთან, ერთბაშად შეურევენ და წყლის აბაზანაზე აცხელებენ 30-40 °C-მდე.

ჩვენ, სარეაქციო კოლბაში ფენოლს ჯერ ვალღობთ, ხოლო შემდეგ ვამატებთ გოგირდმჟავას წვეთობით, მორევის თანხლებით. გარდა ამისა, მჟავას დამატებას ვიწყებთ დაახლოებით 50°C-დან. დამატების შემდეგ კი ნარევის, მინიმუმ, 1 საათის განმავლობაში ვაცხელებთ მდუღარე წყლის აბაზანაზე, ისე, რომ სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა აღწევს 96-97°C. ამ დროს, დისულფოფენოლის წარმოქმნა თითქმის დასრულებულია.

ცნობილ მეთოდისაში აზოტმჟავას დამატებამდე რეაქტორში ასხამენ 50მლ ცივ წყალს, ანუ სინთეზირებული დისულფოფენოლის განზავებას ახდენენ. ამან, არ შეიძლება გავლენა არ მოახდინოს დამატებული აზოტმჟავას კონცენტრაციაზე, ცხადია, - შემცირებისაკენ, რაც არაა სასურველი.

საჭიროა, ავღნიშნოთ, რომ თავიდან პიკრინმჟავას სინთეზის რამდენიმე რეაქციაში, ვიყენებდით, ძველ, საბჭოთა დროს წარმოებულ აზოტმჟავას, რომლის სიმკვრივე 1,37-ს არ აღემატებოდა. რეაქციის პროდუქტის დაბალი გამოსავალი, ალბათ, ამის ბრალიც იყო. მომდევნო რეაქციებში, უკვე „მერკის“ ფირმის აზოტმჟავა გამოვიყენეთ (d=1,42). ამას, პიკრინმჟავას პრაქტიკული გამოსავლის ზრდის ერთ-ერთ ფაქტორად მივიჩნევთ.

აღვნიშნავთ იმასაც, რომ რეაგენტების, ან სარეაქციო მასის გაცხელება ესაა ენერჯის მიწოდება, სხვანაირად, - რეაქციის აქტივაცია. თუმცა, საჭიროა გარკვეული სიფრთხილის დაცვა. ზოგჯერ, რომელიმე რეაგენტის წინასწარ გაცხელებამ და შემდეგ სხვა რეაგენტის (რეაგენტების) დამატებამ, შეიძლება რეაქციის უეცარი აღძვრა და გაშხეფება, ან სხვა არასასურველი პროცესი გამოიწვიოს, მითუმეტეს, თუ რეაქცია დაბალმდუღარე რეაგენტების, ან გამხსნელების მონაწილეობით უნდა წარიმართოს. გვექონდა ასეთი შემთხვევა: ეთილის სპირტის არეში ერთ-ერთი ალკილანიზოლის ნიტრირება, სათანადო მეთოდისაში არსებული გაფრთხილების შესაბამისად, დავიწყეთ წინასწარი გაცივების პირობებში. ალბათ, ამის გამო, აზოტმჟავას დამატებისას, არავითარი ცვლილება (ტემპერატურის აწევა, ნიტროზული აირების გამოყოფა და სხვა) არ შეინიშნებოდა. „სამაგიეროდ“, დამატების შემდეგ, წყლის აბაზანაზე სარეაქციო ნარევის თანდათანობითი გაცხელების მიუხედავად, მოხდა ნიტრირების ერთბაშად დაწყება და ნიტროზული აირების მყისიერი გამოყოფა, რასაც გაშხეფება მოჰყვა.

ნათქვამიდან გამომდინარე, რეაქციის დაწყებამდე, სასურველია, წინასწარ ვიცოდეთ, თუ როგორ „იტანს“ ესა თუ ის რეაქცია სითბური ენერჯის მინიჭებას.

ჩვენ, აზოტმჟავას დამატებამდე, რეაქციის პირველ ეტაპზე სინთეზირებული დისულფოფენოლის ტემპერატურა აგვყავს 50°C-მდე. აზოტმჟავას პირველი ულუფის დამატების მსვლელობისას, ნარევის ტემპერატურა ხშირად 76-78°C-მდე იწევს, ამასთან, იწყება ნიტროზული აირების აქტიური გამოყოფაც. მისი ინტენსივობა ტემპერატურასთან ერთად „სინქრონულად“ იმატებს, თუმცა, საქმე გაშხეფებამდე არ მიდის...

აღვნიშნავთ იმასაც, რომ აზოტმჟავას მეორე ულუფის დამატების დროსაც (ზოგჯერ - დამატების შემდეგ!) აირგამოყოფა კვლავ, საკმარისად ინტენსიურია, რაც რეაქციის მიმდინარეობის (გაგრძელების) მაჩვენებელია.

გარდა ამისა, საყურადღებოა ისიც, რომ ხშირად, აზოტმჟავას მეორე ულუფის დამატების შემდეგ, ცხელ სარეაქციო ნარევიც კი შეინიშნება ღია ფერის კრისტალების წარმოქმნა, ხოლო გაცივებისას, მათი რაოდენობა იმატებს. კრისტალების გაფილტვრის შემდეგ, დედახსნარის კონსისტენციის ვიზუალური შეფასება იმაზე მიანიშნებს, რომ ის არ არის მხოლოდ რეაქციაში შეუსვლელი მჟავების ნარევი. იგი, სავარაუდოდ, შეიცავს რეაქციაში შეუსვლელ დინიტროფენოლსაც. ეს რომ ასეა, სარეაქციო მასაზე აზოტმჟავას ახალი ულუფის დამატებისას აირგამოყოფით (რეაქციის გაგრძელებით) მტკიცდება.

აქ გასათვალისწინებელია ისიც, რომ 95-97°C ტემპერატურაზე ცხელებისას ხდება აზოტმჟავას აორთქლება. ამიტომ, როგორც აღვნიშნეთ, დედახსნარს კვლავ ვაბრუნებთ რეაქტორში და ვამატებთ აზოტმჟავას კიდევ ერთ ულუფას, საწყისი დოზის დაახლოებით 15-20%-ის ოდენობით. რეაქციის მიმდინარეობაზე, კვლავ აირწარმოქმნა მიგვითითებს, თუმცა, ის შედარებით ნაკლებინტენსიურია.

ყოფილა შემთხვევა, როცა რეაქციის ბოლო ეტაპის შემდეგ, სარეაქციო კოლბაში, სინთეზირებული პიკრინმჟავას საერთო რაოდენობის დაახლოებით 1/3 დალექილა.

ამრიგად ჩვენ, თითქმის მთლიანად შეცვალეთ რეაქციის ტემპერატურული რეჟიმი, ასევე აზოტმჟავას კონცენტრაცია და დოზირება. ამან ცხადია, გავლენა იქონია საბოლოო შედეგზე. კერძოდ პიკრინმჟავას გამოსავალი გაიზარდა 86%-მდე. მომავალში, ანალოგიური სინთეზების დროს, შესაძლებლად მივიჩნევთ სტატიაში განხილული მანიპულაციების გამოყენებას პრაქტიკული გამოსავლის გაზრდის მიზნით.

**ლიტერატურა**

1. Astakhov A.M., Stepanov R.S. and Babushkin A.Yu. On the detonation parameters of octanitrocubane, Combustion, Explosion and Shock Waves, Volume 34, 1998. pp. 85-87.

2. Nair U.R., Sivabalan R., ets. Hexanitrohexaazaisowurzitane (CL-20), CL-20 based formulations (review), Combustion, Explosion and Shock Waves, Vol-

ume 41, March 2005. pp. 121-132.

3. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. Кн. II, изд. „Химия”, Москва, 1970. с. 120-121.

4. ი.კ. თურევი. „პრაქტიკული სამუშაოები ორგანულ ქიმიაში”, თსუ გამომცემლობა, თბილისი, 1969. გვ. 509-510.

**NADIRASHVILI M., IASHVILI T., TKHELIDZE G., BEINASHVILI G., ABESADZE N.**

**NOVELTY IN THE METHOD OF PICRIC ACID SYNTHESIS**

**ANNOTATION.** The paper concerns the changes we have made in one of the well-known methods of picric acid synthesis, as a result of which the practical yield of these explosives has been significantly increased. In general, explosives are of great importance in everyday life. This applies not only to the state of war, but also to the period of peaceful reconstruction. Picric acid is one of the most well-known and quite powerful explosive substances. In general, the main purpose of our work is

to synthesize the chemical analogues of picric acid and to study their explosive ability. To carry out such transformations we need the synthesis and accumulation of picric acid. Thus, we had to synthesize picric acid using one of the well-known methods. During the work process, as a result of appropriate changes in the reaction conditions, we have achieved a significant increase of practical yield of picric acid. The article, which is partly reviewable, also discusses brief historical information about picric acid, the disadvantage of its acidic properties, the mechanism of the nitration process, etc.

**KEY WORDS:** explosives; picric acid; synthesis; nitration; methodology.

**НАДИРАШВИЛИ М.Д., ИАШВИЛИ Т.Т., ТХЕЛИДЗЕ Г.З., БЕИНАШВИЛИ Г.Г. АБЕСАДЗЕ Н.А.**

**НОВИЗНА В МЕТОДИКЕ СИНТЕЗА ПИКРИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются изменения, которые мы внесли в один из известных методов синтеза пикриновой кислоты. Взрывчатые вещества, в повседневной жизни человека, имеют величайшее значение. Это касается не только военного положения, а также периода мирной жизни. Пикриновая кислота – одна из известных и довольно мощных взрывчатых веществ. В общем, основная цель нашей работы – это превращение пикрино-

вой кислоты, в его химические аналоги и изучение взрывной способности последних. Для таких превращений нам нужен синтез и накопление самой пикриновой кислоты. Следовательно, нам приходилось многократно синтезировать её по одной известной методике. В рабочем процессе, в результате надлежащих изменений реакционных условий мы достигли значительного увеличения практического выхода пикриновой кислоты. В статье, которая частично носит обзорный характер, также рассмотрены краткие исторические сведения о пикриновой кислоте, показана отрицательная сторона её кислотных свойств, изложен механизм процесса нитрования и т.д.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** взрывчатые вещества; пикриновая кислота; синтез; нитрация; методология.

აკად. დოქტორი გ. ნოზაძე, ტექნ. მმცნ. დოქტორი დ. პატარია, თ. კობიძე, რ. მაისურაძე, ლ. ტავლაშვილი, ვ. ახვლედიანი

**საქართველოს თანამედროვე საბავირო ტრანსპორტის პარკი და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მართვითი გამომცდილების ანალიზი**

**ანოტაცია.** მოხსენებაში განხილულია ევროპის მოწინავე ინდუსტრიული ქვეყნების საბავირო გზების განვითარების ტენდენციები. ევროპული ქვეყნების მაგალითზე გაანალიზებულია საბავირო ტრანსპორტის პარკის თანამედროვე მდგომარეობა. მოცემულია საქართველოს საბავირო ტრანსპორტის განვითარების თავისებურებები საბჭოთა და დამოუკიდებელი არსებობის პერიოდში. ყურადღება არის გამახვილებული ძირითად გამოწვევებზე, რაც გავლენას ახდენს და მომავალშიც მოახდენს საქართველოში თანამედროვე საბავირო სატრანსპორტო სისტემების დანერგვის პროცესებზე. ნაჩვენებია ევროკავშირის საბავირო ტრანსპორტის საკანონმდებლო ბაზის სრულყოფის მიმართულებები როგორც მეზავრთა, ასევე მომსახურე პერსონალის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიმართულებით. ევროკავშირის საბავირო გზების ინდუსტრიის მაგალითზე ნაჩვენებია თანამედროვე უსაფრთხოების ნორმატიული მოთხოვნების დანერგვის მიმდინარეობა არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით დასკვნის სახით მოცემულია იმ ღონისძიებათა გატარების აუცილებლობა, რაც ხელს შეუწყობს საქართველოში აღნიშნული სახეობის ტრანსპორტის თანამედროვე სისტემების განვითარების და უსაფრთხო ექსპლუატაციის პროცესს.

**საკვანძო სიტყვები:** საბავირო გზები, ევრონორმები, უსაფრთხოება.

საქართველოს თანამედროვე ეკონომიკური განვითარების ერთ-ერთ სწრაფადმზარდ მიმართულებას ტურიზმი წარმოადგენს. საქართველოს გეოპოლიტიკური მდებარეობა და ტურისტული პოტენციალი დიდ პერსპექტივებს აჩენს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარებისთვის. ცხადია საბავირო ტრანსპორტის განვითარების თანამედროვე ტენდენციების გაცნობა და სწრაფი დანერგვა მნიშვნელოვნად დააჩ-

ქარებს აღნიშნული ტრანსპორტის სახეობის განვითარებას საქართველოში.

იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ ჩვენი ქვეყნის მდგომარეობა საბავირო ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის კუთხით მიზანშეწონილია განვიხილოთ ევროპის მოწინავე ინდუსტრიული ქვეყნების - როგორცაა საფრანგეთი, იტალია, ავსტრია, შვეიცარია - საბავირო ტრანსპორტის პარკი და მოვახდინოთ არსებული ინფორმაციის შედარებითი სტატისტიკური ანალიზი.

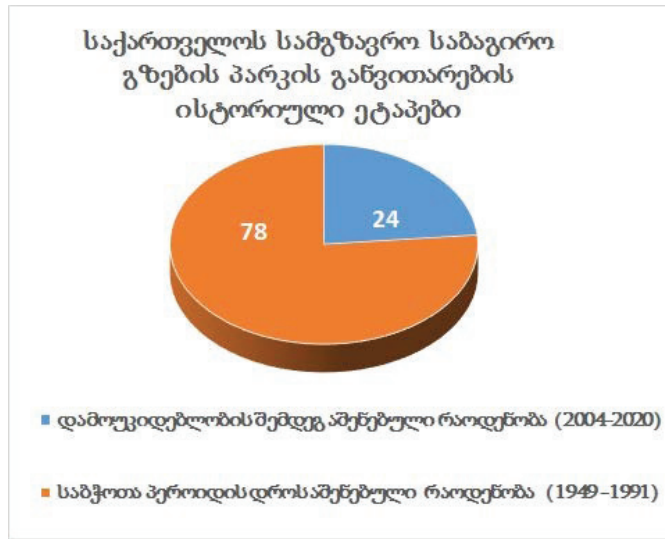
მიუხედავად საბავირო ტრანსპორტის განვითარების კუთხით არსებული მდიდარი ისტორიისა, საქართველო დღეისათვის საბავირო ტრანსპორტის პარკის განახლების პროცესში იმყოფება.

საქართველოს საბავირო გზების განვითარების ისტორია შეიძლება დავეყოთ ორ პერიოდად, საბჭოთა კავშირის შემადგენლობაში ყოფნის პერიოდი (1921-1991) და დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდგომი პერიოდი (1991-2020).

საბავირო გზების განვითარების ისტორია, საბჭოთა კავშირის შემადგენლობაში ყოფნის პერიოდში, მოიცავს 1949-1991 წლებს. პირველი სამეზავრო საბავირო გზა „პერევისა-ქალაქი“ აშენდა ქალაქ ჭიათურაში 1953 წელს. საქართველო ამ დროს სათავეში უდგას საბავირო ტრანსპორტის ინდუსტრიის განვითარებას მთელი საბჭოთა კავშირის მასშტაბით. აღნიშნულ გზას ამჟამად რეკონსტრუქცია უტარდება.

აღსანიშნავია, რომ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ საბავირო გზების მშენებლობა ცნობილი ისტორიული მოვლენების გამო შეწყდა. ამ პროცესის განახლება დაიწყო 2004 წლიდან და გრძელდება დღესაც.

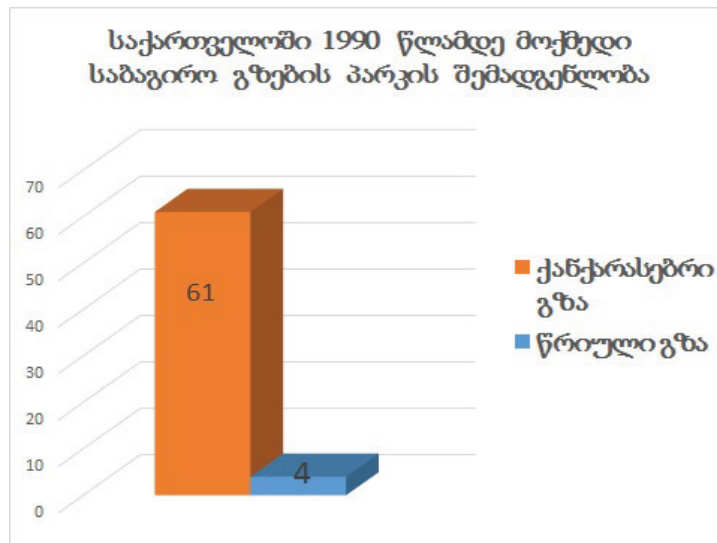
სურათი 1-ზე წარმოდგენილია სტატისტიკური მონაცემები საქართველოში საბავირო ტრანსპორტის პარკის განვითარების შესახებ 1949 – 2021 წლებში.



სურ. 1. საქართველოს საბაგირო გზების პარკის განვითარების ისტორიული ეტაპები

საქართველოში სამგზავრო საბაგირო გზების და სატვირთო საბაგირო გზების განვითარება პრაქტიკულად ერთდროულად ხდება და ხასიათდება

გამოკვეთილი თავისებურებით, რაც გამოხატულია ძირითადად ქანქარასებრი საბაგირო გზის ტიპის განვითარებით (სურათი 2).



სურ. 2.

გასული საუკუნის 80-იანი წლების ბოლოს საქართველოში ფუნქციონირებდა იმ დროისათვის თანამედროვე 4 იმპორტული წარმოების წრიული სავარძლიანი სამგზავრო საბაგირო გზა სამთო კურორტებზე გუდაურსა და ბაკურიანში.

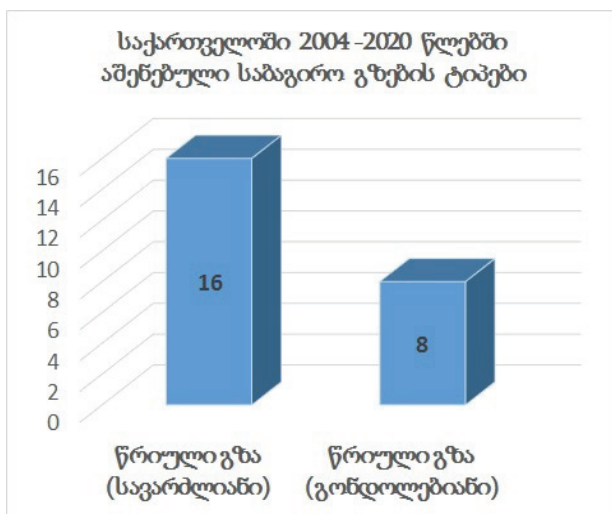
აღსანიშნავია, რომ დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ ახალი ტიპის საბაგირო გზების მშენებლობასთან ერთად მიმდინარეობს არსებული საბაგირო პარკის რეკონსტრუქციის სამუშაოებიც. დღეისათვის მოქმედი პარკი ძირითადად პასუხობს საბაგირო ტრანსპორტის განვითარების ორ ძირითად ტენდენციას.

1. საბაგირო ტრანსპორტის ახალი სახეობების განვითარებას სტიმული მისცა ძირითადად სამთო-სათხილამურო კურორტების განვითარებამ მთელ მსოფლიოში და მათ შორის საქართველოში. დღეისათვის საქართველოს სამთო სათხილამურო კურორტებზე გუდაური, ბაკურიანი, გოდერძი და ზემო სვანეთი მწყობრში ჩადგა და ფუნქციონირებს რამდენიმე თანამედროვე წრიული საბაგირო გზა. (სურათი 3).

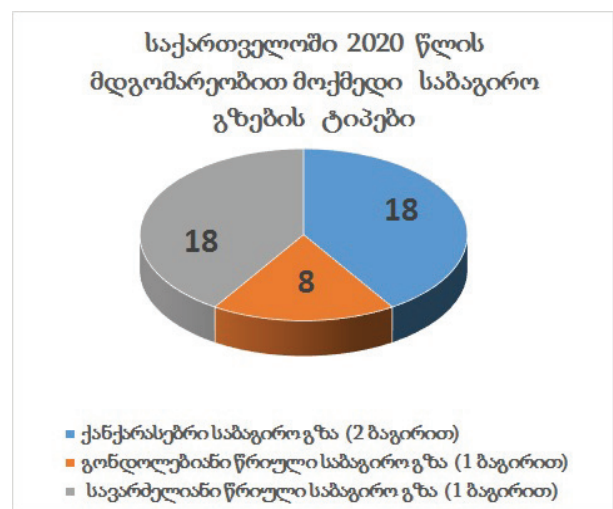
2. გასული საუკუნის ბოლოს გამოიკვეთა აგრეთვე მაღალი წარმადობის ახალი სახეობების საბაგირო გზების გამოყენების ტენდენცია ურბანული ცენტრების სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაში. აღნიშნული ტენდენცია დღეისათვის ძლიერდება და საბაგირო ტრანსპორტს გაბატონებული სატრანსპორტო ნაკადების პირობებში შეუძლია მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს ურბანული ცენტრების სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის დივერსიფიცირების კუთხით. საქართველოში ამ მხრივ ჯერ კიდევ საბჭოთა პერიოდში დაგროვდა საკმარისად

მდიდარი ტრადიცია, რაც კარგად ჩანს დღეისათვის მოქმედი საბაგირო გზების პარკის სტატისტიკიდანაც, სადაც ქანქარასებრი სამგზვრო საბაგირო გზები დღემდე ასრულებენ ურბანულ სატრანსპორტო ფუნქციას ქალაქ ჭიათურაში (სურათი 4).

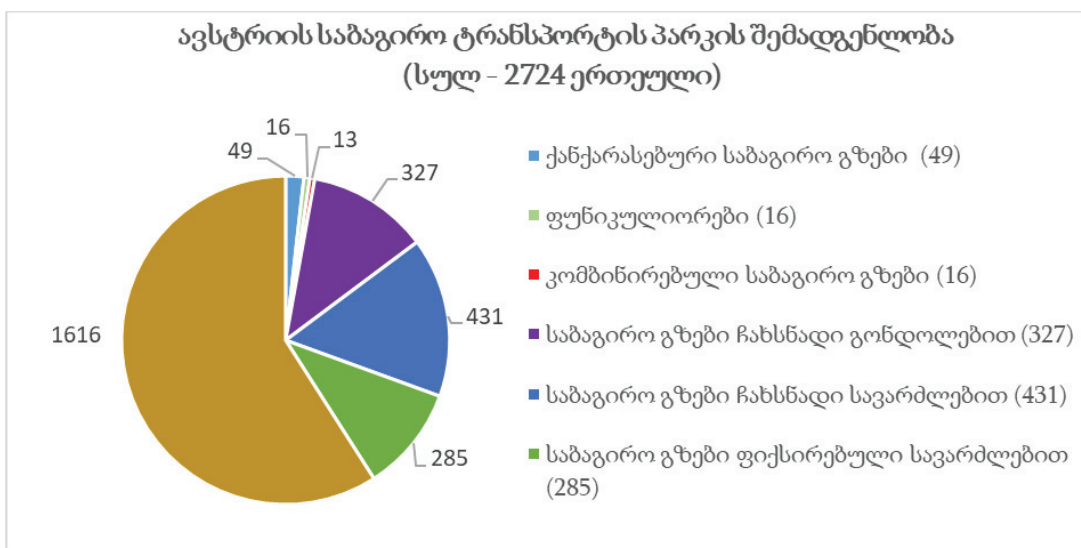
ევროპული ქვეყნების საბაგირო გზების ინფრასტრუქტურის საუკეთესო მაგალითს წარმოადგენს ავსტრიის გამოცდილება. აღსანიშნავია, რომ ავსტრია გამოირჩევა სამთო-სათხილამურო კურორტების სიმრავლით და სათანადო საბაგირო სატრანსპორტო ქსელის და ინდუსტრიის განვითარების მაღალი დონით.



სურ. 3. საქართველოში 2004-2020 წლებში აშენებული საბაგირო გზები

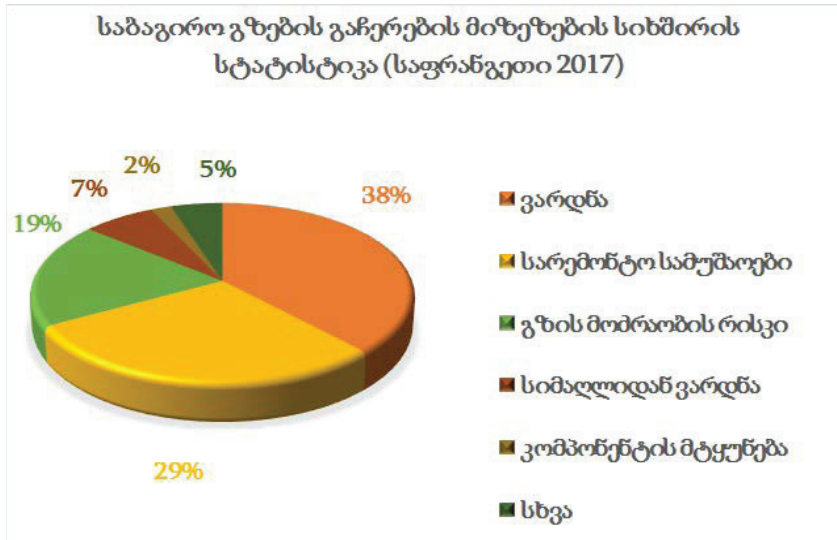


სურ. 4. საქართველოში 2020 წლის მდგომარეობით მოქმედი საბაგირო გზები



სურ. 5. ავსტრიის საბაგირო ტრანსპორტის პარკის შემადგენლობა 2018 წლის მდგომარეობით

მაგალითისთვის ქვემოთ წარმოდგენილია ტურის შემადგენლობა მათი სახეობების მიხედვით ავსტრიის საბავირო ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის 2018 წლის მდგომარეობით (იხ. სურათი 5).



სურ. 6. საბავირო გზების გაჩერების მიზეზების სტატისტიკა

ავსტრიაში საბავირო ტრანსპორტის განვითარების ტრადიციები გვიჩვენებს, რომ ისეთი ტრადიციული და რარიტეტული საბავირო გზების რაოდენობა, როგორცაა ქანქარასებრი და ფუნქიკულიორები - საბავირო გზების საერთო რაოდენობის 3 % - ზე ნაკლებს შეადგენს. ამასთან საბავირო გზების პარკის საერთო რაოდენობის 59 % - ს შეადგენს სათრეველა გზები, რომლებიც გამოირჩევიან დაბალი თვითღირებულებით, ოპერირების სიმარტივით და ხელმისაწვდომობით. დანარჩენი 38 % მოდის ტექნოლოგიურად უფრო განვითარებულ მოდელებზე, რომლებიც თანდათან ანაცვლებენ მოძველებული კონსტრუქციის გზებს და გამოირჩევიან მაღალი წარმადობით და უსაფრთხოების მაღალი სტანდარტით. ავსტრიის საბავირო გზების პარკის მეოთხედზე მეტს შეადგენს წრიული სავარძლიანი საბავირო გზები (ჩანსნადი და ფიქსირებული სავარძლებით), რაც საბავირო გზების განვითარების ისტორიით არის გამოწვეული. უნდა აღინიშნოს, რომ სავარძლიანი გზები გამოირჩევა მაღალი ტრავმატიზმით და უსაფრთხოების შედარებით დაბალი დონით, რის გამოც ავსტრიაში შეიმჩნევა მათი ჩანცვლების ტენდენცია უფრო თანამედროვე ჩანსნადი გონდოლებიანი საბავირო გზებით.

უსაფრთხოების მოთხოვნების თვალსაზრისით საინტერესოა საფრანგეთის გამოცდილება, რომელიც

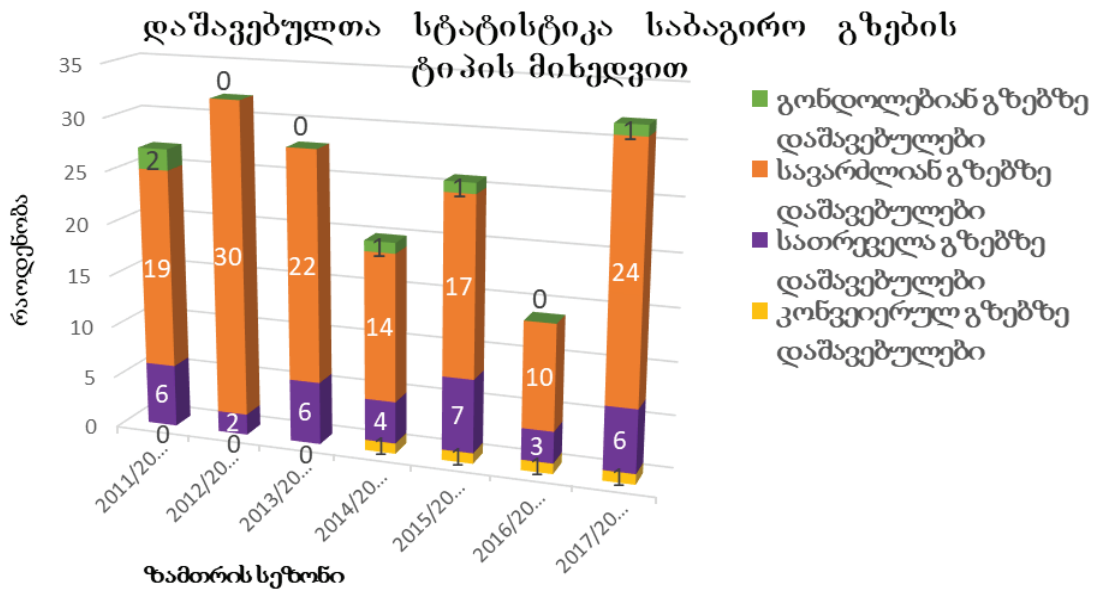
წარმოდგენილია დიაგრამებზე სურათი 6-7.

უნდა ითქვას, რომ ევრონორმებით საბავირო გზების უსაფრთხოების მოთხოვნები მკაცრად რეგულირდება, რაც ავალდებულებს მფლობელებს, რომ საბავირო გზები სრულად გამართული შეხვდნენ ყოველ მომდევნო ტურისტულ სეზონს.

სურათი 6-ზე წარმოდგენილია საფრანგეთში ტურისტულ სეზონზე საბავირო გზების იძულებითი გაჩერების სტატისტიკა, საიდანაც ჩანს, რომ საბავირო ტრანსპორტის პრევენციული გაჩერებების შემთხვევებზე მოდის 19 %, რემონტებზე – 29 %, მოთხილამურის ვარდნაზე 38 %, სიმალლიდან ვარდნაზე 7 %, საბავირო გზის ტექნიკურ გაუმართაობაზე 2 %, ხოლო 5 % - განეკუთვნება არაკლასიფიცირებულ შემთხვევებს. თითოეული სეზონის შემდეგ ასეთი სტატისტიკა ხდება მაკონტროლებელი ორგანოების მხრიდან განსჯის საგანი, რაც შემდგომში სათანადო გზების მფლობელებთან მუშაობის წესს განსაზღვრავს.

სურათი 7-ზე წარმოდგენილია დამავებულ მგზავრთა სტატისტიკა საბავირო გზების ტიპების მხედვით, საიდანაც ჩანს, რომ სათრეველა და სავარძლიანი საბავირო გზები გამოირჩევიან მაღალი ტრავმატიზმით, რის გამოც ბევრი მფლობელი ბოლო წლებში ირჩევს გონდოლური გზებით მათ ჩანაცვლებას და ეს ტენდენცია მომავალშიც გაგრძელდება.





სურ. 7. დაშავებულთა სტატისტიკა საბაგირო გზების ტიპის მიხედვით

ცხრილი 1

**საბაგირო გზების ევროპული ნორმატიული ბაზა**

EN	ევროკავშირის უსაფრთხოების მოთხოვნები სამგზავრო საბაგირო გზებისთვის - Safety requirements for cableway installations designed to carry persons
EN 1709:2004.	გამოცდები, პროფილაქტიკა, ექსპლუატაციის კონტროლი — Precommissioning inspection, maintenance, operational inspection and checks
EN 1907:2004.	ტერმინოლოგია — Terminology;
EN 1908:2004.	დამჭიმი მოწყობილობები - Tensioning devices
EN 1909:2004.	ევაკუაცია და სამაშველო სამუშაოები - Recovery and evacuation
EN 12385-(8-9):2002.	ფოლადის ბაგირები — უსაფრთხოება - Steel wire ropes — Safety
EN 12397:2004.	ექსპლუატაცია - Operation
EN 12927-(1-8):2004.	ბაგირები - Ropes
EN 12929-(1-2):2004.	ზოგადი მოთხოვნები - General requirements
EN 12930:2004.	გამოთვლები - Calculations
EN 13107:2004.	სამოქალაქო სამშენებლო ნაგებობები - Civil engineering works
EN 13223:2004.	ამძრავი და სხვა მექანიკური მოწყობილობები - Drive systems and other mechanical equipment
EN 13243:2004.	ელექტრო მოწყობილობები ამძრავის გარდა - Electrical devices, except drive systems
EN 13796-(1-3):2005.	მომძრავი შემადგენლობა - Carriers
EN 12408:2004.	ხარისხის კონტროლი - Quality control

საინტერესოა განვიხილოთ იმ ჩარჩო დოკუმენტების ჩამონათვალი, რითაც ევროკავშირის კვანძებში საბაგირო ტრანსპორტის პროექტირების, მოწყობის და ექსპლუატაციის ნორმები რეგულირდება.

(იხ. ცხრილი 1).

მომავალში საჭირო იქნება აღნიშნულ დოკუმენტაციაზე წვდომა და ეროვნული ნორმატიულ-ტექნიკური ბაზის მათთან თავსებადობის უზრუნველყოფა.

**დასკვნები**

1. საქართველოს საბაგირო გზების პარკის განვითარების დივერსიფიცირება საჭიროა როგორც საბაგირო ტრანსპორტის სახეობების, აგრეთვე მისი გამოყენების დანიშნულების მიმართულებით;

2. არსებული საბაგირო გზები, რომლებიც აშენებულია 1991 წლამდე მოითხოვს საფუძვლიან რეკონსტრუქციას და აღჭურვას თანამედროვე მართვის და უსაფრთხოების სისტემებით;

3. საბაგირო გზების თანამედროვე პარკის შევსების და განახლების პროცესში უნდა მოხდეს პროგრესული, ენერგოეფექტური და გაზრდილი უსაფრთხოების მქონე საბაგირო სატრანსპორტო სისტემების დანერგვის ხელშეწყობა;

4. საქართველოს პირობებში საბაგირო ტრანსპორტის ინტეგრირება საქალაქო სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურაში მნიშვნელოვანი რესურსია, რომელიც მომავალში უნდა იქნას ათვისებული;

5. ახალი ტიპის საბაგირო სისტემების გამართვის, ექსპლუატაციის და მონიტორინგის ხარისხის ასამაღლებლად აუცილებელია სათანადო კვალიფიკაციის საინჟინრო და მომსახურე პერსონალის მომზადება.

**ლიტერატურა**

1. [https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%98%E1%83%A0%E1%83%9D\\_%E1%83%92%E1%83%96%E1%83%90](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%92%E1%83%98%E1%83%A0%E1%83%9D_%E1%83%92%E1%83%96%E1%83%90)

2. TAIEX Workshop in Tbilisi – 27-28 th May 2019 - სემინარის „ადამიანების გადასაცვანად განკუთვნილი საბაგიროების უსაფრთხო ექსპლუატაცია“ მასალები <http://www.mrg.gov.ge/geo/main/index/12>

**NOZADZE G., PATARAIA D., KOBIDZE T., MAISURADZE R., TAVLALASHVILI L., AKHVLEDIANI G.**

**GEORGIAN MODERN PARK OF ROPEWAY AND ANALYSIS OF EUROPEAN SAFETY EXPERIENCE**

**ANNOTATION:** The report discusses the development trends of ropeways in the advanced

industrial countries of Europe. The current state of the ropeway park is analyzed on the example of European countries. The peculiarities of the development of rope transport in Georgia during the Soviet and independent existence are given. The focus is on the main challenges that will affect the implementation process of modern ropeway transport systems in Georgia.

**KEY WORDS:** ropeways; euronorms; safety.

**НОЗАДЗЕ Г.Ч., ПАТАРАЯ Д.И., КОБИДЗЕ Т.Р., МАЙСУРАДЗЕ Р.Г., ТАВЛАЛАШВИЛИ Л.К., АХВЛЕДИАНИ Г.Т.**

**СОВРЕМЕННЫЙ ПАРК КАНАТНОГО ТРАНСПОРТА ГРУЗИИ И АНАЛИЗ ЕВРОПЕЙСКОГО ОПЫТА БЕЗОПАСНОСТИ**

**АННОТАЦИЯ:** В статье рассматриваются тенденции развития канатных дорог в развитых индустриальных странах Европы. Современное со-

стояние парка канатных дорог проанализировано на примере европейских стран. Приведены особенности развития грузинского канатного транспорта в период советского и независимого существования. Основное внимание уделяется основным проблемам, которые будут влиять на внедрение современных систем канатного транспорта в Грузии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** канатные дороги; еuronormы; безопасность..

აკად. დოქტორი ლ. ლელუაშვილი, ინჟინერიის დოქტორი თ. რიზიშვილი,  
ბ. ლელუაშვილი, ს. სტიპინაძე

**მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან  
კათოდური დაცვის ღირებულება-აღდგენით რეაქტივით მომუშავე ანოდური  
დაამუშავების მქონე სისტემა**

**ანოტაცია.** სტატიაში წარმოდგენილია მიწისქვეშა კომუნიკაციებისა და ნაგებობების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან კათოდური დაცვის უზრუნველყოფის რეჟიმში მომუშავე ანოდური დაამუშავების მოწყობილობა, რომელიც შეიცავს ტრანსფორმატორს და ანოდურ დაამუშავებულს, რომლის ელექტროდის ღერო მოთავსებულია გარსაცმის შიგნით, ამასთან ელექტროდის ღეროსა და გარსაცმსა და გრუნტს შორის სივრცე შევსებულია კოქსის წვრილმანით. ტრანსფორმატორის მეორედი გრუნტის ერთი გამოყვანილი დიოდის გავლით დაკავშირებულია მიწისქვეშა მილსადენის კათოდურ გამოყვანთან, მეორე გამოყვანილი მეორე დიოდის გავლით დაკავშირებულია გარსაცმთან, ხოლო მესამე საერთო გამოყვანილი დაკავშირებულია ანოდურ ელექტროდთან. მილსადენში ერთი ნახევარპერიოდიანი დენის გავლის დროს ანოდურ დაამუშავებულში გადის არა მუდმივი, არამედ ცვლადი დენი. ამიტომ ანოდური დაამუშავებული ნაკლებად დაიშლება ელექტროლიზის შედეგად.

**საკვანძო სიტყვები:** ელექტროქიმიური კოროზია; კოქსის წვრილმანი; ცვლადი დენი; დიოდი; ელექტროდი; წინააღმდეგობა; ამპლიტუდა; ელექტროლიზი; გარსაცმი მილი; კათოდური გამოყვანილი; ტრანსფორმატორი.

ენერგეტიკა სტრატეგიული, მაღალტექნოლოგიური დარგია, სადაც პოლიტიკური, ტექნიკურ-ეკონომიკური, სოციალური, გარემოს დაცვითი და უსაფრთხოების საკითხები მოითხოვს ერთობლივ კომპლექსურ მიდგომას, გრძელვადიან, სახელმწიფოებრივ ხედვებს, მაღალ ინფორმირებულობას და თანამედროვე პროფესიულ ცოდნას. აქედან გამომდინარე ენერგეტიკა ინტერდისციპლინარული დარგია. ენერგეტიკული ბაზრების მარეგულირებელი კანონმდებლობის ეტაპობრივი დაახლოება ევროკავშირის შესაბამის რეგულაციებთან მოითხოვს უსაფრთხო ელექტრო მომარაგებით უზრუნველყოფას.

ქვეყნის მომავალი ენერგეტიკული და ტექნოლოგიური განვითარების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ელექტრო-

ქიმიური კოროზიისაგან გამოწვეული დაზიანებების მინიმუმამდე დაყვანა, რაც შესაძლებელია განხორციელებულ იქნას ახალი თანამედროვე და ეფექტური დაცვის გაუმჯობესებული სისტემების დანერგვით. კერძოდ, ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის ახალი, გაუმჯობესებული თვისებების მქონე სისტემების შექმნა მეტად პერსპექტიული და მოთხოვნადია. ასეთი დაცვის სისტემების გამოყენება ენერგეტიკაში და სამრეწველო სფეროში მკაცრ მოთხოვნებს აყენებს მათ მიმართ, რადგანაც კოროზია, უპირატესად ელექტროქიმიური კოროზია წარმოადგენს მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ექსპლუატაციის ხანგრძლივობის შემცირების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზს. ასე მაგალითად, სწორედ ელექტროქიმიურმა კოროზიამ გამოიწვია საქართველოში: კესალო, 55 კმ ყაზახი-საგურამო 1000 მმ დიამეტრის მაგისტრალური გაზსადენის დაზიანება, რასაც მოჰყვა 3.6 მლნ კმ გაზის გაფრქვევა და მიწოდების შეწყვეტა; ლეშენიერი, 61 კმ ყაზახი-საგურამო 1000 მმ დიამეტრის მაგისტრალური გაზსადენის დაზიანება, რასაც მოჰყვა 2.8 მლნ კმ გაზის გაფრქვევა, მიწოდებისა და ტრანზიტის შეწყვეტა. ჩვენთვის საყურადღებოა ის გარემოება, რომ სს „გაზპრომის“ ბალანსზე ყველა მიწისქვეშა და წყალქვეშა ლითონის ნაგებობები ექვემდებარებიან ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვას გარემოს კოროზიული აგრესიულობის მიუხედავად. (СТО Газпром 9.2-002-2009 Москва 2010 г).

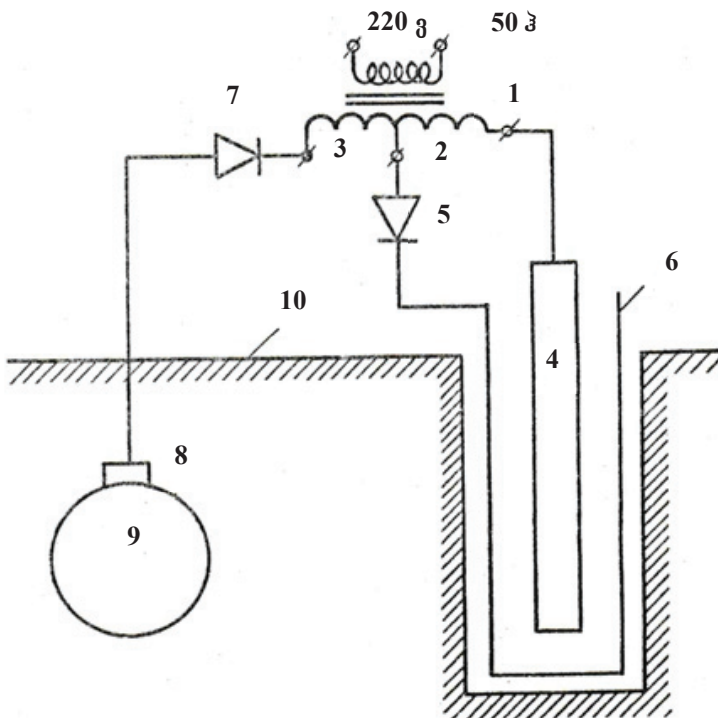
ჩვენ მიერ შესრულებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ ნიადაგში მოთავსებულ მეტალის ზედაპირზე ელექტროქიმიური კოროზიის პროცესი მიმდინარეობს გაღვანული კოროზიული ელემენტის ანალოგიურად, რის შედეგადაც მის ზედაპირზე, რომელიც იმყოფება კონტაქტში ნიადაგის ელექტროლიტთან წარმოიქმნება კოროზიული მიკრო და მაკრო ელემენტები. კოროზიული მიკროელემენტები წარმოიქმნება მეტალის ზედაპირის მიკრო სტრუქტურის არაერთგვაროვნებით, მეტალის შენადნობში სხვადასხვა მიკრო ნაწილაკების არსებობით - Fe, C, Mn, P, S და სხვა. კოროზიული მაკრო ელემენტები კი წარმოიქმნება მეტალის ზედაპირის მაკრო სტრუქტურის

არაერთგვაროვნებით, როგორებიცაა: რკინის ხენჯი, ნაკაწრი, შენატყლეუი, ცინენაჭედი, გრძივი და განივი ელექტროშედულების ნაკერი, ნიადაგის ფიზიკო-ქიმიური თვისებების მაკრო სტრუქტურის არაერთგვაროვნება. იმისათვის, რომ მიწისქვეშა ლითონის კონსტრუქციის ზედაპირი ავაცილოთ ნიადაგის ელექტროლიტს და გავწყვიტოთ ელექტროწრედი მიკრო და მაკრო კოროზიულ ელემენტებს შორის, ზედაპირს ფარავნ დიალექტრიკული თვისებების მქონე საიზოლაციო მასალით. ამ პროცესს ეწოდება პასიური დაცვა. მაგრამ გულმოდგინედ შესრულებული საიზოლაციო დანაფარი ექსპლუატაციის შედეგად კარგავს დიალექტრიკულ თვისებებს, წყალმდეგობას, ხშირად მას აზიანებს მცენარეების ფესვები, გრუნტის ტემპერატურული ცვლილებები და ასე შემდეგ, რის შედეგადაც საიზოლაციო მასალა ვერ უზრუნველყოფს ელექტროქიმიური კოროზიისაგან აუცილებელ დაცვას. აქედან გამომდინარე ელექტროქიმიური კოროზიისაგან ეფექტური დაცვა შესაძლებელია განხორციელდეს მხოლოდ საიზოლაციო მასალისა (პასიური დაცვა) და ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის მოწყობილობის (აქტიური დაცვა) ერთად გამოყენებით.

დღეისათვის მოქმედ დაცვის სისტემებში ანოდური დამმწებლები წარმოადგენენ ელექტროქიმიური ელემენტების დადებით ელექტროდს, რომლებიც

მუშაობენ უწყვეტ დამუხტვის რეჟიმში და ნიადაგში მათი მოთავსებისას მუდმივი დენის გავლის შედეგად მიმდინარე ანოდური პროცესების გამო იშლებიან-მეტალის იონები გარდაიქმნიან ნიადაგის ელექტროლიტად, რაც იწვევს დაცვის სისტემის მწყობრიდან გამოსვლას [1].

წინასწარმა კვლევებმა აგრეთვე გვიჩვენა, რომ ანოდური დამმწებლის ზედაპირი ნიადაგს ეხება არა მთლიანი ფართით, არამედ წერტილოვან უბნებში და დაცვის მუდმივი დენის გავლის შედეგად მიმდინარეობს ამ წერტილოვანი უბნების ჟანგვის პროცესი, რის გამოც იწყება მათი სწრაფი დაშლა ელექტროლიტის შედეგად, რადგან ანოდური დამმწებლების წერტილოვანი უბნების ჯამური მუშა ფართი ბევრად ნაკლებია ანოდური დამმწებლის მთლიან ზედაპირის ფართზე, წერტილოვანი უბნები ხდებიან პასიურები, იზრდება ანოდური დამმწებლის გარდამავალი წინააღმდეგობა, რის შედეგადაც მცირდება მისი ზედაპირიდან დენის განდინება და ეს უკანასკნელი ხურდება და ცილდება ნიადაგს, რაც საბოლოო ჯამში იწვევს დაცვის სისტემის მწყობრიდან გამოსვლას. ესაა აღიარებული პრობლემა, რომლის თავიდან აცილება შესაძლებელია, თუ ანოდური დამმწებელი იმუშავებს ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში, რაც არ გამოიწვევს მის დაშლას ელექტროლიტის ზემოქმედებით [2].



ნახ. 1. კათოდური დაცვის ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში მომუშავე ანოდური დამმწებელი.  
 1 - ტრანსფორმატორის საერთო გამოყვანი, 2 - დაბალი ძაბვის გამოყვანი, 3 - მაღალი ძაბვის გამოყვანი, 4 - ანოდური ელექტროდი, 5, 7 - დიოდები, 6 - გარსაცმი, 8 - მილსადენის კათოდური გამოყვანი, 9 - მილსადენი, 10 - გრუნტი

სტატიაში შემოთავაზებული სიახლე მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვისა მდგომარეობს იმაში, რომ ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვა ხორციელდება ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში მომუშავე ანოდური მოწყობილობით. ეს უკანასკნელი შეიცავს ცვლადი დენის წყაროს, სადაც ტრანსფორმატორის მეორად გრანულს აქვს სამი გამომყვანი - საერთო გამომყვანი 1, დაბალი ძაბვის გამომყვანი 2, და მაღალი ძაბვის გამომყვანი 3, ამასთან გამომყვანი 1 მიერთებულია ანოდურ ელექტროდთან 4, გამომყვანი 2 დიოდის 5 გავლით მიერთებულია გარსაცმთან 6, ხოლო გამომყვანი 3 დიოდის 7 გავლით დაკავშირებულია მიწისქვეშა მილსადენების 9 კათოდურ გამომყვანთან 8. გარსაცმი 6 კოქსის წვრილმანის საშუალებით (არ არის ნაჩვენები) დაკავშირებულია გრუნტთან 10 და ანოდური დამმწებლის ელექტროდთან 4. დიოდები შეერთებულია ისეთნაირად, რომ ერთში დენის გავლის დროს მეორე დაკეტილია (ნახ. 1).

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: დაბვა გამომყვანებს 1 და 3 შორის ( $U_{1,3}$ ) შერჩეულია ისეთნაირად, რომ ანოდურ დამმწებელს, მილსადენსა და დიოდს 7 შორის გადის კათოდური დაცვის ერთი ნახევარ პერიოდიანი დენი, რომელიც საკმარისია დამცავი პოტენციალის შესაქმნელად მილსადენსა და გრუნტს შორის. ამ ნახევარ პერიოდში დიოდი 5 დაკეტილია.

დაბვა გამომყვანებს 1 და 2 შორის ( $U_{1,2}$ ) შერჩეულია ისეთნაირად, რომ ერთი ნახევარპერიოდის განმავლობაში (დიოდი 7 დაკეტილია) დიოდის 5, გარსაცმს 6, კოქსის წვრილმანსა და ანოდურ ელექტროდს 4 შორის გადის დენი, რომელიც ტოლი და

საწინააღმდეგოა მილსადენის დაცვის დენისა.

წინააღმდეგობა  $U_{1,2}$  ძაბვის მოქმედების წრედში საგრძნობლად მცირეა ვიდრე  $U_{1,3}$  ძაბვის მოქმედების წრედში, ამიტომ ენერჯის ხარჯი პირველ წრედში გაცილებით ნაკლები იქნება ვიდრე მეორე წრედში.

აქედან გამომდინარე მილსადენში გაივლის მხოლოდ ერთი მიმართულებით ერთი ნახევარპერიოდიანი დენი, რომლის ამპლიტუდა ტოლია  $I_3$ , ხოლო ანოდურ დამმწებელში (როგორც გარსაცმში 6, ისე ელექტროდში 4) გაივლის არა მუდმივი, არამედ  $I_3$  ამპლიტუდის ცვლადი დენი, ამიტომ ანოდური დამმწებელი არ დაიშლება ელექტროლიზის შედეგად, როგორც ეს ხორციელდება მილსადენების კათოდური დაცვის არსებულ სადგურებში.

ჩვენ მიერ დამუშავებული კათოდური დაცვის ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში მომუშავე ანოდური დამმწებლის მქონე მოწყობილობის სქემა წარმოდგენილია ნახ. 1.

სტატიაში წარმოდგენილი მოწყობილობის უპირატესობა არსებულ ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის სისტემებთან შედარებით გამოიხატება შემდეგში: ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვა ხდება მუდმივი დენის ნაცვლად ცვლადი დენით, ხოლო ანოდურ დამმწებლად გამოიყენება ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში მომუშავე ანოდური ელექტროდი, რომელშიც გადის ცვლადი დენი, რასაც არ შეუღია გამოიწვიოს ელექტროლიზი.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული დაცვის სისტემის სიახლე დადასტურებულია საავტორო მოწმობით [3], რომელიც გასაიდუმლოებულ იქნა სახელმწიფოს მიერ.

### დასკვნები:

1. მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვა ხორციელდება არა მუდმივი, არამედ ცვლადი დენით, რომელიც ნაკლებ კოროზიულია მუდმივ დენთან შედარებით;

2. ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის სისტემაში ანოდურ დამმწებლად გამოიყენება ჟანგვა-აღდგენით რეჟიმში მომუშავე ელექტროდი, რომელშიც გადის არა მუდმივი, არამედ ცვლადი დენი.

3. შემოთავაზებული დაცვის სისტემა ეფექტური, მარტივი და ორიგინალურია, რაც განაპირობებს მის

დიდ კომერციულ პოტენციალს მიწისქვეშა ლითონის კომუნიკაციების (მაგისტრალური სამრეწველო გაზსადენები და ნავთობსადენები, საკომპრესორო და სატუმბო სადგურების მილსადენები, კაბელები, ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების გარსაცმი მილები, მიწისქვეშა გაზსაცავი სადგურები, მიწისქვეშა რეზერვუარები, გაზგასამართი და ბენზოგასამართი სადგურების რეზერვუარები და სხვა) ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის ახალი სისტემების დამზადებასა და დანერგვაში.

### ლიტერატურა

1. Тихомиров Е.Н. Монтаж, наладка и эксплуатация устройств электрохимической защиты.

Недра, Ленинград, 1976. 133 с.

2. Волков Б.Г., Тесов Н.И., Шувалов В.В.

Справочник по защите подземных металлических сооружений от коррозии. Недра, Ленинград, 1975. 224 с.

ЛЕЛУАШВИЛИ Л.В., РИГИШВИЛИ Т.Р.,  
ЛЕЛУАШВИЛИ Г.Л., СТЕРЯКОВА С.И.

**АНОДНЫЙ ЗАЕМЛИТЕЛЬ,  
РАБОТАЮЩИЙ В ОКИСЛИТЕЛЬНО  
-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ**

**АННОТАЦИЯ:** В статье представлено устройство катодной защиты подземных металлических коммуникации от электрохимической коррозии, имеющий работающий анодный заземлитель в окислительно-восстановительном режиме, содержащий трансформатор и анодный заземлитель, стержень электрода которого расположен внутри кожуха, пространство между которыми и грунтом заполнено коксовой мелочью, один вывод вторичной обмотки трансформатора через диод связан с катодным выводом подземного трубопровода, другой вывод связан с кожухом, а третий общий вывод связан с анодным электродом.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электрохимическая коррозия; коксовая мелочь; переменный ток; диод электрод; сопротивление; амплитуда; электролиз; обсадочная труба; катодный вывод; трансформатор.

3. Херодинашвили И.Ш., Лелуашвили Л.В., Хецуриани А.В. Устройство катодной защиты. А.С. 1253173. А1 10.12.84

LELUASHVILI L., RIGISHVILI T.,  
LELUASHVILI G., STERYAKOVA S.

**ANODE EARTHER WORKING IN OXIDIZING  
AND REDUCING MODE**

**ANNOTATION:** The article presents a device for the cathodic protection of underground metal communications from electrochemical corrosion, which has a working anode ground electrode in the redox mode, containing a transformer and an anode ground electrode, the electrode rod of which is located inside the casing, the space between which and the soil is filled with coke breeze, one terminal is secondary the transformer winding is connected through a diode to the cathode terminal of the underground pipeline, the other terminal is connected to the casing, and the third common terminal is connected to the anode electrode.

**KEY WORDS:** electrochemical corrosion; coke breeze; alternating current; diode electrode; resistance; amplitude; electrolysis; casing pipe; cathode outlet; transformer.

უპკ 658.382.

აკად. დოქტორი ნ. რაზმაძე, აკად. დოქტორი თ. კუნჭულია, დოქტორანტი  
თ. მაღლაფერიძე

მშენებლობაზე გავრცელებული ძირითადი ტრავმების ანალიზი და რისკების  
მართვა

**ანოტაცია.** სტატიაში განხილულია სამშენებლო სფეროში გავრცელებული ძირითადი ტრავმების სახეები, ხაზგასმულია მათგან ყველაზე საშიში ტრავმების არსებობის არეალი და პირობები, სამშენებლო სფეროში უსაფრთხოების კომპლექსური ღონისძიებები, გამოკვლეულია კანონმდებლობის სასიკეთო ცვლილებების შედეგად ტრავმატიზმის შემთხვევების კლების ძლიან თვალსაჩინო დინამიკა, ახალი რეგულაციების, შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის გამოცდილებისა და რისკების შეფასების სწორი მეთოდოლოგიის არჩევა. სტატიაში პრაქტიკულად არის შესწავლილი საკანონმდებლო რეგულაციების შემ-

დეგ უბედური შემთხვევების კლების დადებითი დინამიკა, მიუხედავად იმისა, რომ ახალი გამკაცრებული რეგულაციებით აღირიცხება არა მხოლოდ მძიმე და სასიკვდილო უბედური შემთხვევები, არამედ ყველა შემთხვევა ტრავმის სიმძიმის მიუხედავად ასევე აღსანიშნავია, რომ ჯარიმების მნიშვნელოვანმა ზრდამ მენაშენეთა პასუხისმგებლობაც აამაღლა.

**საკვანძო სიტყვები:** ტრავმა; რისკი; საფრთხე; სახიფათო კონდიცია; უსაფრთხოება; მატრიცა.

სამშენებლო სფეროში საშიშროებების თავისებურებები

საქართველოში, ისევე როგორც მთელ მსოფლიოში მშენებლობა – ეკონომიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგია და მოსახლეობისთვის უდიდესი სიკეთის მომტანია. იგი ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკის 9-10 %-ს შეადგენს. მიუხედავად ტექნოლოგიური მიღწევებისა, მშენებლობა რჩება დარგად, რომელიც დასაქმებულია მუშაკების მნიშვნელოვანი რაოდენობა – ხშირ შემთხვევაში ქვეყნის 9 %-დან 12 %-მდე, ზოგჯერ კი კანონმდებლობის მიღების შემდეგ გაიზარდა დამსაქმებელთა პასუხისმგებლობა დასაქმებულთა უსაფრთხო სამუშაო პირობების შექმნის თვალსაზრისით და მივიღეთ პირველი შედეგებიც:

2019 წელს მშენებლობაზე დაილუბა 35 %-ით ნაკლები და დაშავდა 32 %-ით ნაკლები 2018 წელთან შედარებით. რიცხვებში ეს მაჩვენებელი ასე გამოისახება: 2018 წელი – 59 დაღუპული და 199 დაშავებული. 2019 წელი – 38 დაღუპული და 135 დაშავებული. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ უბედური შემთხვევების აღრიცხვა 2019 წლიდან მიმდინარეობს ახალი მეთოდიკით – აღრიცხება როგორც მძიმე, ისე საშუალო სიმძიმის უბედური შემთხვევებიც.

2020 წლიდან შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მხარდაჭერით დაგეგმილია და ხორციელდება შრომის ინსპექციის დეპარტამენტის ინსტიტუციური გაძლიერება და ინსპექტორების რაოდენობრივი ზრდა.

შრომის ინსპექციის დეპარტამენტი შეიქმნა 2015 წლის მარტში. 2016 წელს დამტკიცდა შრომის ინსპექტირების სახელმწიფო პროგრამა. არაკეული დრო დასჭირდა შრომის ინსპექტორების გადამზადებას და დამსაქმებელთა მომზადებას, შემოწმებები გადა-

ვადეს რამდენჯერმე, ამიტომ მონიტორინგი სამშენებლო ობიექტებზე დაიწყო 2019 წლის 23 ივლისს.

მხოლოდ ერთ თვეში 2019 წლის 23 ივლისიდან 23 აგვისტომდე შემოწმდა 142 სამშენებლო ობიექტი. ყველაზე გამოყენებულ იქნა ადმინისტრაციული სახელის სახით – გაფრთხილება. დარღვევების გამოსწორებლად ყველა ობიექტს მიეცა 7 – 14 დღიანი ვადა. 68 ობიექტს შეუჩერდა სამუშაო პროცესი და გამოყენებულ იქნა ჯარიმა ჯამში 2 128 600 ლარის ოდენობით.

შემოწმების შედეგად გამოვლინდა შემდეგი ძირითადი დარღვევები:

- რისკების შეუფასებლობა;
- სიმაღლიდან ვარდნის საწინააღმდეგო ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების უგულებელყოფა;
- დაუცველი ღობეები (ჭები, შურფები, ლიფტის შახტები, კიბის უჯრედები, ნებისმიერი ადგილი, სადაც შესაძლოა ადამიანების ვარდნა);
- არასტანდარტული, კუსტარული ხარაჩოები, დაკიდებული ხარაჩოები;
- ტვირთამწეობაზე გამოუცდელი უსაფრთხოების ბადეები;
- ინსტრუქტაჟებისა და სწავლებების უგულებელყოფა;
- აღჭურვილობის გაუმართაობა;
- შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის არ ყოლა;
- მაფრთხილებელი ნიშნების უგულებელყოფა;
- ლიფტების ვარდნის ავარიული დამჭერების გაუმართაობა.

ტრავმები მშენებლობაში

მშენებლობაში სამუშაოებთან დაკავშირებული ტრავმების თითქმის ყველა სახეობაა (ნახ. 1). ტრავმატიზმის მაღალ დონეს ხელს უწყობს მშენებლობის დარგის ის თავისებურებები, რომელიც განასხვავებს მას საწარმოო სექტორის დანარჩენი ნაწილებისგან. ამ თავისებურებებს განეკუთვნება შემდეგი:

- მცირე ფორმების და თვითდასაქმებული პირების დიდი წილი;
- სამშენებლო მოედნების დიდი მრავალფეროვნება და არსებობის შედარებით პატარა პერიოდი;
- მუშახელის დიდი დენალობა;
- სეზონური და მიგრირებული მუშაკების დიდი რიცხვი, რომელთაგან უმრავლესობა

არ არის გაცნობილი სამშენებლო პროცესებს;

- ამინდის პირობების ზემოქმედებისაგან დაუცველობა;
- სამუშაოების სხვადასხვა სახეობების და სპეციალობების დიდი რიცხვის არსებობა.

ნებისმიერი ადამიანი, რომელიც ეძებს და პოულობს სამუშაოს მშენებლობაში, დაინტერესებულია, რომ ეს სამუშაო იყოს უსაფრთხო, შრომის პირობები სამშენებლო მოედანზე არ ქმნიდეს სიცოცხლის რისკს და არ აზარალებდეს მუშაკის ჯანმრთელობასა და პროფესიულ კვალიფიკაციას.

საინტერესოა განვითარებული ეკონომიკის ქვეყნების სტატისტიკური მონაცემების გაცნობა. 2011

წლის მონაცემებით, აშშ-ში 4609 სასიკვდილო უბედური შემთხვევა დაფიქსირდა. ქედან 3 %-ია საგნებს შორის მოყოლით გამოწვეული; 9 % - ელექტრული დენით; 10 % - საგნების ჩამოვარდნით; 35 % - მომუშავეთა სიმაღლიდან ჩამოვარდნით; სხვა შემთხვევები 43 %.

ეს სტატისტიკა მიუთითებს იმაზე, რომ მშენებლობაზე სიმაღლიდან ჩამოვარდნა მომუშავეთა გარდაცვალების ძირითადი მიზეზია. ისეთ განვითარებულ ქვეყანაშიც კი როგორც აშშ-ა, სადაც სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების უსაფრთხოება დაცულია საკანონმდებლო დონეზე (დიდი ჯარიმებით და პა-

სუხისმგებლობის სხვა ფორმებით), მაინც სიმაღლიდან ჩამოვარდნის გამო გარდაცვალებულ მომუშავეთა რაოდენობა 35 %-ს აღწევს.

სუსტი დემოკრატიის მქონე განვითარებად ქვეყნებში, სადაც არც საკანონმდებლო ბაზაა მოწესრიგებული და არც საშუალო ადგილზე ტექნიკური უსაფრთხოების საკითხებია მოგვარებული (სათანადოდ მოწყობილი ხარაჩოები, დამცავი ბადე, სამონტაჟო ქამარი და სხვა), სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები დაკავშირებულია დიდ რისკთან, ხასიათდება ტრავმატიზმის მაღალი მაჩვენებლით და ხშირად მთავრდება სიკვდილით.



ნახ. 1. მშენებლობაში გავრცელებული ტრავმების სახეები

ნახ 1-ზე აღნიშნული ტრავმებიდან ყველაზე ხშირია სხვადასხვა სიმაღლის მექანიკური ტრავმები.

### საფრთხეები

სიმაღლიდან ხალხის, მასალების და საგნების ვარდნა წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მთავარ ხიფათს სამშენებლო მრეწველობაში. ზუსტად ასეთი ვარდნა არის დიდი რაოდენობის უბედური შემთხვევების სასიკვდილო შედეგით დასრულების მიზეზი. ხშირ შემთხვევაში ეს ვარდნა ხდება არასაიმედო სამუშაო ადგილებიდან ან სამუშაო ადგილებზე არსებული არასაიმედო დამცავი საშუალების გამო.

დიდ საფრთხეს შეიცავს არასწორად მოწყობილი სხვადასხვა ტიპის სამშენებლო ხარაჩოები, კიბეები, სახურავზე მიმდინარე სამუშაოები, მონტაჟი და დე-

მონტაჟი, შეზღუდულ პირობებში, დახურულ სივრცეში და აგრესიულ საჰაერო გარემოში მუშაობა, დამცავი და მაშველი აღჭურვილობის გარეშე მუშაობა.

საქართველოს ოკუპირებული ტერიტორიებიდან დევნილთა, შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №01-15/6 (2020 წ. 30 იანვარი) –ის თანახმად, უნდა შეფასდეს სამუშაო სივრცეში რისკები, რაც სავალდებულოა შესასრულებლად.

1. რისკების შეფასება წარმოადგენს საფრთხეების იდენტიფიცირების, დასაქმებულებისა და სხვა პირების



ჯანმრთელობის დაცვის და შრომის უსაფრთხოების, რისკების ღონის შეფასების და საკონტროლო ზომების განსაზღვრის და განხორციელების პროცესს, რომლებიც ამ რისკების თავიდან აცილებაზე ან მინიმუმამდე დაყვანაზეა ორიენტირებული.

2. დასაქმებული ვალდებულია საწარმოო გარემოს და სამუშაო პროცესის გათვალისწინებით მოახდინოს ყველა არსებული საფრთხის იდენტიფიცირება, მათგან მომდინარე რისკების შეფასება და შესაბამისი საკონტროლო ღონისძიებების დანერგვა – განხორციელება.

3. რისკის შეფასება შედგება ხუთი საფეხურის-

გან:

საფრთხეების იდენტიფიცირება;

პირთა წრის განსაზღვრა;

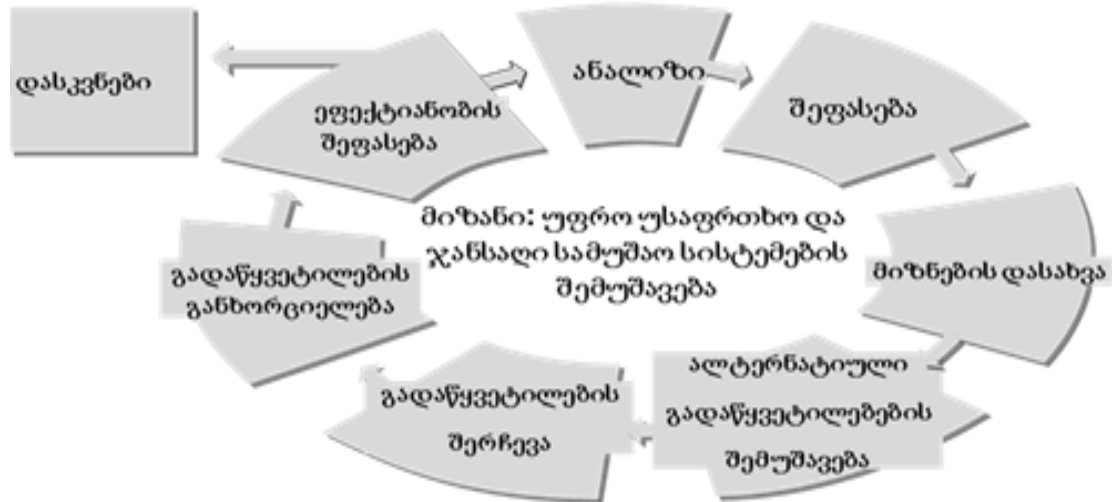
გ) რისკის შეფასება – საკონტროლო ღონისძიებების განსაზღვრა და დანერგვა;

დ) საკონტროლო ღონისძიებების გატარებაზე პასუხისმგებელი პირის და პრევენციული აქტივობების ვადების განსაზღვრა;

ე) შედეგების დოკუმენტირება და მონიტორინგი. მშენებლობაში უსაფრთხოების სპეციალისტმა უნდა განახორციელოს

სამუშაო პროცესი შემდეგ ეტაპებად: (ნახ 2).

## შრომითი უსაფრთხოების სპეციალისტის მიერ განსახორციელებელი სამუშაოების ეტაპები



ნახ. 2. შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის სამუშაო ეტაპები

რისკების შეფასების თანმიმდევრობა შეიძლება წარმოვიდგინოთ სქემის სახით (ნახ. 3).

მშენებლობაში, ისევე როგორც ეკონომიკის სხვა სფეროში, რისკების მართვა თავის მხრივ წარმოადგენს სისტემურ მუშაობას, რათა სამუშაო ადგილზე

არ იქნას დაშვებული შრომის პირობების გაუარესება და უზრუნველყოფის პერსონალის ჯანსაღი სამუშაო განწყობა. რისკების მართვა მოიცავს ყველა ღონისძიებას რისკების ლიკვიდაციის ან მინიმიზაციის მიზნით.

## სამუშაოდან გამომდინარე საფრთხის შეფასების თანმიმდევრობა



ნახ. 3. რისკების შეფასების თანმიმდევრობა რისკების მართვა მშენებლობაში

საფრთხეების განსაზღვრის ზოგადი პროცედურა შეიძლება შემდეგნაირად გადაინაწილდეს (იხ. ნახ. 4).

### სამუშაო პროცესზე ორიენტირებული საფრთხის განსაზღვრის ზოგადი პროცედურა

- 1 სამუშაო დავალებების განსაზღვრა და გადანაწილება
- 2 სამუშაო სისტემის და მისი ელემენტების განსაზღვრა, კონკრეტული აქტივობების თანმიმდევრობა
- 3 ქვე-აქტივობებად დაშლა
- 4 რისკ ფაქტორების აღიარება
- 5 დაკავშირებული საფრთხეების აღრიცხვა
- 6 შესაბამისი საშიში პირობების განსაზღვრა
- 7 შეისწავლეთ დაქირავებულების განსაკუთრებული საჭიროებები
- 8 კონკრეტული საფრთხის განსაზღვრა და აღწერა
- 9 შემოქმედებას დაქვემდებარების ხანგრძლივობის აღრიცხვა

© 2014 Kvaerner A/S 17 2

ნახ. 4. საფრთხეების განსაზღვრის ზოგადი პროცედურა

**დასკვნა**

ეკონომიკის სხვა სფეროებისაგან განსხვავებით, სამშენებლო სფერო დაკავშირებულია მთელ რიგ თავისებურებებთან და რისკებთან, რაც ზემოთ იყო განხილული. ეს ზრდის მშენებლობასი დასაქმებულთა დაშავების საშიშროებას. სასიკვდილო შემთხვევებიც ძირითადად მომუშავეთა სიმარლიდან ჩამოვარდნით

არის გამოწვეული. ყოველივე ამის გათვალისწინებით, საწირო ტრავმატიზმის ძირითადი სახეების ანალიზი და რისკების შეფასება სწორად, თანმიმდევრულად, საერთაშორისო გამოცდილების გაზიარებით, საფრთხეების განსაზღვრის ზოგადი პროცედურებისა და არსებული მატრიცების გამოყენებით.

**ლიტერატურა**

1. ღირსეული შრომა. უსაფრთხო შრომა. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მოხსენება. ჟენევა. 2006. 322 გვ.  
 2. თ. ჟორდანია, დ. თევზაძე, ნ. რაზმაძე. შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში. სტუ, თბილისი, 2006. 80 გვ.  
 3. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed\\_](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-ed_)

norm/-normes/documents/publication/wcm\_s\_22\_6313.pdf  
 4. <https://www.moh.gov.ge/uploads/files/2019/Failebi/27.06.2019-21.pdf>  
 5. ნ. მაჭავარიანი, ლ. ყანჩველი. პროფდავალებები. სტუ. თბილისი 2005.

**RAZMADZE N., KUNCHULIA T.,  
MAGLAPERIDZE T.**

**ANALYSIS OF MAJOR CONSTRUCTION  
INJURIES AND RISK MANAGEMENT**

**ANNOTATION.** The article discusses the types of major injuries in the field of construction, highlights the area and conditions of the most dangerous injuries, complex safety measures in the field of construction, examines the very visible dynamics of injury cases because of beneficial changes in legislation, and evaluates new regulations. The article practically examines the positive dynamics of the occurrence of accidents after the legislative regulations, although the new tightened regulations record not only serious and fatal accidents, but all cases regardless of the severity of the injury. It is also noteworthy that the significant increase in fines also enlarged the responsibility of builders.

**KEY WORDS:** trauma; risk; danger; dangerous condition; safety; matrix.

**РАЗМАДЗЕ Н.А., КУНЧУЛИЯ Т.С.,  
МАГЛАПЕРИДЗЕ Т.**

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ  
РАСПРОСТРАНЕННЫХ ТРАВМ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И УПРАВЛЕНИЕ  
РИСКАМИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматриваются виды серьезных травм в сфере строительства, выделяются зоны и условия наиболее опасных травм, комплексные меры безопасности в сфере строительства, исследуется очень заметная динамика случаев травм в результате благоприятных изменений в законодательстве, оценивает новые правила. В статье практически исследуется положительная динамика возникновения несчастных случаев после законодательных норм, хотя новые ужесточенные правила фиксируют не только тяжелые и смертельные аварии, но и все случаи независимо от тяжести травмы. Примечательно также, что значительное увеличение штрафов повысило ответственность строителей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** травма; риск; опасность; опасное состояние; безопасность; матрица.

**აკად. დოქტორი ნ. რაზმაძე, აკად. დოქტორი თ. კუნჭულია, დოქტორანტი თ. მაღლაფერიძე**

**ახალი საკანონმდებლო რეგულაციების გავლენა მშენებლობაზე ტრავმატიზმის სტატისტიკაზე**

**ანოტაცია.** სტატიაში გაანალიზებულია მძიმე და სასიკვდილო უბედური შემთხვევების სტატისტიკა როგორც მსოფლიო, ისე საქართველოს მასშტაბით. განსაზღვრულია შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის როლი და ამოცანები ღირსეული და უსაფრთხო შრომის პირობების შესაქმნელად. ცხრილებში და დიაგრამებში მოცემულია გეოგრაფიული ზონების მიხედვით მძიმე და სასიკვდილო უბედურ შემთხვევათა რაოდენობრივი მონაცემები. განხილულია, აგრეთვე პროფდაავადებათა სტატისტიკა საქართველოს მასშტაბით, პროფესიულ დაავადებათა განაწილება გასული წლების მოქმედი ფიზიკური, ქიმიური და სხვა ფაქტორების ზემოქმედებით. ასევე, მოცემულია სოციალური დაცვის ახალი მექანიზმები, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს საწარმოო გარემოს მენე და საშიში ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში სამუშაო პროცესის სიმძიმეს. სოციალური დაცვის სქემების სახით სტატიაში წარმოდგენილია რეკომენდაციები განვითარებული ქვეყნების მაგალითზე. სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია საქართველოს ახალი შრომის კანონმდებლობისა და სამშენებლო სფეროში უსაფრთხოების ახალი ნორმატივების დადებით გავლენაზე უბედური შემთხვევების სტატისტიკაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** უსაფრთხო შრომა; ღირსეული შრომა, ტრავმა, პროფდაავადება; უბედური შემთხვევების სტატისტიკა; რეგულაციები მშენებლობაში.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის როლი უსაფრთხო და ღირსეული შრომის დანერგვაში

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია (შსო) სისტემატურად აქვეყნებს უბედური შემთხვევების და პროფდაავადებათა სტატისტიკას.

თავის საქმიანობაში შსო ატარებს 4 სტრატე-

გიულ პრინციპს, ესენია:

1. შრომის სფეროში ძირითადი პრინციპების და უფლებების განვითარება და რეალიზაცია;
2. ღირსეული დასაქმების უზრუნველყოფა უფრო ფართო შესაძლებლობებით;
3. მშრომელთა სოციალური დაცვის ამაღლება;
4. სოციალური დაილოგის მხარდაჭერა და მისი რეალიზაციის სამშრივი კონცეფცია.

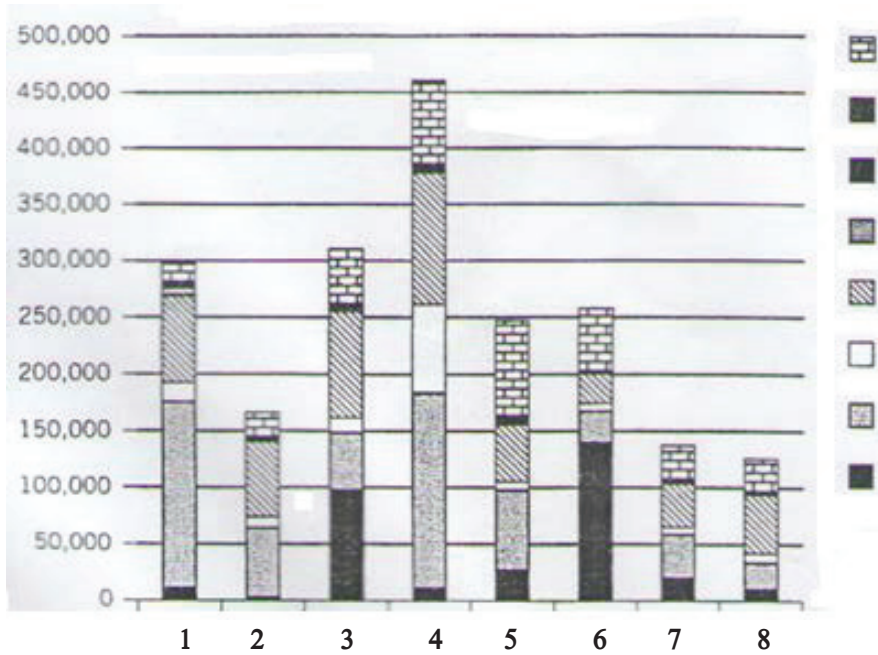
შსო ხელს უწყობს დამქირავებელთა და დამსაქმებელთა დამოუკიდებელი ორგანიზაციების ჩამოყალიბებასა და სრულყოფას, უზრუნველყოფს მათ სწავლებითა და რეკომენდაციებით. გაეროში შსო ერთადერთი სააგენტოა, რომლის ფუნქციონირება დამყარებულია სამშრივი სტრუქტურის – დამსაქმებლის, მომუშავეთა და სახელმწიფო დაწესებულებების ერთმანეთთან მჭიდრო თანამშრომლობაზე. დიდია აგრეთვე, პროფკავშირების როლი შრომის დაცვასთან დაკავშირებული საკითხების გადაწყვეტაში.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მონაცემებით, მსოფლიოში სამუშაო ადგილზე ყოველ 15 წმ-ში ერთი ადამიანი, ხოლო დღე-ღამეში ექვსი ათასი ადამიანი იღუპება. უბედური შემთხვევების რაოდენობა წელიწადში 270 მილიონია, მათგან 350 ათასი სიკვდილით მთავრდება.

სამწუხარო რეალობაა, რომ სამუშაო ადგილებზე უფრო მეტი ადამიანი იღუპება, ვიდრე ომში.

შსო რეგულარულად აქვეყნებს სტატისტიკურ მონაცემებს წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევებისა და პროფესიული დაავადებების შესახებ.

დიაგრამა 1-ზე მოცემულია სამუშაოსთან დაკავშირებული სასიკვდილო შემთხვევების სტატისტიკური მონაცემები მსოფლიო რეგიონების მიხედვით (აბსოლუტურ ერთეულებში).



დიაგრამა 1. უბედური შემთხვევები და ძალადობა შარდმდენი სისტემების დაავადებები საჭმლის მომწელებელი სისტემის დაავადებები ნეიროფსი-ქიატრიული ფაქტორები სისხლის მიმოქცევის სისტემის დაავადებები სუნთქვის სისტემის დაავადებები ავთვისებიანი სიმსივნეები ინფექციური დაავადებები: 1 – ჩამოყალიბებულ საბაზრო ეკონომიკის ქვეყნები; 2 – ყოფილი სოციალისტური ეკონომიკის ქვეყნები; 3 – ინდოეთი; 4 – ჩინეთი; 5 – აზია – წყნარი ოკეანის სხვა ქვეყნები; 6 – აფრიკის ქვეყნები საჰარის სამხრეთით; 7 – ლათინური ამერიკის და კარიბის აუზის ქვეყნები; 8 – ჩრდილოეთ აფრიკის და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნები

გამოთვლები წარმოებდა ორი მეთოდით: პირველ შემთხვევაში გამოიკვლიეს სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფები ცალ-ცალკე, ხოლო მეორე შემთხვევაში – სხვადასხვა სქესის ადამიანები.

განვითარებდა ქვეყნებში სტატისტიკური კვლევები წარმოებდა შეზღუდულ მასშტაბებში. მიუხედავად ამისა, რაოდენობრივი დამოკიდებულება ზემოქმედების ფაქტორებსა და დაავადებებს შორის დაემთხვა განვითარებული ქვეყნების ანალოგიურ მაჩვენებლებს (ზოგიერთი გამონაკლისის გარდა).

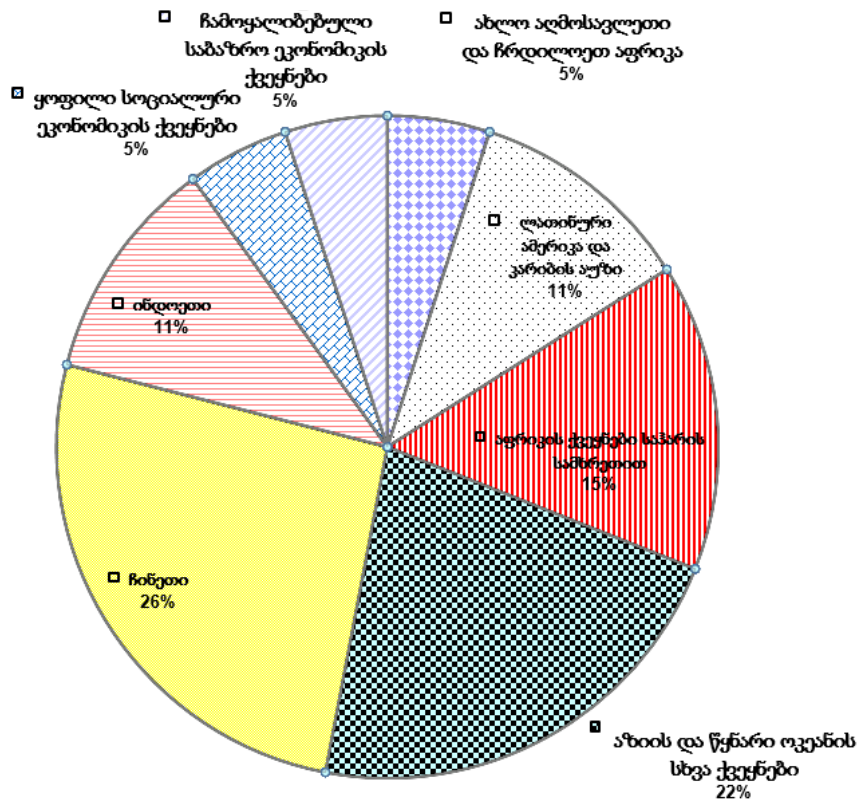
დიაგრამა 1-ზე მოცემული მაჩვენებლებით, სამუშაოსთან დაკავშირებული უბედური შემთხვევები ყოველწლიურად მატულობს. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა:

1. მომუშავეთა საერთო რაოდენობის ზრდა;
2. ცალკეული ასაკობრივი ჯგუფების (2,03 მლნ. ადამიანი) შედეგები სხვადასხვა გამოთვლებით განსხვავებულია. ეს ასაკობრივი ჯგუფებია : 15-29, 30-44, 45-59, 60-69 და 70 +. უმეტესობა უფროსი ასაკობრივი ჯგუფებიდან უკვე პენსიაზე გავიდა და მონაცემები აიღეს მხოლოდ იმ პირთაგან, რომელთა დაავადებებიც მიმდინარეობს ხანგრძლივი ლატენტური (ფარული) პერიოდით.

3. სასიკვდილო უბედური შემთხვევების რიცხვი უმნიშვნელოდ გაიზარდა: დაიკლო განვითარებულ ქვეყნებში და გაიზარდა განვითარებად ქვეყნებში.

4. უკანასკნელი მონაცემებით, სასიკვდილო შემთხვევები გაიზარდა ჩინეთში და აზია – წყნარი ოკეანის სხვა ქვეყნებში. (იხ. დიაგრამა 2). თუმცა, სამუშაოსთან დაკავშირებული ინფექციური დაავადებები, მაგალითად მალარია და სხვა, წარმოადგენს სერიოზულ პრობლემას აფრიკის ქვეყნებისათვის, ინდოეთისათვის და სხვა.

5. მიუხედავად იმისა, რომ მომშხამავი ნივთიერებების გამოყენება განვითარებულ ქვეყნებში წინა წლებთან შედარებით მკაცრად კონტროლდება, სიკვდილიანობის მაჩვენებლებიც და დაავადებთა ფარული მიმდინარეობის ხანგრძლივი პერიოდიც მატებულია. ეს განსაკუთრებით დამახასიათებელია აზბესტისათვის. დიდი ბრიტანელი ექსპერტები მიიჩნევენ, რომ მათ ქვეყანაში ყოველწლიურად 3500 ადამიანი იღუპება მეზოთელიუმით და ფილტვის სისმსივნით, რასაც იწვევს აზბესტი. ეს ეხება ყველა იმ ქვეყანასაც, სადაც წარმოების პროცესებში ჯერ კიდევ გამოიყენება აზბესტი.



დიაგრამა 2. სასიკვდილო საწარმოო ტრავმები რეგიონების მიხედვით

სასიკვდილო შემთხვევების კლება ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებში გამოწვეულია დასაქმების სტრუქტურის ცვლილებით: დღეს ისეთ საშიშ დარგებში, როგორცაა ფოლადსამსხმელო წარმოება, გემთმშენებლობა და ხომალდების უტილიზაცია, სოფლის მეურნეობა, ხე-ტყის დამუშავება და სამთო მრეწველობა, მუშაობს ბევრად ნაკლები ადამიანი. მშრომელთა უმეტესობა მოდის მომსახურების სფეროზე, რაც ბევრად უფრო უსაფრთხოა. განვითარებად ქვეყნებში კი ინდუსტრიალიზაციას ხშირად ახლავს სასიკვდილო და არასასიკვდილო უბედური შემთხვევების მკვეთრი ზრდა, რაც დაკავშირებულია ახალი ფაბრიკა-ქარხნების გახსნასთან, ინფრასტრუქტურის განვითარებასთან, გზებისა და შენობების მშენებლობასთან, სადაც იზიდავენ არაკვალიფიციურ მუშებს (მათ შორის მიგრანტებს). მათთვის უცნობ, ახალ საწარმოო

გარემოში მოხვედრა იწვევს ტრავმატიზმის რისკის გაზრდას. თუ განვითარებული ქვეყნების ისტორიულ გამოცდილებას გაიმეორებენ სხვა ქვეყნებში, მაშინ სასიკვდილო და მძიმე უბედური შემთხვევების და დაავადებების რაოდენობა მკვეთრად გაიზრდება საწყის ეტაპზე, შემდეგ დაფიქსირდება გარკვეულ ნიშნულზე, სანამ სახელმწიფო პოლიტიკა არ გაიზიარებს ისტორიულ გამოცდილებას და არ დაიწყებს ზრუნვას უსაფრთხო შრომის პირობების შესაქმნელად.

განვითარებად ქვეყნებში უბედური შემთხვევების რიცხვის სწრაფი ზრდა შეიძლება აიხსნას აღრიცხვიანობისა და კომპენსაციის გადახდის სისტემების დაზვევით, რაც ოფიციალურ სტატისტიკურ მაჩვენებლებს ზრდის. ამასთან ამ მაჩვენებლებში არ ხვდება სოფლის მოსახლეობა და არაფორმალურად დასაქმბულები.

### სამუშაო სფეროში ტრავმატიზმის სტატისტიკური მონაცემები

2011 წლის მონაცემებით, აშშ-ში 4609 სასიკვდილო უბედური შემთხვევა დაფიქსირდა, აქედან 3%-ია საგნებს შორის მოყოლით გამოწვეული; 9%

- ელექტრული დენით; 10% - საგნების ჩამოვარდნით; 35% - სიმალიდან ჩამოვარდნით; სხვა შემთხვევები - 43%.

ეს სტატისტიკა მიუთითებს იმაზე, რომ მშენებლობაზე სიმაღლიდან ჩამოვარდნა მომუშავეთა გარდაცვალების ძირითადი მიზეზია. ისეთ განვითარებულ ქვეყანაშიც კი, როგორც აშშ-ია, სადაც სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების უსაფრთხოება დაცულია საკანონმდებლო დონეზე (დიდი ჯარიმებით და პასუხისმგებლობის სხვა ფორმებით), მაინც სიმაღლიდან ჩამოვარდნის გამო გარდაცვალებულ მომუშავეთა რაოდენობა 35 % -ს აღწევს.

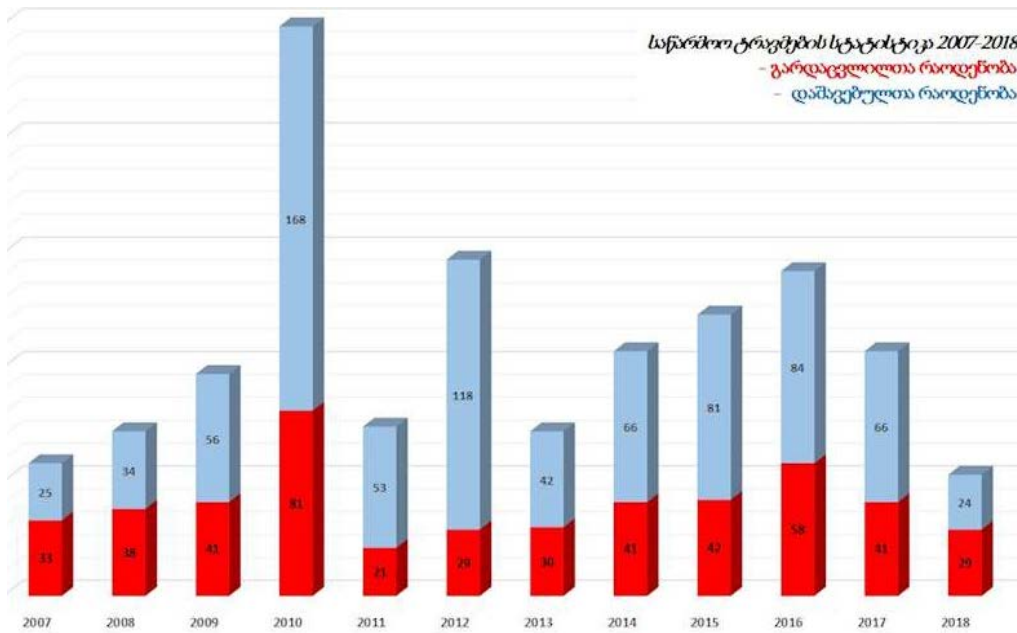
სუსტი დემოკრატიის მქონე განვითარებად ქვეყნებში, სადაც არც საკანონმდებლო ბაზაა მოწესრიგებული და არც სამუშაო ადგილზე ტექნიკური უსაფრთხოების საკითხები (სათანადოდ მოწყობილი ხარაჩოები, დამცავი ბადე, სამონტაჟო ქამარი და სხვ.), სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები დაკავშირებულია დიდ რისკთან, ხასიათდება ტრავმატიზმის მაღალი მაჩვენებლით და ხშირად მთავრდება სიკვდილით.

### ტრავმატიზმის სტატისტიკა საქართველოში

საქართველოში შრომის დაცვის სფეროში არსებული მდგომარეობა შეისწავლა და გაანალიზა პროფესიულ კავშირების გაერთიანებამ ფრიდრიხ ებერტის ფონდის მიერ დაფინანსებული პროექტის ფარგლებში. კვლევების შედეგად დაფიქსირდა უბელური შემთხვევების, პროფესიულ და ონკოლოგიურ დაავადებათა შემთხვევების ტენდენცია. 2006 წელს მხოლოდ პროფკავშირული ქსელის საშუალებით რეგ-

ისტრირებული იქნა 5 უბელური შემთხვევა. შინაგან საქმეთა სამინისტრომ აღრიცხა 87 სასიკვდილო და 6 მძიმე ტრავმული შემთხვევა, რომელთაგან მხოლოდ 2 შემთხვევის გამოკვლევაში დაუშვეს შრომის ტექნიკური ინსპექტორი.

2007-2018 წლების ოფიციალური სტატისტიკა საქართველოსათვის დიაგრამა 3-ის მიხედვით ასეთია:



დიაგრამა 3. ოფიციალური სტატისტიკისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავდება საქართველოს გაერთიანებული პროფკავშირების მაჩვენებლები

პროფდაავადების მიხედვით საქართველოს მაჩვენებლები ასეთია:

2005 წელს დაავადდა 28 მუშაკი, მათ შორის 4

ქალი, რომელთაგან 3 მუშაობდა „ჭიათურმანგანუმში“ და ერთი „ფეროშენადნობში“. ამ სიაში „ჯორჯიან მანგანუმი“ „ლიდერობას“ არავის უთმობს. აქ დაა-

ვალდა 19 მუშაკი, რაც დაავადებულთა საერთო რაოდენობის 67 %-ია.

2006 წელს აღრიცხულია 25 პროფდაავადება, საიდანაც 18 აღირიცხა „ჯორჯიან მანგანეზში“.

აღნიშნული ორგანიზაცია უბელური შემთხვევების რაოდენობით კვლავ პირველ ადგილზეა და მასზე მოდის საერთო რაოდენობის 70 %.

**ცხრილი 1**

ვიბრაციული დაავადება	237
მანგანუმით ქრონიკული ინტოსიკაცია	234
ქრონიკული ბრონქიტი	169
ნევმოკონიოზები	140
სმენის ნერვის ანთება	96
ბრონქიტული ასთმა	81
სხვადასხვა ინტოქსიკაციები	23
ანგანოკონიოზი	20

2007 წელს აღრიცხულია 2 შემთხვევა, ორივე „ჯორჯიან მანგანეზში“.

2008 წელს აღრიცხული აღარ არის პროფესიული დაავადებების არც ერთი შემთხვევა, რადგან ამ სახის პენსიები ამ დროიდან აღარ გაიცემა, ხოლო დავას დამსაქმებელთან აზრიც აღარ აქვს.

საქართველოში პროფესიულ დაავადებათა განაწილება 1970 – 2006 წლებში მოცემულია ცხრილი 2-ში.

როგორც ცხრილი 1-დან ჩანს, პროფესიულ დაავადებებში I ადგილზეა ვიბრაციული დაავადება (22,7 %).

რაც შეეხება ეტიოლოგიურ ფაქტორებს, რომლების იწვევენ პროფდაავადებების განვითარებას, შემდეგია: ფიზიკური ფაქტორები (ვიბრაცია, ხმაური, ფიზიკური გადაძაბვა, ცალკეული ორგანოების გადატვირთვა); ქიმიური ფაქტორები: სამრეწველო და სასოფლო – სამეურნეო შხამები; სამრეწველო აეროზოლები: მტკერი, საწარმოო ალერგენები – ორგანული და არაორგანული.

1970-2006 წლებში პროფდაავადებების განაწილება ასაკისა და სამუშაო სტაჟის მიხედვით მოცემულია ცხრილი 2-ში.

**ცხრილი 2**

სტაჟი (წელი)	ასაკი (წელი)				
	20 – 30	31 – 39	40 – 49	≥ 50	სულ
1 – 5	7	27	40	22	96
6 – 10	15	62	177	74	328
11 – 20	13	47	145	162	367
≥ 21	-	-	126	170	296
სულ	35	136	488	428	1087

ცხრილი 2-ის შედეგები მიუთითებს, რომ პროფესიული დაავადება ვითარდება ჯერ კიდევ ახალგაზრდა, შრომისუნარიან ასაკში, რაც იწვევს კვალიფიციური მუშახელის როდენობის შემცირებას.

ქვეყნის ეკონომიკის საბაზრო პირობებში გადასვლა მოითხოვს დასაქმებულთა სოციალური დაცვის ახალი მექანიზმების შექმნას, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს საწარმოო გარემოს მანე და საშიში ფაქტორების სამუშაო პროცესის სიმძიმეს და დამ-

აბულობას. უნდა აღინიშნოს ის დადებითი ტენდენცია, რაც განაპირობა ახალი ქართული კანონმდებლობის დანერგვამ ზოგადად უსაფრთხოებისა და კერძოდ, მშენებლობის უსაფრთხოების ხაზით. კანონმდებლობის მიღების შემდეგ გაიზარდა დამსაქმებელთა პასუხისმგებლობა დასაქმებულთა უსაფრთხო სამუშაო პირობების შექმნის თვალსაზრისით და მივიღეთ პირველი შედეგებიც:

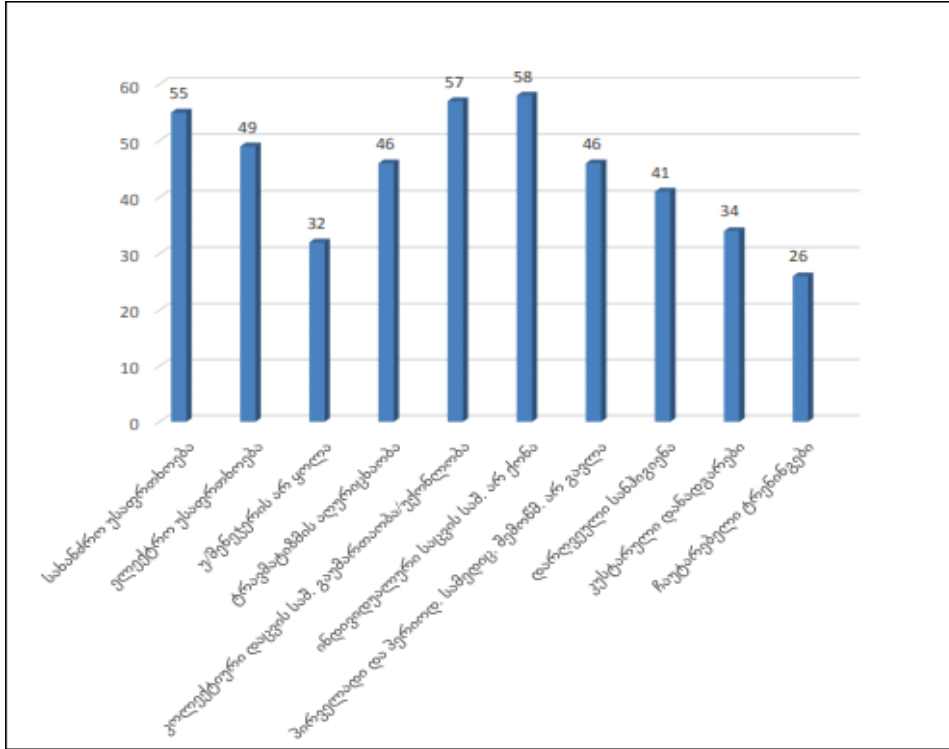
2019 წელს მშენებლობაზე დაიღუპა 35 %-ით



ნაკლები და დაშავდა 32 %-ით ნაკლები 2018 წელთან შედარებით. რიცხვებში ეს მაჩვენებელი ასე გამოისახება: 2018 წელი – 59 დაღუპული და 199 დაშავებული. 2019 წელი – 38 დაღუპული და 135 დაშავებული. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ უბელური შემთხვევების აღრიცხვა 2019 წლიდან მიმდინარეობს ახალი მეთოდით – აღრიცხება როგორც მძიმე, ისე

საშუალო სიმძიმის უბელური შემთხვევებიც.

2020 წლიდან შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მხარდაჭერით დაგეგმილია და ხორციელდება შრომის ინსპექციის დეპარტამენტის ინსტიტუციური გაძლიერება და ინსპექტორების რაოდენობრივი ზრდა.



დიაგრამა 4. სამშენებლო სექტორში სხვადასხვა დარღვევათა რაოდენობა (2016-2017 წწ)

შრომის ინსპექციის დეპარტამენტი შეიქმნა 2015 წლის მარტში. 2016 წელს დამტკიცდა შრომის ინსპექტირების სახელმწიფო პროგრამა. გარკვეული დრო დასჭირდა შრომის ინსპექტორების გადამზადებას და დამსაქმებელთა მომზადებას, შემოწმებები გადაავადეს რამდენჯერმე, ამიტომ მონიტორინგ სამშენებლო ობიექტებზე დაიწყო 2019 წლის 23 ივლისს.

მხოლოდ ერთ თვეში, 2019 წლის 23 ივლისიდან 23 აგვისტომდე შემოწმდა 142 სამშენებლო ობიექტი. ველგან გამოყენებულ იქნა ადმინისტრაციული სახელის სახით – გაფრთხილება. დაზღვევების გამოსასწორებლად ყველა ობიექტს მიეცა 7-14 დღიანი ვადა. 68 ობიექტს შეუჩერდა სამუშაო პროცესი და გამოყენებული იქნა ჯარიმა ჯამში 2 128 600 ლარის ოდენობით.

### დასკვნა

განვითარებულ ქვეყნებში მთავრობებმა და მათმა სოციალურმა პარტნიორებმა შექმნეს სოციალური დაცვის ისეთი სქემები, რომლებიც მიწოდებულია ნაწილობრივ მაინც ანაზღაურის უბელური შემთხვევებითა და პროფდაავადებებით გამოწვეული შემოსავლების შემცირება, აგრეთვე, დაფაროს დაზარალებულთა მკურნალობის და ჯანმრთელობის რეაბილი-

ტაციის ხარჯები, აღმოუჩინოს ფინანსური დახმარება დაზარალებულთა ოჯახის წევრებს მარჩენალის დაკარგვის შემთხვევაში. მისასაღებელია, რომ საქართველომ მხარი აუბა მოწინავე ქვეყნების ჯგუფს და დაიწყო ზრუნვა დასაქმებულთა უსაფრთხოებაზე და ზოგადად შრომით უფლებებზე. დასაქმებულთა უფლებები და დამსაქმებლების მოვალეობები მნიშ-

ვნელოვნად გაიზარდა.

მშენებლობა საქართველოს ეკონომიკის ძირითადი დარგია, ამიტომ უსაფრთხოება და შრომითი უფლებები უნდა დაუახლოვდეს განვითარებული ქვეყნების შესაბამის ღონისძიებებს, რაც ახალი რეგულაციების ამოქმედებით შესაძლებელია.

ბები უნდა დაუახლოვდეს განვითარებული ქვეყნების შესაბამის ღონისძიებებს, რაც ახალი რეგულაციების ამოქმედებით შესაძლებელია.

### ლიტერატურა

1. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მოხსენება: ღირსეული შრომა. უსაფრთხო შრომა. ISBN 92-2-418619-X@978-92-2-418619-6 (ნაბეჭდი გამოცემა), ჟენევა, 2006.

2. თ. ჟორდანია, დ. თევზაძე, ნ. რაზმაძე. შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში. გამ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2006. 80 გვ.

3. ნ. მაჭავარიანი, ლ. ყანჩაველი. პროფესიული დაავადებები. გამ. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2005. 77 გვ.

4. ნ. ბოჭორიშვილი, გ. არაბიძე, ა. ნევეროვი, ნ. რაზმაძე, ი. ბოჭორიშვილი. შრომის უსაფრთხოება და უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები ენერგეტიკაში. ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2012. 492 გვ.

**RAZMADZE N., KUNCHULIA T.,  
MAGLAFERIDZE T.**

### IMPACT OF NEW LEGISLATION ON CONSTRUCTION ON INJURY STATISTICS

**ANNOTATION.** The article analyzes the statistics of serious and fatal accidents in the whole world as well as in Georgia. The role and tasks of the International Labor Organization to create decent and safe working conditions are defined in this article. The tables and diagrams provide quantitative data on severe and fatal accidents reviewed by geographical area. The statistics of occupational diseases throughout Georgia, the distribution of occupational diseases under the influence of

physical, chemical and other factors of the past years are also discussed in this article. Moreover, new social protection mechanisms are provided, which should take into account the severity of the work process in the conditions of exposure to harmful and dangerous factors of the production environment. The article presents recommendations based on the examples of developed countries in the form of social protection schemes. The article focuses on the positive impact of new labor legislation and new safety standards in the construction sector in Georgia.

**KEY WORDS:** occupational health and safety; decent labor; worthy labor; trauma; occupational diseases; statistics of accidents; regulations in construction.

**РАЗМАДЗЕ Н.А., КУНЧУЛИЯ Т.С.,  
МАГЛАПЕРИДЗЕ Т.**

### ВЛИЯНИЕ НОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА О СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА СТАТИСТИКУ ТРАВМАТИЗМА

**АННОТАЦИЯ.** В статье анализируется статистика серьезных и смертельных аварий как в мире, так и в Грузии. Определены роль и задачи Международной организации труда по созданию достойных и безопасных условий труда. Таблицы и диаграммы предоставляют количественные данные о тяжелых авариях и несчастных случаях со смертельным исходом по географическим регионам. Также обсуждается статистика профессиональных заболеваний по Грузии, распространение профессиональных заболеваний

под воздействием физических, химических и других факторов за последние годы. Также предусмотрены новые механизмы социальной защиты, которые должны учитывать тяжесть рабочего процесса в условиях воздействия вредных и опасных факторов производственной среды. В статье представлены рекомендации на примере развитых стран в виде схем социальной защиты. Статья посвящена положительному влиянию нового трудового законодательства и новых стандартов безопасности в строительном секторе на статистику несчастных случаев.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** безопасный труд; достойный труд; травмы; профессиональные заболевания; статистика несчастных случаев; правила в строительстве.

ლოქტორანტი ს. კვინიკაძე, ლ. პირთაძე, მაგისტრი ა. ვანიშვილი, მაგისტრი დ. ჯვერავა, ს. სტერიაკოვა, ტიმ. მინ. ლოქტ., პროფესორი ბ. აბაშიძე

პოლიმერული მატრიცის მიღება ბიოდებრადირებადი კომპოზიტების შემდგომი მიზნით

**ანოტაცია.** სინთეზურმა პოლიმერულმა მასალებმა შეაღწიეს ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში. დღეს ამ მასალების მდგრადობა ქიმიური თუ ბიოლოგიური დაშლის (დეგრადაციის) მიმართ განიხილება სერიოზულ საფრთხედ გარემოსათვის, რადგან აბინძურებს ეკოსისტემას. ამიტომ განვითარების თანამედროვე ეტაპზე, პოლიმერების ქიმიისა და ტექნოლოგიისათვის მნიშვნელოვან გამოწვევად იქცა ისეთი მასალების შექმნა, რომლებიც დეგრადირდებიან და „გაქრებიან“ დაკისრებული ფუნქციის შესრულების შემდეგ, იქნება ეს ინჟინერია თუ ადამიანის საქმიანობის

სხვა სფერო. ეკომეგობრული მასალების მსოფლიო ბაზრი წრაფად, წელიწადში 20-25 %-ით იზრდება. ნაშრომში მოცემულია მაღალი მექანიკური მახასიათებლების მქონე პოლიმერული კომპოზიტების მატრიცის მექანიკური თვისებებისა და ბიოდეგრადაციის შესწავლის ზოგიერთი შედეგი. ამ მიმართულებით აქტიურად გრძელდება კვლევები.

**საკვანძო სიტყვები:** პოლიმერული კომპოზიტები; ბიოდაშლადი მასალები; პოლიმერული მატრიცა.

კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით (CARYS-19-836 „დარტყმამდევი და ბიოდეგრადირებადი პოლიმერული კომპოზიტების შექმნა და ტექნოლოგიის ტრანსფერის უზრუნველყოფა“).

უკანასკნელი ოცი წლის განმავლობაში მსოფლიო მასშტაბით ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები დარტყმამდევი პოლიმერული კომპოზიტების (პკ) შექმნის მიმართულებით. პკ წარმოადგენს მასალას, რომელიც შედგება უწყვეტი ორგანული წარმოშობის პოლიმერისაგან (მატრიცა, შემკავშირებელი) და მარმირებელი საშუალებისგან. ეს უკანასკნელი განსაზღვრავს პკ სიმტკიცეს, მატრიცა კი უზრუნველყოფს მასალის მონოლითურობას, ზღუდავს მარმირებელი ჩონჩხის ძვრადობას და ხელს უწყობს ძბვების თანაბარ განაწილებას მასალაში. როგორც უკანასკნელი პუბლიკაციები ცხადყოფს, ზოგიერთი პკ გამოირჩევა კინეტიკური ენერჯის შთანთქმის კარგი უნარით, რაც მეტად მიზიდველს ხდის დარტყმამდევი კონსტრუქციების/ელემენტების შექმნის ტექნოლოგიას. დარტყმამდევი მასალის მაჩვენებლის მქონე პკ მიღების მთავარი პრობლემა არის აუცილებელი და საკმარისი მახასიათებლების მქონე როგორც სამატრიცე, ისე მარმირებელი კომპონენტების ქონა. სამატრიცე მასალა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს არა მარტო დარტყმებისაგან დამცავი სხვადასხვა სახის სტრუქტურის დამზადების ტექნოლოგიას, არამედ ასეთი სტრუქტურების დარტყმამდევიობასაც [1-3].

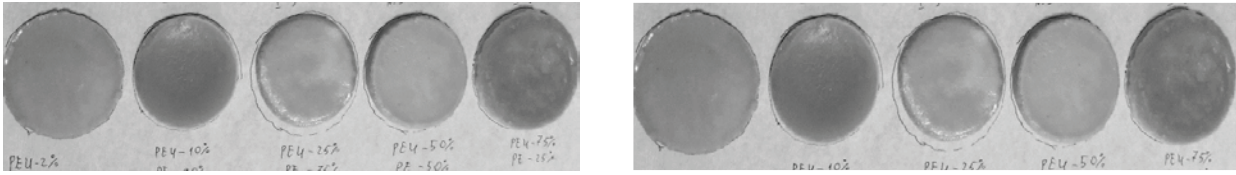
ძირითად სამატრიცე მასალად პოლიესტერული ფისი იქნა გამოყენებული. მის საფუძველზე შექმნილი

პკ გამოირჩევა საკმაოდ მაღალი მექანიკური, მათ შორის დარტყმამდევიობის მახასიათებლებით. ამასთან ერთად ეს პკ ხასიათდება მაღალი ბიომედეგობით, რაც შეუძლებელს ხდის, ექსპლუატაციიდან გამოსვლის შემდეგ, მის უტილიზაციას ნიადაგში დამარხვის გზით. პრობლემა განსაკუთრებით რთულდება მაშინ, როცა საქმე გვაქვს დიდი გაბარიტის მქონე, მრავალტონაჟიან ნარჩენებთან.

კვლევის პროცესში გამოყენებულ იქნა ძირითად მატრიცად პოლიესტერული ფისი, ხოლო ბიოდეგრადირებად კომპონენტად-პოლი(ესტერ შარლოვანა). ამინომჟავური პოლიმ(ესტერ შარლოვანები) დღეს არიან ყველაზე მტკიცე, მაღალმოდულიანი ბიოდეგრადირებადი პოლიმერები. ხასიათებიან მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლით 6.0 1.1 GPa და არსებითად ალემატებიან სხვა, კომერციულად ხელმისაწვდომ ბდ პოლიესტერების მაჩვენებლებს, მაგალითად როგორცაა, თიროზინიდან წარმოქმნილი პოლიკარბონატები (1-2 GPa), პოლი (L-ლაქტური მჟავა) (3-3.5 GPa) და პოლი (პროპილენის ფუმარატი) (2.2 GPa). ასეთი პოლიმერების გამოყენება პერსპექტულია ეკოლოგიურად მეგობრული, არაორგანული შემავსებლებით დატვირთული, ბდ კომპოზიტების მისაღებად. დავაშადეთ საცდელად 2 %, 10 %, 25 %, 50 % და 75 %-იანი

ნიმუშები (2% პოლიესტერმარდოვანა ((PEU) 98% პოლიესტერი (პე)) [4-5]. ეს ნიმუშები დამზადდა

სხვადასხვა გარემოში ბიოდეგრადაციის კვლევისთვის (სურ.1).



სურ. 1. პოლიმერული (2 %, 10 %, 25 %, 50 % და 75 %-იანი) ნიმუშები დეგრადაციის კვლევისთვის

პოლიმერული ნიმუშების შესწავლის მნიშვნელოვან პროცესს წარმოადგენს ბიოდეგრადაციის შესწავლა. პრაქტიკაში გამოიყენება ოთხი შედარებით მარტივი მეთოდი: პოტენციომეტრული ტიტრაცია (შეისწავლის ბმების გახლეჩას), გრავიმეტრია (შეისწავლება ნიმუშის წონის კლება), გელ-ქრომატოგრაფია (დაკვირვება მიმდინარეობს და შეისწავლება პოლიმერის მოლეკულური მასის ცვლილება) და საერთო ორგანული ნახშირბადის შემცველობის - Total Organic Carbon, TOC განსაზღვრა (ამ მეთოდით ფასდება ხსნარში გადასული დაბალმოლეკულური ორგანული ნაერთების ჯამური რაოდენობა) [6-8]. კვლევის მოცემულ ეტაპზე შეიძლება ბიოდეგრადაციის შესასწავლად ორი მეთოდი: გრავიმეტრია და საერთო ნახშირბადის შემცველობის განსაზღვრის მეთოდი (TOC). გრავიმეტრული მეთოდი იძლევა საშუალებას შესწავლილ იქნას მაღალმოლეკულური ნაერთების ბიოდეგრადაციის კინეტიკა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და წარმოადგენს რაოდენობრივი ანალიზის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდს.

შეიძლება ოთხი სხვადასხვა გარემო. გამოიყო ორი ტიპის ნიადაგი. ნიადაგი-I ეს არის ბუნებრივი ფიჭვნარი გარემო. ნიადაგი ხასიათდება ტენიანობის

მაღალი მაჩვენებლით  $\approx 70\%$ . ნიადაგი - II ე.წ. „ნოყიერი ნიადაგია“. მის შემცველობაშია: ტორფი - 40%, აგროპერლიტი - 30%, ქოქოსის სუბსტრატი - 20%. ნიადაგი დამუშავდა თხევადი ბიოჰუმუსით - 100 მლ. ნიადაგი შეიცავს ნიადაგწარმოქმნელი ბაქტერიების სპორებს. pH შეადგენს 7,5. ნიადაგის ტენემცველობა შეადგენს  $\approx 80-85\%$ . ნიადაგი მოთავსებულია ექსიკატორში და განთავსებულია ლაბორატორიაში. საშუალო ტემპერატურა 27 °C-ს შეადგენს. ასეთ პირობებში ყალიბდება მიკრობიოლოგიური გარემო. ამ არეში მოთავსებულ იქნა ნიმუშების ზუთივე ტიპი და დაკვირვება მიმდინარეობს დეგრადაციის პროცესზე. დეგრადაციის კვლევისთვის შესაძლებელია შეიძინოს სოკოს კომპოსტი. ეს უკანასკნელი სამეცნიერო მიზნებისთვის მოგვაწოდა რუსთავის სოკოს ქარხანამ - შპს „თეთრი ქუდი“. კომპოსტის pH = 7,5-7,8. იგი 7 წლიანი დაძველებისაა. მეოთხე საკვლევ არეს წარმოადგენს ფერმენტი ლიპაზა. დეგრადაციის პროცესი შესწავლის ეტაპზე. ნიმუშების ზედაპირს ვაკვირდებით ოპტიკური მიკროსკოპის მეშვეობით (სურ.2) და ვაკონტროლებდით ნიმუშების მასის ცვლილებას.



სურ. 2 მიღებული ნიმუშების მორფოლოგია, Zeiss-ის ოპტიკური მიკროსკოპი, x200

პოლიმერული ნიმუშების დეგრადაციის პროცესის შესასწავლად ვიყენებთ წყლის ანალიზურ ხელსაწყოს Dr-3900 სპექტროფოტომეტრს. ეს უკანასკნელი მოიცავს წინასწარ დაპროგრამებულ 250 ფოტომეტრიულ ანალიზს. ფოტომეტრია კეთდება ხილული სინათლის ტექნოლოგიით. ტალღის სიგრძე 320 – 1100 ნმ, სიზუსტე 1.5 ნმ. თავდაპირველად პოლიმერული ნიმუშის დაშლა შეისწავლება სხვადასხვა pH-ზე. ორგანიკისგან თავისუფალ წყალში, პოლიმერის დეგრადაციის შედეგად მიღებული თავისუფალი, ორგანული ნახშირბადის გადაყვანა მოხდება. ზემოთ ხსენებული სპექტროფოტომეტრით შეისწავლება ორგანიკისგან თავისუფალ წყალში პოლიმერის დაშლის

შედეგად მიღებული ნახშირბადის რაოდენობა, რაც თავის მხრივ საშუალებას იძლევა შევაფასოთ პოლიმერის დაშლის ხარისხი სხვადასხვა აგრესიულობის გარემოში.

დეგრადაციის პროცესის შესწავლის პარალელურად, ვიკვლევთ ხუთივე პოლიმერული ნიმუშის მექანიკურ მახასიათებლებს. პოლი(ესტერ შარლოვანას) კონცენტრაციის მატება იწვევს მატრიცის მიღებისათვის საჭირო გამხსნელის რაოდენობის გაზრდას. გამყარების პროცესში წარმოიქმნება შიდა ფორები, რის შედეგადაც მიიღება რბილი ნიმუშები. სურათზე 3 მოცემულია 2 %-იანი ნიმუში,



სურ. 3 ბიოდეგრადირებადი კომპონენტის განაწილება მატრიცაში

სადაც კარგად ჩანს ბიოდეგრადირებადი კომპონენტის განაწილება მთელს მატრიცაში.

კვლევის შედეგად, ოპტიმალურ მატრიცად შევარჩიეთ პოლიესტერული ფისი 98 % პოლი (ესტერ შარლოვანა) 2 %. ამ მატრიცის საფუძველზე დამზა-

დებული პოლიმერული კომპოზიტი ეკომეგობრულია და ასევე უნდა ხასიათდებოდეს მისაღები, მათ შორის დარტყმამდებლობის მახასიათებლებით, რისი შესწავლაც დაგეგმილია წარმოდგენილი სამუშაოს მეორე ეტაპზე.

### ლიტერატურა

1. Jürgen H. Aurer, Ab Kasper. Unsaturated Polyester Resins. Verlag Moderne Industrie, 2003. 69 p.
2. Turukmane R., Gulhane S. S., Daberao A. Basalt - technical fibre for civil applications. Chemical Fibers International, 2018.
3. Production of disperse reinforced cement-free concrete. G. Tsulukidze Mining Institute, Tbilisi, 2016.
4. Katsarava R., Beridze V., Arabuli N., Kharadze D., Chu C.C., Won C.Y. Amino acid-based bioanalogous

- polymers. Synthesis, and study of regular poly(ester amide)s based on bis(alpha-amino acid) alpha, omega-alkylene diesters, and aliphatic dicarboxylic acids; J Polym Sci Part A: Polym Chem. 37:391. 1998
5. Katsarava R., Tugushi D., Gomurashvili Z. D. Poly(ester urea) Polymers And Methods of Use; United States Patent; Patent No.: US 8,765,164 B2. 2007.
6. Chan-Chan L.H., Solis-Correa R., Vargas-Coronado R.F., Cervantes J.M.-Uc, Cauich-Rodriguez J.V.,

Quintana P., Bartolo-Pérez P. Degradation studies on segmented polyurethanes prepared with HMDI, PCL and different chain extenders. *Acta Biomaterialia* 6 (2010) 2035–2044.

7. Okada M., Yamada M., Yokoe M., Aoi K. Biodegradable Polymers Based on Renewable Resources. V. Synthesis and Biodegradation Behaviour of Poly(esteramide)s Composed of 1,4:3,6-Dianhydro-D-

glucitol,  $\alpha$ -Amino Acid, and Aliphatic Dicarboxylic Acid Units; *Journal of Applied Polymer Science* 81(11):2721 – 2734; 2001.

8. Tsitlanadze G., Machaidze M., Kviria T., Djavakhishvili N., Chu C.C., Katsarava R. Biodegradation of amino-acid-based poly(ester amide)s: in vitro weight loss and preliminary in vivo studies. *Journal of Biomaterials Science Polymer Edition* 15(1):1-24. 2004.

**KVINIKADZE S., KIRTADZE L., VANISHVILI A., TSVERAVA D., STERIAKOVA S., ABASHIDZE G.**

**OBTAINING A POLYMER MATRIX TO CREATE BIODEGRADABLE COMPOSITES**

**ANNOTATION.** Synthetic polymers have infiltrated almost every aspect of the life. the resistance of synthetic polymers to chemical/biological degradation has become a serious concern for the environment. This posed a challenge to modern polymer chemistry for the

synthesis of degradable polymers (DPs) that will “disappear” after fulfilling functions be it engineering, or other areas. The market for these eco- friendly materials is expanding rapidly, averaging 20-25 % per year. The study of the mechanical properties and biodegradation of the matrix of polymer composites with high mechanical properties is given in the paper. Studies in this direction are actively ongoing.

**KEY WORDS:** polymer composites; biodegradable materials; polymer matrix.

**КВИНИКАДЗЕ С.М., КИРТАДЗЕ Л.Б., ВАНИШВИЛИ А.Л., ЦВЕРАВА Д.Т., СТЕРЯКОВА С.И., АБАШИДЗЕ Г.С.**

**РАЗРАБОТКА ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЫ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДЕГРАДИРУЕМОГО КОМПОЗИТА**

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены некоторые результаты исследования свойств биodeградируемой полимерной матрицы. Синтетические полимерные материалы прочно вошли практически во все сферы жизнедеятельности человека. Сегодня устойчивость этих материалов к химическому или биологическому разложению (деградации) счита-

ется серьезной угрозой для окружающей среды, поскольку загрязняет экосистему. Поэтому на современном этапе развития для химии и технологии полимеров стало важным создание материалов, которые разлагаются и «исчезают» после выполнения возложенной функции, будь инженерия или другая область человеческой деятельности. Мировой рынок экологически чистых материалов стремительно растет на 20-25 % в год. Исследования в этом направлении активно ведутся.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** полимерные композиты; биоразлагаемые материалы; полимерная матрица

აკად. ლომტორი, ასოც. პროფესორი მ. ქავთარაძე

**მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი საწარმოს გარემოზე ზემოქმედების ზოგიერთი ეკოლოგიური ასპექტები და გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე**

**ანოტაცია.** ნაშრომში განხილულია სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური სისტემის - წყალი, ნიადაგი, ატმოსფერული ჰაერი და სხვ. ტოქსიკური ლითონებით ინტენსიური გაჭურვების გარდაუვალი თანმდევი პროცესები. გამოფიტვის შედეგად წარმოქმნილი სულფატების წყალში ხსნადობისა და წყალში მიგრაციის მაღალი უნარი. მიმდებარე ტერიტორიებზე არსებული მდინარეების - მასვერასა და კაზრეთულას გაჭურვების პროცესში რაიონის ჰიდროგრაფიული ქსელის მახასიათებლები, კარიერის და გამამდიდრებელი კომბინატის ზეგავლენის არეალში მოქცეული მდინარეების ფაუნის მდგომარეობა. წარმოდგენილია სამთომპოვებითი და მადნის გადამამუშავებელი პროცესების გავლენა გარემოზე, წარმოდგენილია სამთო- მოპოვებელი კომპლექსის მიმდებარე ტერიტორიის- ნიადაგის, ჰაერის და ბუნებრივი წყლების გამოკვლევის შედეგები, მათში ტოქსიკური მეტალების შემცველობა - განაწილება. ნაშრომში ყურადღება გამახვილებულია დამბინძურებელი კომპონენტების უარყოფით ზეგავლენაზე ადამიანისა და ცოცხალი ორგანიზმების ჯანმრთელობაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** წიაღისეული; საბადო; გარემოზე ზემოქმედება; ჩამდინარე წყლები; ადამიანის ჯანმრთელობა; ბიომრავალფეროვნება; ცირკურალური ეკონომიკა.

წიაღისეულის მოპოვების ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად გაიზარდა მისი მოპოვების მასშტაბები, რასაც შედეგად დიდ ტერიტორიებზე ტყეების გაჩეხვა და მცენარეული საფარის განადგურება მოყვება. ეს კი პირდაპირ იწვევს ლანდშაფტის ცვლილებას და ზემოქმედებას ახდენს ბიომრავალფეროვნებაზე. ნიადაგის დაბინძურებასთან ერთად ადგილი აქვს მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურებას. ამ მიზეზით გამოწვეული სოციალური და ბუნებრივი გარემოს ცვლილება ზემოქმედებას ახდენს ადგილობრივ მოსახლეობაზე. ხშირად სწორედ ეს ვითარება ხდება კონფლიქტის ძირითადი მიზეზი, მაგ. სოფლის მეურნეობისთვის გამოსადეგი ტერიტორიები ეთმობა მოპოვებით საქმიანობას, ხდება სასმელი და

საირიგაციო წყლების დაბინძურება და სხვ. ხშირ შემთხვევებში იდეალურად მოწყობილი საბადოების შემთხვევებშიც კი ადგილი აქვს გარკვეული სახის უარყოფით ზემოქმედებას, მაშინაც კი, როდესაც რისკები მინიმუმამდეა დაყვანილი. სამწუხაროდ განვითარებადი ქვეყნების მაგალითზე უნდა ითქვას, რომ მოპოვებელი კომპანიების პასუხისმგებლობის საკითხი ჯეროვნად არ არის გამყარებული ეროვნული კანონმდებლობის დონეზე და არ არსებობს მკაცრი კონტროლი კანონის შესრულებაზე. ეს ვითარება ამ ბოლო პერიოდში ძნელად კონტროლირებადია ეპიდემიური ვითარების გათვალისწინებით. ყველა შემთხვევაში მოსახლეობა უნდა იყოს მაქსიმალურად ინფორმირებული რა სახის საქმიანობა იგეგმება მათი განსახლების ადგილის მახლობლად, ამ საქმიანობით გამოწვეული ზეგავლენა მათ ჯანმრთელობაზე, ასევე წინასწარ უნდა იყვნენ ინფორმირებული საწარმოს მიერ დაგეგმილი შემდგომი ღონისძიებებისა დამათ წინაშე შესაძლო საფრთხეების წარმოშობის შესახებ (მაგ. საკუთრების ჩამორთმევა და სხვ.)

ოქროს მოპოვების გავლენა გარემოზე დაკავშირებულია საბადოდან მადნის ამოღებისა და გადამამუშავების საწარმოო პროცესებთან. მადნიდან ღია წესით ოქროს მოპოვებისას ადგილი აქვს მიწიდან დიდი რაოდენობით ფუჭი ქანების ამოღებას, რომელიც დიდ ტერიტორიებს იკავებს და შედეგად მცენარეული საფარისა და ტყის საფარის განადგურებას იწვევს, რასაც შედეგად მოყვება ბიომრავალფეროვნების დაკარგვა, ეროზია, დაშლამვა, წყალდიდობები, ასევე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების შემცირება და ადგილობრივი მოსახლეობის გადასახლება. ვინაიდან სამთომპოვებელი საქმიანობა დიდი რაოდენობით წყლის საშუალებით ხორციელდება, მოპოვებითი საშუალების შედეგად გამოთავისუფლებული ლითონები ხვდებიან მიწისქვეშა და ზედაპირულ წყლებში, შესაბამისად მადნის გადამამუშავების შემდეგ ნარჩენიდან გარემოში ხვდება მძიმე ლითონები და სხვა საშიში დამაბინძურებლები (ციანიდი, კონცენტრირებული მჟავები და ტუტეები).



სურ. 1. კარიერზე ოქროს მოპოვებითი სამუშაოები

რაც შეეხება ჰაერის დაბინძურებას, სამთომოპოვებითი პროცესებით გამოწვეული ჰაერის დაბინძურება იწვევს რესპირატორულ პრობლემებს. ჯანმრთელობისათვის პოტენციურ საფრთხეს წარმოადგენს მძიმე ლითონები, რომლებიც ანთროპოგენულ დამაბინძურებელ ქიმიურ ნივთიერებათა შორისაა და მათ მაღალი ტოქსიკურობა და ორგანიზმში აკუმულაციის უნარი გააჩნია. ამდენად, მიუხედავად სხვადასხვა გამწმენდი ღონისძიებებისა, სამრეწველო ჩამდინარე წყალში მათი შემცველობა მაინც მაღალია. მათი გარემოში მოხვედრის გზა კი საწარმოების კვამლითა და მტვრის სახითაცაა შესაძლებელი. მძიმე ლითონს შეუძლია შექმნას მდგრადი ორგანული ნაერთი, რომელიც წყალში კარგი ხსნადობით ხასიათდება, რაც აადვილებს მათ ბუნებრივ წყალსატევებში მოხვედრის შესაძლებლობას. ბურღვის, აფეთქებისა და მიწის ამოღების, ტრანსპორტით ფუჭი ქანების გადაზიდვის და სხვა ტექნიკური სამუშაოების დროს ჰაერის დაბინძურება შესაძლებელია სილიციუმის დიოქსიდოს არაორგანული მტვრით და მყარი ნაწილაკებით მოხდეს. დაბინძურების წყარო გადამზიდავი მანქანების გამონახობლივით არის. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობის მტვერი მადნის მსხვრევის პროცესში წარმოიქმნება. ამ პროცესში თითქმის შეუძლებელია მტვრის

დაჭერა, რომელიც კაჟიწას შეიცავს, რაც მუშა პერსონალს ჯანმრთელობის კუთხით დიდ საფრთხეს უქმნის. ისინი სერიოზული რისკის ქვეშ იმყოფებიან; კერძოდ ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში მტვერთან მუდმივი კონტაქტისას ფილტვების დაავადების (სილიკოზი) განვითარების კუთხით. იგივე პრობლემა კირის საამქროშიც სადაც ასევე არ ხდება მტვრის დაჭერა.

ვინაიდან რაიონში განვითარებულია სოფლის მეურნეობა, მებაღეობა, მებოსტნეობა, მევენახეობა აუცილებლად ყურადსაღებია ჩამდინარე წყლის სისუფთავის ხარისხი, ვინაიდან მოსახლეობა მას იყენებს საირიგაციოდ, რაც პირდაპირ გულისხმობს მძიმე ლითონების მოხვედრას სარწყავი ნიადაგის ფენებში, რაიონი კი თბილისის (და რა მარტო) ძირითადი მომარაგებელია სოფლის მეურნეობის პროდუქტებით. პრობლემა მდგომარეობს იმაშიც, რომ ამ ტერიტორიებზე მრავალი ჭაბურღილია. რაც შეეხება ტერიტორიაზე კერძოდ აღმოსავლეთ ფერდზე დაყრილ ფუჭ ქანებს, მათი ინტენსიური გადარეცხვა ატმოსფერული ნალექებით იწვევს მათ ბიოქიმიურ და ელექტროქიმიურ დაშლას და ფოლადაურის ხეობის დაბინძურებას მძიმე მეტალებით.

დაბინძურება დაკავშირებულია:



- ნიადაგის და მცენარეული საფარის მექანიკურ დაშლასთან;
- ნიადაგის დაბინძურებასთან;
- მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურებასთან;
- ჰაერის დაბინძურებასთან;

მადნეულის პოლიმერული კომბინატის ტერიტორიაზე მოქმედებს სააქციო საზოგადოება “მადნეული, რომელიც ახდენს როგორც სპილენძის, ასევე ოქროს გამოქვამებას. აქვე ფუნქციონირებს კომპანია “ეკოლოგი”, რომლის პირდაპირი მოვალეობაა კარიერში დაგროვილი წყლის გადმოტუმბვა და გაწმენდა.

ტექნოლოგიურად მიიღება სპილენძის შემცველი ქალკოპირიტის გამოდნობით. ეს პროცესი მოძველებულია და საჭიროებს მოდერნიზაციას. კარიერიდან ამოღებული სპილენძის დაბალი შემცველობის ქანების დასაწყოება ხდება ცალკე-მოცილებულ ადგილას. შემდგომში სააქციო საზოგადოება „კვარციტი“ ახდენს ოქროს მიღებას. ოქროს დამუშავებისას წინდაწინ დაფხვნილი ქანის მასა-გროვა (351 813 ტონა) მოთავსებულია მყარ მასივში სპეციალურად მომზადებულ ჩაღრმავებაში, სადაც ხდება მისი მორწყვა ციანიდის მჟავით. რომ შეიზღუდოს მჟავისა და ტოქსიკური ელემენტების გაჟონვა, გროვის ძირში დაფხვნილია სპეციალური სქელი პოლიეთილენის ორი ფენა, მათ შორის კი მოთავსებულია გეოტექსტილის ფენა. ამდენად, პირველ ფენაში მჟავის გაჟონვისას იგი იკრიბება სპეციალურ საცავში და შემდეგ ისევ ბრუნდება დამუშავების ციკლში. ოქროს მიღების პროცესში მჟავის დონე მოწმდება ყოველ საათში. დამუშავების ფართობი შეადგენს 65000 მ<sup>2</sup>.

პროცესის მიმდინარეობისას ორთქლდება 10-12 % წყალი, ამიტომ ყოველ საათში სისტემას ემატება 200 მ<sup>3</sup> წყალი. ამ დროს ციანიდის ჰიდროლიზით წარმოიქმნება (0,5-1,2 %) ჰიდროციანიდის მჟავის გაზური ფრაქცია, რაც მეტყველებს იმაზე, რომ ზედაპირიდან აორთქლებული წყალი შეიცავს ამ

ტოქსიკურ კომპონენტებს. დამუშავების ეს მეთოდი ყველაზე იაფია ცნობილ მეთოდებს შორის. პროცესის დასრულებისას სხვა ადგილზე მზადდება ახალი გროვა. ადგილის დეზაქტივიზაცია ხდება სუფთა წყლით, თუმცა გაუგებარია, სად მიდის მოხმარებული წყალი. გარდა ამისა, ადგილზე კიდევ რჩება ციანიდი, რომელიც შეიძლება ჩაირეცხოს მდინარეში წვიმის წყლით. ტექნოლოგიური ციკლი ითვალისწინებს კარიერიდან ჩამონადენი წყლის შეგროვებას სპეციალურ სადრენაჟო აუზში და მის ნეიტრალიზაციას კირით. სამწუხაროდ, ყოველთვის ვერ ხდება ამ პირობების შესრულება ფინანსური სირთულეების გამო. გარდა ამისა, მოძველებული სადრენაჟო სისტემა წვიმიან პერიოდში ვერ ასწრებს კარიერიდან წყლის გადმოტვირთვას და დაბინძურებული წყალი ხდება პირდაპირ მდინარე კაზრეთულაში.

სამწუხაროდ, უცნობია კარიერის ექსპლუატაციაში შესვლამდე რაიონში არსებული ეკოლოგიური მდგომარეობა. ბოლნისის რაიონში დაბინძურების სისტემური შესწავლა დაიწყო 1993-94 წლებიდან და მას აწარმოებდა სხვადასხვა სამთავრობო და არასამთავრობო ორგანიზაცია. ყველა მათგანმა დაადასტურა 20 კმ ფარგლებში რაიონის ნიადაგის დაბინძურება სამჯერ აღემატება დასაშვებს. კერძოდ, გარემოს დაცვის სამინისტროს დავალებით ფირმა „გამამ“ განსაზღვრა მდინარე კაზრეთულაში სპილენძის კონცენტრაცია, რომელმაც შეადგინა 286 მგ/ლ, როდესაც დასაშვები ნორმა შეადგენს 0.1 მგ/ლ. ზოგიერთ ადგილას მდინარე კაზრეთულასა და მამავერაში დაბინძურება დასაშვებს 50 და 100-ჯერ აღემატება. მაგალითად, კარიერიდან ჩამონადებ წყალში Cd შეადგენს 3.8 მგ/ლ, რაც 2000-ჯერ მეტია დასაშვებზე (0.002 მგ/ლ).

კარიერისა და ქარხნის მიმდებარე ტერიტორიაზე საერთო ჯამში 18 ელემენტის კონცენტრაცია აღემატება დასაშვებს.

**ცხრილი 1**

**მძიმე მეტალების კონცენტრაციები მდინარე კაზრეთულაში**

კარიერიდან ჩამონადენი მ <sup>3</sup>		საშუალო მნიშვნელობები, მგ/ლ				საშუალო წლიური ჩამონატანი ტონებში			
დღიური	წლიური	Cu	Zn	Fe	SO <sub>4</sub>	Cu	Zn	Fe	SO <sub>4</sub>
300	100 000	700	300	700	6000	700	300	700	6000

მდინარეების მამავერასა და კაზრეთულას დეტალური კვლევები ჩატარებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის კათედრის პროფესორის უ. ზვიადაძის ხელმძღვანელობით (1, 32). გამოკვლეუ-

ლია ნიადაგისა და წყლის სინჯები (მდინარეების უკანგორი, კაზრეთულა და სხვ.)

ამ კვლევებით დადგინდა, რომ როგორც კარიერთან, ასევე მისგან მოცილებით, 40 კმ-ზე მდ. მამავერას გასწვრივ, დაბინძურება აჭარბებდა მსოფლიო

ჰიდროგრაფიული ქსელისთვის მიღებულ მძიმე მეტალების დასაშვებ გასაშუალებულ მნიშვნელობებს: სპილენძი-0.007 მგ/ლ, თუთია - 0.02 მგ/ლ, კადმიუმი - 0.0002 მგ/ლ, ტყვია - 0.001 მგ/ლ, რკინა - 0.07 მგ/ლ; მანგანუმი - 0.01 მგ/ლ. ეს მნიშვნელობები წარმოადგენენ ერთგვარ ფონს ათვისის საწარმოებლად. ქვემოთ, ცხრილში მოყვანილია მძიმე ლითონების შემცველობების სიდიდეები კარიერიდან დაშორების გათვალისწინებით.

ავტორების მიერ შესწავლილია ე.წ. ფონური მნიშვნელობებიც ანუ მდ. მაშავერაში მძიმე ლითონების კონცენტრაციები მის შეერთებამდე მდ. კაზრეთულასთან. ამ სინჯებში კონცენტრაციების მნიშვნელობები ნორმაზე მცირეა. მონაცემებიდან თვალნათლივ ჩანს, რომ კარიერიდან (გაჭუჭყიანების კერიდან) დაშო-

რების მიხედვით ლითონთა შემცველობა მდინარის წყლებში თანდათანობით და განუხრელად მცირდება. ზოგიერთი ელემენტი კი (Cd, Pb, Ni, Co) მთლიანად ქრება. ამასთან, კონცენტრაციების თანდათანობით შემცირების ტენდენცია შენარჩუნებულია კარიერიდან დაახლოებით 3 კმ-ის მანძილზე, შემდგომ ისინი მკვეთრად მცირდება. განხილული ფაქტობრივი მასალის საფუძველზე ავტორი ადგენს, რომ დაბინძურების მაქსიმალური მნიშვნელობები აღინიშნება კარიერიდან 3 კმ ფარგლებში, თუმცა მათი ნორმაზე მაღალი მნიშვნელობები აღინიშნება 40 კმ შემდეგ მდინარე ხრამში, სადაც ისინი აჭარბებენ მსოფლიო მასშტაბის გასაშუალებულს: სპილენძი - 54.3-ჯერ, მანგანუმი - 43-ჯერ, თუთია - 27-ჯერ, რკინა - 23-ჯერ.

ცხრილი 2

მძიმე ლითონების შემცველობა კაზრეთის რეგიონის მდინარეებში

№	სინჯის ადგილის ადგილი	მანძილი დაბინძურების	მიკროკომპონენტების შემცველობა, მგ/ლ							
			Cu	Cd	Zn	Pb	Co	Ni	Fe	Mn
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	კარიერის ფსკერიდან	0	2334.7	21.6	362.7	0.34	კვალი	კვალი	1552	71.7
2	საყრელის ძირში გამომდინარე ნაკადიდან	1000	1680	10	372	0.5	3.36	0.14	1152	101
3	მდ. კაზრეთულადან წმინდა სამების ეკლესიამდე	2200	1000	4.78	360	0.44	კვალი	კვალი	1092	67
4	მდ. კაზრეთულადან (საქვების პირდაპირ)	2450	740	3.72	330	0.42	კვალი	კვალი	816	50
5	მდ. კაზრეთულადან (კაზ. ასს პირდაპირ)	3050	640	3.5	3.10	0.31	კვალი	კვალი	780	46
6	მდ. მაშავერასა და კაზრეთულას შესართავი	4575	32	0.14	9.84	0.2	კვალი	კვალი	9.6	1.96
7	მდ. მაშავერასთან (სოფ. კიანეთის პირდაპირ)	5075	16	0.04	7.08	0.5	კვალი	კვალი	6.4	0.98
8	სოფ. კიანეთთან (მდ. მაშავერას დამბიდან)	8325	14	კვალი	6.2	კვალი	კვალი	კვალი	6.16	0.96

**ეკოლოგია - ЭКОЛОГИЯ - ECOLOGY**

9	მდ. მაშავერადან (რატევიანსა და ბოლნისის შორის)	15825	11.6	კვალი	5.64	კვალი	კვალი	კვალი	4.96	0.84
10	მდ. მაშავერადან (სოფ. რაჭის უბანიდან)	24575	8.1	კვალი	5.15	კვალი	კვალი	კვალი	2.4	1
11	მდ. ხრამიდან (სოფ. თამარისამდე 1 კმ ზემოთ)	31575	0.96	კვალი	0.64	კვალი	კვალი	არ არის	2.36	0.54
12	მდ. ხრამიდან (სოფ. თამარისიდან 1 კმ)	34075	0.48	კვალი	0.3	კვალი	კვალი	არ არის	1.03	0.52

ცხრილი 3

**ტოქსიკური ლითონების შემცველობა ნიადაგში**

№	სინჯის ადების ადგილი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია	ტოქსიკური მეტალების შემცველობა, მგ/ლ									
		Cu	Zn	Cd	Pb	Mn	Fe	Co	Ni	Sr	Li
		10.0	36.0	0.2	11.0	50.0	-	4.0	2.0	40.0	0.3
1	კაზრეთის ბოლოში, პურის ყანიდან	9.6	-	-	6.6	კვ.	-	-	-	-	3.9
2	კაზრეთსა და სოფ. ბალიჭის შორის კომბოსტოს ნათესებიდან	14.8	კვ.	კვ.	5.8	364.5		62.4	-	348.5	4.4
3	სოფ. ბალიჭი, ნაპურალი ყანიდან	14.1	-	-	-	კვ.	-	-	12.3	-	4.7
4	კაზრეთი, სამხერხაოს მახლობლად, ფერდობიდან	-	12.2	-	კვ.	-	კვ.	-	-	კვ.	4.7
5	კაზრეთის ზემოთ, ტყიანი ფერდობიდან	22.50	568.7	20.6	4.2	1687.5	67.5	42.5	12.0	147.4	4.8
6	კაზრეთი, ფიჭვის ხეების პარკი	51.1	-	-	კვ.	-	-	64.0	-	-	4.0
7	კაზრეთი, კირის საამქროდან	10.4	-	-	3.7	კვ.	-	-	-	370.3	4.3
8	დრენირებული წყლის რეზერუარის ქვემოთ, გამოძმრალი მექანიკური მასალიდან	288.6	772.2	84.2	-	1366.7	-	57.8	-	108.9	3.1
9	კაზრეთი, გამწმენდი ნაგებობების ეზოში	8.1	-	-	-	კვ.	-	59.3	-	კვ.	0.2
10	კაზრეთი, გოგირდწყალბადიან ჭაბურღილიდან	25.9	-	კვ.	-	-	-	57.8	-	-	2.5
11	კაზრეთის გადასახვევთან, ჭადრების ხეივანში	10.4	კვ.	-	-	-	-	62.4	კვ.	152.5	4.0
12	სოფ. მუშევანის გადასწვრივ ფერდობიდან	4.3	228.0	2.1	2.0	17.9	23.5	27.0	8.5	220.0	3.2
13	სოფ. კიანეთი, ნახნავიდან	43.7	688.6	2.8	1.7	10.4	21.5	31.5	7.5	319.0	3.2
14	სოფ. კიანეთის მახლობლად ნაპურალიდან	21.5	-	9.2	კვ.	-	-	კვ.	-	-	4.0
15	კაზრეთის გადასახვევის დაშორებით, სარწყავი არხის მახლობლად	37.7	308.6	2.7	1.9	7.3	26.0	19.5	6.8	171.6	3.0

ზემოთ მოყვანილი მონაცემების მიხედვით უდავოა, რომ მდინარე კაზრეთულასა და იმ სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგების ნიმუშებში, რომელთა სარწყავადაც ეს მდინარე გამოიყენება, მძიმე მეტალების შემცველობა მნიშვნელოვნად აღარაა დასაშვებ კონცენტრაციებს. ამ მიზეზით, მდინარე კაზრეთულასა და მასშავრაში (მდ. კაზრეთულას მასში ჩადინების შემდეგ) შექმნილია ცოცხალი ორგანიზმების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის გაუსაძლისი პირობები. 2012 წლის აგვისტოს, გერმანელმა მეცნიერებმა კვლევის შედეგები გამოაქვეყნეს. 3 წლის მუშაობის შემდეგ, მათ დაამტკიცეს, რომ მძიმე ლითონებით დაბინძურებულ ნიადაგზე მოყვანილი ერთწლიანი კულტურებიც დაბინძურებულია. მძიმე ლითონები ნიადაგიდან საკვებ ჯაჭვში გადადის.

ბოლნისით გერმანელი ნიადაგმცოდნე პიტერ ფელიქს ჰენინგსენი 1999 წელს დაინტერესდა. ის ქართველი კოლეგის, გენგიზ ურუშაძეს რჩევით, იმავე წელს საქართველოში ჩამოვიდა და ბოლნისი მოინახულა. სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგის პირველმა სინჯებმა აჩვენა, რომ ნიადაგი მძიმე ლითონებით – სპილენძით, თუთიითა და კადმიუმით იყო დაბინძურებული.

„ფოლკსვაგენის“ ფონდისაგან 3 წლიანი კვლევისათვის საჭირო დაფინანსების მოპოვების შედეგად გერმანელი მეცნიერები ბოლნისის სოფლების ბაღჩებში ხილის, ბოსტნეულისა და ნიადაგების სინჯებს იღებდნენ. საერთოჯამში, სინჯები ბოლნისის რაიონის 111 სხვადასხვა კვეთიდან: 29 ყანიდან, 49 ბოსტნიდან და 33 ხეხილის ბაღიდან აიღეს. 3 წლის შემდეგ პიტერ ფელიქს-ჰენინგსენის ვარაუდი მეცნიერულად დადასტურდა – მძიმე ლითონები ნიადაგიდან საკვებ ჯაჭვში ნამდვილად გადადის.

ბოლნისის რაიონი მშრალი ამინდებით გამოირჩევა. მშრალი კლიმატის გამო, გლეხებს სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოვლა უწევთ.

მოსარწყავად მდინარე მასშავრას წყალს იყენებენ მდინარეში დაბინძურება ძვირფასი ლითონების მომპოვებელი საწარმო „მადნეულიდან“ ხდება. კვლევა დაბინძურების წყაროდ სწორედ ამ საწარმოს ასახელებს. „მდინარე დაბინძურებულია ახლომდებარე ოქროსა და სპილენძის საბადოს ღია კარიერისგან. მეცნიერებისათვის ნათელია, რომ დაბინძურებული წყლით რწყვის შედეგად, ნიადაგი წლების განმავლობაში ბინძურდებოდა და ახლა საკვებ ჯაჭვში გადავიდა“, – ნათქვამია კვლევაში.

დაბინძურებას ყველაზე მეტად ფოთლოვანი ბოსტნეული იღებს. ბოლნისში მოყვანილ ისპანახში მეცნიერებმა დიდი რაოდენობით კადმიუმი აღმოა-

ჩინეს. კადმიუმით დაბინძურების სადემონსტრაციოდ მეცნიერებმა ექსპერიმენტი ჩაატარეს. ისპანახი მიწის სამ სხვადასხვა მონაკვეთზე დათესეს. სამივე ნაკვეთზე მძიმე ლითონების კონცენტრაცია სხვადასხვა იყო. პირველ და მეორე მიწის ნაკვეთზე, სადაც ნიადაგი სპილენძით, თუთიითა და კადმიუმით იყო გაჯერებული, ისპანახმა მეტი რაოდენობის დაბინძურება აითვისა და ფოთლებიც უფრო დაუყვითლდა. მესამე ნაკვეთზე კი ისპანახი საგრძნობლად კარგად ხარობდა და კადმიუმის შემადგენლობაც ნაკლებად შეითვისა, ვიდრე ორ დანარჩენ ნაკვეთზე. „ასე დაბინძურებული კომბოსტო, სალათის ფოთლები და ისპანახი ევროკავშირის ქვეყნებში არ გაიყიდებოდა“, ნათქვამია კვლევაში. გერმანიამ კი ასეთ დაბინძურებულ ნიადაგზე საერთოდ აიკრძალებოდა მოსავლის მოყვანა.“ მძიმე ლითონებს ნიადაგიდან ადვილად შთანთქმევენ სხვა კულტურებიც: კარტოფილი, პომიდორი, ლობიო, სიმინდი, წიწაკა, ყურძენი, ხილი – პროლუქცია, რომელიც ბოლნისში მოჰყავთ და მთელ საქართველოში იყიდება. კადმიუმის და სხვა მძიმე ლითონების შემადგენლობა ხილისა თუ ბოსტნეულში ყველაზე მაღალი იყო იმ ადგილებზე, სადაც ნიადაგი დაბინძურებული მასშავრათი ირწყვებოდა. იმ ბაღებში, სადაც მიწა სუფთა წყლით ირწყვებოდა, კადმიუმის შემადგენლობა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას არ აღემატებოდა. არც საქართველოს სტატისტიკის ბიუროს და არც სოფლის მეურნეობის სამინისტროს არ გააჩნია ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ რამდენი ტონა სასოფლო-სამეურნეო ნაწარმი გადის ყოველ წელს ბოლნისის რაიონიდან დანარჩენ საქართველოში და სად იყიდება იქ მოყვანილი პროდუქტი. მდინარე მასშავრა ახლომდებარე ტერიტორიას წელიწადში რამდენჯერმე ტბორავს. ამ დროს, მძიმე ლითონებით დაბინძურებული წყალი ბაღახებში იღეკება და გროვდება. ბოლნისელები მდინარის პირას საქონელს აძოვებენ. კვლევაში ნათქვამია, რომ მძიმე ლითონების გადატანის საფრთხე არსებობს საქონლის რძესა და ხორხშიც. დაბინძურებული საკვების ხანგრძლივად გამოყენების შემდეგ, მძიმე ლითონები, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შეიძლება ადამიანის ორგანიზმში დაგროვდეს. ძვალი, ღვიძლი, ელენთა – მიკროელემენტები, ძირითადად ამ ორგანოებში გროვდება. ასევე შესაძლებელია დაგროვდეს თავის ტვინშიც. კვლევის შედეგად საკვებ პროდუქტში აღმოჩენილი მიკროელემენტები – სპილენძი, თუთია და კადმიუმი ბუნებრივი კონცენტრაციით ისედაც არსებობს ადამიანის ორგანიზმში. პრობლემა მაშინ იქმნება, როცა მძიმე ლითონებით დაბინძურებული საკვების ხანგრძლივად მიღების შედეგად, ორგანიზმში მიკროელემენტები გროვდება და საშიშ კონცენტრა-

ციას აღწევს. ორგანიზმში მიკროელემენტების დიდი რაოდენობით დაგროვება ბიოქიმიური პროცესების შეცვლას იწვევს, რამაც მთელი რიგი პათოლოგიური მოვლენები შეიძლება გამოიწვიოს, ბავშვთა, მოხუცების დაავადებების ორგანიზმში კი პროცესები უფრო სწრაფად მიმდინარეობს. ერთ-ერთი შედეგი, რომელსაც ორგანიზმში მძიმე ლითონების დაგროვება იწვევს, რეპროდუქციული ჯანმრთელობის შეცვლაა. პათოლოგიები ბავშვებში, მკვდრადშობადობა-რეპროდუქციული ჯანმრთელობის ცვლის ერთ-ერთი შედეგია. კვლევის მიხედვით, დაბინძურებული ნიადაგების სრულად გაწმენდა შეუძლებელია. შეიძლება მძიმე ლითონების ფიქსაცია ისე, რომ მცენარეებმა მიკროელემენტები

სულ უფრო და უფრო მცირე რაოდენობით აითვისონ. გერმანელმა მეცნიერებმა გამოსავალს მიაგნეს. მძიმე ლითონებით დაბინძურებულ ნიადაგს რკინის ფხვნილს აყრიან. ფხვნილი მძიმე ლითონებს ნიადაგში აჩერებს, აფიქსირებს და მცენარეში მისი ათვისების შანსი მცირდება. მძიმე ლითონებით დაბინძურებული ნიადაგის რკინის ფხვნილით გაჯერება ძვირი პროცედურაა. კვლევების ხელმძღვანელს, პიტერ ფელიქს-ჰენინგსენს მიაჩნია, რომ ფერმერები ამას საკუთარი ხარჯებით ვერ გასწვდებიან. კვლევის თანახმად, დაბინძურება დღესაც გრძელდება და პრობლემის გადასაწყვეტად, სახელმწიფო არც პოლიტიკურ და არც ეკონომიკურ ზომებს არ იღებს.

### დასკვნა

ამრიგად ჩატარებული კვლევა გვიჩვენებს, რომ მდინეულის სპილენძ-კოლჩედანანის საბადოს სანაყაროებზე დაგროვილი გადასახსნელი ქანების უზარმაზარი მასა ატმოსფერული აგენტებით პერმანენტული ზემოქმედების ქვეშ იმყოფება და ინტენსიურად არის გამოფიტული. სანაყაროები წარმოადგენენ კაზრეთის ჰიდროგრაფიული ქსელის და მათთან კავშირში მყოფი გრუნტის წყლების მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანების მთავარ წყაროს. გაჭუჭყიანების ხარისხის შესამცირებლად გაწეული გარკვეული ტექნოლოგიური

სახის ღონისძიებების განხორციელების მიუხედავად ეკოლოგიური კუთხით რაიონის ეკოსისტემის მდგომარეობა ჯერ ჯიდავ არასახარბიელოა. ჩამდინარე წყლის გაწმენდის შედეგად გარდა იმისა, რომ მიიღება სუფთა ტექნიკური წყალი, ტექნიკურად და ტექნოლოგიურად შესაძლებელია გამოიყოს ცალკეული მძიმე ლითონები მათი შემდგომი გამოყენებისა და რეალიზაციის მიზნით, რაც იდეალური ნიმუშია ცირკულარული ეკონომიკის განვითარების საქმეში.

### ლიტერატურა

1. ნ. ჩხუბიანიშვილი, მ. ქავთარაძე, გ. მჭედლიშვილი, ც. კურცხალია. მძიმე ლითონებით გაჭუჭყიანებული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიის დამუშავება მემბრანული მეთოდის გამოყენებით. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი №3, თბილისი, 2013. გვ. 41-44.
2. მ. მარდაშოვა, ნ. ფოფორაძე, უ. ზვიადაძე. მდინარე მაშვერასა და მის შენაკადებში მძიმე ტოქსიკური ლითონების განაწილების კანონზომიერებები. სტუ შრომები, 3(477), თბილისი, 2010. გვ. 21-28.
3. უ. ზვიადაძე, თ. ძაძამია, მ. მარდაშოვა. მდინეულის კარიერის მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგებისა და წყლების დაბინძურების ხარისხის მიკრობიოლოგიური შეფასება. საქართველოს სოფლის

1. მურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, №20, თბილისი, 2007. გვ. 400-403.
4. Zviadadze U., Lominadze I., Mardashova M. Quarrying of ore deposits as an accumulation factor of heavy toxic metals in natural waters and development of alternate purification methods. Georgian Engineering News, №3, Tbilisi, 2004. pp. 144-148.
5. შ. ანდლულაძე, დ. ერისთავი, გ. მჭედლიშვილი, ხ. წეროძე, თ. კვინიკაძე, მ. ქავთარაძე, თ. ბუტულაშვილი. მდინეულის საბადოს მჟავე კარიერული წყლების ზოგიერთი მახასიათებელი, საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „გარემოს დაცვა და მდგრადი განვითარება“, სტუ, თბილისი, 2010.

КАВТАРАДЗЕ М.Л.

**НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАДНЕУЛЬСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ВЛИЯНИЕ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**

**АННОТАЦИЯ:** В работе рассмотрены неизбежные сопутствующие процессы интенсивного загрязнения токсичными металлами жизненно важной экологической системы – вода, почва, атмосферный воздух и т.д., высокая степень растворимости и миграции в воде возникающих в результате истощения сульфатов; характеристики гидрографической сети в процессе загрязнения

KAVTARADZE M.

**SOME ECOLOGICAL ASPECTS OF MADNEULI MINING AND PROCESSING ENTERPRISE EFFECT ON THE ENVIRONMENT AND IMPACT ON LIVING ORGANISMS**

**ABSTRACT:** The work deals with inevitable concomitant processes of vitally important ecological system – water, soil, atmospheric air etc. intensive contamination by toxic metals; high degree of water solubility and high water migration of sulfates originated due to depletion; hydrographic network characteristics in the pollution process of Mashavera and Kazretula rivers ex-

isting at surrounding territory; fauna state of rivers fallen within the impact area of the quarry and ore-dressing enterprise. There is shown the influence of ore mining and processing processes on the environment, and results of soil, air and natural water study at the territory adjacent to the ore mining complex are given. The article pinpoints attention on negative effect of polluting components on human and living organisms health.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** полезные ископаемые, рудник, воздействие на окружающую среду, сточные воды, здоровье человека, биоразнообразие, циркулярная экономика.

**KEY WORDS:** minerals, mine, environmental impact, waste water, human health, biodiversity, closed-loop economy.

შპპ 622. 8 : 614

აკად. დოქტორი, პროფესორი ა. ბეჟანიშვილი

სამართავლის სამთო ობიექტების ტექნიკური ინსპექტირების უმსახე

**ანოტაცია.** ნაშრომში განხილულია მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველი ობიექტების, მოქმედ კანონმდებლობასთან შესაბამისობის დასადგენად განკუთვნილი, ნორმატიული დოკუმენტები. აღწერილია ინსპექტირების ორგანოს აკრედიტაციის და ფუნქციონირების წესი; ობიექტის ტექნიკური ინსპექტირების ჩატარების თანმიმდევრობა. განხილულია სასარგებლო წიაღისეულის მიწისქვეშა და ღია წესით მოპოვებისას ტექნიკური ინსპექტირების დროს გამოვლენილი ყველაზე უფრო განმეორებადი შეუსაბამობები, აგრეთვე ბუნებრივი

გამოქცაბულების და მღვიმეების, (სადაც ზღება ადამიანთა ორგანიზმული დაშვება) და საბაგირო გზების ტექნიკურ ინსპექტირებასთან დაკავშირებული საკითხები.

**საკვანძო სიტყვები:** ტექნიკური რეგლამენტი; სტანდარტი; ტექნიკური ინსპექტირება; ინსპექტირების ორგანო; ინსპექტირების სერტიფიკატი; შეუსაბამობა; აკრედიტაციის მოწმობა; ტექნიკური დოკუმენტაცია; მაღარო; საბაგირო გზა; მთავრობის დადგენილება; სამაშველო სამსახური.

საქართველოში ამჟამად მრავალი სამთო საწარმო ფუნქციონირებს და მათი წვლილი ქვეყნის ბიუჯეტში მნიშვნელოვანია.

ამასთან, შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის (ILO) მონაცემებით, მსოფლიოში სამთო მრეწველობის ობიექტებზე ყოველწლიურად ჯერ კიდევ მაღალია უბედური შემთხვევების (მათ შორის სასიკვდილო შემთხვევების) და პროფესიული დაავადებების რაოდენობა. ამიტომ ამ ობიექტებზე განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს შრომის უსაფრთხოების საკითხებს.

საქართველოში მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველი ობიექტებისთვის შრომის უსაფრთხოების სფეროში მოქმედი მთავარი ნორმატიული დოკუმენტებია საქართველოს კანონი „პროდუქტების უსაფრთხოებისა და თავისუფალი მიმოქცევის კოდექსი“, რომელიც მიღებულია საქართველოს პარლამენტის მიერ 2012 წლის 12 მაისს, ობიექტის ტექნიკური რეგლამენტი და სტანდარტი, აგრეთვე საქართველოს მთავრობის რიგი დადგენილებებისა.

კოდექსის მთავარი მიზანია ადამიანის სიცოცხლის, ჯანმრთელობის, საკუთრების და გარემოს დაცვა; მომეტებული საფრთხის შემცველი ობიექტების, მათ შორის სამთო ობიექტების, საქსპლუატაციო წესებთან შეუსაბამობის უზრუნველყოფა სახელმწიფო ზედამხედველობისა და კონტროლის გზით; რისკის ანალიზისა და შეფასებაზე დამყარებული ინსპექტირების სისტემის დანერგვა; მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველი ობიექტების ინსპექტირების ორგანოების საქმიანობისთვის სამართლებრივი ბაზის შექმნა.

ეს კანონი არეგულირებს იმ მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველ ობიექტებს, ან დაკავშირებულ პროცესებს, რომელთა წარმოება, მშენებლობა, მონტაჟი, შენახვა, ტრანსპორტირება, ბრუნვა, გამოყენება და განადგურება შეიცავს ნგრევის, აფეთქების ინტოსიკაციის შესაძლებლობას და არის მომეტებული რისკი ადამიანის სიცოცხლის, ჯანმრთელობის, საკუთრებისა და გარემოსათვის.

კანონის თანახმად საჯარო სამართლის იურიდიული პირი ტექნიკური და სამშენებლო ზედამხედველობის სააგენტო არის საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს სისტემაში შემავალი სააგენტო, რომელიც სახელმწიფო მაკონტროლებელი ორგანოა და ამ კოდექსით დადგენილი წესით ახორციელებს ობიექტების სახელმწიფო კონტროლს და ზედამხედველობას.

სააგენტო მთელ ტერიტორიაზე გასცემს სამრეწველო დანიშნულების ფეთქებადი მასალების

გამოყენების ნებართვას; ახორციელებს ობიექტის რეგისტრაციას ობიექტების უწყებრივ რეესტრში; განსაკუთრებულ შემთხვევებში (საფუძვლიანი ეჭვი, შესაძლო საფრთხის შესახებ შეტყობინება, ფორსმაჟორი, ავარია, უბედური შემთხვევა, რომელსაც მოჰყვა ადამიანის ჯანმრთელობის მნიშვნელოვანი დაზიანება ან სიკვდილი) დამოუკიდებლად ან აკრედიტებული ინსპექტირების ორგანოს მეშვეობით ახორციელებს ობიექტის ინსპექტირებას; დამრღვევს აკისრებს ადმინისტრაციულ პასუხისმგებლობას; ახორციელებს ობიექტის ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებთან შესაბამისობის შეფასების დოკუმენტურ კონტროლს ტექნიკური ინსპექტირების ოქმებისა და ინსპექტირების ოქმებისა და ინსპექტირების ორგანოების ანგარიშების ანალიზების მეშვეობით; ხელს უწყობს თავისი კომპეტენციის ფარგლებში სახელმწიფო პოლიტიკის განხორციელებას.

აღნიშნული კანონით განსაზღვრულია მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველი ობიექტები, ხოლო მათი ზედამხედველობის წესი და მახასიათებლები (პარამეტრები), რომელთა მიხედვითაც ისინი მიეკუთვნება ობიექტებს – მთავრობის დადგენილებით.

კანონი განსაზღვრავს ინსპექტირების ორგანოს აკრედიტაციისა და ფუნქციონირების წესს. ტექნიკური და სამშენებლო ზედამხედველობის სააგენტო ობიექტის ტექნიკურ ინსპექტირებას ახორციელებს იმ სფეროში, სადაც არ არის ინსპექტირების ორგანო. ინსპექტირების ორგანოს საქართველოს კანონმდებლობის შესაბამისად აკრედიტებისა და ამოქმედებისთანავე სააგენტო წყვეტს შესაბამის სფეროში ობიექტის ტექნიკურ ინსპექტირებას.

ტექნიკურ ინსპექტირებას ახორციელებს ინსპექტირების ორგანო ობიექტის ადგილზე შემოწმებით. ინსპექტირების ორგანოს მეშვეობით განხორციელებული ტექნიკური ინსპექტირებისას ინსპექტირების ორგანო ობიექტზე გამოვლენილი კრიტიკული შეუსაბამობის არსებობის შესახებ დაუყოვნებლივ ატყობინებს სააგენტოს. აღნიშნული შეუსაბამობა ფიქსირდება ტექნიკური ინსპექტირების ოქმში, რომლის ასლი 24 საათის განმავლობაში ეგზავნება სააგენტოს.

ტექნიკური ინსპექტირების განხორციელების შედეგად ინსპექტირების ორგანო ობიექტის დადგენილ მოთხოვნებთან სრული შესაბამისობის შემთხვევაში გასცემს ინსპექტირების სერტიფიკატს, რომელსაც შესაბამის დოკუმენტებთან ერთად სერტიფიკატის გაცემიდან 5 დღის ვადაში უგზავნის სააგენტოს. დოკუმენტაციის გაგზავნა შესაძლებელია აგრეთვე ელექტრონული ფორმით.

აღნიშნული კანონით გათვალისწინებულია საჯარიმო სანქციები ობიექტის ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების წესების დარღვევისათვის, ობიექტის ფარულად ექსპლუატაციისათვის პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირების ჩაუტარებლობისათვის, ობიექტზე მომხდარი ავარიის/უბედური შემთხვევის შესახებ სააგენტოსთვის შეუტყობინებლობისათვის.

ობიექტის მოქმედ კანონმდებლობასთან შესაბამისობის დადგენა ხდება ტექნიკური რეგლამენტის საშუალებით. ტექნიკური რეგლამენტი განსაზღვრავს ძირითად პრინციპებს, რომლებიც იცავს ადამიანის ჯანმრთელობას, სიცოცხლის, საკუთრებასა და გარემოს. ამასთან, ტექნიკური რეგლამენტით გათვალისწინებული უსაფრთხოების ნორმები საფრთხის პროპორციული უნდა იყოს.

ტექნიკური რეგლამენტი შეიცავს შემდეგ ძირითად დებულებებს: მისი გამოყენების სფერო და ტექნიკური რეგულირების ობიექტი, ძირითადი ცნებები და განმარტებები; მოთხოვნები ტექნიკური რეგულირების ობიექტის მიმართ; შესაბამისობის შეფასების პროცედურები,

ტექნიკური რეგლამენტის აღიარება ხორციელდება საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებიდან საერთაშორისო ხელშეკრულების საფიციველზე და გულისხმობს საქართველოს მთავრობის მიერ გარკვეული ქვეყნების ტექნიკური რეგლამენტების საქართველოს ტერიტორიაზე სამოქმედოდ დაშვებას.

მიღებული ტექნიკური რეგლამენტი რეგისტრირებული უნდა იქნეს ტექნიკური რეგლამენტების რეესტრში, რომელსაც აწარმოებს საქართველოს იუსტიციის სამინისტრო. ტექნიკური რეგლამენტების რეესტრში უნდა დარეგისტრირდეს საქართველოს ყველა ნორმატიული აქტი, რომლებიც შეიცავს ტექნიკურ ნორმას.

მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველი ობიექტის სტანდარტი ასევე მნიშვნელოვანი დოკუმენტია ობიექტის შესაბამისობის შესაფასებლად. სტანდარტი უნდა ემყარებოდეს პრაქტიკული გამოცდილების მეცნიერებისა და ტექნიკის განზოგადებულ შედეგებს და მიზნად უნდა ისახავდეს წარმოების ეფექტიანობის ზრდას.

სტანდარტი არის ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების დაკმაყოფილების საშუალება. სტანდარტის გამოყენება ნებაყოფლობითია. მწარმოებელს შეუძლია შეიმუშაოს და გამოიყენოს სხვა ტექნიკური მიდგომები ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების დაკმაყოფილების მიზნით, გარდა იმ შემთხვევისა, როდესაც ტექნიკურ რეგლამენტში კონკრეტული სტანდარტის გამოყენების შესახებ პირდაპირ არის

მითითებული. სტანდარტი ზოგადად ესაა კონსესუსის საფუძველზე შემუშავებული და სტანდარტების ორგანოს მიერ რეგისტრირებული დოკუმენტი, რომელიც საყოველთაო და მრავალჯერადი გამოყენებისათვის ადგენს წესებს, პრინციპებს ან მახასიათებლებს.

საქართველოს სტანდარტი (სსტ) ესაა საქართველოს ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს სისტემაში შემავალი საჯარო სამართლის იურიდიული პირის, საქართველოს სტანდარტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტოს მიერ რეგისტრირებული სტანდარტი, რომელიც შეიძლება მიღებულ იქნეს როგორც საერთაშორისო ან რეგიონალური სტანდარტის საფუძველზე, ისე შესაბამისი ტექნიკური კომიტეტის მიერ.

ინსპექტირების ორგანომ უნდა გაიაროს აკრედიტაცია, საექსპერტო შეფასება, რომლის საფუძველზეც საჯარო სამართლის იურიდიული პირი - აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორგანო - აკრედიტაციის ცენტრი აკრედიტაციის მოწმობის გაცემით ოფიციალურად აღიარებს შესაბამისობის შემფასებელი პირის კომპეტენტურობას. შესაბამისობის შეფასების სფეროში განსაზღვრული საქმიანობის განხორციელებისათვის აკრედიტაციის ცენტრი აწარმოებს სხვადასხვა ტიპის ლაბორატორიების, ინსპექტირების, სერტიფიკაციის ორგანოების აკრედიტაციას. აკრედიტაციის ცენტრის მიერ მიღებული იმ წესებისა და პროცედურების საფუძველზე, რომლების ეფუძნება შესაბამის აკრედიტაციის სფეროში საერთაშორისოდ აღიარებული ორგანიზაციების მიერ მიღებულ სტანდარტებსა და სახელმძღვანელო დოკუმენტებს.

ობიექტის ტექნიკური ინსპექტირებისას უპირველეს ყოვლისა მოწმდება ტექნიკური რეგლამენტით გათვალისწინებული ობიექტის ტექნიკური დოკუმენტაცია, ხოლო შემდეგ - ობიექტის ტექნიკური მდგომარეობის შესაბამისობა რეგლამენტისა და სტანდარტი მოთხოვნებთან.

საქართველოში ამჟამად რამდენიმე აკრედიტებული ინსპექტირების ორგანოა, მათ შორისაა შპს „ტექნიკური ინსპექტორები“, რომელიც ძირითადად დაკომპლექტებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერებით, მათ შორის ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორებით, გამოცდილი პრაქტიკოსი სპეციალისტებით და მეხუთე წელია ანხორციელებს ტექნიკურ ზედამხედველობას ქვეყნის თოთხმეტ მომეტებული ტექნიკური საფრთხის შემცველ ობიექტზე, რომელთა შორისაა სამთო ობიექტები - კარიერები, მალაროები. ბუნებრივი გამოქვაბულები და მღვიმეები, სადაც ხდება ადამიანთა ორგანიზებული დაშვება, აგრეთვე საბაგირო გზები.



ამჟამად ქვეყნის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი სამთო ობიექტია, შპს „ჯორჯიან მანგანუმი“-ს ჭიათურის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატი, სადაც მანგანუმის 13 მალარო და რამდენიმე კარიერი ფუნქციონირებს. მალაროებსა და კარიერებზე ტექნიკურ ზედამხედველობას მესხეთე წელიწადია ახორციელებს შპს „ტექნოსპექტგარანტი“.

საქართველოს მთავრობის დადგენილებით მალაროების ტექნიკური ინსპექტირების პერიოდულობა შეადგენს 6 თვეს, ხოლო კარიერების – 2 წელიწადს. ამჟამად მოქმედი 13 მალაროდან 4 მალარო (ითხვისი, შუქრუთი, დარკვეთი, მღვიმევი) ფუნქციონირებს ათწლეულების განმავლობაში, გამოცდილი ტრადიციული დამუშავების სისტემით, ხოლო დანარჩენი 9 (სტალინის მალაროს დევიძეების და პერევისა—2 უბნები შუქრუთის მალაროს კოროხნალის № 1 და №2 უბნები, შუქრუთის მალაროს მიწისქვეშა უბნები ვაკე-ტყე №1, №2, №3, №4, აგრეთვე სტალინის მალაროს თხილის წყლის უბანი კი - ე.წ. ვახტური მეთოდით. პირველ შემთხვევაში სამუშაო დღე სამცხლიანია, თითოეული ცვლის ხანგრძლივობაა 8 სთ. ვახტური მეთოდისას კი სამუშაო დღე ორცვლიანია, თითოეული ცვლის ხანგრძლივობაა 12 სთ. ამასთან, დასაქმებულები მუშაობენ 15 დღის განმავლობაში, განთავსებული არიან საწარმოს პანსიონატში და უზრუნველყოფილი არიან კვებით, ხოლო შემდეგი 15 დღე კი ისვენებენ. უნდა აღინიშნოს, რომ მუშაობის ვახტურმა მეთოდმა დასაქმებულთა ფართო მოწონება დაიმსახურა და ამჟამად იგი შეიძლება ითქვას, რომ საწარმოში ფართოდაა დანერგილი.

ვახტურ მეთოდს დამუშავების უტრანსპორტო სისტემასაც უწოდებენ, რადგანაც ამ შემთხვევაში იმის გამო, რომ მტოლნის და გვირაბების სიგრძე არ არის დიდი, დასაქმებულების გადასაცვანად და ტვირთის გადასატანად არაა გამოყენებული არც სალოკომოტივო ტრანსპორტი და შესაბამისად არც საკონტაქტო ქსელი და სალიანდაგო მეურნეობა საჭირო. ტვირთის, მათ შორის წიაღისეულის და ფუჭი ქანის ტრანსპორტირებისათვის გამოყენებულია ჩამჩიანი მტვირთავები, რომლებიც შიგა წვის ძრავებით არიან აღჭურვილი.

ჭიათურის მანგანუმის მალაროების ტექნიკური ინსპექტირების უკვე რამდენიმეწლიანი გამოცდილებიდან გამომდინარე, შეიძლება აღინიშნოს ყველაზე უფრო განმეორებადი შეუსაბამობები და გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

მთელ რიგ მალაროებში (ითხვისი, მღვიმევი, დარკვეთი) ადგილი აქვს დიდი წნევების გამოვლინებას, რის შედეგადაც ზიანდება ხის ჩარჩოები და მცირდება გვირაბების კვეთი. შედეგად გვირაბი აღარაა გამაგრე-

ბული მალაროს ტექნიკური ხელმძღვანელის მიერ დამტკიცებული პროექტის მოთხოვნათა შესაბამისად. ამასთან, ხშირ შემთხვევაში ხის სამაგრი მასალის ხარისხიც საკმაოდ დაბალია. მდგომარეობა მნიშვნელოვნად გამოსწორდა მას შემდეგ, რაც მალაროებში შესაძლებელი გახდა ლითონის სამაგრის უფრო ფართოს გამოყენება.

რიგ შემთხვევებში გვირაბებში სალიანდაგე მეურნეობა არ არის მოწყობილი საქართველოს სტანდარტის „მადნეული, არამადნეული და ქვიშობრივი საბადოების მიწისქვეშა მეთოდით დამუშავების ერთიანი წესები“-ს მოთხოვნათა შესაბამისად, კერძოდ, გაუმართავ მდგომარეობაში საისრე გადამყვანი.

გვირაბებში გვხვდება ადგილები, სადაც გაწყვეტილია ელექტრული წინაღობის შემამცირებელი მართებლები.

კაბიტალურ და საუბნე გვირაბებში ყველგან არ არის გაკეთებული პიკეტირება ან პიკეტირება არასრულია.

რელსის თავიდან საკონტაქტო სადენის დაკიდების სიმაღლე, ასევე საკონტაქტო სადენსა და სამაგრის ულელს შორის და საკონტაქტო სადენის ჩამოკიდების ადგილებს შორის არსებული მანძილები ყოველთვის არ შეესაბამება სტანდარტის მოთხოვნებს, რაც დაკავშირებულია კონკრეტულ მძიმე სამთო-ტექნიკურ პირობებთან.

გვირაბებში მომუშავე მანქანების კაბელები ყოველთვის არაა დაცული მექანიკური დაზიანებისგან.

მალაროებში ხშირ შემთხვევაში ადგილი აქვს წყლის დიდ მოდენას, რის გამოც გვირაბები დანაგვიანებული და ჩახერგილია სხვადასხვა მასალით.

გვირაბის გაყვანის და გადამაგრებისას გვირაბის სამაგრის უკან დაუშვებელია სიცარიელეს წარმოქმნა. სიცარიელეს წარმოქმნისას ის უნდა ამოიყოს, თუმცა ზოგ შემთხვევაში სიცარიელე არ არის ამოყორილი.

სივრცე სანგრევსა და მუდმივ სამაგრს შორის უნდა გამაგრდეს ღრობითი სამაგრით. ამასთან, ღრობითი სამაგრის მუდმივით შეცვლა უნდა მოხდეს გამაგრების პროექტის შესაბამისად. მოსამზადებელ გვირაბში მომნგრევი ჩაქუჩებით, მადნის ამოღებისას, მუდმივი სამაგრის დაყენებამდე, აგრეთვე, საამფოტე-ბლო სამუშაოების შემდეგ, მადნის და ქანის აწმენდისას დაყენებული უნდა იქნეს ღრობითი სამაგრი. ეს პირობები ყოველთვის არაა დაცული.

შპს „ტექნოსპექტგარანტი“ ტექნიკურ ინსპექტირებას ახორციელებს აგრეთვე შპს „არ ემ ჯი აურამაინის“-ს პოლიმეტალური საბადოს ბექთაქარის მალაროში.

მალარო გახსნილია მთავარი სატრანსპორტო ქანობით, დამუშავების სისტემა – საქვესართულე, გვირაბების გაყვანა და წიაღისეულის მოპოვება ხდება ბურღვა-აფეთქებით. მალაროში დაგეგმილია 8 ჰორიზონტის და 8 ორტის მოწყობა. მალაროს აქვს 2 გასასვლელი. გვირაბები გამაგრებულია რკინაბეტონით, უმეტეს შემთხვევაში კი ანკერული ჭანჭიკებით და ბადებით. გვირაბების კვეთი 28-30 მ<sup>2</sup>-ია.

მალარო მუშაობს ვახტური მეთოდით, დღე-ღამეში 2 ცვლაა. თითოეული ცვლის ხანგრძლიობა 12 სთ-ია. მალაროში შექმნილია სამთო-სამამუშელო სამსახური, ცლაში 4 კაცის შემადგენლობით, რომლებიც სწავლებას გადიან მოსკოვიდან ჩამოსულ სერტიფიცირებულ სპეციალისტებთან.

მალაროში გამოყენებულია შემდეგი სამთო მანქანები:

ფინური წარმოების საბურღი (შპურების გასაბურღად);

თურქული წარმოების სატვირთავი მანქანები (30 ტ ტვირთამწეობის);

შვეიცარული წარმოების მტვირთავები ჩამჩის მოცულობით 2-4 მ<sup>3</sup> ტვირთის და წიაღისეულია გადასადგილებლად;

მალაროს განიავება ხდება 2 ღერძული ტიპის ცენტრიდანული ვენტოლატორით.

საქართველოში ამჟამად ღია წესით მოიპოვება სხვადასხვა წიაღისეული, როგორცაა მანგანუმი, კვარციანი ქვიშა, კირქვაბენტონიტური თიხა, დოლომიტი, ქვიშა-ხრეში, პემზა, თაბაშირი, ვულკანური ღორღი და წიდა, აგრეთვე საშენი და მოსაპირკეთებელი ქვები – გრანიტი, ტეშენტი, ბაზალტი, ტუფი და სხვა.

უნდა აღინიშნოს, რომ წინა ათწლეულების განმავლობაში კარიერებზე წიაღისეულის, მათ შორის საშენი და მოსაპირკეთებელი ქვების მოსაპოვებლად ძირითადად გამოიყენებოდა ბურღვა – აფეთქებითი წესი, რის შედეგადაც პრაქტიკულად უვარგის მდგომარეობაში მოვიდა საშენი მასალების (მარმარილო, გრანიტი) არაერთი კარიერი, რადგანაც მოსაპირკეთებელი სამუშაოებისთვის ვარგისი მასალის გამოსავალი ბლოკების ფილებად დახერხვისას 10-20%-ს შეადგენდა. ასე მაგალითად, სს „ლოპოტა“-ს (თელავის მუნიციპალიტეტი) მარმარილოს და სალიეთის ((ჭიათურის მუნიციპალიტეტი) წითელი მარმარილოს კარიერების პროდუქცია ამჟამად გამოიყენება მხოლოდ მარმარილოს ნაფხვენის სახით. თუმცა ბოლო წლებში ქვეყნის სამშენებლო მასალის ზოგიერთ კარიერზე დაიწყო ქვასაჭრელი მანქანების გამოყენება (მაგალითად სს „ბოლნისის ტუფი“-ს ტუფის შპს „კ-მარა გრუპ+მათა“ მომწვანო ტუფის

კარიერები), რაც უდაოდ მნიშვნელოვანი წინგადადგმული ნაბიჯია.

კარიერის ტექნიკური ინსპექტირება ხორციელდება საქართველოს მთავრობის დადგენილებით დამტკიცებული ტექნიკური რეგლამენტის „კარიერების უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“ მოთხოვნების შესაბამისად.

კარიერების ტექნიკური ინსპექტირებისას ყველაზე უფრო ხშირად ვლინდება შემდეგი სახის შეუსაბამობები:

კარიერის დამუშავების პროექტი ხშირად არ ითვალისწინებს საქართველოს მთავრობის 2019 წლის 17 მაისის №230 დადგენილების მოთხოვნებს.

სამუშაო ადგილებზე და ადამიანის გადაადგილების გზებზე არ არის გამოკიდული უსაფრთხოების პლაკატები და მაფრთხილებელი ნიშნები.

კარიერზე მომუშავე ექსკავატორზე არ არის გამოკრული სიგნალებისა და მათი მნიშვნელობების ცხრილი.

ერთნაშჩიანი ექსკავატორით რბილი ქანის დამუშავებისას საფეხურის სიმაღლე ზოგჯერ აღემატება ექსკავატორის ანაშჩის მაქსიმალურ სიმაღლეს.

კარიერის გაუქმებულ საფეხურებზე ყოვეთვის არ არის დატოვებული მცველი ბეგები.

კარიერის მცველი ბეგები არ არის გაწმენდილი ფუჭი ქანის ნატეხებისგან ისე, რომ იყოს მოსწორებული ჰორიზონტალურად ან ჰქონდეს ქანობი კარიერის გვერდის მხრისკენ.

სანგრევეში მომუშავე ექსკავატორს ხშირად გააჩნია სანგრევის პასპორტი, რომელიც დამტკიცებული უნდა იყოს საწარმოს ხელმძღვანელის მიერ.

კარიერის ტერიტორიაზე არსებული გზების გარკვეულ მონაკვეთებზე არ არის დამონტაჟებული საგზაო მოძრაობის წესებით გათვალისწინებული სტანდარტული ნიშნები.

თვითსაცლელი ავტომობილები, რომელთა ტვირთამწეობა აღემატება 10 ტ-ს, ხშირ შემთხვევაში არ არის უზრუნველყოფილი უკუსვლით გადაადგილების ავტომატური ხმოვანი სიგნალით.

უნდა აღინიშნოს, რომ გადასახედა კარიერების ტექნიკური ინსპექტირების პერიოდულობის საკითხი, რადგანაც როგორც პრაქტიკამ აჩვენა მიზანშეწონილია შემცირდეს.

შპს „ტექნისპექტგარანტი“-ს სახელამხედველო სფეროს მიეკუთვნება ბუნებრივი გამოქვაბულები და მღვიმეები, სადაც ხდება ადამიანთა ორგანიზებული დაშვება. მართალია ამ ობიექტებზე არ ხდება წიაღისეულის მოპოვება, მაგრამ მათ პრაქტიკულად ყოველდღიურად დიდი რაოდენობით დამთავარიებელი ჰყავს

და მათი უსაფრთხოება, რა თქმა უნდა, დაცული უნდა იყოს სათანადო დონეზე.

საქართველოში ამჟამად ორი ასეთი მოქმედი ობიექტია – სსიპ „დაცული ტერიტორიების სააგენტო“-ს იმერეთის მღვიმეების დაცული ტერიტორიების ადმინისტრაციის პრომოთეს და სათაფლიას მღვიმეები, რომლებიც წყალტუბოს მუნიციპალიტეტში მდებარეობს. მათი ინსპექტირების პერიოდულობა 3 წელიწადია.

აღნიშნული ობიექტების ტექნიკური ინსპექტირებისას დადგინდა, რომ ობიექტებზე შექმნილია სამშველო სამსახური, რომელიც აღჭურვილია ავარიის ლიკვიდაციისათვის საჭირო მოწყობილობით, იცის ავარიის ლიკვიდაციის გეგმა, მღვიმედან სათადარიგო გასასვლელები, თვითმშველების და ხანძარქრობის საშუალებების განთავსების ადგილები, ავარიის შემთხვევაში მღვიმეში მოყოლილი ადამიანების გადარჩენის მეთოდები, პირველადი სამედიცინო დახმარების ხერხები და საშუალებები. ობიექტებზე დამთვარიებელთა მაქსიმალური რაოდენობა განსაზღვრულია პროექტით. შემუშავებულია მღვიმეებში შესული და გამოსული ადამიანების აღრიცხვის წარმოების წესი. მღვიმეების განთავსება ხორციელდება ბუნებრივი განთავსებით. გვირაბების გასანიაველად საჭირო ჰაერის რაოდენობა განსაზღვრულია სპეციალიზებული ორგანიზაციის მიერ ნასშირორფანგის, მღვიმეებში საშუალებებზე დაკავებული ადამიანების, დამთვარიებელთა რაოდენობის, ჰაერის მოძრაობის მინიმალური სიჩქარის მიხედვით.

მღვიმეებში ჰაერის ტემპერატურა მუდმივად 14<sup>0</sup> C-ია, ჯანგაბადის, CO და CO<sub>2</sub>-ის რაოდენობა—დასაშვებ ნორმებშია, ყოველთვიურად ხდება ჰერის და გვირაბის გვერდების მდგრადობის შემოწმება.

შპს „ტექნოსპექტგარანტი“-ს მიერ 2019 წელს ჩატარდა იმერეთის მღვიმეების დაცული ტერიტორიების სააგენტოს ბუნების ძეგლების—ნავენახევის (თერჯოლის მუნიციპალიტეტი) და საწურბლიას (წყალტუბოს მუნიციპალიტეტი) მღვიმეების პირველადი ტექნიკური ინსპექტირება. ინსპექტირების შედეგად დადგინდა, რომ აღნიშნულ მღვიმეებს არ გააჩნია სათადარიგო (საავარიო) გასასვლელები, რის შედეგადაც დარღვეულია შესაბამისი ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნები. ამის საფუძველზე სსიპ „დაცული ტერიტორიების სააგენტო“-ს ადმინისტრაციისათვის შეთავაზებული იქნა აღნიშნული შეუსაბამობის აღმოფხვრის გონივრული ვადა და არ იქნა გაცემული ინსპექტირების სერტიფიკატი. უნდა აღინიშნოს, რომ დღემდე სააგენტოს მხრიდან ამ მიმართულებით არავითარი ნაბიჯი არ გადადგმულა.

შპს „ტექნოსპექტგარანტი“ ზედამხედველობას აწარმოებს აგრეთვე ქვეყნის მასშტაბით სახალხო საბაგირო გზების ტექნიკურ მდგომარეობასა და მათ გამართულ მუშაობაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჭიათურაში 2017-2018 წლებში ჩატარდა 11 სამგზავრო საბაგირო გზის პერიოდული ტექნიკური ინსპექტირება. ყველა მათგანი აშენებულია გასული საუკუნის მეორე ნახევარში და ამჟამად შპს „ჯორჯიან მანგანეზი“-ს ჭიათურის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატის ბალანსზეა. ტექნიკური ინსპექტირების შედეგად გამოვლინდა მნიშვნელოვანი შეუსაბამობები, რომელთა დიდი ნაწილი აღმოფხვრილი იქნა, თუმცა იმასთან დაკავშირებით, რომ ყველა საბაგირო გზის სამუშაო რესურსი პრაქტიკულად ამოწურულია. მოგვიანებით მიღებული იქნა აღნიშნული საბაგირო გზების გაჩერების გადაწყვეტილება.

ქვემოთ აღნიშნულია ის შეუსაბამობები, რომელიც გამოვლინდა აღნიშნული საბაგირო გზების ტექნიკური ინსპექტირებისას:

საბაგირო გზების სადგურები და მათში განთავსებული ელექტრო და მექანიკური მოწყობილობები არ არის დაცული კლიმატური პირობების ზემოქმედებისაგან.

ზოგიერთი ბაგირგზა არ არის აღჭურვილი სიჩქარის გადამეტების შემზღვეველი მოწყობილობით.

საბაგირო გზის სადგურებზე დაშლილი და ძლიერ გამოფიტულია გრავიტაციული ტიპის მასიური რკინაბეტონის საძირკვლების დაანკერების ზონები, რაც ამცირებს დაჭიმული ლითონის კონსტრუქციის დაანკერების ხარისხს ამოგლეჯაზე.

სადგურებზე ვლინდება ძირითადი მზიდი ლითონის კონსტრუქციული კოროზიული ცვეთის მაღალი ხარისხი რკინაბეტონში დაანკერების კვანძებთან.

არ ტარდება ბაგირების კვანძების, მოძრავი შემადგენლობის და მზიდი კონსტრუქციების ტექნიკური დიაგნოსტირება.

არ არის დაფიქსირებული დათვალიერების შედეგები, რომლებიც დაკავშირებულია მუშაობის დაწყების წინ უკმ სვლაზე საბაგირო მოწყობილობის გასინჯვასთან.

ამჟამად ჭიათურაში ფრანგული მხარის დახმარებით შენდება თანამედროვე კონსტრუქციის 4 საბაგირო გზა, რომელთა ნაწილი დამთავრების სტადიაშია.

ბოლო წლების განმავლობაში მსოფლიოში ცნობილი ფირმების „დოპელმაიერის“-ის, „პომას“-ს და სხვათა მიერ საქართველოში აშენდა მრავალი ახალი სახალხო საბაგირო გზა, რომელთა ნაწილს შპს „ტექნოსპექტგარანტი“-მა ჩაუტარა ტექნიკური

ინსპექტირება. ეს გზებია შპს „მთის კურორტების განვითარების კომპანიის“ საბაგირო გზები:

– მესტიის მუნიციპალიტეტში: „ბორის კახიანი TH“, „გოჯი ზურაბიანი T4“, ჯუმატურ კახიანი T3“, „ჩვაბიანი T2“;

– ბორჯომის მუნიციპალიტეტში ბაკურიანის საბაგირო გზები: „მიტარბი I“, „მიტარბი II“, „მიტარბი III“, „კოხტა I (სექცია 1)“, „კოხტა II (სექცია 2)“, „დეკა“, „ნოდო“.

– ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში გუდაურის საბა-

გირო გზები: „შინო“, „ბომბორა“, „ალპინა“, „გუდაურა“, „სნოუ პარკი“, „საძელე“.

– ხულოს მუნიციპალიტეტში გოდერძის საბაგირო გზები: G02 „ჭანჭახი“ და G01 „ზანკა“.

ტექნიკური ინსპექტირება უტარდება აგრეთვე შპს „თბილისის სატრანსპორტო კომპანი“-ის საბაგირო გზებს: შპს „თბილისი პარკი“-ს საკუთრებაში არსებულ, მთაწმინდის პარკში მდებარე ფუნიკულიორს, მარტვილის მუნიციპალიტეტის კეთილმოწყობის ცენტრის საბაგირო გზას.

### ლიტერატურა

1. საქართველოს კანონი „პროდუქტის უსაფრთხოებისა და თავისუფალი მიმოქცევის კოდექსი“. 8 მაისი, 2012.

2. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის №430 დადგენილება „მადნეული და არამადნეული საბადოების მიწისქვეშა წესით დამუშავების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“.

3. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დე-

კემბრის №412 დადგენილება „საბაგირო მოწყობილობების (საბაგირო გზის, ფუნიკულიორის) უსაფრთხო ექსპლუატაციის შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“.

4. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის №450 დადგენილება კარიერების უსაფრთხოების შესახებ ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“.

**BEZHANISHVILI A.**

### ABOUT TECHNICAL INSPECTION OF MINING OBJECTS OF GEORGIA

**ANNOTATION.** Normative documents for definition the conformity of objects with heightened technical hazard to the active legislation are considered. Order of accreditation and functioning of inspection body, succession of object technical inspection are described.

**БЕЖАНИШВИЛИ А. Г.**

### О ТЕХНИЧЕСКОМ ИНСПЕКТИРОВАНИИ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ ГРУЗИИ

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены нормативные документы для определения соответствия объектов с повышенной технической опасностью действующему законодательству. Описан порядок аккредитации и функционирования органа инспектирования, порядок последовательности проведения наиболее повторяющихся несоответствий, выявленных

The most repeated discrepancy of technical inspection in time of mineral resources mining and quarrying, as well as problems, dealing with ropeways and nature caves technical inspection are described.

**KEY WORDS:** technical regulations; standard; technical inspection; inspection body; inspection certificate; discrepancy; accreditation certificate; technical documentation; mine; ropeway; government resolution; rescue service.

во время технического инспектирования при добыче полезного ископаемого подземным и открытым способами, а также вопросы, связанные с техническим инспектированием канатных дорог и естественных пещер.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** технический регламент; стандарт; техническое инспектирование; орган инспектирования; сертификат инспектирования; свидетельство аккредитации; техническая документация; рудник; канатная дорога; постановление правительства; спасательная служба.

**გეოლოგიის მმცნიერებათა დოქტორი, პროფ. ნ. ფოფორაძე, გეოლოგიის მაგისტრი რ. მებრემელი**

**ბრილის თიხის საბადო**

**ანოტაცია.** ნაშრომში წარმოდგენილია მაღალმთიან აჭარაში არსებული ბრილის თიხების კომპლექსური კვლევის შედეგები, პოლარიზაციული მიკროსკოპით თიხის ნიმუშების დეტალურმა კვლევამ (AMSCOP 600T - პეტროგრაფიული ანალიზი) საშუალება მოგვცა ცალსახად დაგვედგინა ქანშენი და აქცესორული მინერალების რაობა, მათი გრანულომეტრიული ზომები, მარცვლებისა და კრისტალების ფორმა, შეცვლის პროცესი, გარდაქმნის პროდუქტები და ხარისხი, მექანიკურ მინერალებსა და ძირითად (შემაკვშირებელ) მასას შორის შეკავშირების ხარისხი და რელიქტური ქანის ნატეხების რაობა. ნიმუშების შემადგენელი ცალკეული მინერალური ფაზების

რაოდენობისა და რაობის დასადგენად გამოვიყენეთ რენტგენოფაზური ანალიზატორი (DRON-3), ხოლო საერთო ქიმიური შედგენილობის დასადგენად ვისარგებლეთ რენტგენოფლუორესცენციური (XRF 3600B) ანალიზატორით. აგრეთვე გამოვიკვლიეთ მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. ჩატარებულმა კომპლექსურმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ბრილის თიხების გამოყენების სფერო.

**საკვანძო სიტყვები:** თიხა; ნედლეული; საბადო; კერამიკა; მინერალი.

საქართველოს ტერიტორია საკმაოდ მდიდარია სხვადასხვა ბუნებრივი რესურსით (მყარი მადნეული და არამადნეული წიაღისეული, მინერალური და მტკნარი წყლები), რომელთა მოპოვება და გამოყენება შორეულ წარსულში დაიწყო, ამას ადასტურებს საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოჩენილი არტეფაქტები, რომლებიც მდიდარია ობსიდიანის, ეშმას, ქალცედონის, ვიშერის, კვარცის, სარდონის, სპილენძის, ოქროს, ვერცხლის ნაკეთობებით, თიხისა და კერამიკის ჭურჭლით და სხვა მრავალი მასალით.

ნაშრომში წარმოდგენილია მაღალმთიან აჭარაში არსებული ბრილის თიხების კომპლექსური კვლევის შედეგები. საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დარაიონების [1] მიხედვით ბრილის თიხები მდებარეობენ მცირე კავკასიონის ნაოჭა სისტემის აჭარა თრიალეთის ნაოჭა ზონის ცენტრალურ ქვეზონაში და წარმოდგენილი არიან ზედა ეოცენის ასაკის მანუნიცივის წყებით.

ბრილის თიხის საბადო მოიცავს ექვს უბანს: ნაზიარევი (სიმძლავრე 10 მეტრამდე); გაღმა კისრები (სიმძლავრე 17 მეტრამდე); იქითა გაღმა კისრები (სიმძლავრე 17 მეტრამდე); ციცხვნარის სერი (სიმძლავრე 17 მეტრამდე); ნახიზნევი (სიმძლავრე 18 მეტრამდე) და ჩანჩხისთავი (სიმძლავრე 3 მეტრამდე).

ბრილის თიხები, კლასიფიკაციის მიხედვით, მიეკუთვნება თიხების საბადოების ჯგუფს, რომლებიც წარმოქმნილია პირველადი საშუალომჟავე უულკანონური ქანების გამოფიტვის შედეგად. ისინი საკმაოდ

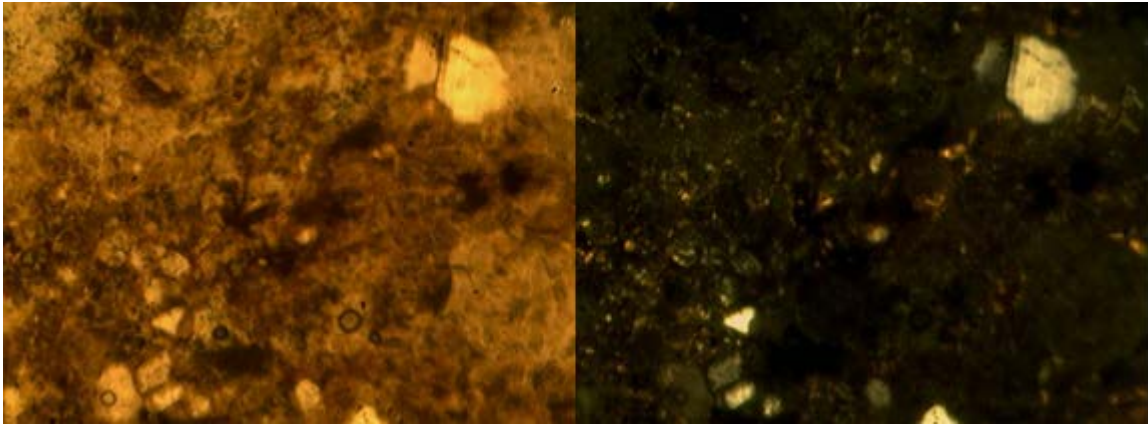
დიდ ტერიტორიაზე გავრცელებული. მათი სიმძლავრე 0.5 მეტრიდან 60 მეტრამდე ცვალებადობს.

გაღმა კისრების, იქითა გაღმა კისრების, ციცხვნარის სერის უბნები უშუალოდ ებმებიან ერთმანეთს და მდებარეობენ სოფ. ბრილის აღმოსავლეთ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ მხარეს. ნაზიარევის უბანი მდებარეობს სოფლის ჩრდილოეთით, ნახიზნევის უბანი განლაგებულია სოფლის სამხრეთით, ხოლო ჩანჩხისთავის უბანი მდებარეობს ნაზიარევის უბნის დასავლეთით. მათი ამგები ქანები აგებულია ანდეზიტებით, ტუფებით, არგილიტებითა და ტუფოქვიშაქვებით.

თიხების ქიმიური შედგენილობა ცვალებადია და მათი საშუალო ქიმიური შედგენილობა საშუალო სიმჟავის მაგმური ქანების ქიმიურ შედგენილობას უახლოვდება.

გაღმა კისრების და იქითა გაღმა კისრების უბნების თიხოვანი ქანები ლითოლოგიურად მსგავსია. პლასტიკური თიხების თვისებები დიდად არ იცვლება ადგილისა და სიღრმის ცვალებადობათან ერთად, სხვადასხვა ადგილას აღებული ქანების მინერალური შედგენილობა პოლარიზაციული მიკროსკოპით მსგავსია. შედარებისთვის მოვიყვანთ სხვადასხვა სიღრმეში აღებული ნიმუშების დახასიათებას.

გაღმა კისრების უბნის ზედაპირიდან 4 მეტრის სიღრმიდან აღებული ქანი მაკროსკოპულად ღია ყავისფერია, ფოროვანი, ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.



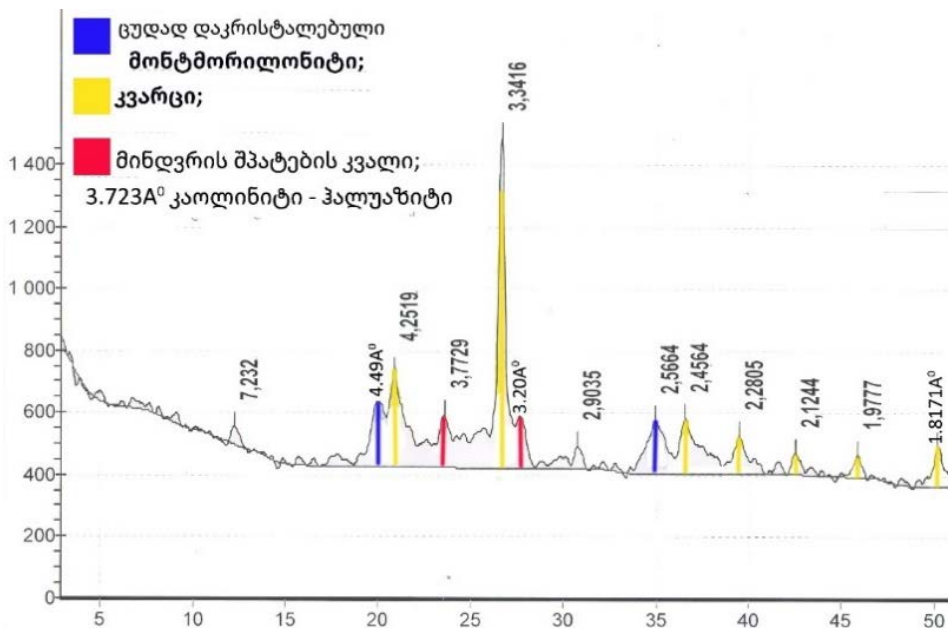
სურ. 1. გაღმა კისრების უბნის 4 მეტრის სიღრმიდან აღებული ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ფვარედინი ნიკოლებით (+)

მიკროსკოპში ქანი მთლიანად წარმოდგენილია მეტად მღვრიე ერთგვაროვანი თიხოვან-მონტმორილონიტური (სურ.1) მასით, რომელიც მრავლად შეიცავს ფსამიტურ ტერიგენულ მასალას, ეს უკანასკნელი არათანაბრადაა გადანაწილებული ქანში და ძირითადად წარმოდგენილია კვარცისა და მინდვრის შპატის მცირე ზომის მარცვლებით, ქლორიტები იმდენად დისპერსიულია, რომ მათი თავისებურებები მკაფიოდ არ ფიქსირდება. უბნებად შეიმჩნევა რკინის ჰიდროქსიდის მომეტებული რაოდენობა, მთლიანი ქანის ფონზე გაფანტულია მადნეული მინერალის მცირე ზომის მარცვლები. ქანის ქიმიური შედგენილობა:  $\text{SiO}_2$  - 52.73%,  $\text{TiO}_2$  - 0.25%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.57%, ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ )

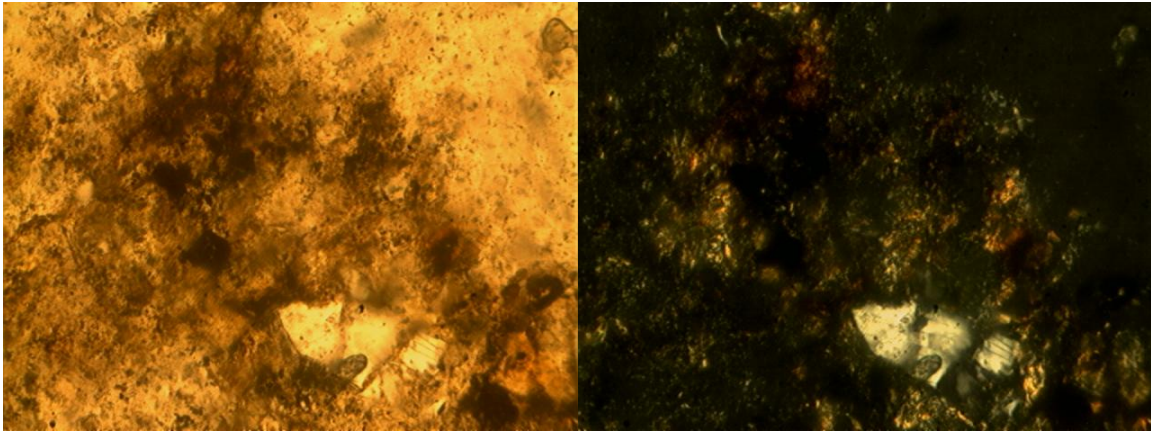
- 7.52%,  $\text{MgO}$  - 2.03%,  $\text{MnO}$  - 0.17%,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 0.87%,  $\text{K}_2\text{O}$  - 1.77%.

რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირება კვარცის და პლაგიოკლასების ფაზები, ქლორიტები შედარებით მცირე რაოდენობით ფიქსირდება. დიდი რაოდენობითაა რენტგენოამორფული ფაზა, რომელიც დისპერსიული რენტგენოამორფული თიხა მინერალებითაა წარმოდგენილი.

გაღმა კისრების უბნის ზედაპირიდან 7 მეტრ სიღრმიდან აღებული ქანი მაკროსკოპულად ღია ყავისფერია, ფოროვანი, ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.



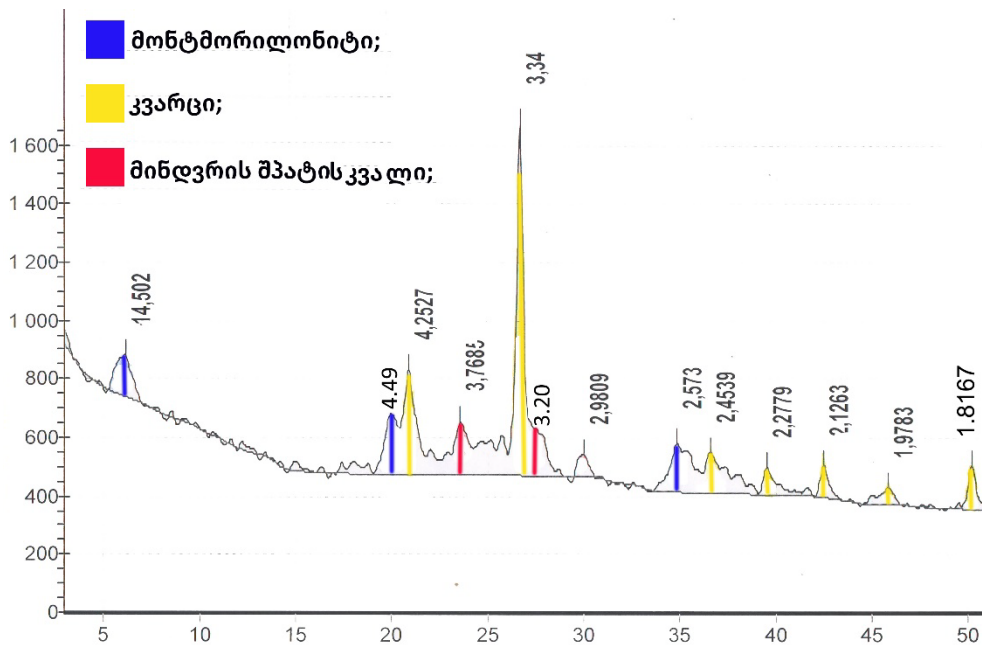
სურ. 2. გაღმა კისრების უბნის 4 მეტრის სიღრმიდან აღებული ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა



სურ. 3. გაღმა კისრების უბნის 7 მეტრის სიღრმიდან აღებული ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ფვარედინი ნიკოლებით (+)

მიკროსკოპში ქანი მთლიანად წარმოდგენილია მეტად მღვრიე ერთგვაროვანი თიხოვან-მონტმორილონიტური მასით, რომელიც მრავლად შეიცავს ფსამიტურ ტერიგენულ მასალას, ეს უკანასკნელი არათანაბრადაა გადანაწილებული ქანში და წარმოდგენილია ძირითადად კვარცისა და მინდვრის შპატის მცირე ზომის მარცვლებით, უბნებად შეიმჩნევა რკი-

ნის ჰიდროჟანგის მომეტებული რაოდენობა, მთლიანი ქანის ფონზე გაფანტულია მადნეული მინერალის მცირე ზომის მარცვლები. ქანის ქიმიური შედგენილობაა:  $\text{SiO}_2$  - 53.43 %,  $\text{TiO}_2$  - 0.20 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.98 %,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$  - 7.67 %,  $\text{MgO}$  - 1.83 %,  $\text{MnO}$  - 0.15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 1.27 %,  $\text{K}_2\text{O}$  - 2.16 %.



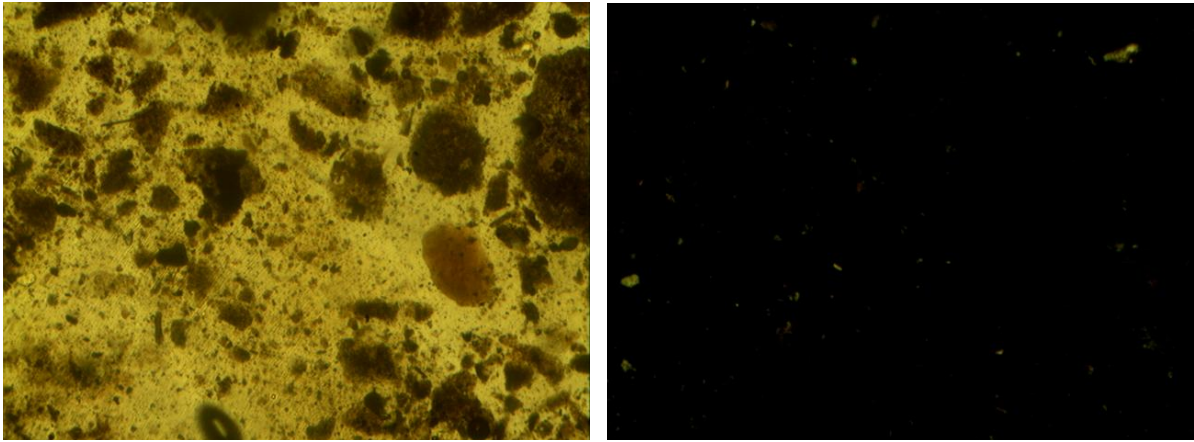
სურ. 4. გაღმა კისრების უბნის 7 მეტრის სიღრმიდან აღებული ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა

რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირვება კვარცი, ქლორიტი, მცირე რაოდენობით ფიქსირდება პლაგიოკლასები. დიდი რა-

ოდენობითაა რენტგენომორფული ფაზა, რომელიც დისპერსიული თიხა მინერალებითაა (მონტმორილონიტი) წარმოდგენილი.

იქითა გაღმა კისრების უბნის თიხები მსგავსია გაღმა კისრების უბნის თიხებისა. მაკროსკოპულად

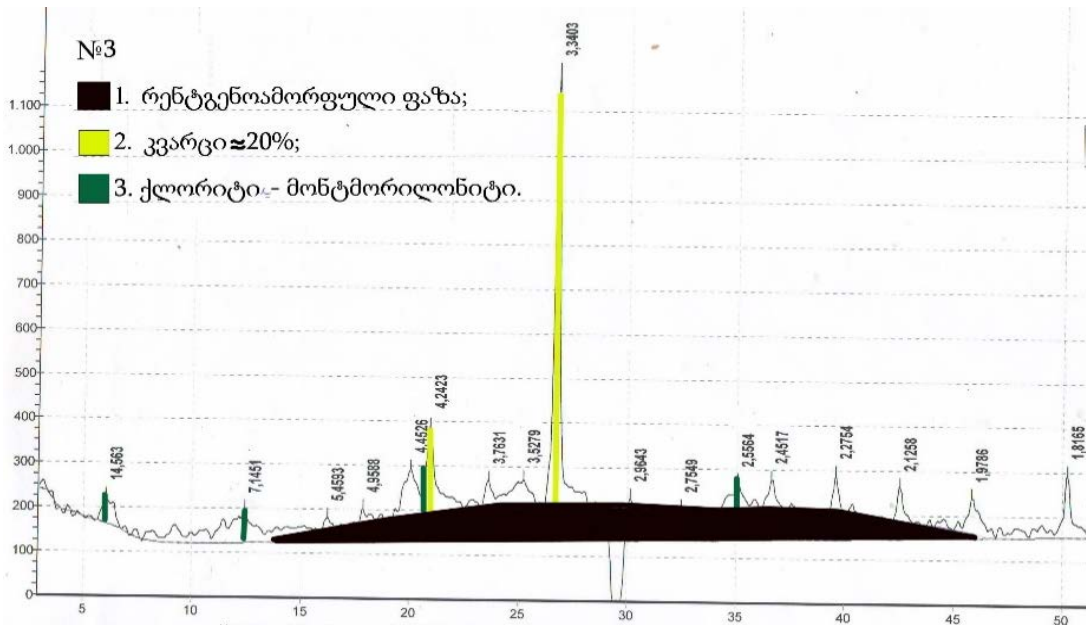
ისინი მოწითალო ყავისფერია,გამომშრალ მდგომარეობაში ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.



სურ. 5. იქითა გაღმა კისრების უბნის ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ჯვარედინი ნიკოლებით (+)

მიკროსკოპში ქანი დანაწევრებულია, წარმოდგენილი სხვადასხვა ზომის ფრაგმენტები მეტად მღვრია, თითქმის იზოტროპული და ჩანაცვლებული მეორეული მასალით (თიხა მინერალები, რკინის ჰიდროქსიდი, ქლორიტი), კვარცის აგრეგატები მცირე ზომის მარცვლებით, ხოლო მუქი მინერალები უწყვილესი კრისტალებითაა წარმოდგენილი, მხოლოდ რამდენიმე

შემთხვევაში შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ქანის ნატეხები ეფუზიური წარმოშობისაა, რომლის ძირითადი მასა იზოტროპულია და მთლიანად მეორეული მასალითაა ჩანაცვლებული. ქანის ქიმიური შედგენილობაა:  $\text{SiO}_2$  - 53.43 %,  $\text{TiO}_2$  - 0.20 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.98 %,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$  - 7.67 %,  $\text{MgO}$  - 1.83 %,  $\text{MnO}$  - 0.15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 1.27 %,  $\text{K}_2\text{O}$  - 2.16 %.

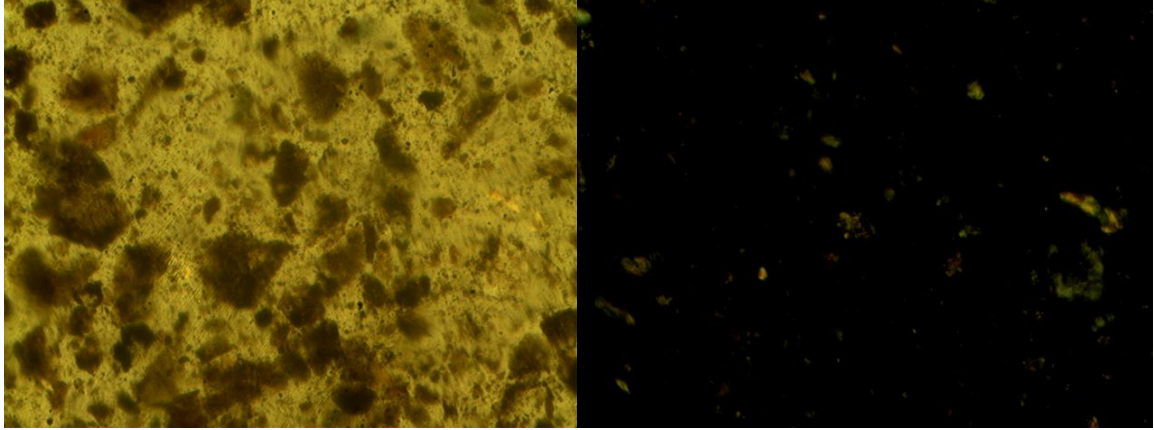


სურ. 6. იქითა გაღმა კისრების უბნის ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა



რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირვება კვარცი და ქლორიტი, მცირე რაოდენობით ფიქსირდება პლაგიოკლაზები. დიდი

რაოდენობითაა რენტგენომორფული ფაზა, რომელიც დისპერსიული თიხა მინერალებითაა წარმოდგენილი.

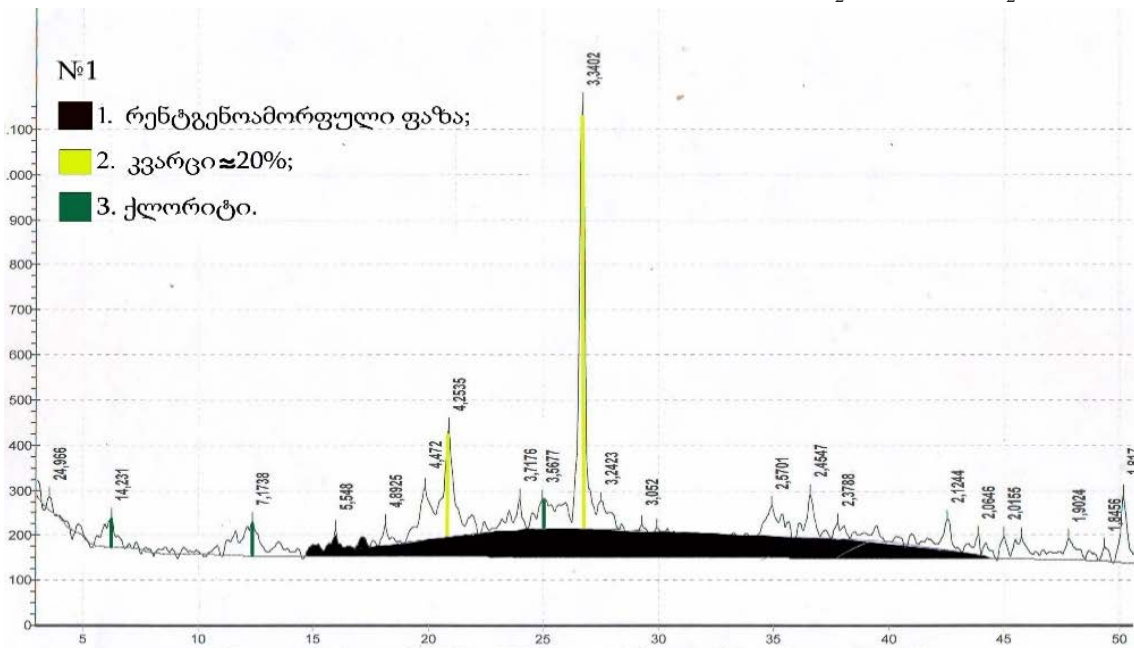


სურ. 7. ციცხვნარის სერის უბნის ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ვვარედინი ნიკოლებით (+)

ციცხვნარის სერის უბნის თიხოვანი ქანები მაკროსკოპულად ღია მოწითალოა, ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.

მიკროსკოპში ქანი დანაწევრებულია, წარმოდგენილი სხვადასხვა ზომის ქანის ფრაგმენტები მეტად მღვრიეა, იზოტროპული კვარცის აგრეგატები სხვადასხვა ზომის მარცვლებით, ხოლო მუქი მინერალები უწვრილესი კრისტალებითაა წარმოდგენი-

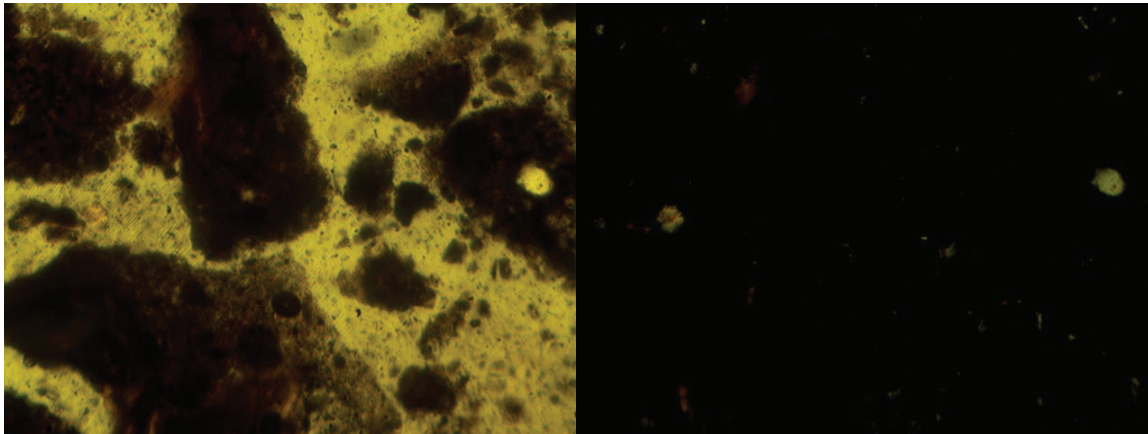
ლი, შედარებით ხშირია ეფუზიური ქანის ნატეხები. ქანის ძირითადი მასა იზოტროპულია და მთლიანად მეორეული მასალითაა ჩანაცვლებული (თიხა მინერალები, რკინის ჰიდროქსანი, ქლორიტი) და მათი თავისებურებები ნათლად არ ფიქსირდება. ქანის ქიმიური შედგენილობა:  $\text{SiO}_2$  - 53.43 %,  $\text{TiO}_2$  - 0.20 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.98 %,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$  - 7.67 %,  $\text{MgO}$  - 1.83 %,  $\text{MnO}$  - 0.15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 1.27 %,  $\text{K}_2\text{O}$  - 2.16 %.



სურ. 8. ციცხვნარის სერის უბნის ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა

რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირვება კვარცი და ქლორიტი, მცირე რაოდენობით ფიქსირდება პლაგიოკლაზები. დიდი

რაოდენობითაა რენტგენომორფული ფაზა, წარმოდგენილი რენტგენომორფული თიხებით.

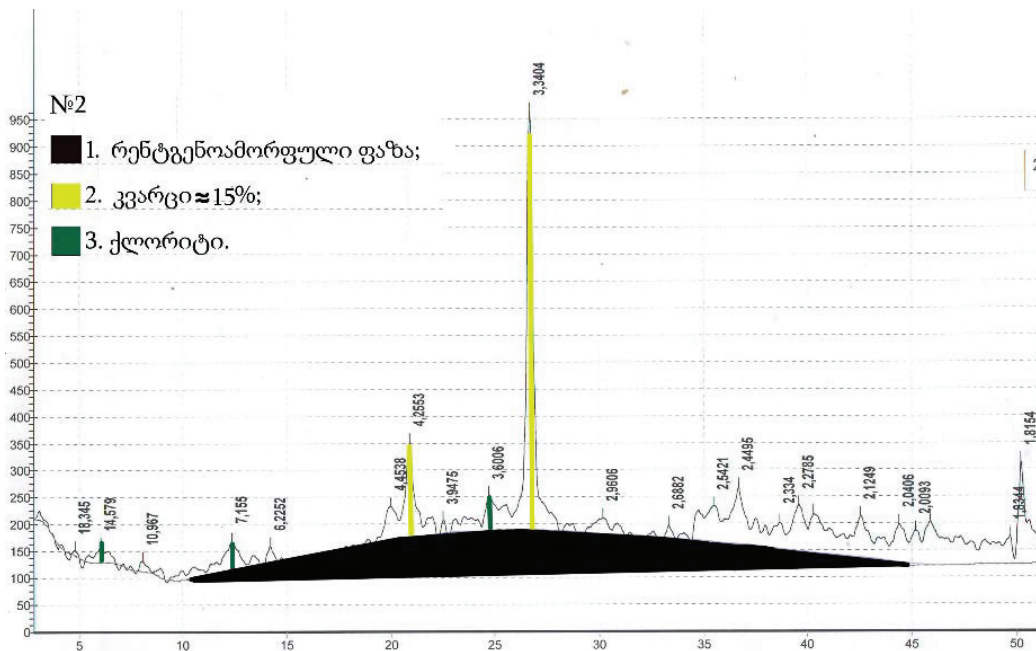


სურ. 9. ნაზიარევის უბნის ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ჯვარედინი ნიკოლებით (+)

ნაზიარევის უბნის პლასტიკური თიხოვანი ქანები მაკროსკოპულად მოწითალო ყავისფერია, ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.

მიკროსკოპში ქანი დანაწევრებულია, წარმოდგენილი სხვადასხვა ზომის ფრაგმენტები მეტად მღვრიეა, თითქმის იზოტროპული და ხშირად ჩანაცვლებული მეორეული მასალით (თიხა მინერალები, რკინის ჰი-

დროფანგი, ქლორიტი), კვარცის აგრეგატები მცირე ზომის მარცვლებით, ხოლო მუქი მინერალები უწყვილესი კრისტალებითაა წარმოდგენილი, გვხვდება ეფუზიური ქანის ნატეხები. ქანის ქიმიური შედგენილობა:  $\text{SiO}_2$  - 53.43 %,  $\text{TiO}_2$  - 0.20 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.98 %,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$  - 7.67 %,  $\text{MgO}$  - 1.83 %,  $\text{MnO}$  - 0.15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 1.27 %,  $\text{K}_2\text{O}$  - 2.16 %.



სურ. 10. ნაზიარევის უბნის ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა

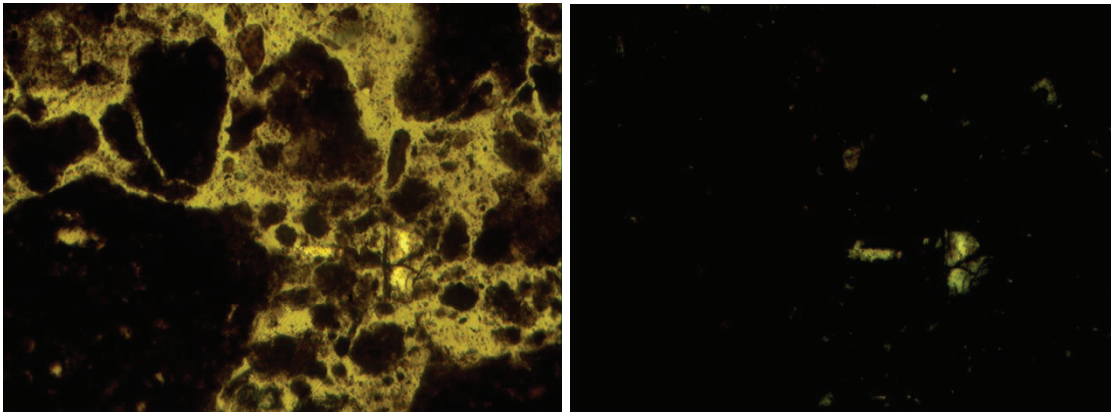
რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირვება კვარცი, ქლორიტი,

ხოლო პლაგიოკლაზები და ჰიდროქარსები მცირე რაოდენობით, გვხვდება რენტგენომორფული დის-

პერსიული ფაზა.

ნახიზნევი უბნის თიხოვანი ქანები მაკროს-

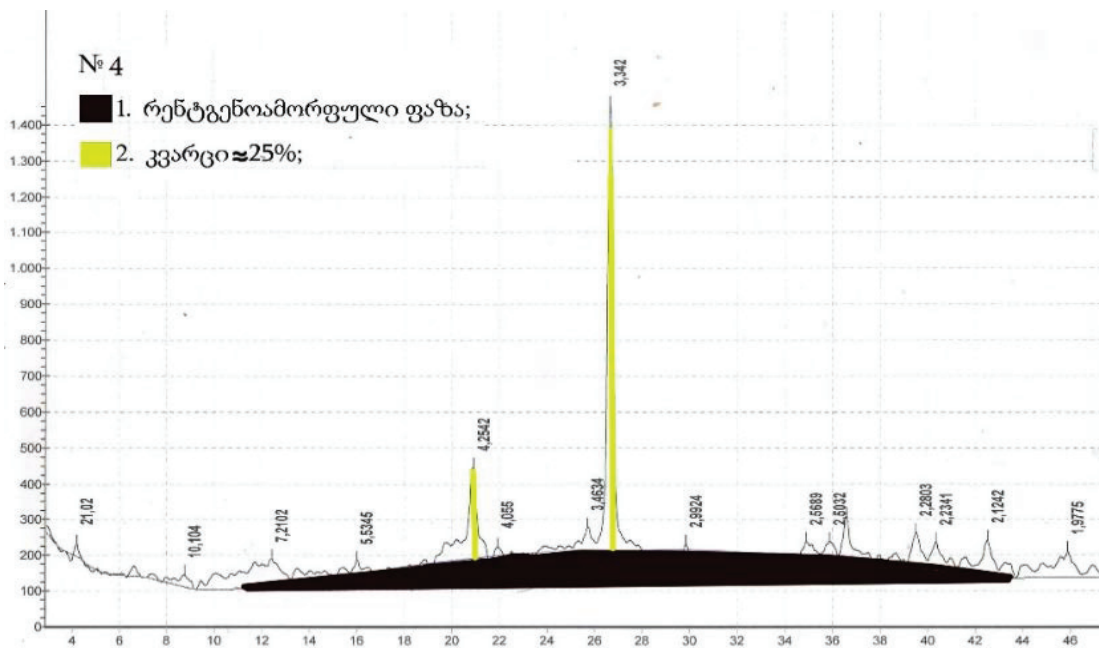
კოპულად მოწითალო ყავისფერია, ადვილად იშლება, მარილმჟავაზე არ რეაგირებს.



სურ. 11. ნახიზნევის უბნის ნიმუშის მიკროფოტოები პოლარიზაციული მიკროსკოპით: ერთი ნიკოლით (-), ვეკარდინი ნიკოლებით (+)

მიკროსკოპში ქანი დანაწევრებულია, წარმოდგენილი სხვადასხვა ზომის ქანის ფრაგმენტები მეტად მღვრიეა, თითქმის იზოტროპული და იმდე-

ნადაა ჩანაცვლებული მეორეული მასალით (თიხა მინერალები, რკინის ჰიდროქსანი, ქლორიტი), კვარცის აგრეგატები მცირე ზომის მარცვლებით, ხოლო მუქი



სურ. 12. ნახიზნევის უბნის ნიმუშის რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამა

მინერალები უწვრილესი კრისტალებითაა წარმოდგენილი, ქანის ნატეხები ეფუზიური წარმოშობისაა. ნახიზნევის უბნის ქანის ქიმიური შედგენილობა:  $\text{SiO}_2$  - 53.43 %,  $\text{TiO}_2$  - 0.20 %,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 18.98 %,  $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$  - 7.67 %,  $\text{MgO}$  - 1.83 %,  $\text{MnO}$  - 0.15 %,  $\text{Na}_2\text{O}$  - 1.27 %,  $\text{K}_2\text{O}$  - 2.16 %.

რენტგენოფაზური ანალიზის რენტგენოგრამაზე თვალნათლივ დაიკვირვება კვარცი (25 %), მცირე რაოდენობით ფიქსირდება პლაგიოკლაზები. დიდი რაოდენობითაა რენტგენამორფული ფაზა.

საველე-გეოლოგიური სამუშაოებითა და დეტალური ლაბორატორიული კვლევების მონაცემებით ბრილის თიხების საბადოზე გამოყოფილია თიხის ოთხი ლითოლოგიური სახესხვაობა: 1. პლასტიკური თიხები; 2. თიხები 20 სმ-მდე ზომის ქვიანი ნატეხების ჩანართებით; 3. თიხები 50 სმ-მდე ზომის ქვიანი ნატეხების ჩანართებით; 4. ქვიანი გათიხებული მასა.

პლასტიკური თიხები დაბალდისპერსიულია. გრანულომეტრიული შედგენილობა, ძირითადად ცვალებადობს 0.001 მმ-დან 0.06 მმ-მდე.

საერთოდ, ბუნებაში, ერთსა და იმავე კარიერზეც კი თიხის ნედლეული არ არის ერთგვაროვანი და ერთნაირი [2], ხშირად განსხვავებულია მათი, როგორც გრანულომეტრიული ზომები, ასევე მინერალური და ქიმიური შედგენილობა უმეტესი კარიერის ნედლეულის გავრცელების ჰორიზონტისა და უბნის მიხედვით. ნედლეულის განსხვავება დამოკიდებულია საწყისი ქანების ტიპზე, მათ მინერალურ შედგენილობასა და გამოფიტვის პროცესის ინტენსივობაზე. ჩვენს შემთხვევაში ერთი და იმავე კარიერის სხვადასხვა სიღრმიდან და უბნიდან აღებული ბუნებრივი

ნედლეულის ნიმუშები მცირედ განსხვავებულია, როგორც მინერალური და ქიმიური შედგენილობით, ასევე გრანულომეტრიული ზომებით, რაც ხშირად მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების განსხვავებაშიც აისახება. ჩატარებული კომპლექსური კვლევებით დადგინდა, რომ ბრილის თიხების ნედლეული ვარგისია აგურისა და ხარისხიანი თიხის ნაკეთობების დასამზადებლად, თუმცა, საჭირო ნედლეულის მინერალური შედგენილობისა და გრანულომეტრიული ზომების შერჩევასთან ერთად, აუცილებელია შერჩეული ნედლეულის საჭიროებისამებრ წინასწარი დამუშავება, გაშრობისა და გამოწვის ტექნოლოგიური პროცესების ზუსტი დაცვა.

წინა წლებში აჭარის ტერიტორიაზე აღმოჩენილი არქეოლოგიური ჭურჭლის გარკვეული ნაწილის დამზადებისათვის გამოყენებული ნედლეულის მინერალური და ქიმიური შედგენილობის მსგავსება ბრილის თიხების მინერალურ და ქიმიურ შედგენილობასთან გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ ბრილის თიხების საბადოს ნედლეულს უხსოვარი დროიდან იყენებდნენ თიხის ჭურჭლის დასამზადებლად.

### ლიტერატურა

1. Гамкредидзе И.П. Вновь о тектоническом расчленении территории Грузии. Тр. ГИН АН Грузии. Нов. сер. Вып. 115, თბილისი, 2000. с. 204-208.

2. ნ. ფოფორაძე. საქართველოს მინერალები და ქანები. ტექნიკური უნივერსი-ტეტი. თბილისი, 2012. 286 გვ.

### POPORADZE N, METREVELI R.

#### BRILI CLAY DEPOSIT

**ABSTRACT.** This paper presents the results of a complex research of the clays of the Brili deposit in the territory of High-mountain Adjara. A detailed study of clay samples with a polarizing microscope made it possible to establish the essence of rock-forming and secondary (accessory) minerals, their sizes, shapes of grains and crystals, the process of change, the quality and transformation products, the quality of the bond of mechanical minerals with the main (binding) mass and a

fragment of relic rocks. An X-ray phase analyzer (Dron-3) was used to determine the essence and amounts of individual mineral phases of the studied samples, and an X-ray fluorescence analyzer (XRF3600B) was used to determine the chemical composition. Their physical and mechanical properties were also investigated. The comprehensive studies carried out made it possible to establish the scope of use of Brily clays.

**KEY WORDS:** clay; raw materials; deposit; quartz; ceramics; mineral.

### ПОПОРАДЗЕ Н.Г., МЕТРЕВЕЛИ Р. Г.

#### БРИЛЬСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГЛИН

**АННОТАЦИЯ.** В данной работе представлены результаты комплексного исследования глин Бриль-

ского месторождения на территории Высокогорной Аджарии. Детальное исследование образцов глин поляризационным микроскопом дало возможность установить сущность породобразующих и второстепенных (аксессуарных) минералов, их размеры,

формы зерен и кристаллов, процесс изменения, качество и продукты преобразования, качество связи механических минералов с основной (связующей) массой и сущность обломков реликтовых пород. Для установления сущности и количеств отдельных минеральных фаз исследуемых образцов, были использованы рентгенофазовый анализатор (Дрон-3), а для определения химического состава – рентге-

нофлуоресцентный анализатор (XRF3600B). Так же были исследованы их физико-механические свойства. Проведенные комплексные исследования дали возможность установить сферу использования глин Брили.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** глина; сырьё; месторождение; кварц; керамика; минерал.

შპპ 551. 49. 496

დოქტორანტი ა. ჯღამაძე

**მუხრანის არტეზიული აუზის მტკნარი მიწისქვეშა წყლების ჰიდროგეოქიმიური თავისებურებები**

**ანოტაცია.** ნაშრომში განხილულია მუხრანის არტეზიული აუზის მტკნარი მიწისქვეშა წყლების გავრცელების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა. გრუნტის წყლებში გამოყოფილია ორი ზონა: 1 - მდინარეების არაგვის და ქსნის ფილტრატებში ვრცელდება წყლები მინერალიზაციით 0,5 გ/ლ-მდე და 2 - აუზის ცენტრალურ ნაწილში - წყლები მინერალიზაციით 0,5-1,0 გ/ლ. დაწნევითი წყლების წყალშემცველ კომპლექსში გამოყოფილია სამი ჰიდროგეოქიმიური ზონა: 1 - წყლები მინერალიზაციით 0,5-0,6 გ/ლ; 2 - წყლები მინერალიზაციით 0, 3 გ/ლ-მდე; 3 - წყლები მინერალიზაციით 0,3-0,5 გ/ლ. დაწნევითი წყლების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა კავშირშია წყალშემცველი ჰორიზონტების წყალგამტარებლობასთან - რაც უფრო მეტია წყალშემცველი ჰორიზონტის წყალგამტარიანობა, მით უფრო ნაკლებია წყლის მინერალიზაცია.

**საკვანძო სიტყვები:** არტეზიული აუზი; მტკნარი წყლები; ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა; გრუნტის წყლები; დაწნევითი წყლები.

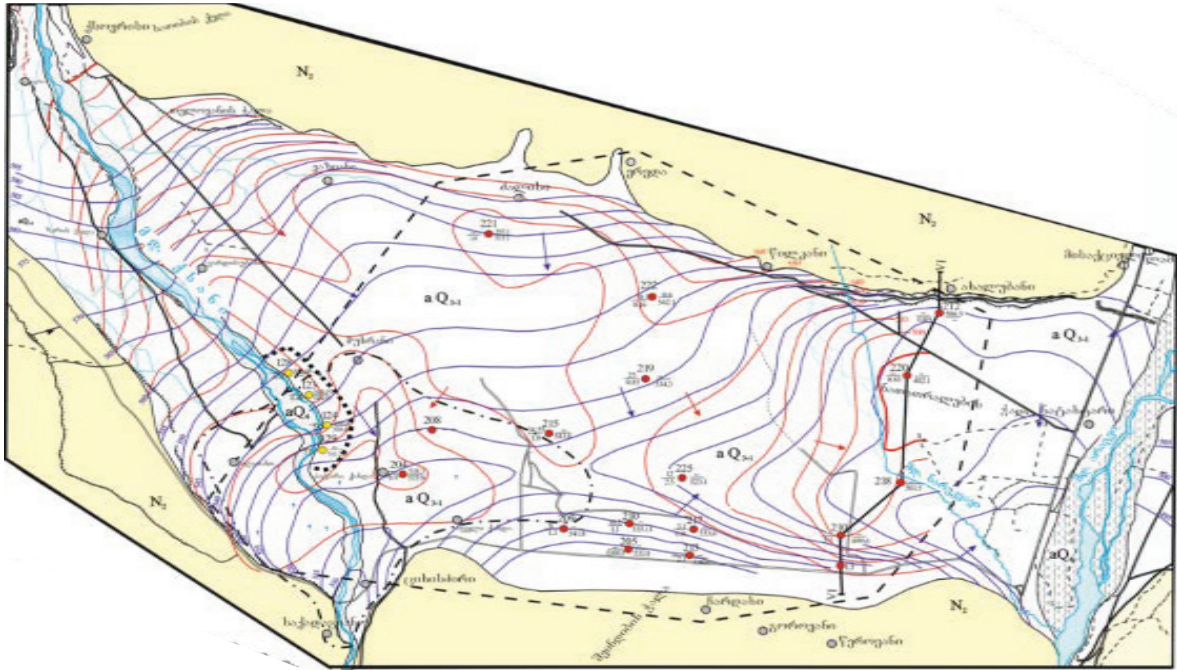
მუხრანის არტეზიული აუზი წარმოადგენს მტკნარი მიწისქვეშა წყლების მდიდარი რესურსებით გამორჩეულ, ბუნებრივად საიმედოდ დაცულ, უნიკალურ რეზერვუარს. აქ, წყალშემცველი ჰორიზონტების კვების არის ფართობი გაცილებით დიდია მისი გავრცელების ფართობზე, რაც მიწისქვეშა წყლების რესურსების განახლებადობის მაღალ ხარისხს განაპირობებს.

მუხრანის ველის ძირითად ჰიდროგრაფიულ ქსელს წარმოადგენს მდინარეები ქსანი და არაგვი, რომლებიც დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან საზღვრავენ მას და მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ არტეზიული აუზის მიწისქვეშა წყლების ფორმირებაში. ასევე, აღსანიშნავია შედარებით წყალმცირე მდინარე ნარეკავი, რომელიც სათავეს მისაქციელის ქედის კალთებზე იღებს.

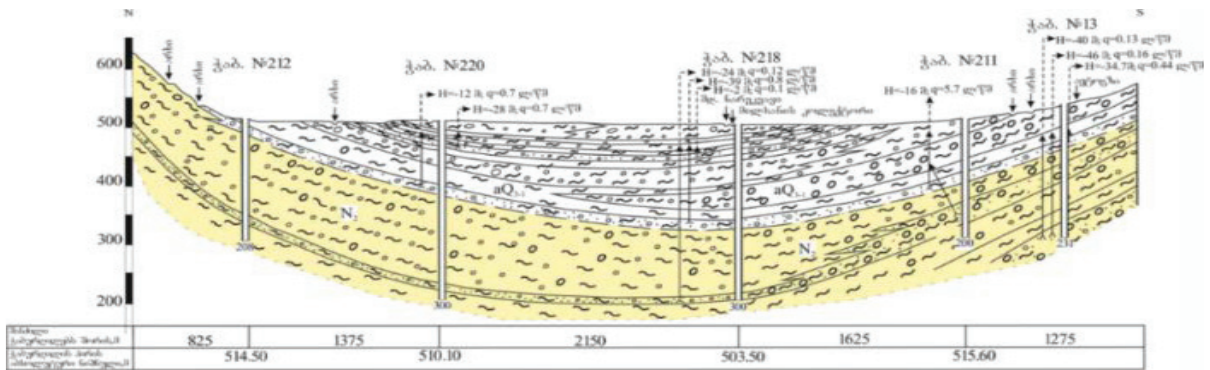
მუხრანის არტეზიული აუზის პერიფერიებზე ვრცელდება შედარებით ძველი გეოლოგიური ფორმაციები, ხოლო ცენტრალური ნაწილი ახალგაზრდა, მეოთხეული ასაკის ნალექებით არის ამოვსებული.

არტეზიული აუზის მეოთხეულ ნალექებში გამოიყოფა: თანამედროვე კალაპოტისა და ჭალის ალუვიური ნალექების წყალშემცველი ჰორიზონტი ( $aQ_4$ ) და დაუნაწევრებელი მეოთხეული ალუვიურ-პროლუვიური ნალექების წყალ-შემცველი კომპლექსი ( $apQ_{1-3}$ ).

თანამედროვე კალაპოტისა და ჭალის ალუვიური ნალექების წყალ-შემცველი ჰორიზონტი ლითოლოგიურად წარმოადგენილია კაჭარ-კენჭნარით, ხვინჭნარისა და ქვიშის შემავსებლებით. ჰორიზონტის სიმძლავრე 5-10 მ-ის ფარგლებში იცვლება. გრუნტის წყლების დონე 1-5 მ-ის ფარგლებში იცვლება. მიწისქვეშა წყლების მინერალიზაცია არ აღემატება 0.5 გ/ლ-ს. ქიმიური შედგენილობის მიხედვით წყლები ჰიდროკარბონატული კალციუმ-ნატრიუმ-მაგნიუმიანია. ჰორიზონტის მიწისქვეშა წყლების და მდ. არაგვის წყლის ქიმიური ანალიზების შედეგების შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ შორის განსხვავება უმნიშვნელოა.



ჰიდროგეოლოგიური ჰრილი



აღნიშნული ჰრილი  
 [Symbol] რეგულირებადი კარსტული წყლების წყაროები (წყალშემცველი შრეები)  
 [Symbol] რეგულირებადი არარეგულირებადი წყლების წყაროები (წყალშემცველი შრეები)  
 H - 24 მ.  
 კარსტულაში წყლის დაზოგვის დონე, მ.

**პირობითი აღნიშვნები:**

- aQ<sub>4</sub>** თანამდროვე კალაბიტის და ქალის ზედა ტერასების ალუვიური ნალექების წყალშემცველი პირობითი: კარსტული, კარსტული, ხრები, ქვანთი, თიხანი, ქვანთის და თიხის მუშაობები.
- aQ<sub>3-4</sub>** დაწინაურებული მეთოდული ალუვიურ-პროალუვიური ნალექების წყალშემცველი პირობითი: კარსტული, კარსტული, ხრები, ქვანთი, თიხანი, თიხები.
- N<sub>2</sub>** პლიოცენის დიფერ-კონტინენტური ნალექების საბრტყლი წყალშემცველი კომპლექტი

წარჩევი ქაბულის აღნიშვნის წრეზე:  
 ზეითი - ქაბულის სიხრი  
 მარცხენა - მრეცხელში - თვითდენის დებუტი;  
 მარჯვენა - ხედიითი დებუტი, ლწმ.  
 მარცხენა - მრეცხელში - გრუნტის წყლების დონის აბსოლუტური ნიშნული, მ.  
 მარჯვენა - პირველი წვეთი პირობითის პეზომეტრული დონის აბსოლუტური ნიშნული, მ.

- წარი
- სს "კოკა კოდა ბოთლერს ჯორჯია"-ს ობიექტი
- 1971-1972 წლებში გაბურღული საველი ქაბულის
- 1974-1976 წლებში წინასწარი მიტის სტადიაზე გაბურღული საძიებო ქაბულის
- 70-იან წლებში დეტალურად დაძიებული უბნის "ქმის" კონტური
- პედროზომიეტრი
- პედროზომიეტრი
- წინასწარი მიტის უბნის კონტური
- მარცხენა წყლების გამოსვლის კონტური

ნახ. 1. მუხრანის არტეზიული აუზის სქემატური ჰიდროგეოლოგიური რუკა

შედგენილობის მიხედვით წყლები ჰიდროკარბონატული კალციუმ-ნატრიუმ-მაგნიუმიანია. ჰორიზონტის მიწისქვეშა წყლების და მდ. არაგვის წყლის ქიმიური ანალიზების შედეგების შედარება გვიჩვენებს, რომ მათ შორის განსხვავება უმნიშვნელოა.

წყალშემცველი ჰორიზონტი მჭიდრო ჰიდროდინ-

ამიკურ კავშირშია დაუნაწევრებელი მეოთხეული ნალექების წყალშემცველ ჰორიზონტებთან. კალაპოტისა და ჭალის ნალექები სოფ. მისაქციელიდან სოფ. ნატახტრამდე უშუალოდაა განლაგებული ძველ მეოთხეულ ნალექებზე და კვებავს მათ, ხოლო სოფ. ნატახტარის ქვევით კი პირიქით - მათგან ღებულობს წყალს.

ცხრილი 1

მუხრანის არტეზიული აუზის მეოთხეული ნალექების გეოლოგიურ-ჰიდროგეოლოგიური სტრატეფიკაციის სვეტი

ასაკი		ლითოლოგიური სვეტი	სიმაღლე, მ	წყალშემცველი და წყალგატარებლის სიმძლავრე, მ	წყალშემცველი და წყალგატარებლის ლითოლოგიურ-გენეტიკური აღწერა	წყალშემცველი ფენების ჰიდროდინამიკური პირობები
სისტემა	განყოფილება					
მეოთხეული - Q	4	0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.	10-15	10-15	მდინარის თანამედროვე კალაპოტსა და ჭალის კაჭარ-კენჭნარი ქვიშა-ხვინჭის შემავსებლებით	გრუნტის წყლების ჰორიზონტი
	ზედა-Q <sub>3</sub>	0-0-0-0-0-0-0-0-0-	40-50	7-10	კაჭარ-კენჭნარი თიხა-თიხნარიანი შემავსებლებით	-
		0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.		20-30	ალუვიური კაჭარ-კენჭნარი ქვიშის შემავსებლებით	გრუნტის წყლების ჰორიზონტი
		0-0-0-0-0-0-0-0-0-	5-20	ალუვიური კაჭარ-კენჭნარი თიხის შემავსებლებით	-	
	შუა-Q <sub>2</sub>	0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.	70	25-30	ალუვიურ-პროლუვიური კაჭარ-კენჭნარი ქვიშა-ხვინჭის შემავსებლებით	დაწნევითი წყლების პირველი წყალშემცველი ჰორიზონტი
		0-0-0-0-		14-15	კაჭარ-კენჭნარი თიხის შემავსებლებით	-
		0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.		22-26	ალუვიურ-პროლუვიური კაჭარ-კენჭნარი ქვიშა-ხვინჭის შემავსებლებით	დაწნევითი წყლების მეორე წყალშემცველი ჰორიზონტი
	ქვედა-Q <sub>1</sub>	-----	100	10-15	თიხები ქვიშნარის თხელი შუაშრეებით	-
		0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.		30-45	ალუვიურ-პროლუვიური კაჭარ-კენჭნარი ქვიშა-ხვინჭის შემავსებლებით	დაწნევითი წყლების მესამე წყალშემცველი ჰორიზონტი
		-----		10-20	მკვრივი თიხები, არგილიტები	-
		0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.		30-32	ალუვიურ-პროლუვიური კაჭარ-კენჭნარი ქვიშა-ხვინჭის შემავსებლებით	დაწნევითი წყლების მეოთხე წყალშემცველი ჰორიზონტი

დაუნაწევრებელი მეოთხეული ალუვიურ-პროლუვიური ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი მუხრანის ველის თითქმის მთელ ფართობზეა გავრცელებული [3]. მეოთხეული ნალექების სიმძლავრე ცვალებადობს 200-225 მეტრის ფარგლებში. აუზის აღმოსავლეთ პერიფერიაზე, მდ. არაგვის კალაპოტის გასწვრივ, პლიოცენურ ნალექებში ფიქსირდება მერიდიანული რღვევა, მეოთხეული ასაკის ნალექების სიმძლავრე მის გასწვრივ მცირდება 50 მეტრამდე.

დაუნაწევრებელი მეოთხეული ნალექების საგების სიმძლავრიდან და რელიეფიდან გამომდინარე, მუხრანის არტეზიული აუზის ფარგლებში მეოთხეული ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი +480 მ ნიშნულამდე წარმოადგენს ჩაკეტილ სინკლინურ სტრუქტურას (რეზერვუარს). დაუნაწევრებელი მეოთხეული ნალექების ვერტიკალურ ჭრილში გამოიყოფა სამი წყალშემცველი ჰორიზონტი (იხ. ცხრ. 1).

ზედა წყალშემცველი ჰორიზონტი, რომლის სიმ-

ძლავრე 40-50 მ-ის ფარგლებში მერყეობს, ხასიათდება შედარებით რთული ფაციალური აგებულებით. ჰორიზონტის მიწისქვეშა წყლების მინერალიზაცია, უმეტესად 0.5 გ/ლ-ია. მიწისქვეშა წყლების დონეებისა და წყაროების დებიტების ცვალებადობის რეჟიმი პირდაპირ კავშირშია მდ. ქსნის და არაგვის რეჟიმთან.

**შუა წყალშემცველი ჰორიზონტი** განლაგებულია ზედაპირიდან 40-50 მ სიღრმეზე, მისი საშუალო სიმძლავრე 70 მ-ია. ჰორიზონტი შედგება ორი წყალშემცველი შრისაგან, რომლებიც წარმოდგენილია ქვიშა-ხვინჭის შემაჯვებელიანი კაჭარ-კენჭნარით. წყალშემცველი შრეების სიმძლავრე იცვლება 10-15 მ-ის ფარგლებში.

ჰორიზონტი უმეტესად დაწნეული წყლებს შეიცავს და მისი პიეზომეტრული დონე ზედაპირიდან 3-6 მ სიღრმეზე ფიქსირდება.

**ქვედა წყალშემცველი ჰორიზონტის** სასურავი განლაგებულია 100-120 მ სიღრმეზე. ჰორიზონტის საშუალო სიმძლავრე 100 მ-ია. იგი შედგება ორი წყალშემცველი შრისაგან, რომელთა სიმძლავრე მერყეობს 30-დან 45 მ-მდე. წყალშემცველ შრეებს შორის განლაგებულია წყალგაუმტარი თიხებით შევსებული კაჭარ-კენჭნარის ფენები.

აღწერილი წყალშემცველი ჰორიზონტები და შრეები (გარდა ველის პერიფერიული ნაწილისა), არ იმყოფებიან მჭიდრო ჰიდრაულიკურ კავშირში ერთმანეთთან.

არტეზიული აუზის მიწისქვეშა წყლებისათვის დამახასიათებელია გავრცელების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა, რომელსაც განვიხილავთ როგორც გრუნტის, ასევე დაწნეული წყლებისათვის.

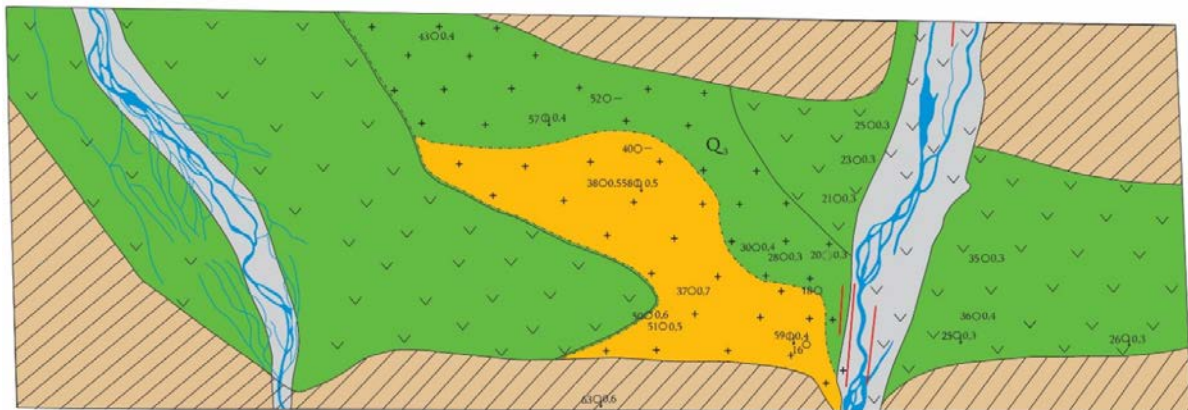
მუხრანის არტეზიული აუზის ფარგლებში გავრცელებული გრუნტის წყლების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა მოცემულია ნახაზზე 2 [2].

გრუნტის წყლების საერთო მინერალიზაციის მიხედვით გამოიყოფა 2 ზონა.

**პირველ ზონაში** მიწისქვეშა წყლების მინერალიზაცია შეადგენს 0,5 გ/ლ-მდე. ეს ზონა მოიცავს მდინარეების ქსნის და არაგვის კალაპოტის და ჭაღის ნელექების გავრცელების არეალებს.

**მეორე ზონაში**, რომელიც მოიცავს ზედა მეოთხეული ასაკის ნალექების გავრცელების არეალს აუზის ცენტრალურ ნაწილში, მიწისქვეშა წყლების მინერალიზაცია იცვლება 0,5-1,0 გ/ლ-ის ფარგლებში.

მუხრანის არტეზიული აუზის ცენტრალურ ნაწილში წყლის სულფატიანობის გაზრდა გამოწვეულია გრუნტის წყლების სარკის მცირე სიღრმეზე (2 მ-მდე) განლაგების გამო წყლის აორთქლების შედეგად, მარილების კონცენტრაციის და გამარილიანებული ნივთიერების ზეგავლენით. მიწისქვეშა წყლებში ანიონების და კათიონების თანაფარდობები განპირობებულია წყალშემცველი და ამომგები ქანების პეტროგრაფიული შემადგენლობებით.



პირობითი ნიშნები

- მეთხეული ნალექები
- წყარო, მარცხნივ ნომერი, მარჯვნივ წყლის მინერალიზაცია
- ჭაბურღილი, მარცხნივ ნომერი, მარჯვნივ წყლის მინერალიზაცია
- 0.5 გ/ლ-მდე მინერალიზაციის წყლების გავრცელების ზონა (2 ზონა)
- 0.5-1.0 გ/ლ-მდე მინერალიზაციის წყლების გავრცელების ზონა (2 ზონა)
- ჰიდროკარბონატულ კალციუმ-მაგნიუმიანი წყლების გავრცელების ფართობი
- ჰიდროკარბონატულ-სულფატური კალციუმ-მაგნიუმიანი წყლების გავრცელების ფართობი
- ზონების საზღვრები

ნახ. 2 მუხრანის არტეზიული აუზის გრუნტის წყლების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობის სქემა



მუხრანის ველზე ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობა უფრო ნათლად გამოხატული დაწნ

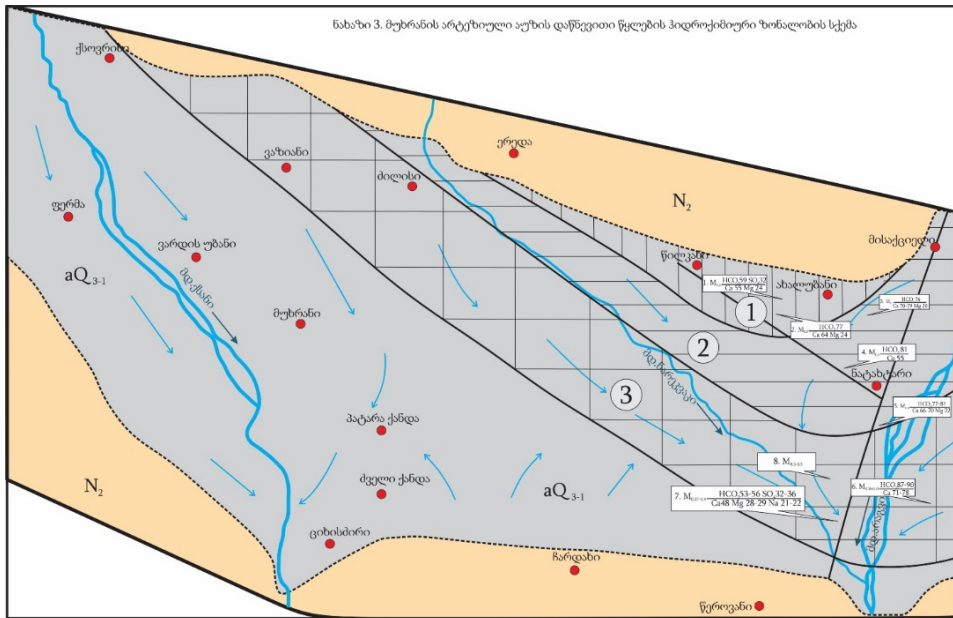
ევითი წყლების შემცველ ჰორიზონტებში [1]. აქ გამოიყოფა მიწისქვეშა წყლების ჰიდროდინამიკური ნაკადები, შესაბამისი სამი ჰიდროგეოქიმიური ზონით (ნახ.3).

**პირველი ზონა** ვრცელდება სოფ. მისაქციელის სამხრეთ-დასავლეთი ნაწილიდან სოფლების ახალუბნის და წილკანის მიმართულებით. აქ დაწნევითი წყლების მინერალიზაცია შეადგენს 0.5-0.6 გ/ლ-ს. წყალში აღინიშნება სულფარიონის შემცველობა.

**მეორე ზონის** ნაკადი მოიცავს მისაქციელისა და

ნატახტარის ვაკეს და მიემართება ჩრდილო-დასავლეთისაკენ, სოფ. ძალისის მიმართულებით. ზონის წყლების მინერალიზაცია არ აღემატება 0.3 გ/ლ-ს. ამ ზონაში ფუნქციონირებს შპს “აქვა გეოს”, სს “ლომისის” და შპს “ივერია აქვას” მტკნარი მიწისქვეშა წყლის მომპოვებელი წყალამღებები.

**მესამე ზონა** ვრცელდება არაგვის ვაკეზე, მდ. ნარეკვავის შესართავამდე და მისი საზღვარი მიემართება ჩრდილო-დასავლეთით, სოფლების ძალისისა და ვახიანის მიმართულებით. წყლების მინერალიზაცია იცვლება 0.3-0.5 გ/ლ-ს ფარგლებში.



პირობითი ნიშნები:

ჰიდროქიმიური ზონები მინერალიზაციის მიხედვით, გ/ლ	მუხრანის არტეზიულ აუზზე წყალამღები კომპანიების ნუსხა (რუკაზე მოცემულია კურლოვის ფორმულები)
1 0,5 - 0,6	1. შპს "გლობალ ბიერ ჯორჯია"
2 0,3	2. შპს "აქვა ჯორჯია"
3 0,3 - 0,5	3. შპს "აქვა გეოს"
aQ <sub>3-1</sub> მეოთხეული ალუვიური წყალშემცველი ჰორიზონტი	4. სს "ლომისი"
N <sub>2</sub> პლიოცენური ნალექები	5. შპს "ივერია აქვა"
საზღვარი ჰიდროქიმიურ ზონებს შორის	6. სს "ქართული ლუდის კომპანია"
წვეიანი წყლების ძირითადი მიმართულება	7. სს "კოკა კოლა ბოთლერს ჯორჯია"
საავტომობილო გზები	8. შპს "ჯორჯიან უოთერ ენდ ფაუერის"

ნახ. 3 მუხრანის არტეზიული აუზის დაწნევითი წყლების ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობის სქემა

კვლევების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:

2. მეოთხეული ნალექების ვერტიკალურ ჭრილში ერთი და იმავე უბნზე გრუნტის წყლების საერთო

მინერალიზაცია, თითქმის ორჯერ მეტია დაწნევითი წყლების პირველი წყალშემცველი ჰორიზონტის წყლებზე და მინერალიზაცია ამ უკანასკნელთან შე-

დარებით, კიდევ უფრო ნაკლებია დაწნევილი წყლების მეორე და მესამე ჰორიზონტების წყლებში. სიღ-

რმესთან ერთად, შესაბამისად მცირდება სულფატების, კალციუმისა და მაგნიუმის იონების შემცველობა.

### ლიტერატურა

1. ლ. ხარატიშვილი. ჰიდროგეოლოგიური ანგარიში მუხრანის ველის და საინფილტრაციო მოედნების მიწისქვეშა წყლების რესურსების ფორმირების კომპლექსური შესწავლის, რაციონალური ათვისების, ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასების და დაცვის შესახებ, თბილისი, 2004.

2. ვ. მიქაშაიძე და სხვ. ანგარიში ქ. თბილისის წყალამღებების მიწისქვეშა წყლების საექსპლუარაციო მარაგების შეფასება, თბილისი, 1972-1974.

3. მ. მარდაშოვა, ხ. ავალიანი და სხვ. ჰიდროგე-

ოლოგიური ანგარიში მუხრანის არტეზიული აუზის ფარგლებში არსებული საექსპლუატაციო ჭაბურღილების ჰიდროდინამიკური რეჟიმის შესწავლა საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების მიზნით, თბილისი, 2014.

4. ა. ჯღამაძე და სხვ. ჰიდროგეოლოგიური ანგარიში მუხრანის არტეზიული აუზის სამხრეთ-აღმოსავლეთი უბნის მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების გამოთვლის შესახებ, თბილისი, 2019.

JGAMADZE A.

### HYDROGEOCHEMICAL PROPERTIES OF FRESH GROUNDWATER IN THE MUKHRAN ARTESIAN BASIN

**ANNOTATION.** The paper deals with hydrochemical zonality of the fresh underground waters of Mukhrani artesian basin. For ground waters two zones

are defined: 1 - waters with mineralization 0.5g/l, and 2 - waters with mineralization ranging from 0.5 to 1g/l. Within the pressure water bearing complex three hydrochemical zones are present: 1 - waters with mineralization 0.5-0.6 g/l, 2 - waters with mineralization up to 0.3g/l, and 3 - waters with mineralization -0.3-0.5 g/l.

**KEYWORDS:** artesian basin; freshwater; hydrogeochemical zonality; ground water; pressure water.

ДЖГАМАДЗЕ А.К.

### ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД МУХРАНСКОГО АРТЕЗИАНСКОГО БАСЕЙНА

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены вопросы гидрогеохимической зональности пресных подземных вод Мухранского артезианского бассейна. В грунтовых водах выделены две зоны вод: 1 - с минерализацией до 0,5 г/л, и 2 - с минерализацией

0,5-1,0 г/л. В водоносном комплексе напорных вод выделены 3 гидрогеохимические зоны вод: 1 - с минерализацией 0,5-0,6 г/л, 2 - с минерализацией до 0,3 г/л и 3 - с минерализацией 0,3-0,5 г/л. Гидрогеохимическая зональность напорных вод находится в тесной связи с водопроницаемостью водоносных горизонтов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** артезианский бассейн; пресная вода; гидрогеохимическая зональность; грунтовые воды; напорные воды.



**ნურლან რისპანოვი**  
**РЫСПАНОВ НУРЛАН**  
**БЕКТАСОВИЧ**  
**NURLAN RYSPANOV**

სამთო მეცნიერებათა ევრაზიული აკადემიის პრეზიდენტს, ყაზახეთის ეროვნული აკადემიის საპატიო წევრს, რუსეთის სამთო მეცნიერებათა აკადემიის, საერთაშორისო საინჟინრო აკადემიის (მოსკოვი), უკრაინის სამთო მეცნიერებათა აკადემიის, ყაზახეთის სამთო მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის, ყაზახეთის რესპუბლიკის საინჟინრო ეროვნული აკადემიის ნამდვილ წევრს

**ბატონ ნურლან რისპანოვს 28 ივნისს დაბადებიდან 60 წელი  
უმუსრულდება**

გულითადად ვულოცავთ ბატონ ნურლანს იუბელეს და ვუსურვებთ ხანგრძლივ სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას, პირად ბედნიერებას, ნაყოფიერ და შემოქმედებით წარმატებებს.

გამოვთქვამთ დიდ იმედებს, რომ ბატონი ნურლან რისპანოვის ინიციატივით საქართველოს სამთო და სამეცნიერო-ტექნიკურ საზოგადოებასთან დაწყებული თანამშრომლობა მრავალმხრივი სასარგებლო და სასურველი შედეგების მომტანი იქნება.

საქართველოს სამთო საზოგადოება  
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის სამთო საქმისა და გეოლოგიის განყოფილება  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია

President of the Eurasian Academy of Mining Sciences, Honorary Member of the National Academy of Kazakhstan, Full Academician Member of: Russian Academy of Mining Sciences, International Academy of Engineering (Moscow), Ukrainian Academy of Mining Sciences, National Academy of Mining Sciences of Kazakhstan, National Academy of Engineering Sciences of Kazakhstan

**ON JUNE 28, Mr. NURLAN RYSPANOV TURNS 60**

We sincerely congratulate Mr. Nurlan Ryspanov on his anniversary and wish him a long life, health, personal happiness and success in Scientific, Academic and Public Activities.

We hope that the cooperation with the Mining and Scientific-Technical Society of Georgia, initiated by Mr. Nurlan Ryspanov, will be productive and full of many useful and desirable results.

*Georgian Mining Society  
Department of Mining Geology of the Georgian Engineering Academy  
G. Tsulukidze Mining Institute  
Georgian Technical University Faculty of Mining and Geology  
Editorial Board of "Mining Journal"*

**NURLAN RYSPANOV**

**SHORT BIOGRAPHY**

Nurlan Ryspanov, after graduating from the Leningrad Institute of Transport, continued his postgraduate study at the Moscow Institute of Water Transport. In 1991, he successfully defended his dissertation The Bauman Moscow State Technical University and was awarded the degree of Candidate of Technical Sciences.

In 1993, he was appointed as a director of the Scientific-Technical Center "MASHSTROI" of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

In 1995, he was awarded the title of Academic Advisor of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan for his achievements.

In 1998, Nurlan Ryspanov headed the Department of Transport and Communications Industry of the region and supervised such large enterprises as follows: aluminum, ferroalloys, tractor, oil refinery, chemical plants, fuel-energy complex, transport and communication. At his initiative, a nickel-cobalt ore melting was being carried out for the first time at the Pavlodar Tractor Plant.

In 1999, Nurlan Ryspanov was appointed as a director of the Industry Department of the Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Kazakhstan. Under his leadership, Sectoral programs in the chemical, mining, metallurgical and nuclear industries were developed and implemented.

In 2001-2015 Nurlan Ryspanov worked at the enterprises of the mining and metallurgical complex of Kazakhstan. He was in charge of scientific research and construction of a pilot plant for the production by heap leaching in underground conditions; He carefully studied operating process of the uranium ore leaching, transferred and installed it at "Shalkiya", the world's largest polymetallic deposit, of which he was appointed as a director in 2001. The first scientific articles of Nurlan Ryspanov in the field of geotechnology were published and he was awarded the title of Corresponding Member of the National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan.

2004-2005 Nurlan Ryspanov was the director of the "Akdala" uranium mine. Under his leadership, a full-fledged uranium leaching mine was created, where in 2006, for the first time in the world, 1 million kg of uranium suboxide-oxide was mined.

In 2008, Nurlan Ryspanov was invited as a chairman of the Committee on Industry of the Ministry of Industry and New Technologies, where he oversees the mining and metallurgical complex, chemical, nuclear, machine-building and defense industries.

In 2009, he was transferred to the quasi-state sector as Director of Mining Assets Management of the National Wealth Fund. Under his leadership, the National Mining Company Tau-Ken Samruk and the United Chemical Company were established.

In the second half of 2009, Nurlan Ryspanov was appointed as a vice president of the National Atomic Company "Kazatomprom". Despite the difficult period for the uranium industry in Kazakhstan, under the leadership of Nurlan Ryspanov, in a year an Agreement on financing current projects was reached with Japanese financial institutions, experienced specialists were attracted, and technological problems were resolved. As a result, in 2010 "Kazatomprom" became the world's largest uranium producer.

Nurlan Ryspanov continues to work in the field of scientific and technological progress. Under his leadership, new technologies for the production of sulfuric acid and conversion of saline water of the Caspian Sea by extracting useful components were developed; The technology of uranium peroxide oxidation has been introduced; patents have been received and monograph published.

In 2010, Nurlan Ryspanov successfully defended his doctoral dissertation on the topic: "Law of heap leaching of metals". For this scientific work, the Presidium of the Russian Academy of Natural Sciences awarded him the Pyotr Kapitsa Medal of Honor.

In 2013, Nurlan Ryspanov was appointed Chairman of the Board of the "Volkovgeologiya JSC", the oldest enterprise of the nuclear complex.

In 2012, Nurlan Ryspanov was elected a member of the International Organizing Committee of the World Mining Congress, and in 2014 - an academician of the International Academy of Engineering (Moscow).

In 2016, Nurlan Ryspanov initiated the foundation of the Kazakhstan National Academy of Mining Sciences, the first president of which he was elected.

As a result of international cooperation and his collaboration with foreign scientists in 2018, during the World Mining Congress in Astana, the Eurasian Academy of Mining Sciences was founded, which included Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Russia and Uzbekistan, as well as three observers from Germany, Ukraine, Mongolia, Turkey, Poland, Austria, India and other countries of Eurasia. Nurlan Ryspanov was elected President of the Academy.

Nurlan Ryspanov has published over 60 scientific papers, 1 monograph, 2 textbooks, received 14 patents for inventions.

For successful work, Nurlan Ryspanov was awarded many honorary signs, medals and orders.



**გურამ აბაშიძე**  
**ГУРАМ АБАШИДЗЕ**  
**GURAM ABASHIDZE**

გულითადად ვულოცავთ ღვაწლმოსილ მეცნიერს, სსიპ გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის ჰიბრიდული კომპოზიტების კვლევის ლაბორატორიის გამგეს, მთავარ მეცნიერ თანამშრომელს, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორს ბატონ გურამ აბაშიძეს დაბადებიდან 85 წლისთავს ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, პირად ბედნიერებას და შემოქმედებით წარმატებებს.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**თემურ ფხოველიშვილი**  
**ТЕМУР ПХОВЕЛИШВИЛИ**  
**TEMUR PKHOVELISHVILI**

სსიპ გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი და „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია გულითადად ულოცავს სამთო ინსტიტუტის წამყვან მეცნიერ თანამშრომელს, აკადემიურ დოქტორს ბატონ თემურ ფხოველიშვილს დაბადებიდან 70 წლისთავს. უსურვებს ხანგრძლივ სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას და წარმატებებს საქმიანობაში.

*გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი*



**რევაზ სტურუა**  
**REVAZ STURUA**  
**РЕВАЗ СТУРУА**

ქართულმა სამთო-საინჟინრო და სამეცნიერო საზოგადოებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა, მოულოდნელად გარდაიცვალა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი, ცნობილი მეცნიერი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი რევაზ ივანეს ძე სტურუა.

დაიბადა 1941 წელს ლანჩხუთში. 1958 წელს დაამთავრა ქ. ბათუმის მე-6 საშუალო სკოლა და ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების სპეციალობაზე, რომელიც დაამთავრა 1963 წელს და ამავე წლიდან განაწილებით მუშაობდა უზბეკეთში ალმალიკის სამთო კომბინატში.

1965-67 წწ. მუშაობდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების კათედრაზე ჯერ ლაბორანტად, შემდეგ ასისტენტად. 1967-70 წწ. სწავლობდა ქ. მოსკოვის სკოჩინსკის სახელობის სამთო საქმისა და მყარი საწვავი წიაღისეულის ინსტიტუტის ასპირანტურაში. 1970-78წწ. მუშაობდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სასარგებლო წიაღისეულის კათედრაზე თავდაპირველად ასისტენტად, შემდეგ დოცენტად. 1971-73 წწ. იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა და სტუდენტთა სამეცნიერო საზოგადოების საბჭოს თავმჯდომარე. 1973-74 წწ. სწავლობდა კიევის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სპეცფაკულტეტზე. 1970 წ. მოსკოვის მყარი საწვავის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, ხოლო 1983 წ. ქ. ირკუტსკის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე – სადოქტორო დისერტაცია. 1978 წლიდან 1992 წლამდე ხელმძღვანელობდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების კათედრას. 1988 წლიდან 1991 წლამდე იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პრორექტორი საღამოსა და დაუსწრებელი სწავლების დარგში, ხოლო 1991 წლიდან 2004 წლამდე ამავე უნივერსიტეტის პირველი პრორექტორი.

რევაზ სტურუას სამეცნიერო-საინჟინრო მოღვაწეობის სფეროა სასარგებლო წიაღისეულის გადამუშავება – მინერალური პროცესები. იგი არის სამთო დარგის ცნობილი სპეციალისტი და ხელმძღვანელობდა სამეცნიერო მიმართულებებს. მისი ხელმძღვანელობით შეიქმნა შავი და ფერადი ლითონების მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიებთან ინტენსიური ენერგეტიკული პროცესების კომბინირების მეცნიერული საფუძვლები, რაც პრაქტიკულად გამოიხატა ახალი მაღალეფექტური ტექნოლოგიების შექმნაში.

რ. სტურუას ხელმძღვანელობით ჩატარებული კომპლექსური კვლევის საფუძველზე განხორციელებულია სასარგებლო წიაღისეულის ფლოტაციის პროცესის ინტენსიფიკაციის სამეცნიერო პრობლემის თეორიული დებულებების განზოგადება, დამყარებული ინტენსიური ელექტრული ზემოქმედების გამოყენებაზე და შემუშავებულია პრაქტიკული რეკომენდაციები, რომელთაც აქვთ სახალხო სამეურნეო მნიშვნელობა.

რ. სტურუას მიერ ჩატარებულია მრავალმხრივი კომპლექსური კვლევები ჭიათურის აუზის ღარიბი მან-

განუმის მადნების გამდიდრების ტექნოლოგიური სქემების ოპტიმიზაციის მიმართულებით. მიღწეულია მთელი რიგი ტექნოლოგიური და საინჟინრო პრობლემების გადაწყვეტა მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური ეკონომიკური ეფექტით.

რ. სტურუა ხელმძღვანელობდა სამეცნიერო კვლევებს საქართველოს წიაღისეულ საბადოთა ბარიტშემცველი, პოლიმეტალური, თუთიის, ოქროსშემცველი მადნების და კვარციტების გამდიდრების კომბინირებული მეთოდებისა და რაციონალური ტექნოლოგიური სქემების შემუშავების მიმართულებით.

1997 წელს გერმანიაში, ქ. ახენში გამართულ მინერალური პროცესების მსოფლიო XIX კონგრესზე პროფ. რ. სტურუა არჩეულ იქნა მინერალური პროცესების მსოფლიო კონგრესების სამეცნიერო საორგანიზაციო მუდმივმოქმედი კომიტეტის წევრად.

1996 წ. რ. სტურუა აირჩიეს საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრად. იგი იყო რუსეთის სამთო აკადემიის ნამდვილი წევრი, რუსეთის საინჟინრო აკადემიის და ინფორმატიკის საერთაშორისო აკადემიის წევრი, აშშ-ს სამეცნიერო კვლევითი საზოგადოება „სიგმა X“-ის წევრი. 2000 წლიდან იყო საქართველოს სამთო საზოგადოების პრეზიდენტი.

1988 წელს დაჯილდოვდა „საპატიო ნიშნის“ ორდენით, ხოლო 1998 წელს – ღირსების ორდენით. გაითვალისწინა, რა რ. სტურუას პედაგოგიური, მეცნიერული და ორგანიზაციული საქმიანობა, მისი დამსახურება უნივერსიტეტის მიმართ, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიურმა საბჭომ 2011 წელს დააჯილდოვა იგი უნივერსიტეტის უმაღლესი ჯილდოთი – გ. ნიკოლაძის მედლით.

მრავალი წლის მანძილზე რ.სტურუა, როგორც საქართველოს სამთო საზოგადოების პრეზიდენტი, იყო სამთო ჟურნალის ერთ-ერთი დამფუძნებელი, სარედაქციო კოლეგიის წევრი და განვლილი რთული პერიოდის მანძილზე წლების განმავლობაში პირადად მის მიერ ფინანსდებოდა ჟურნალის გამოცემა. სიცოცხლის ბოლომდე რ. სტურუა იყო სამთო-გეოლოგიური დარგის სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარე, მისი ხელმძღვანელობით დაცულია მრავალი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია.

პროფ. რ. სტურუა არის 145 ნაბეჭდი შრომის, მათ შორის, 28 გამოგონების, სამი მონოგრაფიის და 4 სახელმძღვანელოს ავტორი.

მრავალი წლის განმავლობაში რ. სტურუა აქტიურად მოღვაწეობდა უნივერსიტეტისა და ფაკულტეტის საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. იყო მრავალი წამოწყებისა და თაოსნობის ავტორი. სარგებლობდა უდიდესი ავტორიტეტით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომლებსა და ფართო საზოგადოების წარმომადგენელთა შორის. სამეცნიერო პედაგოგიური მოღვაწეობასთან ერთად იყო რამდენიმე შესანიშნავი პოეტური კრებულის ავტორი, მისი ლექსები გამსჭვალულია ღრმა პატრიოტიზმით, ცხოვრებისეული სიბრძნით და სიცოცხლის სიყვარულით.

შესანიშნავი მეცნიერის, პედაგოგის, პოეტის, უღალატო მეგობრის - რეზო სტურუას ნათელი ხსოვნა სამუდამოდ დარჩება ჩვენს გულებში.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
პროფესორ მასწავლებლები,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*





**სერგო ხომერიკი**  
**SERGO KHOMERIKI**

საქართველოს სამთო საზოგადოებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა თვალსაჩინო მამულიშვილი, გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის აფეთქების ტექნოლოგიების განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიური დოქტორი სერგო ხომერიკი.

სერგო ხომერიკი დაიბადა 1949 წლის 9 აპრილს ქ. ოზურგეთში.

1966 წელს დაამთავრა ბათუმის 22-ე საშუალო სკოლა. იმავე წელს ჩაირიცხა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე, რომელიც დაამთავრა 1972 წელს სპეციალობით - გამოყენებითი ბირთვული ფიზიკა. 1989 წელს დაიცვა დისერტაცია და მიენიჭა ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი.

1970-77 წლებში მუშაობდა საქართველოს საავტომობილო გზების სამინისტროში. 1977 წლიდან მუშაობა დაიწყო გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში, სადაც გაიარა ყველა საფეხური უფროსი ლაბორანტიდან მთავარ მეცნიერ თანამშრომლამდე. 2002 წლიდან ხელმძღვანელობდა ღია სამთო სამუშაოების ლაბორატორიას, 2006 წლიდან - ღია სამთო სამუშაოებისა და აფეთქების ტექნოლოგიების განყოფილებას, 2012 წლიდან სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე იყო აფეთქების ტექნოლოგიების განყოფილების უფროსი.

ბატონი სერგოს სამეცნიერო ინტერესთა სფეროს განეკუთვნებოდა ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების ტექნოლოგიების სრულყოფა, აფეთქების სეისმური ეფექტის კვლევა, უტილიზირებული საბრძოლო მასალების ბაზაზე შექმნილი ახალი ფეთქებადი ნივთიერებების ეფექტურობის და მისი სამრეწველო დანიშნულებით გამოყენების შესაძლებლობის დადგენა.

გამოქვეყნებული აქვს 50-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, არის 3 გამოგონების ავტორი. 2010 წელს საქართველოს სამთო საზოგადოების მიერ მიენიჭა ელიზბარ მინდელის სახელობის პრემია სამთო ტექნოლოგიების დარგში, ხოლო 2014 წელს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მიერ - სამთო მექანიკის დარგში სამეცნიერო მიღწევების სერთიფიკატი.

ბატონი სერგო ხომერიკი მუდამ დიდი პასუხისმგებლობით და სერიოზულობით ეკიდებოდა მასზე დაკისრებულ მოვალეობებს. იგი აქტიურ სამეცნიერო მუშაობასთან ერთად, მნიშვნელოვან პრაქტიკულ და საექსპერტო საქმიანობასაც ეწეოდა ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმოებისა და გარემოზე აფეთქების მავნე გავლენის შემცირების დარგში.

სერგო ხომერიკი განსაკუთრებული გულისხმიერებით და თანადგომით გამოირჩეოდა თანამშრომლებისა და კოლეგებისადმი, კეთილგანწყობით და მეგობრული ურთიერთობებით ახალგაზრდებისადმი.

ბატონმა სერგო ხომერიკმა, მისი ცხოვრების წესით, დამსახურებულად მოიპოვა ღირსეული ავტორიტეტი საქართველოს თუ საზღვარგარეთის ქვეყნების სამეცნიერო და საინჟინრო საზოგადოებაში, მეგობრებში და ახლობლებში.

მისი ნათელი ხსოვნა მუდამ დარჩება ჩვენ გულებში.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**ვლადიმერ სილაგაძე**  
**ВЛАДИМЕР СИЛАГАДЗЕ**  
**VLADIMER SILAGADZE**

საქართველოს სამეცნიერო საზოგადოებამ დიდი დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა ცნობილი ქართველი მეცნიერი მილსადენი ჰიდროტრანსპორტის დარგში, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი ვლადიმერ სილაგაძე.

იგი დაიბადა 1933 წლის 20 დეკემბერს ბაღდათში. 1951 წელს ბაღდათის ვაჟთა საშუალო სკოლის ოქროს მედალზე დამთავრების შემდეგ სწავლა განაგრძო საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ჰიდრომელიორაციის ფაკულტეტზე, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა 1956 წელს და მიენიჭა ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია. იმავე წელსვე დაიწყო შრომითი საქმიანობა საქართველოს წყალთა მეურნეობის სამინისტროს საპროექტო ინსტიტუტში “საქსახწყალპროექტი”, სადაც მისი უშუალო მონაწილეობით შესრულდა რამდენიმე მნიშვნელოვანი პროექტი.

იგი 1961 წლიდან ქ. მოსკოვის საკავშირო ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის ასპირანტი იყო. 1964 წელს ამავე ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, რის შემდეგ იმავე წლის ბოლოს დაბრუნდა საქართველოში და შრომითი საქმიანობა განაგრძო გ.წულუკიძის სახელი ინსტიტუტში, სადაც მუშაობდა სიცოცხლის ბოლომდე და განვლო ნაყოფიერი შემოქმედებითი გზა უმცროსი მეცნიერი თანამშრომლის თანამდებობიდან განყოფილების ხელმძღვანელამდე.

თავისი სამეცნიერო საქმიანობა სახელი ინსტიტუტში მოღვაწეობისას პრაქტიკულად მთლიანად მიუძღვნა სახელი საქმეში მილსადენი ჰიდროტრანსპორტის და ჰიდრომექანიზაციის ეფექტურად გამოყენების საკითხების კვლევას, რაშიც მას დიდად დაეხმარა ინჟინერ-ჰიდროტექნიკოსის კვალიფიკაცია.

ვ.სილაგაძის სამეცნიერო საქმიანობა ეხება ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების საიმედოობისა და ეფექტურობის ამაღლებელი მეთოდებისა და საშუალებების კვლევას და მოიცავს რამდენიმე მიმართულებას: შახტებში ნამუშევარი სივრცის ჰიდრავლიკური ამოვსების მასალების და მიწოდების ტექნოლოგიის შესწავლას; აბრაზიული ჰიდროაერონარეკების დამჭირხნი საშუალებების და ჩამკეტ-მარეგულირებელი მოწყობილობების დამუშავებას და კვლევას; ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების მუშაობის რეჟიმების კვლევასა და სრულყოფას.

სწორედ ამ საკითხების შესწავლას მიეძღვნა მისი სადოქტორო დისერტაცია, რომელიც მან დაიცვა 1999 წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სახელი-გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოზე სპეციალობით “სამთო მანქანები”.

მისივე სამეცნიერო ხელმძღვანელობით დაცულია სამი საკანდიდატო დისერტაცია.

ბატონი ვლადიმერი მონაწილე იყო მრავალი რესპუბლიკური, საკავშირო და საერთაშორისო სემინარისა და კონფერენციის.

იგი იყო 130 სამცხიერო გამოქვეყნებული ნაშრომისა და 25 გამოგონების ავტორი.

იგი ეწეოდა აქტიურ საზოგადოებრივ მოღვაწეობასაც.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბატონი ვლადიმერის შესანიშნავი ადამიანური თვისებები: პატიოსნება, ღრმა პროფესიონალიზმი, დიდი შრომისუნარიანობა და პასუხისმგებლობა, კორექტულობა, კომუნიკაბელურობა, რითაც უდიდესი სიყვარული და პატივისცემა მოიპოვა ყველგან, სადაც კი უმუშავია მას.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები,  
სსიპ გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის დირექცია და  
მეცნიერ-თანამშრომლები, სს „მადნეულის“,  
ჭიათურის სამთო მამდიდრებელი კომბინატი,  
შპს „საქნახშირის“, სს „საქწყალპროექტის“ თანამშრომლები,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**ალექსანდრე ქართველიშვილი**  
**ALEKSANDRE KARTVELISHVILI**  
**АЛЕКСАНДР КАРТВЕЛИШВИЛИ**

საქართველოს სამთო საზოგადოებას გამოაკლდა თვალსაჩინო მამულიშვილი, გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომელი ალექსანდრე ქართველიშვილი. იგი დაიბადა 1939 წლის 26 ოქტომბერს თბილისში.

1965 წელს დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტი, ხოლო - 1971 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ასპირანტურა.

1962 წელს, ჯერ კიდევ სტუდენტმა, მუშაობა დაიწყო გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის საბაგრო გზების ლაბორატორიაში, სადაც სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე გაიარა ყველა საფეხური ინჟინრიდან - მეცნიერ თანამშრომლამდე. 1991 წლიდან იგი იყო სამეცნიერო თემატური ჯგუფის უფროსი, ხოლო 2002 წლიდან - სექტორის გამგე. 1989-2002 წლებში იყო ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე.

პარალელურად მისი მოღვაწეობა ვითარდებოდა საპატენტო-სალიცენზიო საქმიანობის განხრით, 1980-88 წლებში ხელმძღვანელობდა საპატენტო-სალიცენზიო განყოფილებას.

გამოქვეყნებული აქვს 30-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, არის 14 გამოგონების ავტორი.

ბატონი ალექსანდრე, საბაგრო გზების საკითხებზე აქტიურ სამეცნიერო მუშაობასთან ერთად, მნიშვნელოვან პრაქტიკულ საქსპერტო საქმიანობას ეწეოდა ფოლადის ბაგირების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიმართულებით. მის მიერ 1970-2015 წლებში შესრულებულია მრავალი ათეული საბაგრო გზის ექსპერტიზა, როგორც საქართველოში, ასევე მის ფარგლებს გარეთ.

ალექსანდრე ქართველიშვილი გამოირჩეოდა საქმისადმი სერიოზული და პასუხისმგებელიანი მიდგომით. მის მიერ ინსტიტუტში ჩანერგილი და გამოყენებულ იქნა ფოლადის ბაგირების მაგნიტური ურღვევი კონტროლის მეთოდი. იგი სიცოცხლის ბოლომდე აქტიურად ზრუნავდა აღნიშნული მიმართულების განვითარებაზე საქართველოში.

გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი დიდად აფასებს ალექსანდრე ქართველიშვილის მოღვაწეობას, მის საქმიან და ერთვულ დამოკიდებულებას კოლეგებთან, კეთილგანწყობილ და მეგობრულ ურთიერთობებს ახალგაზრდა თაობასთან. მან ღირსეულად მოიპოვა მაღალი ავტორიტეტი საქართველოს სამეცნიერო და საინჟინრო საზოგადოებაში.

ალექსანდრე ქართველიშვილის ნათელი ხსოვნა სამუდამოდ დარჩება ქართველი სამთოელების, საბაგრო გზების სპეციალისტების, კოლეგების, მეგობრების და ახლობლების გულებში.

*სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**მანანა ჯაფარიძე**  
**MANANA JAPARIDZE**  
**МАНАНА ДЖАПАРИДЗЕ**

მანანა ჯაფარიძე დაიბადა 1953 წლის 28 აპრილს ქ. თბილისში გეოლოგის, მერაბ ჯაფარიძის ოჯახში

1970 წელს სკოლის წარმოატებით დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის (ამჟამად ტექნიკური უნივერსიტეტი) წამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის გეოლოგიურ სპეციალობაზე. 1975 წელს ინსტიტუტის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ ჩაირიცხა ასპირანტურაში საბადოების გეოლოგიისა და ძიების №28 კათედრაზე მდნეული საბადოების ძებნის სპეციალობით. 1981 წელს დაიცვა დისერტაცია თემაზე “ქუთაისის ჯგუფის ბარიტის საბადოების ფორმირების სტრუქტურული პირობები” და მიენიჭა გეოლოგია-მინერალოგიის კანდიდატის ხარისხი. 1981 წლიდან მუშობა გააგრძელა ალ. ჯანელიძის სახელობის საქართველოს გეოლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერ-თანამშრომლად, 1997 წლიდან კი სტუ-ს სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე საბადოების გეოლოგიისა და ძიების № 28 კათედრის დოცენტის თანამდებობაზე, ხოლო 2006 წლიდან გარდაცვალებამდე დაკავებული ჰქონდა ასოცირებული პროფესორის თანამდებობა კონკურსის საფუძველზე.

პროფესორი მანანა ჯაფარიძე ატარებდა ლექცია-ლაბორატორიულ სამუშაოებს კათედრის ყველა უმთავრეს დისციპლინაში. მიჰყავდა სახალხო მეურნეობის სპეციალისტთა კვალიფიკაციის ამაღლების კურსები, ხელმძღვანელობდა სადიპლომო სამაგისტრო და სადოქტორო თემებს.

იგი იყო 64 ნაშრომის ავტორი. მისი სამეცნიერო კვლევების მიმართულებები იყო: მდნეული ველების და საბადოების სტრუქტურები, გეოლოგიური პროგნოზირება და საბადოების სამრეწველო შეფასება. მანანა ჯაფარიძის უშუალო მონაწილეობით გასული საუკუნის ოთხმოციან წლებში შესრულებული იქნა ათეულზე მეტი სახელშეკრულებო სამეცნიერო სამუშაო. იგი აქტიურად მონაწილეობდა ფაკულტეტის საზოგადოებრივ ცხოვრებაში.

გარდაიცვალა შესანიშნავი ადამიანი და გულისტკივილთან ერთად დაგვიტოვა შესანიშნავი ოჯახი.

ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სტუდენტი ახალგაზრდობა და პედაგოგთა კოლექტივი დიდად აფასებდა მის პროფესიონალიზმს და ადამიანურ თვისებებს, შრომისუნარიანობას და პასუხისმგებლობის გრძნობას.

მანანა ჯაფარიძის ნათელი ხსოვნა მარად დარჩება მისი კოლეგების, მეგობრების და მოწაფეების მეხსიერებაში.

*საქართველოს გეოლოგთა საზოგადოება,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
პროფესორ მასწავლებლები,  
ალ. ჯანელიძის გეოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლები,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**შალვა გეგია**  
**SHALVA GEGIA**  
**ШАЛВА ГЕГИЯ**

2020 წელი ტრაგიკული აღმოჩნდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტის თანამშრომლებისთვის. გარდაიცვალა ასოცირებული პროფესორი შალვა გეგია.

შალვა გეგია დაიბადა 1955 წლის 10 დეკემბერს ქ. თბილისში, 1972 წელს საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა სპი-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის “გეოლოგიური აგეგმვა, ძებნა-ძიების” სპეციალობით, რომელიც წარმოატებით დაამთავრა 1977 წელს და მიენიჭა სამთო ინჟინერ-გეოლოგის კვალიფიკაცია.

1978 წლიდან მუშაობა დაიწყო საბადოების გეოლოგიისა და ძიების კათედრაზე უფროს ლაბორანტად, 1991 წლიდან გადაყვანილი იქნა უფროს მასწავლებლად, 2006 წლიდან 2016 წლამდე მუშაობდა ასისტენტ-პროფესორად. 2010 წლიდან ჩაირიცხა დოქტორანტურაში, 2016 წელს დაიცვა დისერტაცია თემაზე: “ოკრიბის ბარიტს შემცველი კვანძის აღმოსავლეთ პერიფერიის გამადნების ლოკალიზაციის ფაქტორები და პერსპექტივები” და მიენიჭა დოქტორის აკადემიური ხარისხი. იმავე წელს კონკურსით არჩეული იქნა ასოცირებულ პროფესორად.

შალვა გეგია აქტიურად მონაწილეობდა ფაკულტეტის საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. 1996-დან 2005 წლამდე იყო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე, ეთიკური კომისიის თავმჯდომარის მოადგილე. ქტიურ მონაწილეობას იღებდა სამეცნიერო კვლევებსა და სტუდენტთა სასწავლო-გეოლოგიურ პრაქტიკაში, კითხულობდა ლექციებს წამყვან საგნებში, ხელმძღვანელობდა სპეციალისტთა სამეცნიერო მუშაობას; ბოლო წლებში იყო საქართველოს რესპუბლიკის გარემოს დაცვის სამინისტროსთან არსებული “მარაგების დამტკიცების” კომისიის წევრი.

შალვა გეგია იყო არაჩვეულებრივი პიროვნება, დაუზარებელი მეგობარი. მზად იყო გულთან მიეტანა სხვისი ტკივილი, გვერდში დადგომოდა შეჭირვებულ ადამიანს. ჰქონდა დიდი ავტორიტეტი ფაკულტეტის თანამშრომლებსა და სტუდენტებს შორის. შალვა გეგიას ნათელი სახე სამარადისოდ დარჩება მისი მეგობრების, კოლეგების და მოწაფეების ხსოვნასა და გულში.

*საქართველოს გეოლოგთა საზოგადოება,  
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და  
 სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
 პროფესორ მასწავლებლები,  
 „სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*

## ავტორთა საყურადღებოდ!

### მოთხოვნები ჟურნალში გამოსაქვეყნებელი სამეცნიერო სტატიების გაფორმების და წარმოდგენისათვის

„სამთო ჟურნალში“ ქვეყნდება მასალები (სამეცნიერო სტატიები, ინფორმაცია, რეკლამა და სხვა) ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე. სტატიის მასალები უნდა ქვეყნდებოდეს პირველად (უცხოური გამოცემების ანალიზის გარდა, რომლებიც ქვეყნდება რეკოლევების რეკომენდაციით), წარმოადგენდეს სიახლეს და უნდა ქონდეს გარკვეული თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა.

**მასალა გამოსაქვეყნებლად** დაბეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატში 1 ინტერვალით და ჩაწერილი უნდა იყოს CD დისკზე. სტატიის მოსამზადებლად გამოყენებული უნდა იქნეს ტექსტური რედაქტორი Microsoft Word 2007/2010, შრიფტი: ქართული - Sylfaen, ზომა - 12, რუსული Times New Roman, ზომა - 12. ინგლისური - Times New Roman, ზომა 12. სტატიის ველები: ზედა - 2 სმ, ქვედა - 2 სმ, მარცხენა - 3 სმ, მარჯვენა - 1,5 სმ.

**სტატიის მასალა** წარმოდგენილი უნდა იქნეს შემდეგი თანმიმდევრობით: უაკ - შრიფტის ზომა 14, ავტორთა გვარები და ინიციალები Sylfaen ასოებით, შრიფტი - გამუქებული, შრიფტის ზომა 14, გასწორება მარცხენა კიდეებთან.

**სათაური** უნდა აიკრიფოს ასევე Sylfaen გამოყენებული შრიფტით (შრიფტის ზომა - 14) და გასწორდეს მარცხენა კიდეზე.

სტატიას უნდა ახლდეს ანოტაცია ორ უცხო ენაზე, რომლებიც არ წარმოადგენენ იმ ენას, რომელზეც სტატიაა დაწერილი. ანოტაცია მოკლედ უნდა აღწერდეს სტატიის საგანს და მასში აღწერილ ძირითად შედეგებს. ანოტაციის რეკომენდებული საშუალო მოცულობა შეადგენს 600 ნაბეჭდ ნიშანს. შრიფტი - დახრილი, გამუქებული, გასწორება ფურცლის მარცხენა და მარჯვენა კიდეებთან, შრიფტის ზომა - 12.

**საკვანძო სიტყვები** (ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე) - აუცილებელია და უნდა შეიცავდეს 5-10 სიტყვას. საკვანძო სიტყვები ერთმანეთისაგან გამოიყოფა წერტილ-მძიმით. მოყვანილი საკვანძო სიტყვები ზუსტად უნდა ასახავდნენ კვლევის საგნობრივ არსს.

**სტატიის ტექსტი:** შრიფტის ზომა - 12, ინტერ-

ვალი სტრიქონებს შორის - 1, აბზაცი - 1,25 სმ, დაფორმატება: გასწორება ფურცლის მარცხენა და მარჯვენა კიდეებთან.

**ფორმულები და მათემატიკური სიმბოლოები** შესრულებული უნდა იყოს Microsoft Equation-ში.

**ცხრილები** ტექსტში შესრულებული უნდა იყოს Microsoft Word რედაქტორში.

**სურათები და გრაფიკული მასალა** მოქცეული უნდა იყოს სამუშაო ველის ჩარჩოებში. დაშვებულია მათი გამოყენება JPEG ფორმატში. წარწერები სურათებსა და გრაფიკული მასალის ქვეშ გამუქებული, შრიფტით 11, ცენტრში გასწორებული, ინტერვალი - 1, სურათის დასახელების ბოლოს წერტილი არ ისმება.

**ლიტერატურა** მოთავსებულია სტატიის ბოლოს. შრიფტის ზომა 12, დაფორმატება: გასწორება ფურცლის მარცხენა და მარჯვენა კიდეებთან. უნდა შეიცავდეს ავტორის/ავტორთა გვარებსა და ინიციალებს, დასახელებას, მონაცემებს გამომცემლობის შესახებ.

**ლიტერატურის გაფორმების ნიმუში:**

#### ლიტერატურა

1. თ. ფირცხალავა. საკარიერო ტექნოლოგიური კომპლექსის მანქანების გამონაბოლქვის მავნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს ჰაერის დაბინძურების შესახებ. „სამთო ჟურნალი“, №1(42), თბილისი, 2019. გვ. 143-149.

2. Pitterson, K.E. The Early History of Circular Sliding Surfaces. Géotechnique, Vol. 5, 1955. pp. 275-296.

3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. Недра, Москва, 1972. 310 с.

წარმოდგენილ მასალას უნდა ახლდეს აგრეთვე ინფორმაცია ავტორის (ავტორთა) შესახებ - სამუშაო ადგილი, თანამდებობა, სამეცნიერო ხარისხი და წოდება, სამსახურის ან ბინის მისამართი, ტელეფონი და ელექტრონული ფოსტა (E-mail.)

ყველა სტატია აუცილებლად გაივლის როგორც სამეცნიერო, ასევე ტექნიკურ რედაქტირებას.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!

### ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ И ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

#### НАУЧНЫХ СТАТЕЙ В ЖУРНАЛЕ

В «Горном журнале» публикуются материалы (научные статьи, информация, реклама и др.) на грузинском, русском и английском языках. Материалы статьи должны публиковаться впервые (кроме обзора зарубежных изданий, публикуемых по рекомендации Редколлегии), представлять новизну и иметь теоретическую и практическую значимость.

Материал для опубликования должен быть напечатан в формате А4 через один интервал и записан на диске CD. Для подготовки статьи должен использоваться Текстовый редактор Microsoft Word 2007/2010, шрифты: **Грузинский – Sylfaen**, размер - 12 пт, **русский - Times New Roman**, размер - 12 пт, **английский - Times New Roman**, размер – 12 пт. Поля статьи: верхнее – 2 см; нижнее – 2 см; левое – 3 см; правое – 1,5 см.

**Материал статьи** должен быть изложен в следующей последовательности:

**УДК** – размер шрифта 14 пт, ФИО авторов заглавными буквами, шрифт – полужирный, размер шрифта – 12 пт, выравнивание по левому краю.

**Заголовок** должен быть набран заглавными буквами полужирным шрифтом (размер шрифта – 14 пт) и выравнивается по левому краю.

К статье должна прилагаться **аннотация** на двух языках, отличных от языка, на котором она написана. Авторы должны убедиться, что аннотация написана достаточно простым и понятным языком. **Аннотация** должна кратко излагать предмет статьи и основные содержащиеся в ней выводы. Рекомендуемый средний объем аннотации составляет 600 печатных знаков. Шрифт - курсив, полужирный, выравнивание по ширине страницы. Размер шрифта – 12 пт.

**Ключевые слова** (на грузинском, русском и английском языках) – обязательны и должны содержать 5-10 слов и словосочетаний. Ключевые слова и словосочетания отделяются друг от друга точкой с запятой. Приведенные ключевые слова должны предельно точно отражать предметную область исследования.

**Текст статьи:** Размер шрифта – 12 пт, междустрочный интервал – одинарный, красная строка – 1,25 см. Форматирование выравниванием по ширине.

**Формулы и математические символы** должны быть выполнены в Microsoft **Equation**.

**Таблицы** в тексте должны быть выполнены в редакторе Microsoft Word.

**Рисунки и графический материал** размещаются в рамках рабочего поля. Допускается использование рисунков в форматах **JPEG**. Подпись под рисунком, шрифт полужирный, размер - 11 пт, выравнивание по центру, интервал – одинарный, в конце названия рисунка точка не ставится. Убедитесь, что все элементы рисунка указаны в подрисуночной надписи.

**Список литературы** размещается в конце статьи. Размер шрифта 12 пт., форматирование выравниванием по ширине страницы.

Фамилия и инициалы автора/авторов, название, выходные данные, включая название издательства.

#### Примеры оформления списка литературы:

#### ЛИТЕРАТУРА

1. თ. ფირცხალავა. საკარიერო ტექნოლოგიური კომპლექსის მანქანების გამონაბოლქვის მავნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს ჰაერის დაბინძურების შესახებ. "სამთო ჟურნალი", №1(42), თბილისი, 2019. გვ. 143-149.

2. Pitterson, K.E. The Early History of Circular Sliding Surfaces. Géotechnique, Vol. 5, 1955. pp. 275-296.

3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. Недра, Москва, 1972. 310 с.

К представленным материалам прилагаются данные об авторе (авторах) - место работы, должность, ученая степень и ученое звание, домашний или служебный адрес, телефон, E-mail.

**Все статьи обязательно подлежат редакции (научной и технической).**



## FOR AUTHORS!

### REQUIREMENTS FOR PREPARATION AND SUBMISSION SCIENTIFIC ARTICLES IN THE JOURNAL

The Mining Journal publishes materials (scientific articles, information, advertising, etc.) in Georgian, Russian, and English. The materials of the article should be published for the first time (except for a review of foreign publications published on the recommendation of the Editorial Board), represent novelty and have theoretical and practical significance.

**Material for publication** must be printed in A4 format, line spacing - 1 and recorded on a CD. To prepare the article, the Microsoft Word 2007/2010 Text Editor, fonts: for **Georgian - Sylfaen**, font size -12 pt, **Russian - Times New Roman**, 12 pt, **English - Times New Roman**, 12 pt should be used. Page margins: up, down - 2 cm; left - 3 cm; right - 1.5 cm.

**The material of the manuscript** should be presented as follows:

UDC - font size 14 pt, authors' full name in all upper case letters, 12 pt bold, left align.

**The title** should be typed in all upper case letters, 14 pt bold, and left align.

**Annotation** should be attached to the article in two languages other than the language in which it is written. Authors need to ensure that **Annotation** are easily readable and understandable to a broad readership. The abstract should accurately reflect the content of the article, contain 600 characters at the average; font - italic, bold, 12 pt; justified.

**Keywords** (in Georgian, Russian and English) are required and should be between 5-10 words. Keywords are separated by semicolon. The given keywords should accurately reflect the topical area of the study.

**Text of the article:** Font size - 12 pt, line spacing - single, paragraph indent - 1.25 cm, justified.

Use the **Equation editor** for **formulas and mathematical symbols**.

For **tables** in the text use the Microsoft Word editor.

**Figures and graphical material** are placed within the working field. Figures must be presented in **JPG format**. Each figure should include a caption in bold, size - 11 pt, centered, single spacing, no dot is placed at the end of the caption. Please, make sure to identify all elements found in the figure in the caption.

**References** follow the text in a separate section headed "REFERENCES.", the font size - 12pt, justified. Surname and initials of the author / authors, name, imprint, including the name of the publisher.

**A few examples follow below:**

#### REFERENCES

1. თ. ფირცხალავა. საკარიერო ტექნოლოგიური კომპლექსის მანქანების გამონაბოლქვის მავნე ნივთიერებებით ატმოსფეროს ჰაერის დაბინძურების შესახებ. "სამთო ჟურნალი", №1(42), თბილისი, 2019. გვ. 143-149.

2. Pitterson, K.E. The Early History of Circular Sliding Surfaces. Géotechnique, Vol. 5, 1955. pp. 275-296.

3. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. Недра, Москва, 1972. 310 с.

The materials presented are accompanied by data on the author(s) - affiliation, position, academic degree and title, home or business address, phone, E-mail.

**All articles must be reviewed (scientific and technical).**

