

ქიმიური ტექნოლოგია

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

კონსულტაციები

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

საინჟინრო 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  
Svedal  
www.svedala.com

წიაღისეულის გამდიდრება

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

სამთო ინფორმაცია

Mining Journal  
www.mininginformation.com  
www.miningevents.com  
სამთო პროგრამული  
უზრუნველყოფა  
Mintec  
www.mintec.com

მილსადენი სისტემები

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

მადნის დაწვრილმანება  
და გაცრა

Atlas Corpo  
www.swellex.com

თანამგზავრული

კომუნიკაციები  
Inmarsat  
www.via-inmarsat.com

საბადოთა ღია დამუშავება

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

www.mmsi.com  
O^KMinig  
www.ok-mining.com  
Padley and Venables  
www.padley-venbles.com  
Rockmore International  
www.rockmore-intl.com  
Sandvik Rock Tools  
www.sandvik.com  
Sandvik Tamrock  
www.samdviktamrock.com  
Vost Alpine  
www.vaeimco.com

საბადოთა მიწისქვეშა  
დამუშავება

Atlas Corpo  
www.atlascopco.com  
www.copdrill.com  
Atlas Corpo Wagner  
www.atlascopco.com  
Boart Longyear  
www.boartlongyear.com  
Caterpillar  
www.CAT.com  
Fosroc Minig  
www.fosrocmining.com  
Ingersoll-Rand  
www.orgmg.com  
MBT/Meyco  
www.ugc.mbt.com  
McIntosh Redpath Engineering  
www.mcintoshengineering.com  
Modular Minig Systems  
www.mmsi.com  
Padley and Vanbles  
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 Minitech  
www.swedengineers.com  
Vost Alpine  
www.vaeimco.com

**სამართო მრეწველობის პრობლემები**

დ. ჯაფარიძე, თ. გოგაშვილი, მ. ლოსავანიძე  
 ცენტრალ-პლასტიკური მრეწველობის ტანსაცმლის  
 მდგრადობის შეფასების შესაძლებლობა  
 დოცენტის კონსტრუქციული პრობლემების  
 გამოყენებით..... 5

მ. ლუგაშანიძე, თ. ლიპარტიანი, მ. მარაბიძე, მ. კახაძე,  
 თ. გუგუშვილი, მ. ნაწილაშვილი, მ. ხეცურია  
 სამართო მრეწველობის ციფრული  
 ტრანსფორმაციის აქტუალური ასპექტები..... 12

მ. ნოზაძე, დ. კიკნაძე, დ. ლეილაშვილი,  
 რ. მანუჩარიძე, თ. კოპიაძე, თ. გურული  
 მცირე სიმძლავრის თვითმფრინავი საბავირო  
 გზის ამქრების განახლებით..... 21

დ. ლეილაშვილი, მ. ლეილაშვილი, თ. კოპიაძე,  
 რ. მანუჩარიძე  
 ძანძანის საბავირო გზის ახალი  
 სისტემის ამქრებით..... 26

**სასარგებლო წიაღისეულის გამომდინარეობა**  
 ა. შიშინაძე, თ. კახიანი, მ. ბაგრატიანი,  
 ი. საგანაძე, თ. შიშინაძე, მ. ნაწილაშვილი  
 ღვინის საბავიროს გეოლოგიური ძიების  
 კვლევა გამომდინარეობით..... 30

მ. ბაგრატიანი, მ. ლოსავანიძე, მ. კახიანი, მ. ნაწილაშვილი  
 სპილენძის ღვინის, კნაქანისა და მანგანუმის  
 მდგრადობის გეოლოგიური ძიების  
 მეთოდით გადამამუშავების  
 შესაძლებლობები..... 34

თ. ნახუნაშვილი, თ. ნიკოშვილი, მ. მანუჩარიძე, მ. კახაძე,  
 მ. გუგუშვილი, დ. კახიანი, ი. შიშინაძე  
 შინაბრუნის დანამუშავების სისტემის  
 მანგანუმის მრეწველობის გადამამუშავებით  
 მანგანუმის მრეწველობის გადამამუშავების  
 წარმოების პერსპექტივები..... 39

**აფეთქების ტექნოლოგიები**

ი. ნახუნაშვილი, ი. მანუჩარიძე, დ. ნიკოშვილი,  
 მ. თვითმფრინავი, ი. შიშინაძე  
 აფეთქებით შედგენის მეთოდით არმირებული  
 კონსტრუქციული მასალების მიღება..... 42

ი. მანუჩარიძე, რ. საგანაძე, მ. ჯაფარიძე,  
 მ. ნაწილაშვილი, მ. ლეილაშვილი  
 აფეთქების კამერის დანამუშავება-  
 ული მდგრადობის კვლევა კონსტრუქციული  
 მანუჩარიძის სისტემების გამოყენებით..... 47

მ. ნაწილაშვილი, მ. ბაგრატიანი, მ. ლეილაშვილი  
 CT ნაწილაშვილის სინთეზი, პროცესის მანუჩარიძე  
 და მანუჩარიძის პერსპექტივა..... 52

თ. იანიანი, მ. კახიანი  
 ახალი მინერალური ნაწილაშვილის  
 სინთეზი და აფეთქებით თვისებების  
 კვლევა..... 57

**გეოლოგია**

დ. ლეილაშვილი, თ. ლიპარტიანი, მ. კახიანი, მ. მანუჩარიძე,  
 მ. ნაწილაშვილი, მ. ლეილაშვილი, მ. კახიანი  
 ოქროს საბავიროს თანამდებობით მდგრადობა-  
 რეობა და მდგრადობის ტენდენციები..... 60

მ. კახიანი  
 სპილენძის და გოგინის მანუჩარიძის რეობის  
 ოქრო-მანუჩარიძის მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 გეოლოგიური მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 თანამდებობით და პერსპექტივები..... 63

მ. მანუჩარიძე, დ. კახიანი  
 მრეწველობის პრობლემები და მრეწველობით  
 გეოლოგიის ოქრო-სპილენძის საბავირო..... 66

**უსაფრთხოება**  
 მ. კახიანი, მ. ჯიქია  
 სახანძრო უსაფრთხოების სახანძროს შეფასების  
 ისტორია და მრეწველობით განხილვა..... 66

ხანძრის განსაზღვრული სტატისტიკა..... 71

მ. კოპიაძე, მ. მანუჩარიძე, მ. მანუჩარიძე  
 მრეწველობით უსაფრთხოების მანუჩარიძის  
 სტატისტიკური მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 ახალი სახანძროს მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის..... 76

მ. ჯაფარიძე, მ. თვითმფრინავი  
 ატმოსფერული დანამუშავების ციფრული  
 მანუჩარიძის და მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის..... 79

**ანალიზი**

მ. კახიანი  
 ძანძანის ციფრული-მანუჩარიძის თვისებების  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 და სახანძროს მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის..... 83

მ. ნიკოშვილი, მ. ჯაფარიძე, მ. თვითმფრინავი,  
 ი. კახიანი  
 ეფექტური სახანძროს მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის და მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის - სტატისტიკური  
 მანუჩარიძის..... 89

მ. გოგინაძე, რ. გოგინაძე, მ. მანუჩარიძე,  
 მ. ჯიქია, დ. კახიანი, მ. ნიკოშვილი  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის მანუჩარიძის - ტრე-  
 კოლოგიური მანუჩარიძის კვლევა..... 94

მ. მანუჩარიძე, მ. მანუჩარიძე, მ. მანუჩარიძე, თ. მანუჩარიძე  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის - მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის - მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის..... 95

დ. ლეილაშვილი, მ. ლეილაშვილი, ს. სტატისტიკური  
 ეფექტური მანუჩარიძის კონსტრუქციული - ტრე-  
 კოლოგიური მანუჩარიძის..... 105

მ. მანუჩარიძე, მ. სარგებლობა  
 გეოლოგიური მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის..... 106

მ. მანუჩარიძე, მ. მანუჩარიძე, მ. სარგებლობა,  
 დ. მანუჩარიძე  
 გეოლოგიის სტატისტიკური მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის..... 109

მ. მანუჩარიძე  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის (Cd,Pb) მანუჩარიძის  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის..... 113

**ინფორმაცია**

რეობა სტატისტიკის სახანძროს აუდიტორია..... 116

**იუბილე**

ეფექტური მანუჩარიძის..... 118  
 მანუჩარიძის მანუჩარიძის..... 119

**განხილვა**

ლეონ მანუჩარიძე..... 120  
 გურამ ლომსაძე..... 122  
 გურამ მანუჩარიძე..... 124

**ავტორთა საჩუქრადღებოდ**..... 126

**PROBLEMS OF MINING INDUSTRY**

JAPARIDZE L, GOBEJISHVILI T, LOSABERIDZE M.  
**THE ABILITY TO ASSESS THE STABILITY OF CREEP-PLASTIC LANDSLIDES USING Rocscience COMPUTER PROGRAMS** ..... 11

LOBJANIDZE G, LIPARTIA T, MACHAIDZE G, KAKHADZE B,  
 BUTULASHVILI T, NANITASHVILI G, KHETSURIANI G.  
**CURRENT ASPECTS OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE MINING INDUSTRY**..... 20

NOZADZE G., DZIGVASHVILI D., LELUASHVILI L.,  
 MAISURADZE R., KOBIDZE T, GURULI T.  
**CALCULATION OF LOW-POWER SELF-PROPELLED ROPEWAY DRIVE**..... 25

LELUASHVILI L., LELUASHVILI G, KOBIDZE T, MAISURADZE R.  
**NEW PENDULUM TYPE ROPE DRIVE SYSTEM** ..... 30

**PROCESSING**

SHEKILADZE A, KAVTELASHVILI O, BAGNASHVILI M, SAMKHARADZE I,  
 SHUBITIDZE T, CHQAREULI G.  
**RESEARCH ON ENRICHMENT OF GLAUCONITE SANDS OF GVERKI DEPOSIT** ..... 34

MALASHKHIA Sh., LOMIDZE N, KANDELAKI M, CHUBINIDZE N.  
**THE ARTICLE PRESENTS THE RESULTS OF A STUDY CARRIED OUT AS A LABORATORY SIMULATION OF THE HEAP BACTERIOLOGICAL-CHEMICAL LEACHING PROCESS**..... 39

CHAKHUNASHVILI T, ROKVA T, VATSADZE Z., KEBADZE Zh.,  
 BUTLIASHVILI N, DZANASHVILI D, SHAPAKIDZE E.  
**PROSPECTS OF MANGANIC CHEMICAL PRODUCTS MANUFACTURING THROUGH PROCESSING OF CHIATURA LOW-GRADE MANGANESE-CONTAINING RAW MATERIALS AND INDUSTRIAL WASTE** ..... 42

**EXPLOSION TECHNOLOGIES**

CHAGELISHVILI E., VARSHANIDZE I, TSVERAVA D.,  
 TUTBERIDZE M, SHADINOV E.  
**PRODUCTION OF REINFORCED COMPOSITE MATERIALS BY EXPLOSIVE WELDING METHOD** ..... 47

VARSHANIDZE I, SAMADASHVILI R., JAVAKHISHVILI G., NADIRASHVILI M,  
 GUDUSHAURI N.  
**INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE EXPLOSION CHAMBER - USING COMPUTER MATHEMATICS SYSTEMS** ..... 52

NADIRASHVILI M., ABESADZE N., GUDUSHAURI N.  
**SYNTHESIS OF CT COMPOUNDS, PROCESS MECHANISM AND APPLICATION PERSPECTIVE**..... 56

IASHVILI T, BEINASHVILI G.  
**SYNTHESIS OF NEW NITROAROMATIC COMPOUNDS AND INVESTIGATION OF EXPLOSIVE PROPERTIES** ..... 60

**GEOLOGY**

BLUASHVILI D., LIPARTIA T, BENASHVILI Q., MAQADZE M, MINDIASHVILI G,  
 BLUASHVILI V, KVIRKVELIA M.  
**MODERN CONDITION AND CURRENT TRENDS OF GOLD DEPOSIT** ..... 63

KVITSLANI A.  
**PECULIARITIES AND PROSPECTS OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF GOLD AND MERCURY ORE MANIFESTATIONS IN SVANETI AND BOLNISI ORE-BEARING REGIONS** ..... 65

GAGNIDZE M, TCHEISHVILI D.  
**ERUPTIVE BRECCIAS AT THE EASTERN QVEMO BOLNISI DEPOZIT** ..... 71

**SAFETY TECHNOLOGY**

KIKNADZE N, JIKIA M.  
**THE HISTORY OF CREATION OF THE FIRE SAFETY SERVICE**

**AND THE AVERAGE STATISTICS OF FIRES IN THE WORLD** ..... 75

KORKOTADZE A., RAZMADZE N, RATIANI N.  
**IMPROVING THE STATISTICAL DATA OF CONSTRUCTION ACCIDENTS IN VIEW OF THE NEW LEGAL REGULATION**..... 78

JVARELIA N, KITOSHVILI M.  
**ATMOSPHERIC POLLUTION WITH CEMENT DUST AND ITS COMPOUNDS, THEIR IMPACT ON HUMANS** ..... 82

**ANALYSIS**

BEZHANISHVILI A.  
**INFLUENCE OF ROCK PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ON THE CUTTING TOOL WEAR AND MEANS FOR TOOLS WEAR RESISTANCE INCREASING** ..... 88

KHITARISHVILI V, JVARELIA N, KITOSHVILI M, BEZHUSHVILI I.  
**EFFECT OF EFFECTIVE DRILLING SOLUTIONS ON CROWN PASSAGE AND MATHEMATICAL-STATIC PROCESSING OF RESEARCH RESULTS** ..... 94

MOLODINI N, MOLODINI R, GUDAVADZE Z, JIQIA N.,  
 KUPATADZE D, KHURCILAVA P.  
**STUDY OF STRUCTURAL- TRIBOLOGICAL INFLUENCE ON VACUUM ACTUATORS** ..... 97

TKEMALADZE M, GEGIA N, MAKADZE M, RUKHADZE T.  
**DEPOSITS-MANIFESTATIONS WITHIN THE CHOLOKA AND OCHKHAMURI BASIN, INVESTIGATIONS OF THEIR TECHNOLOGICAL PARAMETERS** ..... 104

LELUASHVILI L., LELUASHVILI G, STERIAKOVA S.  
**NEW DEVICE FOR ANODIC PROTECTION AGAINST ELECTROCHEMICAL CORROSION** ..... 106

LELUASHVILI L., LELUASHVILI G.  
**SUBSOIL ELECTROCHEMICAL CORROSION**..... 109

**ECOLOGY**

PIRTSKHALAVA T.  
**CALCULATION OF EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES INTO THE ATMOSPHERE OF MULTILEVEL UNDERGROUND CAR PARKS** ..... 113

SVANIDZE Z.  
**MIGRATION FORMS OF HEAVY METALS (Cd, Pb) IN NATURAL WATERS** ..... 115

**INFORMATION**

**OPENING OF PROFESSOR REZO STURUA'S AUDITORIUM**..... 116

**JUBILEE**

**EDGAR MATARADZE** ..... 118  
**DAVID TSANAVA**..... 119

**MEMORY**

**LEON MAKHARADZE** ..... 120  
**GURAM LOMSADZE** ..... 122  
**GURAM ABASHIDZE** ..... 124

**ATTENTION** ..... 126

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

ДЖАПАРИДZE Л.А., ГОБЕДЖИШВИЛИ Т.Г., ЛОСАБЕРИДZE М.В.  
**ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ  
 ПОЛУЧЕ-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПОЛЗНЕЙ С ПОМОЩЬЮ  
 КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ Rocscience** ..... 11

ЛОБДЖАНИДZE Г.З., ЛИПАРТИЯ Т., МАЧАИДZE Г.Л., КАХАДZE Б.Г.,  
 БУГУЛАШВИЛИ Т.Л., НАВИТАШВИЛИ Г.Ж., ХЕЦУРИАНИ Г.Д.  
**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ  
 ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ** ..... 20

НОЗАДZE Г.Ч., ДЗИГВАШВИЛИ В.Р., ЛELУАШВИЛИ Л.В., КОБИДZE Т.Р.,  
 МАЙСУРАДZE Р.Г., ГУРУЛИ Т.Ю.  
**РАСЧЕТ ПРИВОДА МАЛОМОЩНОЙ САМОХОДНОЙ  
 КАНАТНОЙ ДОРОГИ** ..... 25

LELUASHVILI L.V., LELUASHVILI G.L., KOBIDZE T.R., MAJSURADZE R.G.  
**НОВАЯ СИСТЕМА ПРИВОДА КАНАТНОЙ ДОРОГИ  
 МАЯТНИКОВОГО ТИПА** ..... 30

**ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**  
 ШЕКИЛАДZE A.H., KAVTELASHVILI O.A., BAGHASHVILI M.G.,  
 SAMKHARADZE I.H., SHUBETIDZE T., CHKAREULI G.K.  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ГЛАУКОНИТОВЫХ  
 ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГВЕРКИ** ..... 34

МАЛАШХИЯ Ш.С., ЛОМИДZE Н.Б., КАНДЕЛАКИ М.П., ЧУБИНИДZE Н.Д.  
**ВОЗМОЖНОСТИ КУЧНОГО БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ  
 БЕДНЫХ ТРУДНООБОГАЩАЕМЫХ МЕДНЫХ РУД** ..... 39

ЧАХУНАШВИЛИ Т., РОКВА Т., ВАЦАДZE З., КЕБАДZE Ж.,  
 БУГЛИАШВИЛИ Н., ДЗАНАШВИЛИ Д., ШАПАКИДZE Е.  
**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МАРГАНЦЕВЫХ  
 ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЧИАТУРСКОГО  
 НИЗКОСОРТНОГО СЫРЬЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ  
 ОТХОДОВ** ..... 42

**ТЕХНОЛОГИИ ВЗРЫВА**

ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ВАРШАНИДZE Я.З., ЦВЕРАВА Д.Т.,  
 ТУТБЕРИДZE М.Л., ШАДИНОВ Э.Е.  
**ПОЛУЧЕНИЕ АРМИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
 МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ СВАРКИ ВЗРЫВОМ** ..... 47

ВАРШАНИДZE Я., САМАДАШВИЛИ Р., ДЖАВАХИШВИЛИ Г.,  
 НАДИРАШВИЛИ М., ГУДУШАУРИ Н.  
**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО  
 СОСТОЯНИЯ ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ  
 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
 МАТЕМАТИКИ** ..... 52

НАДИРАШВИЛИ М., АБЕСАДZE Н., ГУДУШАУРИ Н.  
**СИНТЕЗ СТ СОЕДИНЕНИЙ, МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА И  
 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ** ..... 56

ЯШВИЛИ Т., БЕИНАШВИЛИ Г.  
**СИНТЕЗ НОВЫХ НИТРОАРОМАТИЧЕСКИХ  
 СОЕДИНЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ  
 СВОЙСТВ** ..... 60

**ГЕОЛОГИЯ**

БЛУАШВИЛИ Д., ЛИПАРТИЯ Т., БЕНАШВИЛИ К., МАКАДZE М.,  
 МИНДИАШВИЛИ Г., БЛУАШВИЛИ В., КВИРКВЕЛИЯ М.  
**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗОЛОТОНОСНЫХ  
 МЕСТОРОЖДЕНИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ** ..... 63

КВИЦИАНИ А.  
**ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО  
 СТРОЕНИЯ ЗОЛОТО - РТУТНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ  
 СВАНЕТСКОГО И БОЛНИССКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ** .... 65

ГАГНИДZE М. Р., ЧЕИШВИЛИ Д. А.  
**ЭРУПТИВНЫЕ БРЕКЧИИ НА ЗОЛОТОМЕДНОМ  
 МЕСТОРОЖДЕНИИ КВЕМО БОЛНИСИ** ..... 71

**ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

КИКВАДZE Н., ДЖИКИЯ М.  
**ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СЛУЖБЫ ПОЖАРНОЙ**

**БЕЗОПАСНОСТИ И СРЕДНЯЯ СТАТИСТИКА ПОЖАРОВ В  
 МИРЕ** ..... 75

КОРКОТАДZE А., РАЗМАДZE Н., РАТИАНИ Н.  
**УЛУЧШЕНИЕ СТАТИСТИКИ НЕСЧАСТНЫХ  
 СЛУЧАЕВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С УЧЕТОМ НОВЫХ  
 ПРАВОВЫХ НОРМ** ..... 78

ДЖВАРЕЛИЯ Н., КИТОШВИЛИ М.  
**ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ЦЕМЕНТНОЙ  
 ПЫЛЬЮ И ЕЕ СОЕДИНЕНИЯМИ,  
 ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА** ..... 82

**АНАЛИЗ**

БЕЖАНИШВИЛИ А. Г.  
**ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
 ГОРНЫХ ПОРОД НА ИЗНОС РЕЖУЩЕГО  
 ИНСТРУМЕНТА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ  
 ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЗЦОВ** ..... 88

ХИТАРИШВИЛИ В., ДЖВАРЕЛИЯ Н., КИТОШВИЛИ М., БЕЖУАШВИЛИ И.  
**ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА  
 ПРОХОДКУ КОРОНКИ И  
 МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА  
 РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ** ..... 94

МОЛОДИНИ Н., МОЛОДИНИ Р., ГУДАВАДZE З., ДЖИКИЯ Н.,  
 КУПАТАДZE Д., ХУРЦИЛАВА П.  
**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИОННО-ТРИГОЛОГИЧЕСКОГО  
 ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВАКУУМ-ПРИВОД** ..... 97

ТКЕМАЛАДZE М., ГЕГИА Н., МАКАДZE М., РУХАДZE Т.  
**МЕСТОРОЖДЕНИЯ-ПРОЯВЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ  
 БАССЕЙНА ЧОЛОКИ И ОЧХАМУРИ, ИССЛЕДОВАНИЯ  
 ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ** ..... 104

LELUASHVILI L.V., LELUASHVILI G.L., STERYAKOVA S.I.  
**НОВОЕ УСТРОЙСТВО АНОДНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ  
 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ** ..... 106

LELUASHVILI L.V., LELUASHVILI G.L.  
**ПОЧВЕННАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ** ..... 109

**ЭКОЛОГИЯ**

ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
**РАСЧЕТ ЭМИССИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ  
 МНОГОУРОВНЕВЫХ ПОДЗЕМНЫХ АВТОСТОЯНОК** ..... 113

СВАНИДZE З.  
**МИГРАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (Cd, Pb)  
 В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ** ..... 115

ИНФОРМАЦИЯ  
**АУДИТОРИЯ ИМ. Р. СТУРУА** ..... 116

**ЮБИЛЕЙ**

ЭДГАР МАТАРАДZE ..... 118  
 ДАВИД ЦАНАВА ..... 119

**ПАМЯТЬ**

ЛЕОН МАХАРАДZE ..... 120  
 ГУРАМ ЛОМСАДZE ..... 122  
 ГУРАМ АБАШИДZE ..... 124

**К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ** ..... 126

აკადემიკოსი ლ. ჯაფარიძე, აკად. დოქტორი თ. გოზაჯიშვილი,  
აკად. დოქტორი მ. ლოსაბერიძე

**ცოცვად-პლასტიკური მინერალური ტანების მდგრადობის შეფასების  
შესაძლებლობა Rocscience-ის კომპიუტერული პროგრამების  
გამოყენებით**

ანოტაცია. სტატიაში გაანალიზებულია ბლოკური და ცოცვად-პლასტიკური ტიპის მეწყერების შესწავლის თანამედროვე მდგომარეობა. ნაჩვენებია, თუ პირველი ტიპის მეწყერების მდგრადობის კოეფიციენტის გასაანგარიშებლად არსებული მეთოდები, იყენებენ რა ქანების სიმტკიცის (შეჭიდულობა, შიგა ხახუნის კუთხე) მახასიათებლებს, მეტნაკლები სიზუსტით ასახავენ მეწყერული ტანების მდგრადობას, ცოცვად-პლასტიკური მეწყერების საანგარიშოდ, მათი რეოლოგიური ხასიათიდან გამომდინარე, საჭიროა დეფორმაციული (დრეკადობის მოდული, ცოცვადობის პარამეტრები და სხვა) მახასიათებლების ცოდნა. მათი განსაზღვრა შესაძლებელია სავარაუდო მეწყერსაშიში ფერდობიდან აღებული გეოლოგიური მასალის ნიმუშების ლაბორატორიული შესწავლის ან/და მასზე ჩატარებული წინასწარი მონიტორინგით მიღებული სურათის დამუშავებით ე.წ. „ნატურულ-ანალიზური“ მეთოდით. მათი და Rocscience Phase2.7 პროგრამის გამოყენებით კი შესაძლებელია ცოცვად-პლასტიკური ტიპის მეწყერსაშიში ფერდობის დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის დადგენა და მდგრადობის შეფასება.

**საკვანძო სიტყვები:** ცოცვად-პლასტიკური მეწყერი; რეოლოგიური პარამეტრები; მდგრადობის შეფასება.

მეწყერული მოვლენების ამსახველი მექანიკური მოდელების შესწავლის ხანგრძლივი ისტორიის მანძილზე შექმნილი მეთოდების და სამეცნიერო შრომათა დიდ სიმრავლეში ქანების მასივები განიხილება მყარი (დრეკადი) ტანის მექანიკის პრინციპებიდან. ფერდობის მდგრადობის შეფასება ხდება ზღვრული წონასწორობის, კულონი-მორის და მისი მსგავსი სიმტკიცის თეორიების პირობებით, დროის ფაქტორის გავლენა კი მხოლოდ უკანასკნელი წლების კვლევების მიხედვით შეიძლება ირიბად იქნას ასახული ქანების შეჭიდულობის და შიგა ხახუნის კოეფიციენტის, ანუ სიმტკიცის მაჩვენებლების ზღვრული მნიშვნელობების დაქვეითების ხარჯზე. ამას ეწოდა „მხები ძაბვების შემცირების“ (Shear Strength Reduction) ფაქტორი, ხოლო მის გამოყენებას სასრულო ელემენტების მეთოდთან ერთად „Shear Strength Reduction Finite Element Technique“ „ახალი ერა მეწყერების მდგრადობის გაანგარიშების თეორიაში [1]“.

„მხები ძაბვების შემცირების“ ფაქტორის გათვალისწინება მეტად მნიშვნელოვანია ბლოკური ტიპის კონსეკვენტური და ინსეკვენტური მეწყერული ტანების მდგრადობის გაანგარიშებისას, რომლებიც სრულიად მდგრად მდგომარეობას ინარჩუნებენ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და კარგავენ მას ერთბაშად, ექსტრემალური მეტეოროლოგიური ან სხვა ზემოქმედების შედეგად. მანამდე კი ამ ტიპის მეწყერსაშიში ფერდობების ხანგრძლივმა მონიტორინგმა შეიძლება ქანების არავითარი ანგარიშგასაწევი ძვრა არ აჩვენოს.

ამისაგან განსხვავებით, ცოცვად-პლასტიკური ტიპის დეფორმაციები უფრო რეოლოგიური ხასიათისაა. მას ადგილი აქვს ქანების მასივებში პრაქტიკულად ყველგან და იმის მიხედვით, თუ რა ინტენსივობის აქტიური მხები ძაბვები მოქმედებს კონკრეტული სქემისას და როგორია მასივის მექანიკური პარამეტრები, ცოცვადობის დეფორმაციები შეიძლება მიმდინარეობდეს ძალზე სწრაფად ან უკიდურესად მდორედ, დროის მონაკვეთებში რამდენიმე საათიდან ასწლეულებამდე [2]. რაც შეეხება მასივის მექანიკურ პარამეტრებს, აქ, ისევე როგორც დროში მიმდინარე ყველა სხვა გეომექანიკურ პროცესებში, ყველაზე უფრო დამახასიათებელი უნდა იყოს ქანების არა სიმტკიცის (შეჭიდულობა, შიგა ხახუნის კუთხე), არამედ დეფორმაციული (დრეკადობის მოდული, ცოცვადობის პარამეტრები და სხვა) მახასიათებლები. მათი განსაზღვრა შესაძლებელია სავარაუდო მეწყერსაშიში ფერდობიდან აღებული გეოლოგიური მასალის ნიმუშების ლაბორატორიული შესწავლის ან/და მასზე ჩატარებული წინასწარი მონიტორინგით მიღებული სურათის დამუშავებით ე.წ. „ნატურულ-ანალიზური“, შებრუნებული ანალიზის (Back analyze) მეთოდით. აღანიშნავია, რომ ამ უკანასკნელის სრულფასოვანი გამოყენების საშუალება შეიქმნება თვით ცოცვად-პლასტიკური მეწყერების ამსახველი პირდაპირი ანალიზური აპარატის შექმნის და სრულყოფის კვალდაკვალ, რაც დღემდე აქტუალური პრობლემაა.

დღეს სამთო გეომექანიკურ ამოცანებში რეოლოგიური პროცესების მნიშვნელობა სწრაფად იზრდება სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავების პრობლემების რაციონალური გადაწყვეტისათვის. ანალოგიური, თუმცა გაცილებით ნაკლები ინტენსივობის ტენდენციები შეინიშნება მეწყერული გეომექანიკის მიმართულებით. ეს, ძირითადად, ხდება ნატურის პირობებში ნორმატიული დოკუმენტებით დაკანონებული ე.წ. მონიტორინგის საშუალებით პოტენციალურად მეწყერსაშიშ ფერდობებზე საინჟინრო სამუშაოების ჩატარებამდე ან/და მას შემდეგ და გაცილებით ნაკლებად, ან სულ არ ხდება წინასწარ, დაპროექტების სტადიაში. ეს შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ჯერაც არ არის შემუშავებული მკაფიო კრიტერიუმები რეოლოგიური პარამეტრების არსებობისა მეწყერული გეომექანიკის ამოცანებში. ლიტერატურაში არ მოიპოვება ნათელი მითითებები იმის შესახებ, თუ რომელი ამოცანა უნდა იქნას ამოხსნილი „რეოლოგიურ“ დასმაში, რომელი „სტატიკურში“ თუ „დინამიკურში“. არ არსებობს მკაფიო მითითება იმის თაობაზე თუ რომელი, მყარი, უწყვეტი თუ დისკრეტული ტანის მექანიკის მეთოდებით უნდა იქნას ამოცანა ამოხსნილი. მაგალითად, რა შემთხვევაში შეიძლება ჩაითვალოს გარემო „სუფთა დრეკადად“, „დრეკად-ცოცვადად“, „ცოცვად-პლასტიკურად“, „დენად-პლასტიკურად“ და ა.შ. ამასთან, ნორმატიულ დოკუმენტებში [4] მითითებულია, რომ „საანგარიშო სქემების არასაკმარისი საინჟინრო-გეოლოგიური

დასაბუთებისას და ქანების სიმტკიცისა და დეფორმაციის მახასიათებლებზე არასრული წარმოდგენის შემთხვევაში მეწყერსაშიში ფერდობის გაანგარიშება დაუშვებელია“.

ბუნებრივი და ტექნოგენური ფერდობების მდგრადობის შეფასების მეთოდი უნდა ითვალისწინებდეს:

- ობიექტის დანიშნულებას, მნიშვნელობას და საექსპლუატაციო პირობებს, მისთვის საჭირო მოკლე და გრძელვადიანი მდგრადობის ხარისხს;
- მიწის ზედაპირის არსებულ რელიეფს, გიფსომეტრიას, სტრატეგრაფიას და საპროექტო გეგმაჭრილებს;
- ტერიტორიის კლიმატურ და ჰიდრომეტეოროლოგიურ დახასიათებას;
- რაიონის სეისმურობის საანგარიშო მაჩვენებლებს;
- ქანების წარმომადგენლობითი ნიმუშების მექანიკურ პარამეტრებს მშრალ და სველ მდგომარეობებში ფოროვანი წყლის გათვალისწინებით;
- მასივის სტრუქტურული შესუსტების ფაქტორებს ზეარქანობის და სხვა სახის გამოვითვის შედეგად;
- საპროექტო ობიექტის მდგრადობის გაანგარიშებას და მისი საექსპლუატაციო მოთხოვნების დაკმაყოფილებას ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით და ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღებას.

ჩამოთვლილ ფაქტორთა გათვალისწინების სისრულის, სიზუსტის და გაანგარიშების პრაქტიკული შესაძლებლობის მიხედვით ცოცვად-პლასტიკური ტიპის მეწყერული ტანების მდგრადობის შეფასება გაცილებით რთულია და გაანგარიშების მეთოდებიც პრაქტიკულად არ არსებობს. მაშასადამე, სამთო მასივის რეოლოგიის განვითარების თანამედროვე სტადია შეიძლება განვიხილოთ მხოლოდ როგორც საწყისი, როდესაც დაგროვილია ინფორმაციის, წარმოდგენების, მეთოდების და შედეგების პირველადი მარაგი, მაგრამ ძირითადი კვლევები და მათი შედეგების პრაქტიკული გამოყენება ჯერ კიდევ წინ არის.

ეს, ძირითადად, უნდა იხსნას იმით, რომ კონსეკვენტური მეწყერების ზღვრული წონასწორობის თეორიაზე და ინსეკვენტური მეწყერების კინემატიკური სქემების ანალიზზე დაფუძნებული გაანგარიშების თანამედროვე მეთოდები, ფაქტობრივად, არ მოითხოვენ ფერდობის ელემენტების დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის და, შესაბამისად, არც მათი გეომეტრიის ცვლილებით

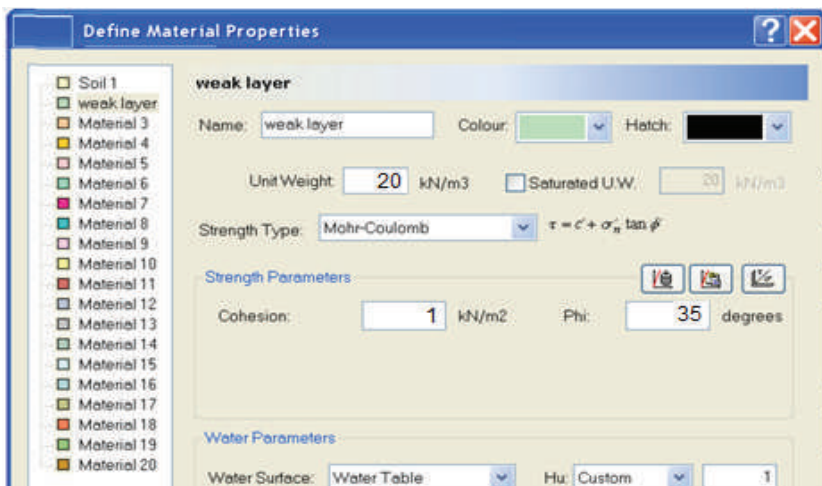
გამოწვეული ცოცვადობა-რელაქსაციის პარამეტრების ცოდნას. ამიტომაცაა, რომ თანამედროვე ნორმატიულ დოკუმენტებში და, შესაბამისად, დაპროექტების პრაქტიკაშიც საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები დახასიათებულია მხოლოდ ქანების სიმკვრივით და სიმტკიცის პარამეტრებით, შეჭიდულობითა და შიგა ხახუნის კოეფიციენტით. რაც შეეხება დეფორმაციულ პარამეტრებს, (დრეკადობის მოდული, პლასტიკურობის რიცხვი, პუასონის კოეფიციენტი და სხვა), მათ გავლენას მეწყერის მდგრადობის კოეფიციენტზე გაანგარიშების არც ანალიზური და ფაქტობრივად არც რიცხვითი მეთოდები არ ასახავს.

მაგალითისთვის შეიძლება განვიხილოთ ბლოკური ტიპის უმარტივესი ფორმის ფერდობის მდგრადობა ფირმა Rocscience-ის მიერ სპეციალურად მეწყერული ტანების მდგრადობის შეფასებისათვის შექმნილი Slide 6 პროგრამით, რომლის ინტერფეისი მოცემულია სურ. 1, ხოლო საანგარიშო სქემა სურ. 2-ზე. ჭრილში ფერდობის ზომებია 10x10 მ., ანუ დახრის კუთხე 45°-ის ტოლია.

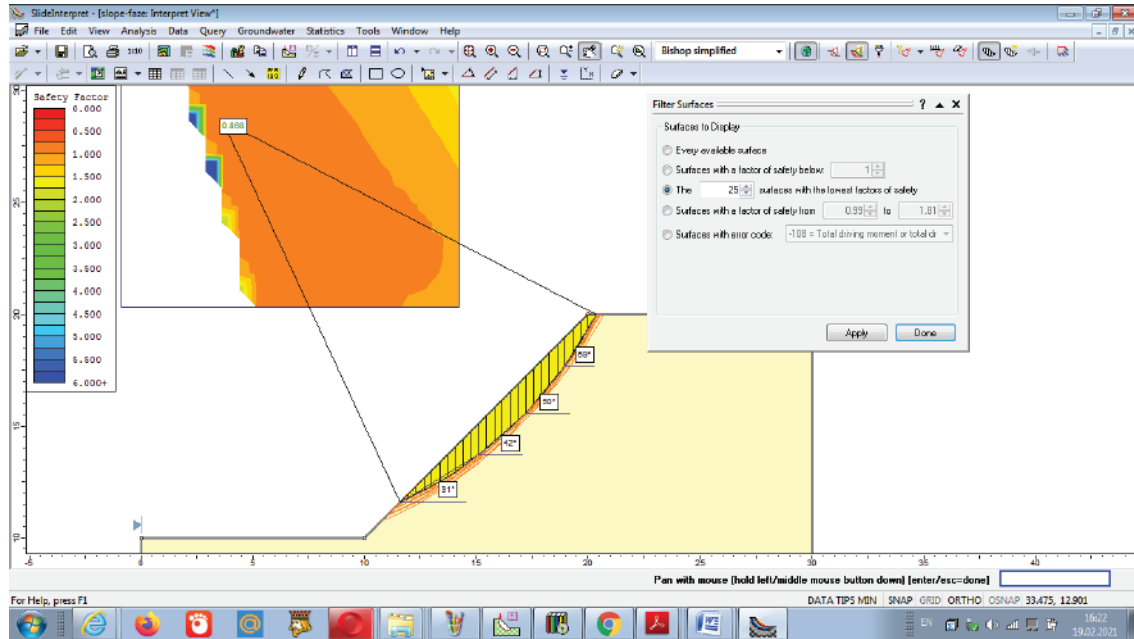
როგორც სურ. 1 ჩანს ქანები წარმოდგენილია მხოლოდ გრავიტაციული დატვირთვის ქვეშ მყოფი ერთგვაროვანი მასივით, რომლის მოცულობითი წონა არის 20 კნ/მ<sup>3</sup>. ქანების მექანიკური თვისებები კი დახასიათებულია მხოლოდ შეჭიდულობით,  $c=1$  კპა და შიგა ხახუნის კუთხით,  $\phi=35^\circ$ . განსახილველი ფერდობის ასე ნაანგარიშები მდგრადობის მინიმალური კოეფიციენტი  $SF=0.868$ .

Rocscience Slide 6 და მისი მსგავსი ე.წ. „პრიზმული“ მეთოდების კომპიუტერიზებული პროგრამები არ ითვალისწინებენ ქანების დეფორმაციულ პარამეტრებს და არც მასივის დამაბულ-დეფორმირებულ მდგომარეობას. შესაბამისად, შეუძლებელია მათი გამოყენება მასივის ელემენტების ცოცვად-პლასტიკური დეფორმაციის ყველა სტადიის და ბოლოს მეწყერული მოვლენის აღსაწერად.

მათგან განსხვავებით Rocscience Phase 2.7 პროგრამა, რომელიც არ არის განკუთვნილი მეწყერული ტანების მდგრადობის საანგარიშოდ, მაგრამ შექმნილია გეოტექნიკური ამოცანებისათვის, ითვალისწინებს აგრეთვე ქანების მასივის სიმტკიცისა და დეფორმაციული თვისებების უფრო სრულ დახასიათებას.



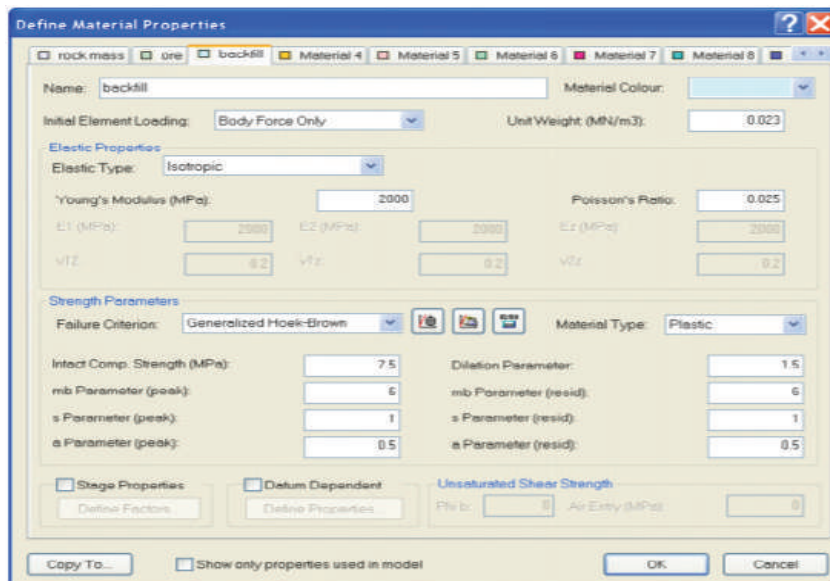
სურათი 1. პროგრამა Slide 6-ის „მასალების თვისებების“ ცხრილი



სურათი 2. პროგრამა Slide 6--ით ფერდობის საანგარიშო სქემა

Rocscience Slide 6 და მისი მსგავსი ე.წ. „პრიზ-მული“ მეთოდების კომპიუტერიზებული პროგრამები არ ითვალისწინებენ ქანების დეფორმაციულ პარამეტრებს და არც მასივის დაძაბულ-დეფორმირებულ

მდგომარეობას. შესაბამისად, შეუძლებელია მათი გამოყენება მასივის ელემენტების ცოცვად-პლასტიკური დეფორმაციის ყველა სტადიის და ბოლოს მყარული მოვლენის აღსაწერად.



სურათი 3. პროგრამა Phase 2.7 -ის „მასალების თვისებების“ ცხრილი

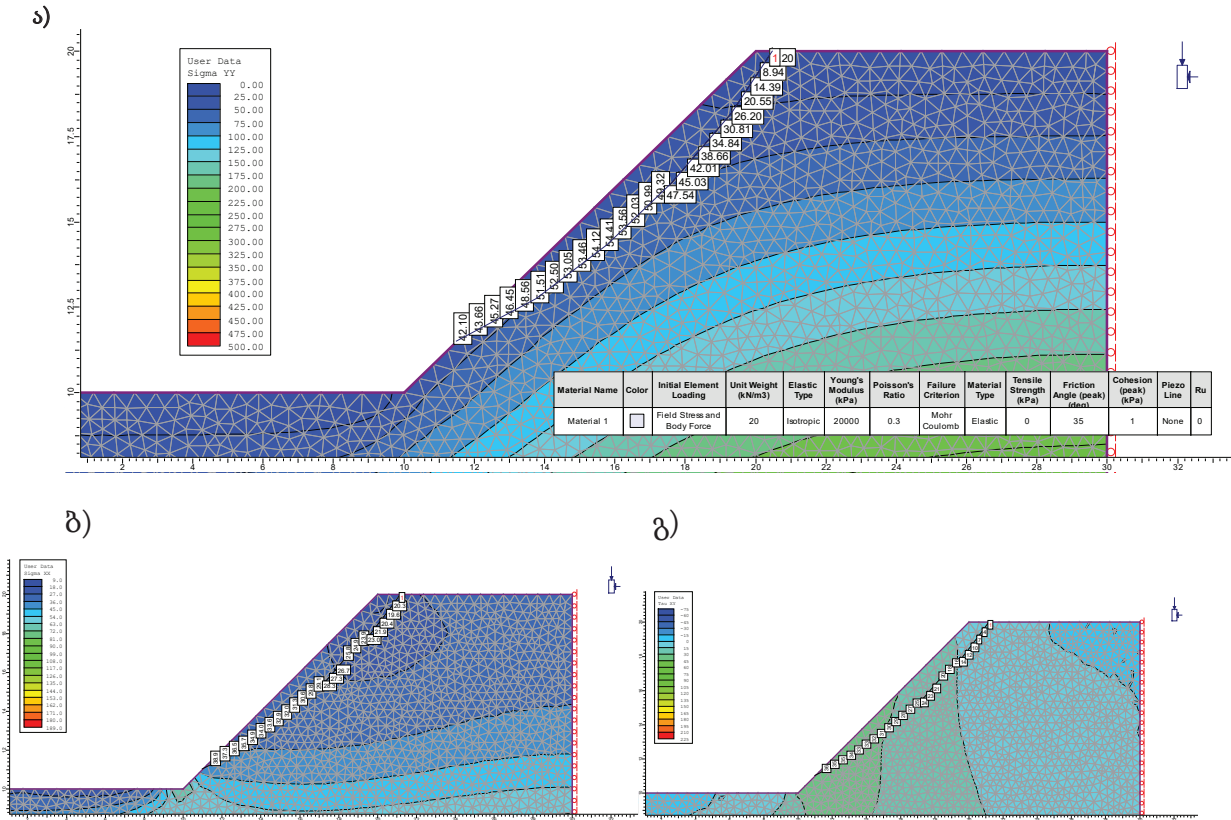
მათგან განსხვავებით Rocscience Phase 2.7 პროგრამა, რომელიც არ არის განკუთვნილი მეწარული ტანების მდგრადობის საანგარიშოდ, მაგრამ შექმნილია გეოტექნიკური ამოცანებისათვის, ითვალისწინებს აგრეთვე ქანების მასივის სიმტკიცისა და დეფორმაციული თვისებების უფრო სრულ დახასიათებას.

როგორც სურ. 3-დან ჩანს ეს პროგრამა ქანების მოცულობითი წონის, შეჭიდულობის, და შიგა ხახუნის კუთხის გარდა, მოითხოვს აგრეთვე დეფორმაციულ პარამეტრებს: დრეკადობის მოდულს, პუასონის

კოეფიციენტს და პლასტიკურობის რიცხვს საწყის და შემცირებულ მაჩვენებლებში.

Phase 2.7 პროგრამის გამოყენებით პოტენციალური დაცურების იგივე სიბრტყის 26 წერტილში დადგენილი, გრავიტაციული ძალებით გამოწვეული XX, YY, XY ძაბვები მოცემულია სურათ 4-ზე.

XX, YY, XY ძაბვები, მათი მოქმედების წერტილებში დაცურების სიბრტყის მხების დახრის კუთხე -  $\theta^0$ , ქანების შეჭიდულობა - c და შიგა ხახუნის კუთხე -  $\phi$  შეტანილია Excel-ის ცხრილ 1-ში.



სურათი 4. Phase 2.7 პროგრამით გაანგარიშებული ძაბვების სურათი და პოტენციალური დაცურების სიბრტყის წერტილებში დადგენილი, გრავიტაციული ძალებით გამოწვეული XX, YY, XY ძაბვები

ცხრილი 1

#	XX	YY	XY	θ°	N კპა	T კპა	c კპა	φ რად	τ კპა	SF
1	37.6	42.1	35.8	25	13.84	24.77	1	0.61	10.69	0.77
2	36.4	43.7	35.1	26	14.61	24.46	1	0.61	11.23	0.77
3	35.7	45.3	34.6	27	15.34	24.19	1	0.61	11.74	0.77
4	35.1	46.5	34.2	28	15.62	23.8	1	0.61	11.94	0.76
5	34.6	48.6	33.6	30	15.96	22.85	1	0.61	12.17	0.76
6	34.1	51.5	32.8	32	17.13	22.22	1	0.61	12.99	0.76
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	21.5	26.2	14.6	50	9.06	-0.2	1	0.61	7.34	0.81
23	19.7	20.6	12.5	51	7.85	-2.17	1	0.61	6.50	0.83
24	17.3	14.4	9.7	52	6.84	-3.76	1	0.61	5.79	0.85
25	16	8.9	6.5	53	7.24	-5.18	1	0.61	6.07	0.84
26	17.1	4.2	3.9	54	8.96	-7.34	1	0.61	7.27	0.81
					Σ T =	312.5			272.40	
									SF=	0.87

დაცურების ზედაპირის წერტილებში ჰორიზონტის მიმართ θ კუთხეებით დახრილ მონაკვეთებზე მოქმედი ნორმალური (N) და მხები (T) მდგენელების XX, YY, XY ძაბვების შესაბამისი მნიშვნელობები იანგარიშება ძაბვათა თეორიის საფუძველზე შედგენილი განტოლებების საშუალებით:

$$N = \frac{(XX + YY)}{2} \mp \frac{(XX - YY)}{2} \cos 2\theta \mp XY \sin 2\theta, \quad (1)$$



$$T = XY \cos 2\Theta - \frac{(XX - YY)}{2} \sin 2\Theta, \quad (2)$$

სადაც:  $\Theta$  - კუთხეა, რომელიც აითვლება  $X$ -ის დადებითი მიმართულებიდან სიბრტყემდე, რომელზეც განისაზღვრება  $N$  და  $T$  ძაბვები.

$N$  და  $T$ -ს ამგვარად დადგენილი მნიშვნელობების და ქანების თვისებების საწყისი მონაცემების საშუალებით იანგარიშება ცხრილ 1-ში მოცემული სიდიდეები:

ქანების ჭრახე ზღვრული სიმტკიცე -

$$\tau_{ჭრ} = c + N \tan \varphi \quad (3)$$

და ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტი -

$$SF = \frac{\sum (c + N \tan \varphi)}{\sum T}, \quad (4)$$

ყოველ 26 წერტილში და მისი საშუალო ჯამური სიდიდე  $SF=0.87$ , რაც მაგალითში განხილული ბლოკური მეწყრული ტანის და ქანების მექანიკური თვისებების კერძო შემთხვევაში დიდი სიზუსტით დაემთხვა **Rocscience Slide 6** -ით ზემოთ გამოთვლილი მდგრადობის კოეფიციენტის მინიმალურ მნიშვნელობას.

ცოცვად-პლასტიკური მეწყრული ფერდობის მდგრადობის მომავალი კომპლექსური კვლევების მეთოდიკა უნდა ეყრდნობოდეს ანალიზური, ლაბორატორიული და ნატურული მეთოდების მიზანშეწონილი ურთიერთმოქმედების პრინციპს. კვლევების ჩატარების და შედეგების გამოყენების დროს ქანების რეოლოგიის გათვალისწინების სპეციფიკურ მომენტებს მიეკუთვნება [5]:

- რეოლოგიური თვისების სამთო-გეომექანიკური ამოცანის საბოლოო შედეგზე გავლენის არსებითობის ხარისხის დადგენა. სასურველია დადგინდეს თუ როდის შეიძლება ქანის ცოცვადი დეფორმაციის მაჩვენებელი უგულვებლყოფილ იქნას „პირობით-მყისიერი“ დატვირთვის პირობებში მიღებულ შესაბამის მაჩვენებელთან შედარებით?
- თუ მოცემული თვისების უგულვებლყოფა არ შეიძლება, პასუხი უნდა გაეცეს დამატებით კითხვას: როდის და რა ფორმითაა საჭირო რეოლოგიური თვისების გათვალისწინება? როდისაა საკმარისი, მასივის მექანიკური მოდელის (მაგალითად დრეკადი სხეულის) შეუცვლელად, შეცვლილ იქნას მხოლოდ მისი რაოდენობრივი მახასიათებელი (მაგალითად პროპორციულობის შემცირებული მაჩვენებლის, ანუ დეფორმაციის მოდულის შემოტანით) და სხეული ჩაითვალოს კვაზი დრეკადად, თუ დრეკად-პლასტიკურად.
- თუ რეოლოგიური თვისებები არსებითია, მისი გათვალისწინება უნდა მოხდეს სრულად, ანუ მექანიკური მოდელი უნდა იქნას მისადაგებული სხეულის შესაბამის თვისებებთან და აღწერილ იქნას მდგომარეობის სათანადო განტოლებებით.
- როდის შეიძლება არა კლდოვანი, პლასტიკური, სუსტად მეტამორფული თიხები და სხვა ქანების რეოლოგიური პროცესების განხილვა მოხდეს ბლანტი, დრეკად-ბლანტი ან ბლანტ-პლასტიკური დეფორმაციის თეორიების პოზიციიდან და

როდის - მემკვიდრეობითი ცოცვადობის თეორიის პოზიციიდან ძაბვებს, დეფორმაციებსა და დროს შორის წრფივი, ან არაწრფივი დამოკიდებულების პირობებში.

როგორც ცნობილია, იდეალიზირებული დრეკადი დეფორმაციების აღსაწერად გეომექანიკურ ამოცანებში, როგორც წესი, გამოიყენება წრფივად დეფორმირებადი დრეკადი ტანის მდგომარეობის ჰუკის მოდელი და შესაბამისი განტოლებები:

$$\varepsilon = \sigma / E; \quad \gamma = \tau / G, \quad (5)$$

სადაც:  $\varepsilon$  და  $\gamma$ , შესაბამისად, ხაზოვანი და კუთხური დეფორმაციებია;  $\sigma$  და  $\tau$  შესაბამისად, ნორმალური და მხები ძაბვები;  $E$  და  $G$  ხაზოვანი და ძვრის მოდულებია,

$$G = \frac{0.5E}{1+\nu}, \quad (\text{სადაც } \nu - \text{პუასონის კოეფიციენტი}).$$

როდესაც მხები ძაბვების ინტენსივობა აღწევს პლასტიკურობის  $\tau_p$  ზღვარს, ასევე მყისიერად ვითარდება დეფორმაციები, რომელთა დასახასიათებლად პლასტიკურობის თეორიაში გამოიყენება დამოკიდებულება:

$$\gamma = \chi \frac{\tau_p}{G} \quad (6)$$

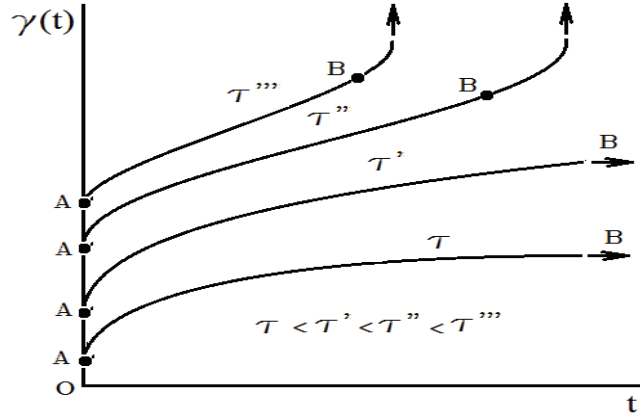
აქ  $\chi$  არის ე.წ. პლასტიკურობის მოდული. მისი სიდიდე დგინდება ყოველი მასალისათვის ექსპერიმენტულად და წრფივი დეფორმაციისთვის უდრის ერთს. ეს „მყიფე“ ქანებისათვის იქნება სიმტკიცის ზღვარი, რომლის მიღწევისას მოხდება ნიმუშის მთლიანობის რღვევა, ხოლო რბილი, „პლასტიკური“ ქანისათვის - ფორმის მნიშვნელოვანი შეცვლა, რაც გამოიწვევს, მაგალითად, სამირკვლის ფუძის მზიდუნარიანობის დაქვეითებას, მეწყრულ მოვლენას და სხვა.

ეს მოვლენები შესაძლოა განვითარდეს მაშინაც, როცა ძაბვების ინტენსივობას ჯერ კიდევ არ მიუღწევია პლასტიკურობის ზღვრისთვის, მაგრამ ქანების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მდგომარეობა განაპირობებს მათ დეფორმაციას დროში მუდმივი დატვირთვისას,

სხვადასხვა სიჩქარითა და ხასიათით. ამას ქანების მექანიკაში უწოდებენ ცოცვად-პლასტიკურ [7], ხოლო გრუნტების მექანიკაში კი ბლანტ-პლასტიკურ დეფორმაციას [2].

ქანების მასივის ცოცვად-პლასტიკური დეფორმაცია

ძვრისას, როგორც ცნობილია [7], ზოგადად ხასიათდება მრუდების ოჯახით, რომელთა ტიპური სახე წარმოდგენილია სურათ 5-ზე. მათზე ასახულია მყისიერი („დრეკადი“) დეფორმაციის (OA) ნაწილები.



სურათი 5. ცოცვად-პლასტიკური დეფორმაციების განვითარება დროში ძვრის  $\tau$  ფარდობითი ძაბვების სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის

მცირე ფარდობითი ინტენსივობის  $\tau$  და  $\tau'$  მხები ძაბვების შესაბამისი (AB) ნაწილები ასახავს დეფორმაციის განვითარების სიჩქარეების შემცირების, ანუ დაკვირვების ხანგრძლივი დროის განმავლობაში პრაქტიკულად მიღვევადი ცოცვადობის პერიოდს. მასალის სიმტკიცის ზღვრის იგივე მნიშვნელობისას მხები ძაბვების კიდევ უფრო გაზრდილი ფარდობითი ინტენსივობის  $\tau''$  და  $\tau'''$  დროს ქრობადი ცოცვადობის სტადია B წერტილების მიღწევის შემდეგ გადადის არამდგრად, ანუ ინტენსიურად ზრდადი სიჩქარით დენადობის („ცოცვად-პლასტიკურ“, ან „ბლანტ-პლასტიკურ“) სტადიაში. ლიტერატურაში ხშირად ეს მომენტი გაიგივებულია მასალის „ხანგრძლივი სიმტკიცის“ ამოწურვის მომენტთან.

მყარი ტანების დეფორმაციული პროცესის ასეთი მრავალსახობა განაპირობებდა მათი სხვადასხვა სტადიის აღწერისათვის ჰუკის, ტრესკა-სენ-ვენანის, მაქსველის, კელვინ-ფოიგტის, ბინგამის, პოინტინგ-ტომსონის და სხვათა მექანიკური მოდელების შექმნასა და გამოყენებას სხვადასხვა სირთულისა და მნიშვნელობის გეომექანიკური ამოცანების გადასაწყვეტად [6]. კონკრეტული მათემატიკის მდგომარეობის განტოლების ოპტიმალური ვარიანტის და მისი პარამეტრების ლაბორატორიული, თუ ნატურულ-ანალიზური მეთოდებით დადგენა [8] ერთ-ერთი ყველაზე საპასუხისმგებლო საკითხია, მით უმეტეს, რომ ბუნებრივ პირობებში რეოლოგიური პროცესები ათობით და ასობით წლის განმავლობაში ვითარდება, ექსპერიმენტები კი - რამდენიმე საათი ან დღე. შესაბამისად, მოკლევადიანი ტესტების შედეგების ექსტრაპოლირება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში მიმდინარე ცოცვადობის პროცესის აღწერისათვის, ბუნებრივია, დიდ სიფრთხილეს მოითხოვს [2].

ზემოთ ჩამოთვლილი მოდელებიდან მაქსიმალური ზოგადობით და გეომექანიკურ ამოცანებში გამოყენების სიადვილით ხასიათდება ბოლცმან-ვოლტერას თეორიის განზოგადებით მიღებული ე.წ. მემკვიდრეობითი ცოცვადობის თეორიის განტოლება [6]:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} [\sigma(t)] + \int_0^t L(t, t_0) \sigma(t_0) dt_0 \quad (7)$$

სადაც:  $t$  დროა, რომელიც აითვლება ქანის ნიმუშზე ან კონსტრუქციაზე დატვირთვის შეცვლის მომენტიდან;  $L(t, t_0)$  ინტეგრალური განტოლების გულია, რომელიც ახასიათებს  $\sigma(t)$  ძაბვების  $(t - t_0)$  დროის ინტერვალში მოქმედების ხარისხს სრულ დეფორმაციამდე  $t$  დროისათვის.

დადგენილია [7], რომ ქანების უმრავლესობისათვის ცოცვადობას კარგად აღწერს ხარისხოვანი ფუნქციის სახით წარმოდგენილი ინტეგრალური განტოლების ორ პარამეტრიანი გული:

$$L(t, t_0) = \delta(t - t_0)^{-\alpha} \quad (8)$$

სადაც:  $\alpha$  და  $\delta$  ქანის ცოცვადობის ფენომენოლოგიური პარამეტრებია,  $\alpha$  უგანზომილებო, სიდიდეა, რომელიც ქანების დიდი უმრავლესობისათვის იცვლება 0.6 - 0.9 ფარგლებში;  $\delta$  - ს განზომილებაა „დრო“ ( $\alpha - 1$ ) ხარისხში;  $t_0$  - ქანის რელაქსაციის დროა, ანუ დროა, რომლის განმავლობაში ნიმუშში ძაბვები მუდმივი დეფორმაციისას შემცირდება ნეპერის ( $e=2.718$ ) რიცხვჯერ.

ფიზიკური განტოლება (5) შეესაბამება ერთგანზომილებიან შემთხვევას, ანუ ერთდერმა დამაბულ მდგომარეობას. ბრტყელი ან სივრცითი ამოცანების შემთხვევებში მის ნაცვლად გვექნება ინტეგრალ-დიფერენციალური განტოლებების ორი ან სამი ჯგუფი, რომელთა ერთობლივი ამოხსნა დაკავშირებულია მნიშვნელოვან მათემატიკურ სიმწიფეებთან, მაგრამ ამოცანა იოლდება ვოლტერა-რაბოტნოვის ცნობილი პრინციპის გამოყენებით, რომლის თანახმად წრფივი ცოცვადობის ნებისმიერი ამოცანის ამოხსნა შესაძლებელია, თუ ცნობილია ამ ამოცანის ამონახსნი დრეკადობის თეორიის ფარგლებში. ამის შემდეგ, დრეკადი

წონასწორობის ამონახსნში დრეკადობის პარამეტრები უნდა შეიცვალოს შესაბამისი (7) დროითი პარამეტრებით და ცოცვადობის თეორიაში დამუშავებული მეთოდებით [7] მოხდეს მიღებული ოპერატორული გამოსახულებების გაშიფრვა. ეს ოპერაცია ქანების მექანიკის პრაქტიკულ ამოცანებში შეიძლება კიდე უფრო გაიოლდეს ე.წ. ცვლადი მოდულების გამოყენებით, რაც გაიოლებასთან ერთად ხშირად იძლევა უფრო კორექტულ შედეგს, ვიდრე რთული ოპერატორული გამოსახულებების გაშიფრვისას გამოსაყენებელი აპროქსიმაციები. კუმშვა-გაჭიმვის და ძვრის დეფორმაციების ცვლადი მოდულების ამგვარად მიღებულ დროის ფუნქციებს შესაბამისად აქვთ შემდეგი გამოსახულებები:

$$E(t) = \frac{E}{1 + \Phi} \quad (9)$$

### ლიტერატურა

1. Rocscience. A New Era in Slope Stability Analysis: Shear Strength Reduction Finite Element Technique. Strength reduction.pdf. 2004.
2. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов: Учеб. пособие для строит. вузов. Высшая школа, Москва, 1978. 447 с.
3. საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო გარემოს ეროვნული სააგენტო. გეოლოგიის დეპარტამენტი. ქ. თბილისის ტერიტორიის საინჟინრო-გეოდინამიკური პირობები და გეოლოგიური საფრთხეების შეფასება. თბილისი, 2019. PDF.
4. Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений

JAPARIDZE L, GOBELISHVILI T,  
LOSABERIDZE M.

### THE ABILITY TO ASSESS THE STABILITY OF CREEP-PLASTIC LANDSLIDES USING Rocscience COMPUTER PROGRAMS

**ANNOTATION.** The article analyzes the current state of block and creep-plastic landslides. It is shown that if the existing methods for calculating the stability coefficient of the first type of landslides use the characteristics of rock strength (tightness, angle of internal friction), they reflect the stability of the landslide bodies with less accuracy, for the calculation of creep-plastic landslides, due to their rheological nature, it is necessary to know the deformation (modulus of elasticity, creep parameters, etc.) characteristics. They can be determined by the laboratory study of the samples of geological material taken from the likely dangerous slope and/or the processing of the image obtained by the preliminary monitoring carried out on the so-called by “ Back analyze “ method. By using them and the Rocscience Phase2.7 program, it is possible to determine the stress-deformed state of the creep-plastic type landslide-prone slope and assess its stability.

**KEY WORDS:** creep-plastic landslide; rheological parameters; stability assessment.

$$G(t) = G/[1+1,5\Phi/(1+\nu)], \quad (10)$$

სადაც  $\Phi = \delta/(1-\alpha)t^{1-\alpha}$  ე.წ. ცოცვადობის ფუნქციაა.

აღსანიშნავია, რომ წრფივი ცოცვადობის თეორიის ეს (7 - 10) ფუნქციები ასახავენ მხოლოდ სურათი 1-ზე აღნიშნულ (OA) და (AB) მონაკვეთებს, შესაბამისად, მყისიერ და შემცირებადი სიჩქარის დეფორმაციების ნაწილებს. რაც შეეხება B წერტილის შემდეგ განვითარებულ არამდგრად, ანუ ინტენსიურად ზრდადი სიჩქარით დენადობის („ცოცვად-პლასტიკურ“, ან „ბლანტ-პლასტიკურ“) სტადიას, ის შეესაბამება საერთოდ ნაგებობებისათვის მზიდ უნარიანობის, ხოლო მეწყრული ტანებისათვის მდგრადობის ამოწურვის ზღვრულ მდგომარეობას.

на инженерные сооружения автомобильных дорог. ОДМ 218.2.006-2010.

5. Крупенников Г.А. О состоянии и рациональных направлениях развития реологических исследований в горной геомеханике. В кн. Вопросы теоретической и экспериментальной реологии горных пород. «Наукова думка», Киев, 1973. 342 с.
6. ლ.ჯავარბიძე. მიწისქვეშა ნაგებობების მექანიკა. „განათლება“, თბილისი, 1984. გვ. 48.
7. Ержанов Ж.С. Теория ползучести горных пород и ее приложения. Наука, Алма-Ата, 1964. 174 с.
8. Джапаридзе Л.А. Аналитический аппарат для определения реологических параметров упруго-вязко-пластического породного массива по смещениям реперов в выработке круглого сечения. Сообщения АН ГССР, 125, №1, 1987.

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

### ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛЗУЧЕ-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОПОЛЗНЕЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ Rocscience

**АННОТАЦИЯ.** В статье проанализировано современное состояние изучения блочных и ползуче-пластических оползней. Показано, что если в существующих методиках расчета коэффициента устойчивости оползней первого типа, путем использование характеристик прочности горных пород (плотность, угол внутреннего трения), с достаточной точностью устанавливаются коэффициенты устойчивости оползневых тел, то для расчета ползуче-пластические оползней, в связи с их реологической природой, необходимо знать деформационные (модуль упругости, параметры ползучести и др.) характеристики. Их можно определить путем лабораторного исследования проб геологического материала, отобранного с вероятно опасного склона, и/или обработки результатов наблюдений, полученных при предварительном мониторинге, проводимом т.н. «натурно-аналитическим» методом. С их помощью и программой Rocscience Phase 2.7 можно определить напряженно-деформированное состояние оползнеопасного откоса ползучести-пластического типа и оценить его устойчивость.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ползуче-пластический оползень; реологические параметры; оценка устойчивости.

უბკ 330.15; 338; 338.1-5; 339.9; 622; 622.1-8

აკად. დოქტორი ბ. ლოჯანიძე, აკად. დოქტორი თ. ლიპარტია,  
 აკად. დოქტორი ბ. მაჩაიძე, აკად. დოქტორი ბ. კახაძე,  
 აკად. დოქტორი თ. ზუბულაშვილი, ზიზნის ადმინისტრირების დოქტორი  
 ბ. ნანტაშვილი, აკად. დოქტორი ბ. ხაჭავაძე  
 სამთო მრეწველობის ციფრული ტრანსფორმაციის აქტუალური  
 ასპექტები

**ანოტაცია.** ნაშრომში გაანალიზებულია ციფრული ტრანსფორმაციის გლობალური მიღწევები და პერსპექტივები, თანამედროვე ეკონომიკაში, ბიზნესსა და საკვლევ დარგში. განხილულია ციფრული ტექნოლოგიების არსი, ბიზნესში მათი განხორციელების ეტაპები, მოქმედი ფაქტორები, გავლენა კომპანიების კონკურენტუნარიანობაზე, სამთო საწარმოების ციფრული ტრანსფორმაციის აქტუალური მიმართულებები; ამასთან, გამოვლენილია ძირითადი უპირატესობები, ასევე შესაძლო საფრთხეები, ტექტიკური, სტრატეგიული მიმართულებები, რათა სამთო ინდუსტრიაში სწრაფად და ეფექტურად განხორციელდეს ციფრული ტრანსფორმაციის მიღწევების რაციონალური და ოპტიმალური მართვა. შემოთავაზებულია წინადადებები და პრაქტიკული რეკომენდაციები საკვლევ სექტორში ციფრული ტრანსფორმაციის პოლიტიკის ფორმირებისა და განხორციელების თეორიულ-მეთოდოლოგიური საფუძვლების შესახებ.

**საკვანძო სიტყვები:** სამთო მრეწველობა; მინერალური რესურსები; დიგიტალიზაცია/ციფრული ტრანსფორმაცია; ციფრული საგზაო რუკა; ციფრული ტექნოლოგიები; კონკურენტუნარიანობა.

სამთო საწარმოების კონკურენტუნარიანობის დონეს, უპირველეს ყოვლისა, პროდუქტიულობა და საოპერაციო სრულყოფილება განსაზღვრავს. დიგიტალიზაცია ხდება განმსაზღვრელი ფაქტორი, რომელიც საშუალებას აძლევს ამ სფეროში კომპანიებს დარჩნენ კონკურენტუნარიანი მომავალში. სამთო მრეწველობის გადასვლა ახალ, გაუმჯობესებულ სამუშაო მეთოდებზე სხვა დარგებთან შედარებით უფრო ნელა მიმდინარეობს, როგორც წესი, წარმოების პროცესების მასშტაბისა და სირთულის გამო, ასევე გადამუშავების მნიშვნელოვანი ხარჯების გამო. აქედან გამომდინარე, ზოგიერთი საწარმო ამ სფეროში არასაკმარისად აქტიურად იყენებს ციფრულ ტექნოლოგიებს. მიუხედავად ამისა, მსოფლიოს წამყვანი სამთო კომპანიები დიდ ინვესტიციებს ახორციელებენ ენერგეტიკისა და ავტომატიზაციის სფეროში თანამედროვე ტექნოლოგიების შემუშავების თვალსაზრისით, რათა გაზარდონ წარმოების დონე და გარემოსდაცვითი ეფექტურობა, შეამცირონ ხელით შრომა, ფინანსური და ენერჯის ხარჯები. ამდენად, ცხადი ხდება, რომ ციფრული ტექნოლოგიები ხსნის ახალ შესაძლებლობებს შრომის, პროდუქტიულობისა და მოგების მნიშვნელოვანი ზრდისთვის.

თანამედროვე პირობებში, როდესაც ინფორმაციული რესურსები წარმოების ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორად იქცა, გაჩნდა სამეცნიერო ცოდნის განსაკუთრებული სფერო, რომელიც სწავლობს ფენომენების ინფორმაციულ მხარდაჭერას ეკონომიკაში „ციფრული ეკონომიკის“ სახით.

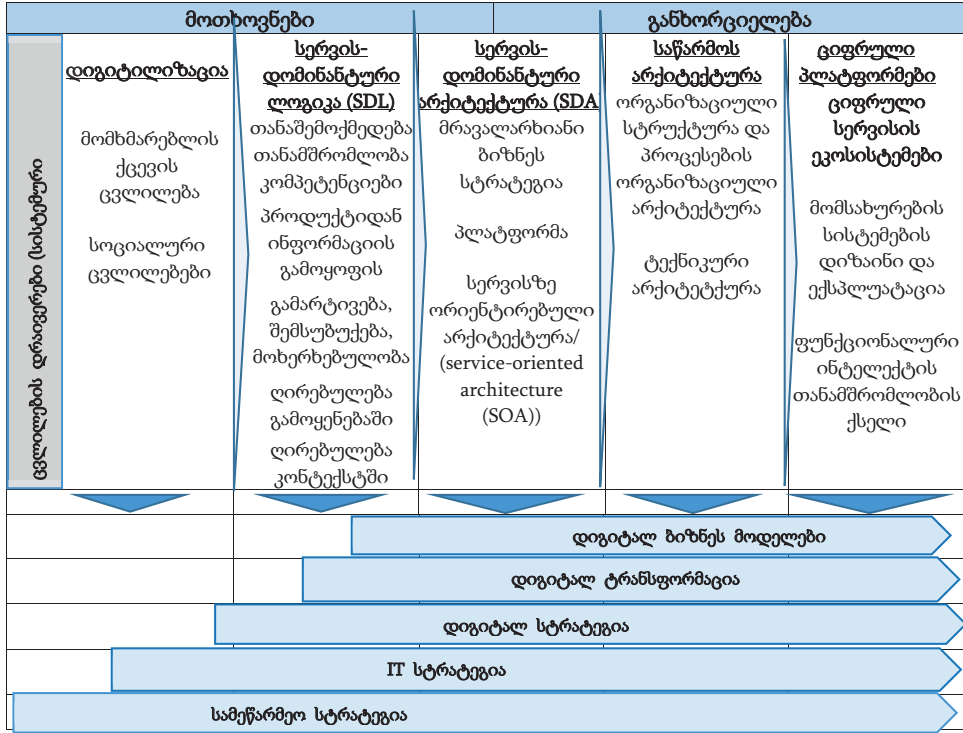
ინფორმაციული ტექნოლოგია არის პროცესი, რომლის დროსაც მონაცემთა შეგროვების, გადაცემის და დამუშავების მექანიზმები და მეთოდები გამოიყენება ინფორმაციული პროდუქტის შესახებ ახალი დონის ინფორმაციის მისაღებად, რომელიც შეიძლება იყოს პროცესი, ობიექტი ან ფენომენი. საინფორმაციო ტექნოლოგიების მთავარი მიზანია ინფორმაციის მიწოდება მისი ანალიზისთვის და შესაბამისი გადაწყვეტილებების შემუშავება. თავის მხრივ, ტექნიკური გადაწყვეტილებები ზრდის ორგანიზაციის დონეს, ეფექტურობას, უსაფრთხოებას და სამუშაოს ღირებულებას სამთო სპეციალობებში. ისინი აძლავს სამთო აღჭურვილობისა და პროცესის ოპერატორების კვალიფიკაციას, რათა მუშაობდნენ ოპტიმალურ დონეზე უსაფრთხო სამუშაო გარემოში.

დიგიტალიზაცია განისაზღვრება, როგორც რეალური სამყაროს დაახლოება ვირტუალურ სამყაროსთან ანუ, დიგიტალიზაცია არის ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება ბიზნეს მოდელის შესაცვლელად და ახალი შემოსავლისა და ღირებულების წარმოების შესაძლებლობების უზრუნველსაყოფად; ეს არის ციფრულ ბიზნესზე გადასვლის პროცესი. სამთო ინდუსტრიისათვის ეს ნიშნავს ანალოგიური პროცესების და ფიზიკური ობიექტების ციფრულ გადაქცევას, რაც საუკეთესო გზაა სამთო კომპანიებისთვის, რათა დაუპირისპირდნენ ძირითად გამოწვევებს, როგორცაა მდინის კლასიფიკაციის კლება, უსაფრთხოების პრობლემები, საქონლის არასტაბილური ფასები და უზრუნველყოფილ იქნას საოპერაციო სრულყოფილების გაუმჯობესება, ტექნოლოგიური მიღწევებისა და ინოვაციების მიღება. ამ თვალსაზრისით, უახლესი გადაწყვეტილებები არის წინსვლის გზა, რაც ნიშნავს მდგრადი საწარმოს ციფრული არქიტექტურის განსაზღვრას, შესაბამისი ტექნოლოგიების შერჩევას და უწყვეტი ინტეგრაციის უზრუნველყოფას [1] (იხ. ნახ. 1).

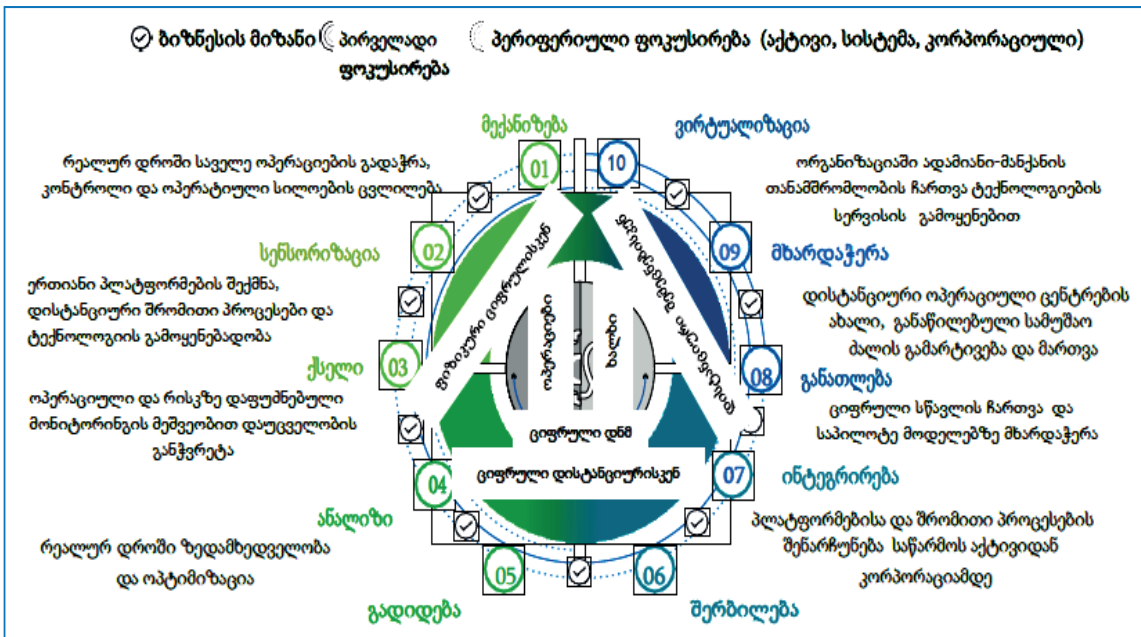
სამთო მრეწველობის პერსპექტიული განვითარება ორიენტირებულია ციფრული ტექნოლოგიების ეფექტიან გამოყენებაზე, პროდუქტიულობის ზრდასა და პორტფელის ოპტიმიზაციაზე. სამთო პროცესების დიგიტალიზაცია გულისხმობს ხელით სამუშაოდან ციფრულ პლატფორმაზე გადასვლას, რომელიც აერთიანებს განსხვავებულ სისტემებს, ავტომატიზაციას, ხელოვნურ ინტელექტს, მანქანათმცოდნეობას და მონაცემთა მართვის ენას, რათა გამარტივდეს წარმოება და მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს ოპერაციული შედეგები. სამთო საწარმოების კონკურენტუნარიანობის დონეს, უპირველეს ყოვლისა, პროდუქტიულობა და ოპერაციების სრულყოფილება განსაზღვრავს. ასეთ პირობებში, დიგიტალიზაცია ხდება განმსაზღვრელი ფაქტორი, რომელიც საშუალებას აძლევს ამ სამთო კომპანიებს დარჩნენ კონკურენტუნარიანი მომავალში [2].

არსებობს შესაძლებლობების ფანჯარა ციფრული ტრანსფორმაციის დაჩქარებისა და სამუშაოს მომავლის წინსვლისთვის. ბოლო წლებში სამთო კომპანიებმა მიიღეს ციფრული გადაწყვეტილებების მზარდი სპექტრი. ბევრმა

მათგანმა მოახდინა თავისი ოპერაციების მექანიზება, გადავიდა ფიზიკურიდან ციფრულ სფეროზე აღჭურვილობის სენსორების დამატებით და მიიღო ერთიანი ქსელები მონაცემების გადასაცემად.



ნახ. 1. დიგიტალიზაცია და ციფრული ტრანსფორმაციის არქიტექტურა [2]



ნახ. 2. ადამიანი-მანქანის თანამშრომლობით შექმნილი ციფრული საგზაო რუკა [3]

ციფრული ტრანსფორმაციის ჭეშმარიტი მდგომარეობს სტრუქტურირებულ საგზაო ში, რომელიც ავრცელებს ცვლილებებს ვიდუალური აქტივების დონიდან მთელ

მალიზაციაზე, რათა შექმნას პლატფორმა ინოვაციისა და თანამშრომლობისთვის, რაც საბოლოო ჯამში იმის გარანტიაა, რომ ციფრული ტრანსფორმაცია ითვალისწინებს პერსონალის ჩანაცვლებას და სამუშაო

ძალის თანამშრომლობის ჩართულობის ზრდას. (იხ. ნახ. 2). ამასთან დაკავშირებით, ბოლო დროს, მნიშვნელოვანი ზრდა შეინიშნება დიგიტალიზაციის სფეროში, რომელიც ადაპტირდება სამთო საწარმოების საჭიროებებთან მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში. სამთო მრეწველობის მრავალი ცვლადის და გარე ფაქტორის გათვალისწინებით, როგორცაა ნედლეულის ფასები, მადნის ხარისხის დაქვეითება, შრომის ხარჯების მატება, ახალი ბაზრების ზეწოლა, გარკვეული ტიპის საბადოთა რესურსების ამოწურვა, აგრეთვე, არსებული მადარობის გეოგრაფიულად დაშორებულ რეგიონებში და ექსტრემალურ კლიმატურ და ტოპოგრაფიულ პირობებში მდებარეობა კომპანიები დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ წარმოების გამარტივებას, რათა შეინარჩუნონ მომგებიანობა წარმოების ყველა ციკლში.

შექმნილი ციფრული საგზაო რუკით, ადამიანისა და მანქანის თანამშრომლობით, სავსე ფიზიკური აქტივების მონაცემების გაერთიანებით, დისტანციური და ვირტუალური წვდომის მიღებით, სამთო კომპანიებს შეუძლიათ გააუმჯობესონ თავიანთი შესაძლებლობები რეალურ დროში ინფორმაციის გაანალიზების და მათი ციფრული შესაძლებლობების გაზრდის მიზნით და პლატფორმების შექმნით შეძლონ მონაცემების, ანალიტიკისა და სამუშაო ნაკადების ეფექტიანი ინტეგრირება. გაძლიერებული დიგიტალიზაცია და სამუშაო აქტივობების დისტანციური მხარდაჭერა გვთავაზობს შესაძლებლობას უფრო ინტეგრირებული გახდეს აქტივები, ბიზნეს ერთეულები და მთლიანად ორგანიზაცია. [3, 4]

აღსანიშნავია, რომ დღესდღეობით, სამთო ინდუსტრიამ უზარმაზარი ნახტომი გააკეთა დიგიტალიზაციისკენ და ის არა მხოლოდ ორიენტირებულია წარმოების პროცესების ოპტიმიზაციაზე და არსებული აპლიკაციებიდან მაქსიმუმის მიღებაზე, არამედ ასევე, ინოვაციური ტექნოლოგიების შემდგომ განვითარებაზე, რომლებიც გამოიყენება აღჭურვილობაში ინვესტიციების ოპტიმიზაციისთვის, ოპერატორების უსაფრთხოების გაუმჯობესების თვალსაზრისით. შედეგად, სამთო მუშაკთა უმრავლესობის მიმდინარე ყოველდღიური სამუშაო პროცესი ძალიან განსხვავდება იმისგან, რაც იყო ათი წლის წინ და ეს ყველაფერი იმის წყალობით, რომ სამთო მომპოვებელი კომპანიები იყენებენ ხელმისაწვდომ

ტექნოლოგიებს, რათა გააუმჯობესონ წარმოების ციკლის პროცესები, რაც თავის მხრივ, აიძულებს მათ გადახედონ და შესაბამისად, გარდაქმნან არსებული სტრატეგიები და ბიზნეს მოდელები. ამიტომ, სულაც არ არის გასაკვირი, რომ სამთო ინდუსტრიაში ციფრულმა ტრანსფორმაციამ უკვე მიაღწია აჩქარების უპრეცედენტო ტემპებს.

ავტომატიზაციისა და საინფორმაციო სისტემების დანერგვა ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილება ციფრული ტრანსფორმაციაში. წარმოების მონაცემები ხელმისაწვდომი გახდა რეალურ დროში, რაც საშუალებას იძლევა ფართოდ იქნას გამოყენებული ინფორმაცია პოზიტიური ცვლილებების მოსაწყობად. დიგიტალიზაციამ მთლიანად შეცვალა სამთო ინდუსტრიის სახე, რამაც კომპანიებს საშუალება მისცა მიაღწიონ პოზიტიურ შედეგებს ძირითად სფეროებში, რომელთა შორის აღსანიშნავია: მწარმოებლურობა, წარმოების მომგებიანობა, სამუშაო პროცესის ეფექტურობა და უსაფრთხოება, ამასთან დიგიტალიზაცია არ შემოიფარგლება მხოლოდ საკომუნიკაციო ქსელთან ბანალური კავშირით, მან ასევე, მოიცვა მრავალი ასპექტი სხვადასხვა დონეზე. სამთო სექტორში მონაწილე კომპანიებს უწევთ ადაპტირება ახალ კონკურენტულ გარემოსა და ცვალებად პირობებთან. აქციონერთა შემოსავლის გაუმჯობესების აუცილებლობა უბიძგებს მათ თამამი სტრატეგიების დანერგვისკენ, რათა უზრუნველყონ გრძელვადიანი ზრდა, გააუმჯობესონ კაპიტალის განაწილება და პროდუქტიულობა, შემოსავალი და მოგება, სადაც ციფრული ინოვაცია მთავარ როლს ასრულებს ამ პროცესებში. (იხ. ნახ. 3)

დიგიტალიზაცია არის გამოწვევა, რომელიც უნდა იქნას მიღებული ახალ ბაზარზე ადაპტაციისთვის. თუმცა, არსებობს გარკვეული ფაქტორები, რომლებიც ხელს უწყობს ან ხელს უშლის ამ ტრანსფორმაციას. პირველ რიგში, ეს არის გარემოსდაცვითი საკითხი. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ საზოგადოების და კომპანიების მხრიდან მზარდი შეშფოთება დაკავშირებულია პასუხისმგებლობასა და მდგრადობასთან. ამ მიზეზით, სამთო ინდუსტრია ცვლის პროცესებს უფრო მწვანე, უსაფრთხო და მდგრადი პროცესებისკენ. შედეგად, ამ სფეროში შემუშავდა სხვადასხვა ტექნოლოგიები, რომლებიც გამოიყენება წყლის ოპტიმიზაციის, მტვრის მართვის, ენერჯის მოხმარების შემცირების ან უსაფრთხო ავთექების პროცესებში.



ნახ. 3. სამთო ინდუსტრიის ციფრული ტრანსფორმაციის სარგებელი [5]

კიდევ ერთი მთავარი გამოწვევა არის სამთო საქმიანობის ახალი პროფილი, სადაც დიგიტალიზაცია გულისხმობს კაპიტალის ბაზრის მოდერნიზაციას და ტრანსფორმაციას, ასევე იმ პერსონალს, რომელმაც უნდა მოახდინოს მოდერნიზება და ახალი უნარების მიღება ბაზრის ცვლილებების შესაბამისად, რაც გულისხმობს პროფესიის დაუფლების უფრო თანამედროვე და ციფრულ მოდელზე გადასვლას, რომელსაც შეუძლია მიიზიდოს ახალი ნიჭი სექტორში და განავითაროს ის ახალი აზროვნებით და ინდუსტრიის გაგებით, სადაც მოთხოვნიდა ახალი ტიპის პერსონალი ავტომატიზაციის, დიგიტალიზაციისა და თავსებადობის ცოდნით. ასე მაგალითად, მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის ბოლო ანგარიშის თანახმად, 2025 წლისთვის სამთო და ლითონების ინდუსტრიაში დიგიტალიზაციამ შეიძლება შექმნას:

- 425 მლრდ აშშ \$ – პოტენციური დამატებითი ღირებულება ინდუსტრიის, მომხმარებლების, საზოგადოებისა და გარემოსთვის;
- 320 მლრდ აშშ \$ – პოტენციური ღირებულება მთელი ინდუსტრიისთვის;
- 190 მლრდ აშშ \$ – პოტენციური ღირებულება სამთო სექტორისთვის;
- 130 მლრდ აშშ \$ – პოტენციური ღირებულება ლითონების სექტორისთვის;
- 610 მლნ ტონა – CO<sub>2</sub>-ის ემისიის შემცირება;
- 1 000 სიცოცხლე – გადარჩენილი სიცოცხლის სავარაუდო რაოდენობა;
- 44 000 დაზიანება – დაზიანებების სავარაუდო რაოდენობის თავიდან აცილება. [5].

მოწინავე ტექნოლოგიებს, როგორცაა ნივთების ინტერნეტი (ინგ. Internet of Things/IoT), აქვს პოტენციალი შეამციროს სამთო გარემოზე ზემოქმედება და გააუმჯობესოს მდარობებში უსაფრთხოება. გარდა ამისა, უპილოტო სატრანსპორტო საშუალებებს და მანქანებს, რომლებიც მუშაობენ დისტანციური ადგილებიდან, შეუძლიათ უზრუნველყონ უსაფრთხოება ღრმა მიწისქვეშა მდარობებში. ასევე, საჭიროა სექტორში ხარჯების ოპტიმიზირებული ციფრული ტექნოლოგიების დანერგვის აუცილებლობა. ციფრულ სამთო სექტორში 3D მოდელირების ტექნოლოგიას შეუძლია შექმნას მიწისქვეშა ტერიტორიების დიაგრამები უფრო ეფექტური კვლევისთვის. ამრიგად, სამთო სექტორში დიგიტალიზაციის განხორციელება, მნიშვნელოვნად ხელს შეუწყობს ბაზრის ზრდას უახლოეს წლებში [6].

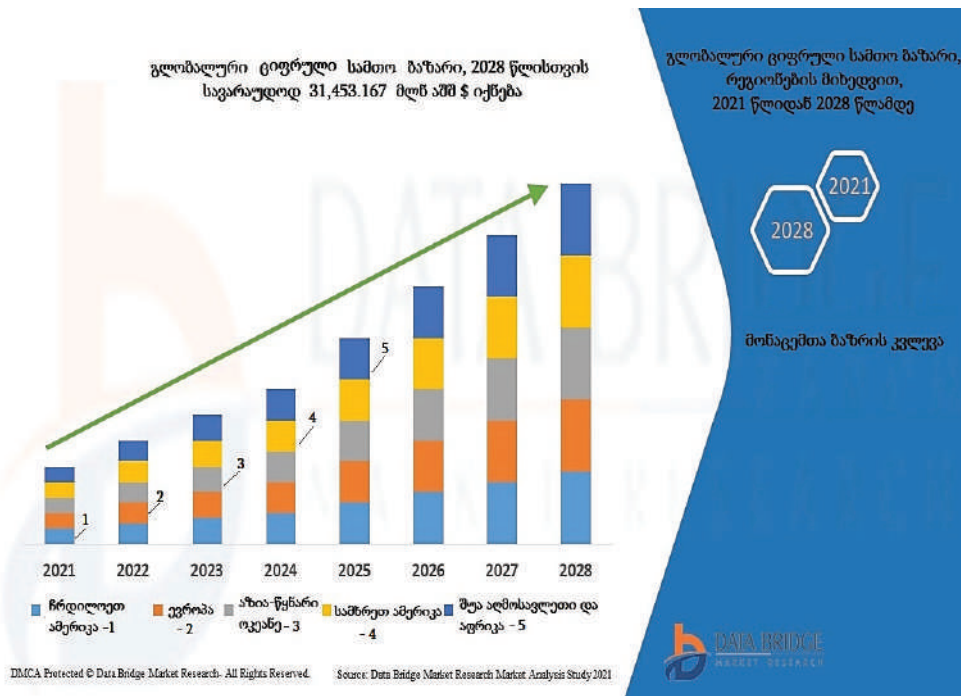
ციფრული სამთო ბაზარი 2020 წელს იყო 11,69 მლრდ აშშ \$, რომელიც გაიზარდა CAGR-ით (CAGR (Compound Annual Growth Rate/ერთული წლიური ზრდის ტემპი)) 14.3 %-ით 2021-დან 2028 წლამდე საპროგნოზო პერიოდში

და სავარაუდოდ, მიაღწევს 31,453.164 მლნ აშშ \$-ს 2028 წლისთვის. იხ. ნახ. 5. [6, 7].

ციფრული სამთო გულისხმობს საქმიანობის განხორციელებას ციფრული მახასიათებლებით, რომელიც მოიცავს სამთო ოპერაციებისა და წარმოების საქმიანობის ოპტიმიზაციისა და მართვისთვის შემუშავებულ სხვადასხვა გადაწყვეტილებებს და სერვისებს. ციფრული სამთო ხელს უწყობს მდაროს სხვადასხვა აქტივობების ავტომატიზაციას, როგორცაა ჩანაწერების მენეჯმენტი, მონაცემთა შენახვა, მონიტორინგი და წარმოების აქტივობების გამართვა, მიწოდების ჯაჭვის, აქტივების და რისკის მართვა და სხვა. მზარდი ავარიებისა და დაღუპულების გამო, მწარმოებლები ყურადღებას ამახვილებენ უსაფრთხოების საკითხებზე და, შესაბამისად, ახორციელებენ უსაფრთხოების სხვადასხვა ზომებს ციფრული საშუალებით, რათა უზრუნველყონ მუშაკების, მდარობის, ქარხნებისა და გარემოს უსაფრთხოება, რაც განაპირობებს ციფრული სამთო ბაზრის ზრდას. ციფრული სამთო მოითხოვს სამუშაოთა განხორციელების მაღალ ღირებულებას, რის გამო მცირე და საშუალო საწარმოები ძნელად ახერხებენ თავიანთ ბიზნეს საქმიანობას, რაც თავის მხრივ, აფერხებს ციფრული სამთო ბაზრის ზრდას. ხოლო, ნივთების ინტერნეტის გაჩენა ქმნის ციფრული სამთოს მიღების აუცილებლობას, რაც წარმოადგენს ციფრული სამთოს ბაზრის ზრდის შესაძლებლობას. თუმცა, ციფრული სამთოს მიღება ტექნიკური ექსპერტიზის ნაკლებობით არის გამოწვევა ციფრული სამთო ბაზრის ზრდისთვის, რადგან მზარდი ტექნოლოგიებისა და ინოვაციების გამო ქვეყნებში ტექნიკურად გამოცდილი მუშაკების პრობლემებია [6, 7].

ამ თვალსაზრისით, მსხვილი სამთო კომპანიები, მათ შორის Anglo American, Glencore, BHP Billiton, Rio Tinto, Norilsk Nickel, Polyus და სხვები, ახორციელებენ ციფრულ გადაწყვეტილებებს თავიანთი კონკურენტული პოზიციების გასაძლიერებლად. შესაბამისად, მსოფლიოს უმსხვილესი კომპანიების მიერ გაწეული

დანახარჯები ტექნოლოგიებსა და სერვისებზე, რომლებიც საშუალებას აძლევს ბიზნეს პროცესების, პროდუქტებისა და ორგანიზაციების დიგიტალიზაციას, 2022 წლისთვის 2 ტრლნ \$-ს აღწევს, მაშინ, როცა უკვე 2019 წელს დაიხარჯა 1,25 მლრდ \$. ამ შემთხვევაში, კომპანიებმა დაისახეს შემდეგი პრაქტიკული მიზნები: ციფრული ტექნოლოგიები ხელს უწყობს წარმოების პროცესების დაჩქარებას, პროდუქტებისა და სერვისების ხარისხის გაუმჯობესებას, სავარაუდოდ, მიწოდების ჯაჭვის საიმედოობის, ინტეგრაციის და შრომის დაცვის სფეროში ეფექტურობის ზრდას, სამრეწველო უსაფრთხოებას, გარემოს დაცვას, ცოდნის გაცვლას, რაც საბოლოო ჯამში, გავლენას ახდენს შემოსავალსა და მოგებაზე.



ნახ. 4. გლობალური ციფრული სამთო ბაზარი, რეგიონების მიხედვით, 2021 წლიდან 2028 წლამდე

აღნიშნულთან დაკავშირებით, ნიშანდობლივია ციფრული პრაქტიკის დანერგვის უზარმაზარი ეფექტი შვედური სამთო აღჭურვილობის მწარმოებელი „ABB“ კომპანიისათვის, რომელიც იძლევა კონკრეტულ ციფრებს და აჩვენებს რესურსების დაზოგვის მოცულობას და ეფექტურობის შემდეგ მიღწევებს: ენერჯის მოხმარების 40 %-ით და კაპიტალური ინვესტიციების 25 %-ით შემცირება და ქანებიდან პროდუქტის 4 %-ით ამოღების გაზრდა.

საერთაშორისო კონსალტინგურმა კომპანიამ „Accenture“ 2017 წლის კვლევაში შეაფასა სამთო და მეტალურგიის ინდუსტრიაში დიგიტალიზაციის გადაწყვეტილებების დანერგვის პოტენციური ეფექტი 425 მლრდ \$-ად 2025 წლისთვის. ათწლეულის განმავლობაში, თავად საწარმოებმა შეიძლება ისარგებლონ 390 მლრდ \$-ის ღირებულების ზრდით, რაც შეესაბამება კონსოლიდირებული შემოსავლის 2,7 %-ს ან სექტორის მთლიანი მოგების 9 %-ს.

ასევე, ბრიტანული აუდიტორულ-კონსალტინგური კომპანიის „EY – Ernst & Young“ კონსულტანტები პირდაპირ საუბრობენ ციფრულ ბიზნეს მოდელზე გადასვლის უპირატესობებსა და მიზნებზე, რომელთა ანგარიშში აღნიშნულია, რომ „ციფრულ ტალღაზე დგომა ნიშნავს კონკურენტებისგან თავის დაღწევას“. ამასთან, ამერიკული გლობალური მართვის საკონსულტაციო ფირმა „BCG – Boston Consulting Group“ ადგენს „ციფრული აჩქარების ინდექსს“ სხვადასხვა ინდუსტრიისთვის, ხოლო სამთოსთვის ის 30 %-დან 40 %-მდეა და სავსებით შესაძლებელია ლიდერობის, ფასის და სხვა კონკურენტული უპირატესობების მიღწევა.

აღსანიშნავია, რომ აქ, ჩამორჩენის ერთ-ერთი მიზეზი კადრების სიმცირეა. ინდუსტრიაში საინჟინრო ადამიანური რესურსების უმეტესობა მოდის უფრო ტრადიციული, კონსერვატიული განათლებიდან.

ცვლილების შესაძლებლობა არის მათი გადამზადება და განათლების, სპეციალობის დაუფლების ახალი დონე, გეოსტატისტიკური ანალიზის ინსტრუმენტების მთელ სპექტრის, საბადოების მოდელირების შესაძლებლობების და მათი შემდგომი ეკონომიკური ანალიზის შესწავლა, ასევე ყველა სამუშაოს, დაწყებული სანგრევის პასპორტების აგებიდან და დამთავრებული სამთო სამუშაოების სრული ოპტიმიზაციით.

ამასთან, პროცესების მოდელირებისა და ანალიზის აუცილებლობას კარნახობს გარე გარემოს გამოწვევები – კონკურენცია, რეგულირება და სიჩქარე, სადაც სამთო კომპანიები უნდა იყვნენ უფრო სწრაფი, ეფექტური და ტექნოლოგიურად უფრო განვითარებული, ვიდრე ადრე.

დღემდე, ინდუსტრიამ ჩამოაყალიბა რამდენიმე გლობალური ტენდენცია, რომელიც განსაზღვრავს მისი განვითარების შემდეგ მიმართულებებს:

- მინერალებზე მოთხოვნის ცვლილება ტექნოლოგიების განვითარების გამო, მ. შ. ეკოლოგიურ დამუშავებებზე, სადაც დიდი მოთხოვნაა მაღალი ხარისხის ნიკელსა და იშვიათ მიწა ლითონებზე;
- განვითარების ტექნოლოგიების ცვლილება, სადაც გამოჩნდა ტექნიკა, რომელიც მუშაობს წყალბადის ძრავებსა და ელექტროენერჯიაზე;
- უსაფრთხოების, ეთიკის მოთხოვნების გამკაცრება და განვითარების დროს გარემოსთვის მიყენებული ზიანის მინიმიზაცია;
- ბიზნეს მოდელების შეცვლა, მცირე საბადოების, „კუდების“, ნარჩენების და ყოფილი საბადოების ათვისება;
- ახალი ტექნოლოგიების განვითარება საბადოების მომგებიანად ძიების და დამუშავებისთვის, მ.შ. მინი ქარხნებისა და დანადგარების გაჩენა, სამრეწველო გაზების უტილიზაციის გადაწყვეტილებები, ადგილობრივი ელექტროენერჯის გამოიმუშავება;



- დიგალიზაცია, მუშაობა დიდ მონაცემებთან, ანალიტიკური სისტემები – გადაწყვეტილებები ხელოვნური ინტელექტისა და მანქანათმცოდნეობის სფეროში, რაც შესაძლებელს ხდის პროგნოზირებად ანალიზს, ციფრულ ტრანსფორმაციას და განვითარების სქემებში ოპერაციულ ცვლილებას;
- რისკების შემდგომი შემცირება სოციალურიდან ფიზიკურამდე, დიგალიზაციის გზით, ნივთების ინტერნეტის, სენსორების, ოპერატიული მონიტორინგის, დისტანციური მონაცემების შეგროვების გზით;
- ხარჯების ოპტიმიზაციის ახალი შესაძლებლობები, მ. შ. დაგეგმვის, სააბონენტო სერვისების და სხვა გადაწყვეტილებების მეშვეობით რესურსების მოხმარების სფეროში მომწოდებლებთან და კონტრაქტორებთან მუშაობაში [8, 9].

სამთო კომპანიებს ბოლო წლებში, ზეწოლის მზარდი დიაპაზონი შეექმნათ, მ. შ. ფასების ცვალებადობა, ახალი რესურსების მოსაძებნად უფრო ღრმად შესწავლის აუცილებლობა და ინდუსტრიის მასშტაბით უნარების დეფიციტი. ამასთან, სანამ სამთო კომპანიები განიხილავენ, თუ როგორ შეიძლება ციფრულმა ტრანსფორმაციამ შეცვალოს სამუშაო მომავალი, COVID-19-მა დააჩქარა ეს იმპერატივი. ბევრი კომპანია იყენებს ამ შესაძლებლობას, რათა გადახედოს სამუშაო რუტინას, შეაფასოს დისტანციური სამუშაოები და საკვანძო სფეროების აუტოსონინგი კი. თუმცა, სამუშაოთა მომავლის ეფექტურად გასააქტიურებლად და მათი ტრანსფორმაციის ნდობის გასამყარებლად, ორგანიზაციებმა ყურადღება უნდა გაამახვილონ ლიდერობისა და კულტურის როლზე ახალ გარემოში. ამ გამოწვევების გადასაჭრელად ბევრმა სამთო კომპანიამ მიმართა ციფრულ ტრანსფორმაციას და ისინი იყენებენ უახლეს ტექნოლოგიებს, რათა გარდაქმნან ტრადიციული საწარმოები უფრო ეფექტურ, უსაფრთხო და პროდუქტიულ ჰევიან მადარობად. აქედან გამომდინარე, აშკარაა ტრადიციული სამთო ოპერაციების გარდაქმნის აუცილებლობა და შესაბამისად, კომპანიებმა ინვესტიცია მოახდინეს ციფრულ ინსტრუმენტებსა და სისტემებში მუშაობის გზების გარდაქმნისა და გამოწვევების დასაძლევად [10].

ზემოაღნიშნულის შედეგად, სამთო მუშაკთა უმრავლესობის მიმდინარე ყოველდღიური სამუშაო პროცესი ძალიან განსხვავდება იმისგან, რაც იყო ათი წლის წინ. და ეს ყველაფერი იმის წყალობით, რომ სამთო კომპანიები იყენებენ ხელმისაწვდომ ტექნოლოგიებს პროცესების გასაუმჯობესებლად მთელი წარმოების ციკლის განმავლობაში, რაც თავის მხრივ, აიძულებს მათ გადახედონ და გადააკეთონ არსებული სტრატეგიები და ბიზნეს მოდელები შესაბამისად. ამიტომ, სულაც არ არის გასაკვირი, რომ სამთო ინდუსტრიაში ციფრულმა ტრანსფორმაციამ უკვე მიაღწია აჩქარების უპრეცედენტო ტემპებს.

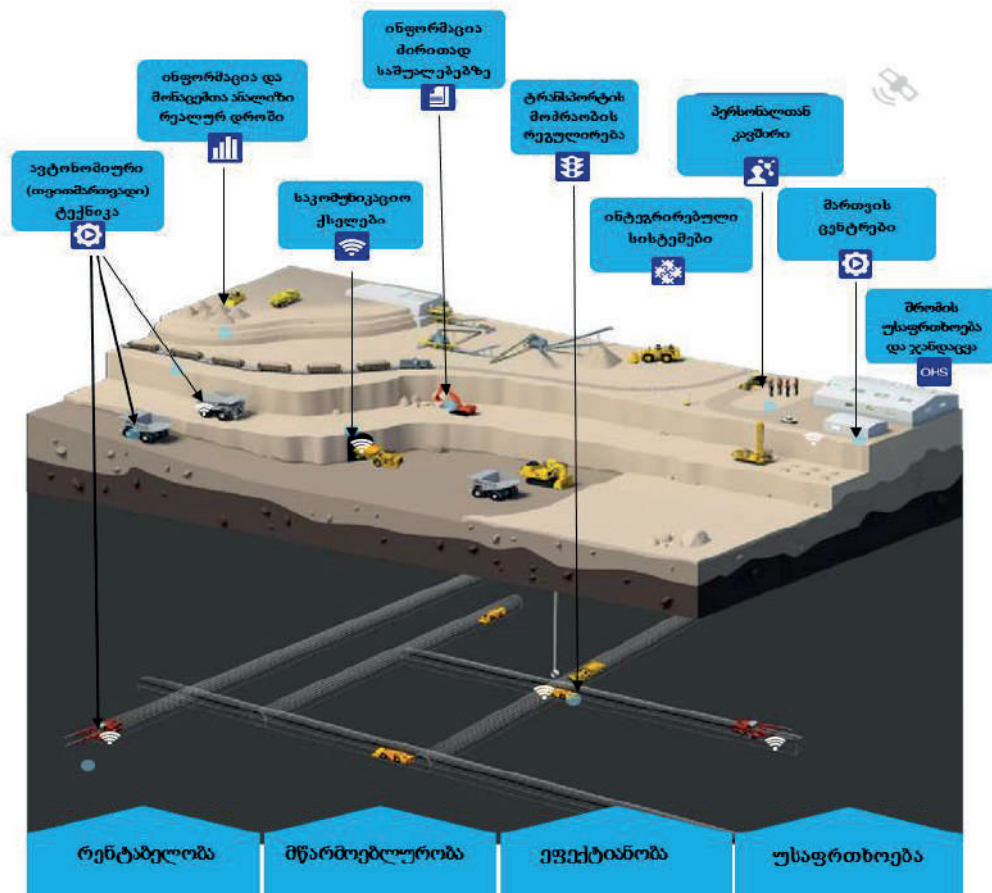
ავტომატიზაციისა და საინფორმაციო სისტემების დანერგვა ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილებაა ციფრული ტრანსფორმაციის პირობებში, რომლის შედეგად, მანქანათმშენებლები და მძღოლები სამთო

აღჭურვილობის კაბინებიდან გადავიდნენ გარკვეულ დაშორებულ ავტომატიზაციის ცენტრებში, სადაც ერგონომიულ სავარძელში მჯდომარე პერსონალს შეუძლია კომფორტულად და უსაფრთხოდ აკონტროლოს მანქანების ყველა სამუშაო ფუნქცია. გარდა ამისა, წარმოების მონაცემები ხელმისაწვდომი გახდა რეალურ დროში, რაც პოზიტიური ცვლილებების განსახორციელებლად ინფორმაციის ფართოდ გამოყენებას საშუალებას იძლევა [11].

ამდენად, დიგალიზაციამ მთლიანად შეცვალა სამთო ინდუსტრიის სახე, რამაც საშუალება მისცა სამთო კომპანიებს მიაღწიონ პოზიტიურ შედეგებს ძირითად სფეროებში, მ. შ. ისეთ მიმართულებებში, როგორცაა: მწარმოებლურობა, წარმოების მომგებიანობა ანუ რენტაბელობა, სამუშაო პროცესების ეფექტურობა და უსაფრთხოება.

ციფრული მადაროს ანუ სამთო/მინერალური რესურსების მოპოვების პროცესების დიგალიზაცია უზრუნველყოფს ხელით შესასრულებელი სამუშაოდან ციფრულ პლატფორმაზე გადასვლას, რომელიც აერთიანებს განსხვავებულ სისტემებს, ავტომატიზაციას, ხელოვნურ ინტელექტს, მანქანათმცოდნეობას და მონაცემთა მართვის ენას, რათა გამარტივდეს წარმოება და მკვეთრად გააუმჯობესოს ოპერაციული შედეგები (იხ. ნახ. 5).

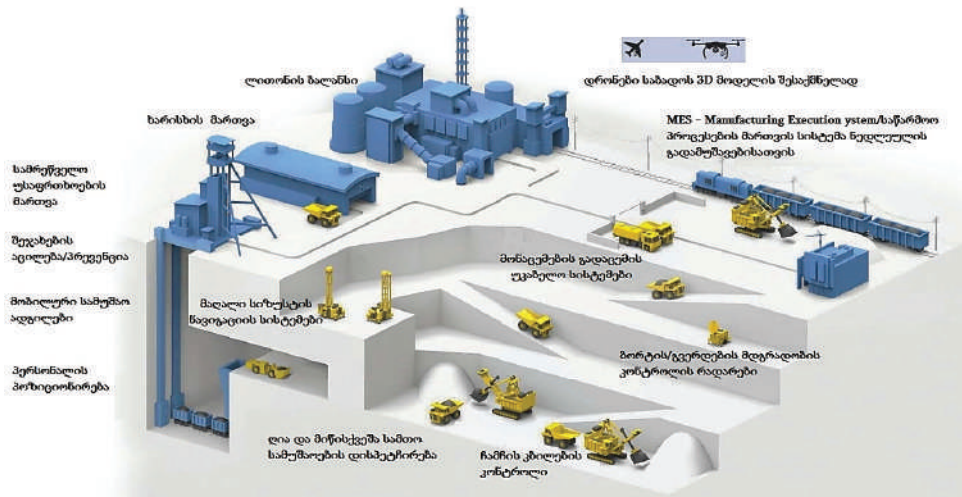
ჰევიანი სამთო ციფრული ტექნოლოგიების წარმატებით დანერგვა სტრატეგიულ მიდგომას მოითხოვს. ისინი უნდა იყოს მიმართული კონკრეტული გამოყენების შემთხვევებზე. ამის მაგალითებია, ავტონომიური სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენება მადაროს უბნებზე მადნისა და რესურსების გადასაზიდად და პერსონალის სიცოცხლის უსაფრთხოების გასაუმჯობესებლად, ან მანქანებისა და მონაცემთა ანალიზის რეალურ დროში მონიტორინგისათვის, რათა სამუშაო ადგილები გახდეს უფრო უსაფრთხო და სხვ., რომელთა ეფექტიანი გამოყენება დაეხმარება სამთო კომპანიებს უფრო პროდუქტიულ ფუნქციონირებაში. ამასთან, კერძო ფიჭურ ქსელებს შეუძლიათ უზრუნველყონ ძლიერი, საიმედო კავშირი, რომელიც სჭირდება ჰევიან მადარობებს. მათ შეუძლიათ მხარი დაუჭირონ საწარმოს ირგვლივ IoT სენსორების განლაგებას, უპილოტო სატვირთო მანქანებში ავტომატიზაციის განხორციელებას ან დისტანციურ მონიტორინგს. დაკავშირებულ მადარობებს ასევე შეეძლება ავტონომიური მანქანების, სისტემებისა და ქსელური მოწყობილობების მიერ გენერირებული დიდი რაოდენობით მონაცემების დამუშავება. ჰევიან მადაროდ გადაქცევისთვის საჭირო ტექნოლოგიები ასევე მოიცავს ისეთ საშუალებებს, როგორცაა რეალურ დროში ვიდეო არხები, რომლებსაც სჭირდებათ საკმარისი გამტარობა და საიმედო კავშირი ფუნქციონირებისთვის. გარდა ამისა, მადარობის უბნებს ყოველთვის სჭირდებათ კრიტიკული ხმოვანი და მონაცემების კომუნიკაცია მათ ირგვლივ, რათა შესაძლებელი იყოს რეალურ დროში კონტაქტი, განსაკუთრებით მნიშვნელოვან საგანგებო სიტუაციებში, რომლის მხარდაჭერა შესაძლებელია 5G-ს ქსელების სისტემით [12].



ნახ. 5. ციფრული მადარო [12]

ციფრული ტრანსფორმაციის პროცესებზე საუბრისას, ჩვენ ვგულისხმობთ ციფრული სამთო საწარმოს შექმნას, როგორც საბოლოო მიზანს. წარმოდგენილ მე-6 ნახაზზე ვხედავთ ციფრული სამთოს საწარმოს კარიერის სახით, სხვადასხვა პროგრამულ და აპარატურულ კომპონენტებს და ტექნოლოგიებს: ღია და მიწისქვეშა სამთო სამუშაოების მონაცემთა უსაფრთხო გადაცემის სისტემები, დრონები კარიერის ციფრული მოდელის ასაგებად, პერსონალის პოზიციონირების, მაღალი სიზუსტის პოზიციონირების,

რადარის კარიერის კედლის სტაბილურობის პროგნოზირების, მადაროების დაგეგმვის, სამრეწველო უსაფრთხოების მართვის და სხვა ციფრული სისტემები. აქ ნიშანდობლივია, რომ სამთო-სატრანსპორტო კომპლექსის მართვის სისტემები ცენტრალურ ადგილს იკავებს ციფრული სამთო საწარმოს ლანდშაფტში, რომლებიც აერთიანებს, ციფრული კარიერის ყველა სამთო სისტემას და დიდწილად განსაზღვრავს სამთო სამრეწველო უსაფრთხოების ეფექტურობასა და დონეს [13].



ნახ. 6. ციფრული სამთო საწარმო/კარიერი [13]

გამომდინარე იმ გარემოებიდან, რომ სამთო მოპოვება მაღალრისკთან დაკავშირებულ სამიშ სამუშაოებს მოიცავს და აშშ-ის შრომის სტატისტიკის ბიუროს მიხედვით, ის ყველაზე სახიფათო პროფესიის ათეულშია, ამიტომ სამთო კომპანიების უფრო უსაფრთხო, ეკოლოგიურად სუფთა ოპერაციების წარმოებისათვის მნიშვნელოვანია ეთიკური იმპერატივების გათვალისწინება და ციფრული ჰკვიან მართობის მშენებლობაში ეფექტური გადაწყვეტილებების რაციონალური დაკავშირება, რათა ისინი გახდეს უფრო უსაფრთხო და შესაძლებელი იყოს დაშვებისა და სიკვდილის შემთხვევების თავიდან აცილება მომდევნო წლების განმავლობაში, რადგან სამთო ოპერაციების უფრო მდგრადი და ეთიკურად გამართული ფუნქციონირება არის ის, რასაც ურთიერთდაკავშირებული კომპანიები, ციფრული ინსტრუმენტების გამოყენებით ხელს უწყობენ სამთო ინდუსტრიის უსაფრთხო ფუნქციონირებას [14].

ამრიგად, სამთო საწარმების ციფრული ტრანსფორმაციის პროცესებმა განვითარების საკმაოდ გრძელი გზა გაიარა და დღეს არის მათი სრულმასშტაბიანი განხორციელების შესაძლებლობა ცალკეული ქვეყნის სამთო ინდუსტრიაში. გარდა ამისა, ციფრული ინდუსტრიებისა და საწარმების შექმნა არის ობიექტური აუცილებლობა და რეალობა. სამთო საწარმების განვითარების ამჟამინდელი ეტაპი ციფრული ტრანსფორმაციის სახით, ხასიათდება შესაბამისი სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიებისა და საშუალებების სწრაფი განვითარებით, მაღალი სიზუსტის ნავიგაციის, გამოთვლითი ტექნოლოგიებისა და რობოტიკით. თუმცა, ტექნიკური ინფრასტრუქტურის განვითარება აუცილებელი, მაგრამ არა საკმარისი პირობაა სამთო საწარმოს ციფრული ტრანსფორმაციისთვის. კომპანიების ტრანსფორმაციის უფრო რთული ეტაპია ყველა ორგანიზაციული პროცესის რესტრუქტურისა და

პერსონალის კომპეტენციების განვითარება და ახალი ციფრული ტექნოლოგიებისადმი ნდობის შექმნა. ამავდროულად, სახელმწიფო მხარდაჭერა არის ობიექტური გზა საპროექტო სამუშაოების დაჩქარების სფეროში ქვეყნების სამთო ინდუსტრიის ეფექტიანი ციფრული ტრანსფორმაციისათვის.

### დასკვნა

ამრიგად, ციფრული ტრანსფორმაციის გლობალური ტენდენციები წარმოადგენს თანამედროვე ინდუსტრიების კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფს და ეკონომიკისა და მრეწველობის განვითარების ძირითად განმსაზღვრელს. მზარდ რთულ სამთო, გეოლოგიურ და კლიმატურ პირობებში, ციფრული ტრანსფორმაცია და მისი ამჟამინდელი მდგომარეობა – სამთო პროცესების რობოტიზაცია გადამწყვეტი ფაქტორებია სამთო წარმოების ეფექტურობის, უსაფრთხოების დონის და საწარმოს კონკურენტუნარიანობის ზრდის თვალსაზრისით.

ციფრულ ტექნოლოგიებზე გადასვლით შესაძლებელია უკეთესად შეცვალოს სამთო კომპანიების საწარმოო და კომერციული საქმიანობის წარმართვის სტრატეგიებისა და მოდელების ფორმირების გზები. მრეწველობის უმეტესობის მსგავსად, მინერალური რესურსების მოპოვებელი/სამთო ინდუსტრია მუდმივად იზრდება და ვითარდება, რაც გამოიხატება რეალურ დროში ინფორმაციის მიღებისა და დამუშავების ეფექტური მოწყობილობების და ავტონომიური თვითმართვის ტექნოლოგიების გამოყენებაში, რეალურად ახალი, ჰკვიანი ტექნოლოგიური მიღწევების სწრაფი და ეფექტიანი დანერგვით და, წარმოების პროცესების გაუმჯობესებით, რაც მნიშვნელოვან სარგებელს მოუტანს სამთო ინდუსტრიას.

### ლიტერატურა

1. <https://vest.rea.ru/jour/article/view/1177/0>
2. [https://www.researchgate.net/publication/309807420\\_Service\\_Dominant\\_Architecture\\_based\\_on\\_S-D\\_logic\\_for\\_Mastering\\_Digital\\_Transformation\\_The\\_Case\\_of\\_an\\_Insurance\\_Company](https://www.researchgate.net/publication/309807420_Service_Dominant_Architecture_based_on_S-D_logic_for_Mastering_Digital_Transformation_The_Case_of_an_Insurance_Company)
3. <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/mining-and-metals/tracking-the-trends/2021/future-of-mining.html>
4. <https://www2.deloitte.com/xe/en/insights/industry/mining-and-metals/tracking-the-trends/2021/future-of-mining.html>
5. <https://www.veritis.com/blog/how-to-drive-digital-transformation-in-mining-and-metals-industry/>
6. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-mining-market>
7. <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/>

global-digital-mining-market

8. <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/214508/2021-05-17/2021-w20/cifrovizaciya-gornodobyvayuschey-promyshlennosti-rudy-k-dannym>
9. <https://www.comnews.ru/digital-economy/content/214508/2021-05-17/2021-w20/cifrovizaciya-gornodobyvayuschey-promyshlennosti-rudy-k-dannym>
10. <https://www.orange-business.com/en/blogs/unearthing-future-how-digital-revolutionizing-mining-industry>
11. <https://rct-global.com/ru/2020/10/digitisation-in-mining/>
12. <https://rct-global.com/ru/2020/10/digitisation-in-mining/>
13. <https://mining-media.ru/ru/article/ogr/15630-avtomatizatsiya-i-robotizatsiya-otkrytykh-gornyx-rabot-opyt-tsifrovoj-transformatsii>
14. [https://reports.weforum.org/digital-transformation/mining-and-metals-digital-transformation-and-the-industrys-new-normal/?doing\\_wp\\_cron=1651955021.523351\\_9077301025390625](https://reports.weforum.org/digital-transformation/mining-and-metals-digital-transformation-and-the-industrys-new-normal/?doing_wp_cron=1651955021.523351_9077301025390625)

LOBJANIDZE G., LIPARTIA T., MACHAIDZE G.,  
KAKHADZE B., BUTULASHVILI T., NANITASHVILI G.,  
KHETSURIANI G.

**CURRENT ASPECTS OF THE DIGITAL  
TRANSFORMATION OF THE MINING INDUSTRY**

**ANNOTATION.** The paper discusses and analyzes the global trends of digital transformation, which are the provider of the competitiveness of modern industries and the main determinant of the development of the economy and industry. Digital transformation and its current state - the robotization of mining processes are decisive factors in terms of increasing the efficiency of mining production, the level of safety and the competitiveness of the enterprise, in increasingly difficult mining, geological and climatic conditions.

With the transition to digital technologies, it is possible to better change the ways of shaping strategies and models of conducting production and commercial activities of mining companies. Like most industries, the mineral resource extraction/mining industry is constantly growing and evolving, which is reflected in the use of efficient real-time information acquisition and processing devices and autonomous self-driving technologies, in fact, the rapid and efficient implementation of new, smart technological advances and, improvements in production processes, which provide significant benefits will bring the mining industry.

**KEY WORDS:** mining industry; mineral resources; digital transformation; digital road map; digital technologies; competitiveness.

ЛОБДЖАНИДЗЕ Г.З., ЛИПАРТИЯ Т.,  
МАЧАИДЗЕ Г.Л., КАХАДЗЕ Б.Г., БУТУЛАШВИЛИ Т.Л.,  
НАНИТАШВИЛИ Г.Ж., ХЕЦУРИАНИ Г.Д.  
**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЦИФРОВОЙ  
ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены и проанализированы мировые тенденции цифровой трансформации, которые являются залогом конкурентоспособности современных производств и главной детерминантой развития экономики и промышленности. Цифровая трансформация и ее современное состояние – роботизация процессов добычи полезных ископаемых являются решающими факторами с точки зрения повышения эффективности горного производства, уровня безопасности и конкурентоспособности предприятия, во всех более сложных горно-геологических и климатических условиях.

С переходом на цифровые технологии возможно более качественное изменение способов формирования стратегий и моделей ведения производственно-коммерческой деятельности горнодобывающих компаний. Как и большинство отраслей промышленности, добыча полезных ископаемых постоянно растет и развивается, что находит отражение в использовании эффективных устройств сбора и обработки информации в режиме реального времени и автономных беспилотных технологий, по сути, в быстром и эффективном внедрении новых технологий. Интеллектуальные технологические достижения и усовершенствования производственных процессов, которые обеспечивают значительные преимущества горнодобывающей промышленности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** горная промышленность; минеральные ресурсы; цифровая трансформация; цифровая дорожная карта; цифровые технологии; конкурентоспособность.

**აკად. დოქტორი გ. ნოზაძე, დ. კიბვაშვილი, ლ. ლელუაშვილი,  
რ. მანისურაძე, თ. კოზიძე, თ. გურული  
მცირე სიმძლავრის თვითმავალი საბაგირო გზის ამქრავის  
განვითარება**

**ანოტაცია.** სტატიაში მოცემულია მცირე ტვირთამწეობის თვითმავალი საბაგირო გზის ამქრავის სიმძლავრის განვითარების მეთოდი ზღვრული დატვირთვების და ნომინალური სიჩქარის მიხედვით. შემოთავაზებულია თვითმავალი საბაგირო გზის სამ შევიანი ამქრავი სისტემა მზიდ-საწევ ბაგირზე გადაადგილების უზრუნველყოფისათვის. მოცემული ამქრავი სისტემის კონსტრუქციის ტექნიკური მახასიათებლები მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მზიდ-საწევ ბაგირში განვითარებულ დაჭიმულობაზე და საბაგირო გზის ტრასის დახრილობაზე. ნაჩვენებია, რომ თვითმავალი ვაგონის ამქრავის სიმძლავრე არაწრფივად დამოკიდებული შეივის დიამეტრზე და მზიდ-საწევ ბაგირში განვითარებულ დაჭიმულობის ძალაზე. არაწრფივობა მით უფრო დიდია, რაც უფრო დიდია მზიდ-საწევ ბაგირში განვითარებული დაჭიმულობის

ძალა და მცირე ამქრავ სისტემაში გამოყენებული შევიების დიამეტრი.

**საკვანძო სიტყვები:** თვითმავალი; საბაგირო; ამქრავი; სიმძლავრე.

მცირე სიმძლავრის თვითმავალი საბაგირო გზები წარმოადგენს საბაგირო გზების განსაკუთრებულ სეგმენტს. არსებული საბაგირო სისტემებიდან მათ განასხვავებს ის გარემოება, რომ თვითმავალ საბაგირო გზებში ამქრავი სისტემა განლაგებულია მოქრავ შემადგენლობაში და მისი გამოყენებით მიმდინარეობს მოქრავი შემადგენლობის გადაადგილება უძრავ ბაგირზე.

ტრადიციულ საბაგირო გზებში საბაგირო გზის მოქრავი შემადგენლობის ამქრავისათვის გამოიყენება მოქრავი საწევი ბაგირი, რომელთანაც მოქრავი

შემადგენლობა დაკავშირებულია ხისტად და გადაადგილდება ბაგირთან ერთად.

ასეთი ტიპის საბაგრო გზებში ამძრავის სისტემა განლაგებულია საბაგრო გზების სადგურებზე.

ტრადიციული საბაგრო გზები მოქმედების პრინციპის მიხედვით იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად. განასხვავებენ საბაგრო გზებს მოძრავი შემადგენლობის ქანქარასებური და წარიული მოძრაობის მიხედვით. თანამედროვე საბაგრო გზები ძირითადად უზრუნველყოფენ მაღალი კონცენტრაციის მგზავრთა და ტვირთთა ნაკადების მომსახურებას.

განსხვავებით ტრადიციული საბაგრო გზებისაგან, მცირე სიმძლავრის თვითმავალი საბაგრო გზები შესაძლებელია გამოვიყენოთ ერთეული მომხმარებლის სატრანსპორტომოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის. თვითმავალი საბაგრო გზას შესაძლებელია გაუკეთდეს სწრაფი დემონტაჟი, ხოლო შემდეგ, საჭიროებისამებრ გადავიტანოთ იგი სხვა ადგილზე, სადაც მოხდება მისი ასევე სწრაფი მონტაჟი. ამდენად თვითმავალი საბაგრო გზა გამოირჩევა თავისი მობილურობით სხვა ტიპის საბაგრო გზებისაგან.

თვითმავალი საბაგრო გზის კონსტრუქციული თავისებურება იძლევა შესაძლებლობას ასეთი სისტემა მაქსიმალურად ადაპტირებული იყოს სხვადასხვა ტიპის სამთო ლანდშაფტის გარემოსთან.

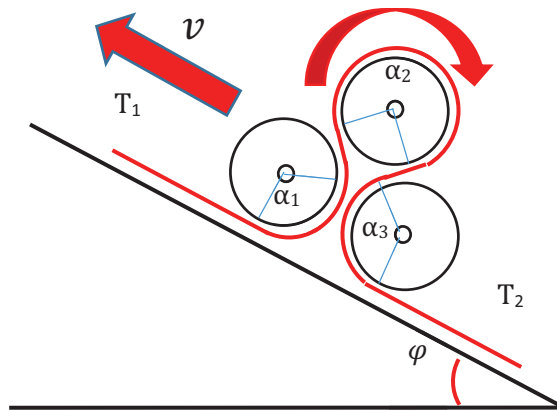
როგორც ცნობილია, საბაგრო გზები ძირითადად გამოიყენება სამთო რეგიონებში სხვადასხვა სიმაღლის და დახრილობის მიწის პროფილის პირობებში.

მცირე სიმძლავრის თვითმავალი საბაგრო გზის ამძრავის შერჩევისათვის აუცილებელია ავსოთ საბაგრო გზის პროფილი, სადაც მოცემულია საბაგრო გზის გეგმა და ჭრილი. როგორც წესი საბაგრო გზის გეგმაზე მასშტაბით 1:1000 ან 1:500 მოცემულია გარემოს რუკა სათანადო სიმაღლეთა აღმნიშვნელი იზოხაზების გამოყენებით. გეგმაზე ხდება საბაგრო გზის საწყისი და საბოლოო ტრანსპორტირების პუნქტების და საბაგროს გზის ტრასის დატანა. შემდეგ მიმდინარეობს პროფილირება, რაც გულისხმობს საბაგრო გზის ტრასის მიხედვით მიწის პროფილის სიმაღლეთა განსაზღვრას, სადაც შემდგომში ხდება საბაგრო გზის საყრდენების დატანა და მზიდ-საწვეი ბაგირის ვერტიკალური ნიშნულების განსაზღვრა საყრდენებზე.

საბაგრო გზის ბაგირის გაკიდების ნიშნულების ქორდების შეერთების შედეგად განისაზღვრება საბაგრო გზის პირველადი პროფილი.

შემდგომ ეტაპზე ფასდება საყრდენებთან ბაგირის დახრილობის კუთხის მნიშვნელობები და განისაზღვრება საბაგრო გზის მოძრავი შემადგენლობის ტრაექტორია. ტრაექტორიის მიხედვით განისაზღვრება მაქსიმალური ასვლის კუთხე საყრდენებთან. ასვლის კუთხის მიღებული მნიშვნელობების და შერჩეული ნომინალური სიჩქარის მიხედვით შესაძლებელია განხორციელდეს საბაგრო გზის თვითმავალი ვაგონის ამძრავის ანგარიში.

ამძრავის ანგარიშისათვის განვიხილოთ შემდეგი საანგარიშო სქემა



სურათი 1. თვითმავალი საბაგრო გზის ამძრავის საანგარიშო სქემა

სურათი 1 - ზე წარმოდგენილია დახრილ ბაგირზე მოძრავი თვითმავალი ვაგონის ამძრავის სიმძლავრის საანგარიშო სქემა: სადაც  $\varphi$  - არის ვაგონის ასვლის მაქსიმალური კუთხე;  $T_1$  და  $T_2$  - დაჭიმულობა მზიდ-საწვე ბაგირში,  $v$  - ვაგონის მოძრაობის ნომინალური სიჩქარე; ხოლო  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ , და  $\alpha_3$  - არის შესაბამისად ბაგირის შემოხვევის კუთხე პირველ, მეორე და მესამე შკივზე. წამყვანი შკივი არის მეორე შკივი.

აქედანვე შეიძლება ითქვას, რომ შკივებზე შემოხვევის კუთხეების ჯამისათვის პრაქტიკაში საკმარისი მიახლოებით სრულდება პირობა

$$2\pi < \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 < 3\pi \quad (1)$$

ამძრავის ანგარიში იწყება სიმძლავრის გამოსათვლელ-

ლი ფორმულით.

$$W = F_{\text{წკვის}} \cdot v \quad (2)$$

სადაც,  $-W$  არის ამძრავის მოთხოვნილი მექანიკური სიმძლავრე;  $F_{\text{წკვის}}$  - ამძრავის მექანიკური წევის ძალა;

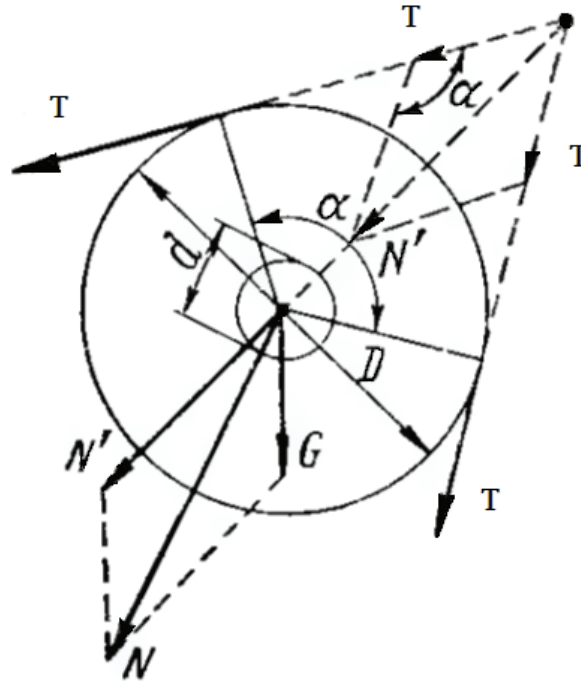
$v$  არის ვაგონის გადაადგილების ნომინალური სიჩქარე.

$F_{\text{წკვის}}$  წევის ძალა შესაძლებელია გავინაგარიშოთ შემდეგი ფორმულით

$$F_{\text{წკვის}} = (M_1 + M_2)g \sin \varphi + F_{\text{წინაღ. შკ.}} \quad (3)$$

სადაც,  $M_1$ - არის დაუტვირთავი ვაგონის მასა;  $M_2$  - არის სასარგებლო ტვირთის მასა;  $g$  - არის სიმძიმის ძალის აჩქარება;  $F_{\text{წინაღ. შკ.}}$  - არის წინააღმდეგობის ძალა შკივებში.

ჩავთვალოთ, რომ თითოეულ შკივზე მოქმედებს ბაგირის გასაშუალოებული დაჭიმულობის ძალა ანუ  $T = (T_1 + T_2) / 2$ , მაშინ ნახაზი 2 - ის მიხედვით შკივებში წინააღმდეგობის ძალისათვის გვექნება შემდეგი ფორმულა [1].



სურათი 2. წინააღმდეგობის ძალის გაანგარიშება შკივებში

$$F_{\text{წინაღ. შკ.}} = \mu \frac{d}{D} N + k_{\text{ბაგ.სობ.}} T = \mu \frac{d}{D} (N' + G) + k_{\text{ბაგ.სობ.}} T \quad (4)$$

სადაც,  $\mu$  - არის ხახუნის კოეფიციენტი ცაპებში;  $d$  - არის ღერძის დიამეტრი;  $D$  - არის შკივის დიამეტრი;  $N'$  - არის ბაგირის დაწოლა ბორბალზე;  $k_{\text{ბაგ.სობ.}}$  - არის ბაგირის სიხისტის კოეფიციენტი;  $G$  - არის შკივის საკუთარი წონა;

$T$  - არის დაჭიმულობა ბაგირში;  $N - N'$ -ის და  $G$ -ს ტოლქმედი.

როგორც წესი, მცირე დიამეტრის შკივებისათვის შესაძლებელია უგულვებელყოთ შკივების საკუთარი წონა  $G$  და შესაბამისად  $N'$  - ისათვის გვექნება,  $N' = 2T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$ , მაშინ (4) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$F_{\text{წინაღ. შკ.}} = \mu \frac{d}{D} \cdot 2T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + k_{\text{ბაგ.სობ.}} T \quad (5)$$

ვინაიდან, თვითმავალი ვაგონის ამძრავი სისტემა შედგება სამი შკივისაგან და (5) გამოსახულება მაქსიმალურ მნიშვნელობას ღებულობს, როდესაც  $\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 1$ , შეგვიძლია ზღვრული შემთხვევისათვის დავწეროთ.

$$F_{\text{წინაღ. შკ. max}} = 3 \left( \mu \frac{d}{D} \cdot 2T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + k_{\text{ბაგ.სობ.}} T \right) = 3 \left( 2\mu \frac{d}{D} + k_{\text{ბაგ.სობ.}} \right) T \quad (6)$$

$\mu$  - ხახუნის კოეფიციენტი გორვის საკისრებისთვის არის  $\mu = 0,02$ , ხოლო სრიალის საკისრებისათვის -  $\mu = 0,15 \div 0,2$

$k_{\text{ბაგ-სიხ}}$ . საანგარიშოდ ვსარგებლობთ ფორმულით [1].

$$k_{\text{ბაგ-სიხ}} = k \frac{\alpha}{\alpha_{\text{კრ}}} k_1 \quad (7)$$

$$F_{\text{წინაღობრბ. max}} = 3 \left( 2\mu \frac{d}{D} + k \frac{\alpha}{\alpha_{\text{კრ}}} \right) T \quad (8)$$

სადაც,  $\alpha_{\text{კრ}}$  არის კრიტიკული კუთხე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$\alpha_{\text{კრ}} = 180^\circ \frac{d_{\text{ბ}}}{D} \quad \text{სადაც, } d_{\text{ბ}} - \text{არის ბაგირის}$$

დიამეტრი, ხოლო  $D$  - შკივის დიამეტრი.

ამასთან, თუ,

$$\alpha > 12^\circ, \quad k_1 = 1; \quad \alpha = 9^\circ, \quad k_1 = 0,8; \quad \alpha < 3^\circ, \quad k_1 = 0,6.$$

სადაც,  $k$  გამოითვლება ჰირშლინდის ემპირიული ფორმულით [2], ბაგირის დაჭიმულობა იზომება კვძ., ხოლო დიამეტრები სმ. - ში.

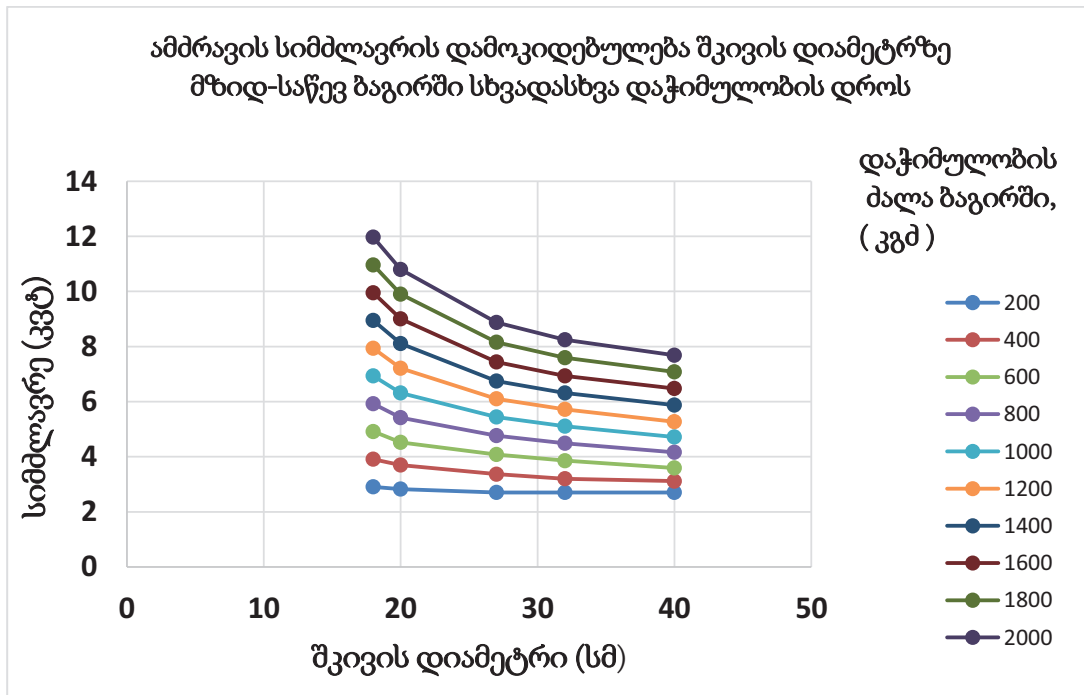
$$k = 0,1 \frac{1 + \frac{120}{T}}{D - 10} d_{\text{ბ}}^2 \quad (9)$$

სადაც,  $d_{\text{ბ}}$  - მზიდ-საწევი ბაგირის დიამეტრი;  $D$  - არის შკივის დიამეტრი. ამდენად, მოთხოვნილი მექანიკური სიმძლავრის გამოსათვლელად გვექნება ფორმულა.

ჩვენს შემთხვევაში  $k_1 = 1$  და ამდენად (6) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$W = \left( (M_1 + M_2)g \sin \varphi + 3 \left( 2\mu \frac{d}{D} + 0,1 \frac{1 + \frac{120}{T}}{D - 10} d_{\text{ბ}}^2 \frac{\alpha}{\alpha_{\text{კრ}}} \right) T \right) \times v \quad (10)$$

ქვემოთ მოცემულია მექანიკური სიმძლავრის დამოკიდებულება თვითმავალი საბაგირო გზის ამძრავ სისტემაში გამოყენებული შკივების დიამეტრზე, როდესაც მზიდ-საწევი ბაგირში გვაქვს სხვადასხვა დაჭიმულობის ძალა.



სურათი 3. ამძრავის სიმძლავრის დამოკიდებულება შკივის დიამეტრზე მზიდ-საწევი ბაგირში სხვადასხვა დაჭიმულობის დროს

როგორც წარმოდგენილი გრაფიკული დამოკიდებულებიდან ჩანს სიმძლავრე არაწრფივად და მოკიდებული შკივის დიამეტრზე და მზიდ-საწევ ბაგირში დაჭიმულობის სიდიდეზე, რაც მნიშვნელოვნად ზღუდავს თვითმავალი ვაგონის მზიდუნარიანობას და სიჩქარეს.

სიმძლავრის გაზრდა იწვევს თვითმავალი ვაგონის ამძრავი სისტემის კონსტრუქციის მასის გაზრდას, რაც თავის მხრივ ზრდის მზიდ-საწევი ბაგირის დაჭიმულობას. ამ გარემოების გამო იზრდება ვაგონის მზიდი კონსტრუქციის მასა და მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალა.

აღნიშნული ფაქტორების გამო შეზღუდულია თვითმავალი ვაგონის მზიდუნარიანობა. თანამედროვე ამძრავი სისტემების პირობებში იცვლება 100 - დან 200 კგ-მდე.

მოძრაობის წინააღმდეგობის ძალის ზრდა იწვევს აგრეთვე თვითმავალი ვაგონის წირითი გადაადგილების სიჩქარის შეზღუდვას. თანამედროვე პირობებში შესაძლებელია თვითმავალი საბაგირო გზისთვის რეალიზებული იყოს ვაგონის გადაადგილების სიჩქარე 0.5 – 1 მ/წმ -ის ფარგლებში.

**NOZADZE G., DZIGVASHVILI D.,  
LELUASHVILI L., MAISURADZE R.,  
KOBIDZE T., GURULI T.  
CALCULATION OF LOW-POWER SELF-PROPELLED ROPEWAY DRIVE**

**ANNOTATION.** The article presents a methodology for calculating the drive power of a self-propelled cable car with a small carrying capacity for maximum loads and rated speed. A three-pulley drive system for a self-propelled ropeway is proposed to ensure movement along a carrier-traction rope. The technical characteristics of the design of this traction system significantly depend on the tension developed in the carrier-traction rope and the slope of the cable car route. It is shown that the drive power of a self-propelled gondola depends non-linearly on the pulley diameter and the tension force developed in the carrier-traction rope. The non-linearity is the greater, the greater the tensile force developed in the traction rope, and the smaller the diameter of the pulleys used in the drive system.

**KEY WORDS:** self-propelled; rope; drive; power.

## დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილია თვითმავალი საბაგირო გზის ამძრავის სიმძლავრის გაანგარიშების მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია ამძრავ სისტემაში განვითარებული მაქსიმალური დატვირთვის რიცხვით შეფასებაზე.

ნაჩვენებია, რომ თვითმავალი ვაგონის ამძრავის სიმძლავრე არაწრფივად და მოკიდებული შკივის დიამეტრზე და მზიდ-საწევ ბაგირში განვითარებულ დაჭიმულობის ძალაზე. არაწრფივობა მით უფრო დიდია, რაც უფრო დიდია მზიდ-საწევ ბაგირში განვითარებული დაჭიმულობის ძალა და მცირეა ამძრავ სისტემაში გამოყენებული შკივების დიამეტრი.

აღსანიშნავია, რომ ამძრავ სისტემაში მნიშვნელოვნად იზრდება ამძრავი შკივის ღერძზე ბაგირის დაჭიმულობით გამოწვეული ძალა, რაც ზღუდავს სასარგებლო ტვირთის სიდიდეს და ზრდის საბაგირო გზის ვაგონის საკუთარ წონას. ამიტომ ასეთი სისტემების გამოყენება მიზანშეწონილია მცირე ტვირთგადაზიდვების დროს.

## ლიტერატურა

1. Дукельский А.И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Изд. Машиностроение, Москва, 1966. 484 с.
2. Hirschland – “Dinglers Polytechnischer Journal”, Germany, Berlin, 1906. 32 p.

**НОЗАДЗЕ Г.Ч., ДЗИГВАШВИЛИ В.Р.,  
ЛЕЛУАШВИЛИ Л.В., КОБИДЗЕ Т.Р.,  
МАЙСУРАДЗЕ Р.Г., ГУРУЛИ Т.Ю.  
РАСЧЕТ ПРИВОДА МАЛОМОЩНОЙ  
САМОХОДНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлена методика расчета мощности привода самоходной канатной дороги малой грузоподъемности по предельным нагрузкам и номинальной скорости. Предложена трехшкивная система привода самоходной канатной дороги для обеспечения движения на несущем-тяговом канате. Технические характеристики конструкции данной тяговой системы существенно зависят от натяжения, развиваемого в несущем-тяговом канате и уклона трассы канатной дороги. Показано, что мощность привода самоходной тележки нелинейно зависит от диаметра шкива и силы натяжения, развиваемой в тяговом канате. Нелинейность тем больше, чем больше усилие натяжения, развиваемое в тяговом канате, и чем меньше диаметр шкивов, используемых в системе привода.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** самоходный; канат; привод; мощность.



**აპაღ. დოქტორი ლ. ლელუაშვილი, მაგისტრანტი გ. ლელუაშვილი,  
თ. კობიძე, რ. მაისურაძე  
ქანქარასებრი საბაგირო გზის ახალი სისტემის ამქრავი**

*ანოტაცია. სტატიაში წარმოდგენილია ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე ქანქარისებრი კიდული საბაგირო გზის სისტემა, რომელშიც ძირითად და დამატებით მრავლებად გამოიყენებიან მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული მრავლები და რომელთა ჩართვა-გამორთვის კომბინაციით, სისტემის მიერ ისე, რომ არ ვერვით მრავლების რეგულირების პროცესში, ხდება ვაგონის მდოვრედ გაშვება და მისი ზუსტი გაჩერება მიმღებ ბაქანთან სტატიკური დატვირთვის ცვალებადობის მიუხედავად.*

*საკვანძო სიტყვები: მრავი; ბაგირი; შივი; დოლი; რედუქტორი; სიჩქარე; აჩქარება; მანძილი; განზოგადებული კოორდინატები; მასა; სტატიკური დატვირთვა; კინეტიკური ენერგია.*

საბაგირო გზები წარმოადგენენ ეკონომიურ და ტექნიკურად სრულყოფილ სატვირთო და სამგზავრო ტრანსპორტის სახეობას, რომლებიც შესაძლებელია აშენდნენ ნებისმიერი რელიეფის პირობებში. მათი მუშაობა ნაკლებადაა დამოკიდებული კლიმატურ პირობებზე. ისინი დიდი წარმატებით გამოიყენება სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა სფეროში - მრეწველობაში, სასოფლო და სატყეო მეურნეობებში, კურორტებზე, ტურიზმისთვის და ა.შ. რადგან საქართველო მთაგორიანი ქვეყანაა, ამიტომ საბაგირო გზები წარმოადგენენ საჭირო ტრანსპორტს განსაკუთრებით მთაში მცხოვრები მოსახლეობისთვის, რომელთა ბარში ჩამოსვლა, განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში რთულია და ზოგჯერ შეუძლებელიც. ასეთ რეგიონებში სარკინიგზო ან საავტომობილო გზის გაყვანა რთულია და ძვირი. მათი ღირებულება დაახლოების 10-ჯერ და მეტად ძვირი ჯდება საბაგირო გზებთან შედარებით. აქედან გამომდინარე ზემოთ ხსენებულ რეგიონებში საბაგირო გზის გაყვანა პერსპექტიული და მომგებიანია.

მომრავობის ხასიათის მიხედვით საბაგირო გზები იყოფიან ორ სახეობად: ქანქარასებრი და წრიული (რგოლური).

წრიულ საბაგირო გზას გააჩნია უწყვეტად მოძრავი გამწევი ბაგირი, რომლის სიჩქარე დაბალია და ელექტროამძრავს მკაცრად არ მოეთხოვება ვაგონის ზუსტი გაჩერება მიმღებ ბაქანთან. რაც შეეხება ქანქარასებრ კიდულ საბაგირო გზას მათი მოძრავობის სიჩქარე დიდაა და ზოგიერთ შემთხვევაში აღწევს 10 -12 მ/წმ-ს, ამიტომ ისინი მოითხოვენ ელექტროამძრავისგან ვაგონის ზუსტ გაჩერებას მიმღებ ბაქანთან, რის შესრულებლობამაც შეიძლება გამოიწვიოს ავარია. რაც შეეხება ვაგონის გაშვებას, ამ შემთხვევაში ელექტროამძრავს დიდად არ

მოეთხოვება სიჩქარის მოცემული დიაგრამის ზუსტი შესრულება. მთავარია გაშვების მომენტში ვაგონის აჩქარება არ აღემატებოდეს 1 მ/წმ<sup>2</sup>-ს.

ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ვაგონის შენელების პერიოდში მოცემული სიჩქარის დიაგრამის განხორციელება, რომლის დროსაც ერთის მხრივ ვაგონმა უნდა გაიაროს მკაცრად განსაზღვრული მანძილი, და მეორეს მხრივ ბაქანს მიუახლოვდეს განსაზღვრული მინიმალური სიჩქარით სტატიკური დატვირთვის ცვალებადობის მიუხედავად [1].

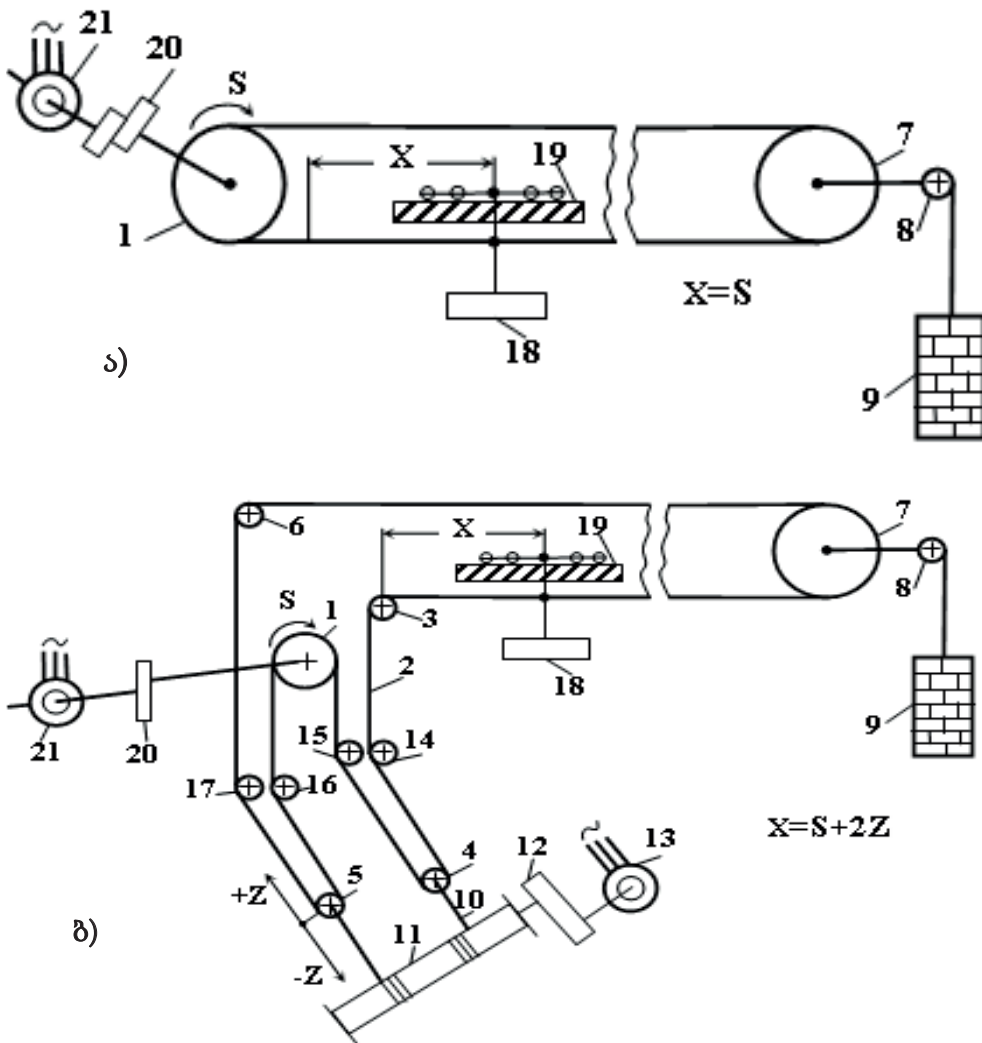
დღეისათვის ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზების ამქრავად გამოიყენება:

1. ფაზურროტორიანი ასინქრონული მრავი;
2. მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული მრავი;
3. მუდმივი დენის მრავი.

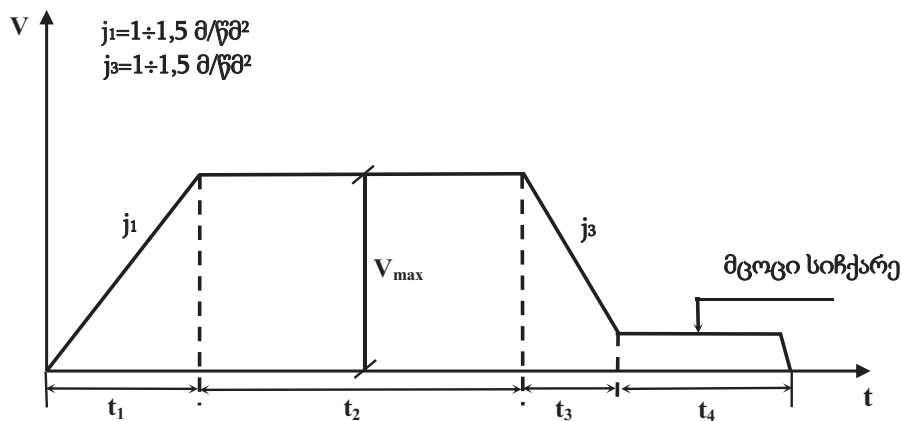
მუდმივი და ფაზურროტორიანი მრავების მქონე ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზების ავტომატიზირებულ სისტემაში მტყუნებათაშორისი ნამუშევარი მეტია, ვიდრე მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული მრავის მქონე სისტემაში. იგი კონსტრუქციულად რთულია, არ არის ეკონომიური, არ არის მარტივი მოვლის მხრივ და მოითხოვს მაღალკვალიფიციურ მომსახურე პერსონალს. ამიტომ მათი გამოყენება მაღალმთიანი მოსახლეობისთვის არ იქნება ეფექტური. რაც შეეხება მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული მრავის მქონე ქანქარასებრ კიდულ საბაგირო გზებს, ისინი ძირითადად გამოიყენება მსუბუქი საბაგირო გზების დროს (სიჩქარე  $\approx 4$  მ/წმ, აჩქარება 1 მ/წმ<sup>2</sup>, ხალხის რაოდენობა ვაგონში 4-6 კაცი). გართულებულია აგრეთვე შენელების დროს ვაგონის ზუსტი გაჩერება მიმღებ ბაქანთან, რაც ზღუდავს მათ ფართო გამოყენებას.

დღემდე არსებული ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზები წარმოადგენენ ერთი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემას (ნახ 1. ა), რომელშიც სიჩქარის დიაგრამის შესრულება (ნახ. 2) ხორციელდება მრავის რეგულირების პროცესში ჩარევით სხვადასხვა მეთოდებითა და ელექტრო ავტომატური მართვის სისტემებით.

სტატიკის მიზანს წარმოადგენს ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზების სისტემის შექმნა, რომელშიც ძირითად და დამატებით სარეგულირებელ მოწყობილობად გამოიყენება მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული მრავები და რომელთა ჩართვა-გამორთვის კომბინაციით ისე, რომ არ ვერვით მრავლების რეგულირების პროცესში ხდება ვაგონის მდორე გაშვება და მისი ზუსტი გაჩერება მიმღებ ბაქანთან სტატიკური დატვირთვის ცვალებადობის მიუხედავად [2, 3].



ნახ. 1. მოკლედ ჩართულ როტორიანი ამბრავის მქონე ქანქარასებრი კიდული საბაგრო გზის პრინციპიალური სქემა სადაც: 1 - ამბრავი შკივი; 2 - გამწევი ზაგირი; 3, 4, 5, 6 - მიმმართველი შკივები; 7 - დამჭიმი შკივი; 8 - შკივი; 9 - დამჭიმი ტვირთი; 10 - კუდის ზაგირი; 11 - დოლი; 12 - რედუქტორი; 13 - ასინქრონული მოკლედ ჩართულ როტორიანი მიკროამბრავი; 14, 15, 16, 17 - გადამზრელი ბლოკები; 18 - ვაგონი; 19 - მზიდი ზაგირი; 20 - რედუქტორი; 21 - ძირითადი მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული ძრავი; X - ვაგონის მანძილის კოორდინატი; Z - 4 და 5 შკივების გადაადგილების კოორდინატი; S - შკივის მოძრაობის კოორდინატი. ა) ერთი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემა; ბ) ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემა



ნახ. 2. სიჩქარის მოძრაობის დიაგრამა :  $j_1$  - ვაგონის აჩქარება;  $j_3$  - ვაგონის შენელება;  $V_{max}$  - ვაგონის მაქსიმალური სიჩქარე;  $t_1, t_2, t_3, t_4$  - შესაბამისად ვაგონის გაშვების, თანაბარი მოძრაობის, შენელების, მცოცი სიჩქარის დროები

ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზების პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.1ბ-ზე რომელსაც შეესაბამება ორი განზოგადებული კოორდინატი:  $z$  - შვივის 4 (ან 5) კოორდინატი;  $s$  - შვივის ერთი გარშემოწერილობის წერტილის გადაადგილება საათის ისრის მიმართულებით. ვაგონი 18-ის გადაადგილება  $x$  გამწვევ ბაგირზე, 19 წარმოადგენს დამოკიდებულ კოორდინატს, რომელიც დამოკიდებულია განზოგადებულ კოორდინატებზე  $z$  და  $s$  შემდეგი განტოლებით:

$$dx = ds + 2dz \quad (1)$$

რომლის ამოხსნა საწყისი პირობებისას, როცა  $t=0, z=0, s=0$  და  $x=0$  იქნება

$$x = s + 2z \quad (2)$$

$$A = \frac{m_1 \dot{s}^2}{2} + 2 \frac{m_2 \dot{z}^2}{2} + \frac{m_3 \dot{x}^2}{2} + 2 \frac{m_4 \left( \frac{\dot{s} + \dot{x}}{2} \right)^2}{2} \quad (4)$$

სადაც:  $m_1$  - როტორის (21), რედუქტორის (20) და შვივის (1) ჯამური დაყვანილი მასა შვივი-1-ის ფერსოზე;  $m_2$  - დოლის (11), როტორის (13) და რედუქტორის (12) ჯამური დაყვანილი მასა დოლი 11-ის ზედაპირის გარშემო;  $m_3$  - გამწვევი ბაგირის (2), ვაგონების (18) და შვივების (3, 4, 5, 6, 14, 15, 16, 17) ჯამური დაყვანილი მასა შვივი 1-ის ფერსოზე და ამასთან ერთად მოპირდაპირე სადგურის მიმართული შვივების თავის რადიუსზე დაყვანილი მასები;  $m_4$  - თავის რადიუსზე დაყვანილი შვივის 4 (ან 5) მასა.

ლაგრანჟეს სამიეზო განტოლებების შესადგენად უნდა გამოვთვალოთ კინეტიკური ენერჯის კერძო წარმოებულები  $\dot{s}$  და  $\dot{z}$  განზოგადებული სიჩქარეებით და  $s$  და  $z$  განზოგადებული მანძილის კოორდინატებით. ეს წარმოებულები იქნება:

$$\frac{\partial A}{\partial s} = 0, \quad \frac{\partial A}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

$$\frac{\partial A}{\partial \dot{s}} = m_1 \dot{s} + m_3 \dot{s} + 2m_3 \dot{s} + 2m_4 \dot{z} \quad (6)$$

$$\frac{\partial A}{\partial \dot{z}} = 2m_2 \dot{z} + 2m_3 \dot{s} + 4m_3 \dot{z} + 4m_4 \dot{s} + 2m_4 \dot{z} \quad (7)$$

კერძო წარმოებულებიდან წარმოებულები დროის მიხედვით იქნება:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial A}{\partial \dot{s}} \right) = m_1 \ddot{s} + m_3 \ddot{s} + 2m_3 \ddot{z} + 2m_4 \ddot{s} + 2m_4 \ddot{z} \quad (8)$$

ლაგრანჟეს პრინციპის მიხედვით დიფერენციალის განტოლებებს რომლებიც ასახავენ სისტემის დინამიკურ პროცესს აქვთ შემდეგი სახე [4]

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial A}{\partial \dot{s}} \right) - \frac{\partial A}{\partial s} = Q_s \\ \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial A}{\partial \dot{z}} \right) - \frac{\partial A}{\partial z} = Q_z \end{cases} \quad (3)$$

სადაც  $Q_s$  და  $Q_z$  არიან განზოგადებული ძალები, რომლებიც მიმართულია განზოგადებული კოორდინატების  $s$  და  $z$ -ის გასწვრივ;

$A$  მთელი სისტემის კინეტიკური ენერჯია რომელიც განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial A}{\partial \dot{z}} \right) = 2m_2 \ddot{z} + 4m_3 \ddot{z} + 2m_3 \ddot{s} + 2m_4 \ddot{s} + 2m_4 \ddot{z} \quad (9)$$

განტოლებაში (3) ჩავსვათ (5), (8) და (9) სიდიდეები, მაშინ ლაგრანჟეს დიფერენციალური განტოლება ჩვენი სქემისთვის მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\begin{cases} a_1 \ddot{s} + a_2 \ddot{z} = Q_s \\ a_2 \ddot{s} + a_3 \ddot{z} = Q_z \end{cases} \quad (10)$$

$$\text{სადაც} \quad \begin{cases} a_1 = m_1 + m_3 + 2m_4 \\ a_2 = 2m_3 + 2m_4 \\ a_3 = 2m_2 + 4m_3 + 2m_4 \end{cases} \quad (11)$$

$\dot{s}, \ddot{s}, \dot{z}, \ddot{z}$  - შესაბამისად პირველი და მეორე რიგის წარმოებულებია  $s$  და  $z$ -ისა  $t$  დროის მიხედვით.

$Q_s$  და  $Q_z$  განზოგადებული ძალები, რომლებიც მიმართულნი არიან განზოგადებული კოორდინატების  $s$  და  $z$  გასწვრივ.

დიფერენციალური განტოლების (10) ამოხსნისას მხედველობაში ვიღებთ იმას, რომ უცვლელია სტატიკური დატვირთვა  $Q > 0 = \text{const}$  და გამწვევი ძალის სიდიდე ძირითადი ძრავისა  $F_1 = \text{const}$ , დამატებითი სარეგულირებელი მოწყობილობის ძრავისა  $F_2 = \text{const}$  ვუგულებელვყოფთ ხახუნს.

**გაშვება.** (ნახ. 2 პერიოდი  $t_1$ ) სისტემას ვანიჭებთ ორ განზოგადებულ გადაადგილებას  $\partial s$  და  $\partial z$ . ვსაზღვრავთ განზოგადებულ ძალებს  $Q_s$  და  $Q_z$ -ს რომლებიც შეესაბამებინ განზოგადებულ  $s$  და  $z$  კოორდინატებს.

$$Q_s = F_1 - Q \tag{12}$$

$$Q_z = -F_2 - 2Q \tag{13}$$

სადაც  $F_1$  და  $F_2$  შესაბამისად ძირითადი 21 და დამხმარე 13 ძრავების მიერ განვითარებული გამწევი ძალებია;  $Q$  - სტატიკური დატვირთვაა.

ჩავსვათ (12) და (13) სიდიდეები განტოლებათა სისტემაში (10). მივიღებთ მოცემული სისტემის დინამიკური პროცესის აღწერის განტოლებას

$$\begin{cases} a_1\ddot{s} + a_2\ddot{z} = F_1 - Q \\ a_2\dot{s} + a_3\dot{z} = -F_2 - 2Q \end{cases} \tag{14}$$

განტოლებათა სისტემის (14) ამოხსნისას მივიღებთ სისტემის გაშვების დროს ამძრავი შკივისა 1 და შკივის 4 (ან 5) გადაადგილების მანძილს, სიჩქარეს, აჩქარების საანგარიშო ფორმულებს:

$$\begin{cases} z = \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{2(a_1a_3 - a_2^2)} t^2; \\ \dot{z} = \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)} t; \\ \ddot{z} = \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)}; \end{cases} \tag{15}$$

$$\begin{cases} s = \frac{F_1 - Q}{2a_1} t^2 + \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{2(a_1a_3 - a_2^2)} t^2; \\ \dot{s} = \frac{F_1 - Q}{a_1} t + k \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)} t; \\ \ddot{s} = \frac{F_1 - Q}{a_1} + k \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)}. \end{cases} \tag{16}$$

სადაც  $k = \frac{a_2}{a_1}$ .

განტოლება (1)-ის მიხედვით ვანგარიშობთ ვაგონის 18 გადაადგილების მანძილს, სიჩქარეს, აჩქარებას.

$$\begin{cases} x = \frac{F_1 - Q}{2a_1} t^2 - (2 - k) \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{2(a_1a_3 - a_2^2)} t^2; \\ \dot{x} = \frac{F_1 - Q}{a_1} t - (2 - k) \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)} t; \\ \ddot{x} = \frac{F_1 - Q}{a_1} - (2 - k) \frac{(F_1 - Q)a_2 + (F_2 + 2Q)a_1}{(a_1a_3 - a_2^2)}. \end{cases} \tag{17}$$

როდესაც ორივე ძრავი (21) და (13) მუშაობს თავის მექანიკურ მახასიათებლის მდგრად უბანზე (ნახ. 3), მაშინ მათი სიჩქარეები  $\dot{s} = const$  და  $\dot{z} = const$  და შესაბამისად ვაგონის (18) გადაადგილების სიჩქარეც იქნება მუდმივი  $\dot{\psi} = \dot{s} + 2\dot{z} = const$ .

**ძირითადი შენელება** (ნახ. 2, პერიოდი t3). შენელების რეჟიმში გზის ინდიკატორი იძლევა იმპულსს ძირითადი ძრავის (21) გამორთვაზე ( $F=0$ ) და სისტემა, რომელიც რეგულირდება მექანიკური მუხრუჭით, იწყებს შენელებას თავისუფალი გარბენის რეჟიმში. ამ დროს განზოგადებული ძალა  $Q_s$  ტოლი იქნება

$$Q_s = -Q - F_{მუხრ} \tag{18}$$

სადაც  $F_{მუხრ}$  - სამუხრუჭე ძალაა.

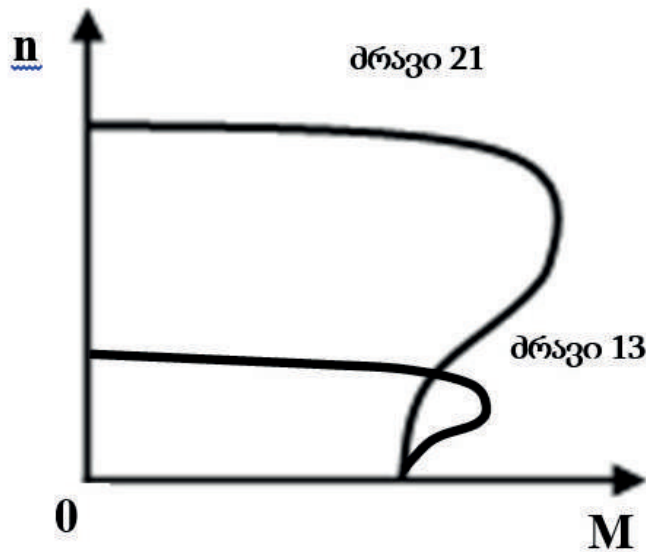
შენელების რეჟიმის აღმწერი დიფერენციალური განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს (დამატებითი სარეგულირებელი მოწყობილობა გამორთულია და ძრავი 13 დამუხრუჭებულია). შესაბამისად  $z = 0, \dot{z} = 0$ .

$$a_1\ddot{s} = -Q - F_{მუხრ} \tag{19}$$

საიდანაც

$$\begin{cases} \ddot{s} = -\frac{Q + F_{მუხრ}}{a_1}; \\ \dot{s} = -\frac{Q + F_{მუხრ}}{a_1} t; \\ s = -\frac{Q + F_{მუხრ}}{2a_1} t^2. \end{cases} \tag{20}$$

ვაგონის შემოყვანა მიმდებ ბაქანთან „მცოცი“ სიჩქარით (ნახ. 2, პერიოდი t4). დროის მომენტში როდესაც ვაგონის სიჩქარე დაეცემა მცოც სიჩქარემდე, დამუხრუჭდება ძირითადი შკივი (1) და ჩაირთვება ძრავი (13). იქიდან გამომდინარე, რომ ძრავი 13 მუშაობს თავისი მექანიკური მახასიათებლის მდგრად უბანზე (ნახ. 3) სტატიკური დატვირთვის ცვალებადობის მიუხედავად, ვაგონის „მცოცი“ სიჩქარე ნარჩუნდება მუდმივი, რაც საფუძველია მისი ზუსტი გაჩერებისა მიმდებ ბაქანთან. ამასთან ერთდ უნდა აღინიშნოს რომ შკივი 1 დამუხრუჭებულია, შკივი 4 (ან /5) გადაადგილების სიჩქარე ორჯერ ნაკლებია ვაგონი 18-ის გადაადგილების სიჩქარეზე.



ნახ. 3. მოკლედ ჩართულ როტორიანი ძრავების 13 და 21-ის ბუნებრივი მახასიათებლები, n - ბრუნთა რიცხვი, M - მომენტი

ფორმულა (1) ამ შემთხვევაში მიიღებს შემდეგ სახეს

$$dx = 2dx \quad (21)$$

$$\begin{cases} x = 2\dot{z}(0)t; \\ \dot{x} = 2\dot{z}(0); \\ \ddot{x} = 0. \end{cases} \quad (22)$$

საიდანაც ვიღებთ ვაგონის გადაადგილების მანძილს, სიჩქარესა და აჩქარებას.

სადაც  $\dot{z}(0)$  არის შკივის 4 (ან 5) გადაადგილების სიჩქარე, როდესაც ძრავი 13 მუშაობს თავის მექანიკური მახასიათებლის მდგრად უბანზე (ნახ. 3). სიჩქარე  $\dot{x} = const = 2\dot{z}(0)$  ხოლო აჩქარება  $\ddot{x}$  იქნება 0-ის ტოლი.

### დასკვნები

1. ქანქარასებრი კიდული საბაგირო გზის ამძრავად გამოიყენება ორი მოკლედ ჩართულ როტორიანი ასინქრონული ძრავი - ძირითადი და დამხმარე (მცირე სიმძლავრის);
2. ასინქრონული ძრავების ჩართვა-გამორთვის კომბინაციით ორი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემებში მიიღწევა ვაგონის მდორედ გაშვება, შენელება და ზუსტი გაჩერება მიმდებ ბაქანთან სტატიკური დატვირთვის ცვალებადობის მიუხედავად;
3. შემოთავაზებული სისტემა კონსტრუქციულად მარტივია, ეკონომიურია, საიმედოა და ამიტომ მიზანშეწონილია მისი გამოყენება განსაკუთრებით მაღალმთიან რაიონებში მცხოვრები მოსახლეობისთვის, რადგან არ მოითხოვს მაღალკვალიფიციურ მოსამსახურე პერსონალს;
4. სისტემის თეორიული კვლევა ლაგრანჟეს

განტოლებებით განზოგადებულ კოორდინატებში ადასტურებს სისტემის მუშაუნარიანობას და მის ფართოდ გამოყენების პერსპექტივებს მსუბუქი საბაგირო გზების პირობებში.

### ლიტერატურა

1. Барамидзе К.М., Степанов А.В., Лелуашвили Л.В. Привод подвесной канатной дороги А.С. 630110, 1978.
2. Лелуашвили Л.В. Привод подвесной канатной дороги А.С. 499160, 1976.
3. Лелуашвили Л.В. Электропривод подвесной канатной дороги А.С. 887313, 1981.
4. Бать М.Ч., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Наука, Москва, 1972. 512 с.

**LELUASHVILI L., LELUASHVILI G., KOBIDZE T.,  
MAISURADZE R.  
NEW PENDULUM TYPE ROPE  
DRIVE SYSTEM**

**ЛЕЛУАШВИЛИ Л.В., ЛЕЛУАШВИЛИ Г.Л.,  
КОБИДЗЕ Т.Р., МАЙСУРАДЗЕ Р.Г.  
НОВАЯ СИСТЕМА ПРИВОДА КАНАТНОЙ  
ДОРОГИ МАЯТНИКОВОГО ТИПА**

**ANNOTATION.** The article presents the system of a pendulum-type suspension ropeway, the available two degrees of freedom, in which asynchronous motors with a squirrel-cage rotor are used as the main and additional motors. In the system, the combination of switching on and off these engines carries out a smooth start and accurate stop of the car at the receiving platform, regardless of the static load of the road, so that there is no interference in the operation of the automatic control system of these engines.

**KEY WORDS:** motor; rope; pulley; drum; gearbox; speed; acceleration; distance; generalized coordinates; mass; static load; kinetic load.

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлена система подвесной канатной дороги маятникового типа, имеющая две степени свободы, в которой использованы в качестве основного и дополнительного двигателя асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. В системе комбинацией включения и выключения этих двигателей осуществляется плавный запуск и точная остановка вагона у приёмной площадки, независимо от статической нагрузки дороги так, что не происходит вмешательства в работу системы автоматического регулирования этих двигателей.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** двигатель; канат; шкив; барабан; редуктор; скорость; ускорение; расстояние; обобщенные координаты; масса; статическая нагрузка; кинетическая нагрузка.

უპკ 622.7:622.342.22

აპად. დოქტორი ა. შაჩილაძე, აპად. დოქტორი ო. კავთელაშვილი,  
აპად. დოქტორი გ. ბაღნაშვილი, აპად. დოქტორი ი. სამხარაძე,  
თ. შუბითიძე, გ. ჩაჩაუაძე  
ლვერკის საბადოს გლაუკონტიანი ქვიშავის კვლევა კონცენტრატის  
მიღების მიზნით

*ანოტაცია. სტატიაში წარმოდგენილია ლვერკის საბადოს გლაუკონტიანი ქვიშავის გამდიდრებადობაზე შესწავლის შედეგები, სინჯის ნივთიერებრივი შედგენილობის და ტექსტურულ-სტრუქტურულ თავისებურების გათვალისწინებით გამდიდრების ტექნოლოგია ითვალისწინებს საწყისი სინჯის მორეცხვა/დემლამაციას და ქვიშური ფრაქციის მაგნიტურ სეპარაციას.*

*საკვანძო სიტყვები: გამდიდრება; გლაუკონტი; კონცენტრატი; მაგნიტური სეპარაცია.*

გლაუკონტი ყურდღებას იპყრობს როგორც მრავალმიზნობრივი დანიშნულების ნედლეული, რომელსაც ბუნებრივ პიგმენტად იყენებს ლაქ-საღებავების წარმოება, სასუქად - სოფლის მეურნეობა, სორბენტად - გარემოს დაცვა და სხვა [1].

გასული საუკუნის დასაწყისში მისი მსოფლიო მოხმარება შეადგენდა დაახლოებით 1 მილიონ ტონას. ქიმიური ინდუსტრიის განვითარებასა და ახალი ტიპის მაღალეფექტური სინთეზური სასუქების, პიგმენტების წარმოების გაფართოებას თან მოჰყვა მოთხოვნის შემცირება გლაუკონტზე და 50-იანი წლების ბოლოს იგი საერთოდ მოიხსნა მინერალების ზოგადი სტატისტიკური მონაცემებიდან, წარმოების მკვეთრი შემცირების გამო. დღეს მიმდინარეობს საპირისპირო პროცესი-ქიმიურად სინთეზირებული პროდუქტების მოხმარების შემცირება და ბუნებრივის დაბრუნება. ამჟამად გლაუკონტს მოიპოვებს: აშშ, დიდი ბრიტანეთი, რუსეთი, უკრაინა, ეგვიპტე, ავსტრალია, კანადა, ინდოეთი, უზბეკეთი და ესტონეთი [2]. ინფორმაცია საქართველოს გლაუკონტიანი ქვიშაქვების გამდიდრების თაობაზე

ძალზე მწირია. საქართველოში კი მისი შესწავლის ისტორია 1928 წლიდან იწყება, მაგრამ ძეგნა-ძიებით სამუშაოებს, რომლებიც სპორადულად მიმდინარეობდა, პრაქტიკული შედეგი არ მოჰყოლია [3]. დღეს, გარემოს გლობალური დაბინძურების, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ბუნებრივი სასუქების, ადსორბენტების და პიგმენტების საკუთარი წარმოების განვითარებას ჩვენი ქვეყნისთვის სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს.

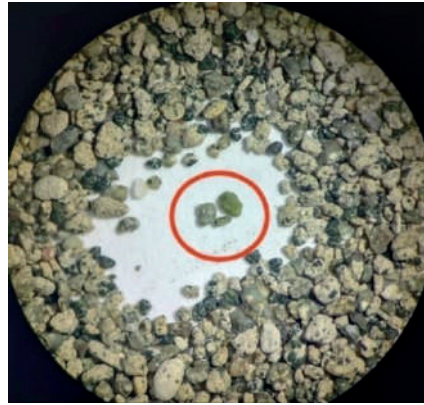
კვლევითი სამუშაო მიზნად ისახავდა ლვერკის საბადოს გლაუკონტის შემცველი ნედლეულის კვლევას გამდიდრებადობაზე. ლვერკის მადანგამოვლინება მდებარეობს ხარაგაულის რკინიგზის სადგურიდან ჩრდილო დასავლეთით 8 კილომეტრში. წარმოდგენილია ალბური ასაკის მომწვანო ფერის გლაუკონტიანი ქვიშაქვებით, რომელთა სიმძლავრე 3 მეტრს აწევს, ხოლო გაიდევნება 200 მეტრზე.

მაკროსკოპულად ქანი წარმოადგენს მომწვანო ნაცრისფერ ქვიშაქვას, რომელშიც გლაუკონტის მცირე (<0.5 მმ) ზომის მარცვლები გვხვდება, საშუალოდაა შეცემენტებული და საშუალოდ კარბონატულია.

მინერალოგიური ანალიზის თანახმად, ქანში გვხვდება შემდეგი მინერალები: გლაუკონტი, კვარცი, ჰემატიტი, მაგნეტიტი და კარბონატული თიხა რომელსაც მასის ძირითადი ნაწილი უკავია და ცემენტის როლს ასრულებს. გლაუკონტი წარმოდგენილია ორი ფორმით, პირველი ფორმა (80 %), იზომეტრული მუქი მწვანე მარცვლებია, თეთრი (სავარაუდოდ კარბონატული) მცირე ზომის მარცვლებით და მეორე ფორმა, ღია მწვანე, უფორმო ნატეხებით (20 %).



გლაუკონიტი



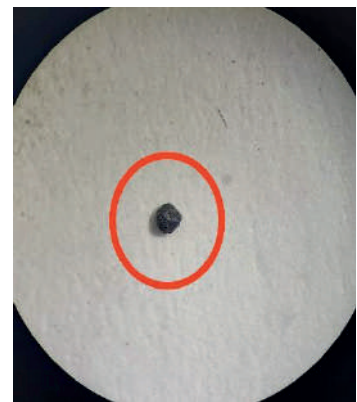
გლაუკონიტი



კვარცი



ჰემატიტი



მაგნეტიტი

სურ. 1. გლაუკონიტიანი ქანიდან გამოყოფილი მონომინერალები

მინერალოგიური აღწერებიდან გამომდინარე შესაძლებელია ითქვას, რომ ღვერვის საბადოს გლაუკონიტის მარცვლების დეზინტეგრაცია იწყება -0,63 მმ-დან. გრანულომეტრული შედგენილობის შესასწავლად

საკვლევი სიჩვი დაიმსხვრა -2,5 მმ-დე, თითოეულ კლასში განისაზღვრა  $Fe_2O_3$  (საერთო) -ის შემცველობა, რამაც საშუალება მოგვცა გაგვერკვია ამ კომპონენტის კლასებს შორის განაწილების ხარისხი.

ცხრილი 1

2,5მმ-დე დამსხვრეული გლაუკონიტის ნედლეულის გრანულომეტრული შედგენილობა და რკინის განაწილება გაცრის ფრაქციებს შორის

№	სისხოს კლასები, მმ	კლასის მასური წილი, %	$Fe_2O_3$ -ის (საერთო) მასური წილი, %	$Fe_2O_3$ -ის განაწილება ფრაქციებს შორის, %
1	-2.5+1.25	24.81	9.3	28.55
2	-1.25+0.63	12.9	10.4	16.6
3	-0.63+0.315	14.57	8.3	14.96
4	-0.315+0.16	11.95	12.6	18.63
5	-0.16+0.08	11.69	7.3	10.56
6	-0.08+0,04	5.65	5.2	3.63
7	-0.04+0	18.43	3.1	7.07
8	-2.5+0	100	8.08	100

ცხრილი 1-ის მონაცემების თანახმად, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - ის შემცველობები კლასებს შორის არათანაბარია, ყველაზე მაღალი Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -ის შემცველობაა -0.315+0.16 მმ-იანი კლასში 12,6 %. -0.08+0 მმ-იანი კლასის მასური წილი 20 %-ზე მეტს შეადგენს, რაც განაპირობებს გამდიდრების ტექნოლოგიურ ჭრილში დეშლამაცია/მორეცხვის ჩართვას. დეშლამაცია გულისხმობს გასამდიდრებელი მასალის დეზინტეგრაციას წყლის გარემოში და წვრილი კლასის მოცილებას გადანადენის სახით. ექსპერიმენტების პროცესში სინჯის მასა იყო ერთნაირი და შეადგენდა 1 კგ-ს, იცვლებოდა ერთი პარამეტრი, ხოლო დანარჩენი სამი უცვლელი რჩებოდა. ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე დადგინდა მორეცხვა/დეშლამაციის რეჟიმული პარამეტრები: მყარის და თხევადის თანაფარდობა -1/3; დასველების ხანგრძლივობა 24 სთ; ამრევის ბრუნთა რიცხვი 300 ბრ/წთ; აგიტაციის დრო 40 წთ. რის შედეგადაც მიიღება გლაუკონიტის შემცველი ქვიშური პროდუქტი გამოსავლით 57.37 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -ის შემცველობით 9.6 %, რომელიც წარმოადგენს საწყის მასალას მაგნიტური სეპარაციისთვის.

გლაუკონიტი ორ- და სამვალენტიანი რკინის შემცვე-

ლი მინერალია, რაც მის მაგნიტურ ამთვისებლობას განაპირობებს. იგი სუსტმაგნიტურია და ძლიერ მაგნიტურ ველში მაგნიტურ ფრაქციაში გადადის. ამთვისების გამო ქვიშიდან მისი ამოღების ყველაზე ეფექტური ხერხია მაგნიტური სეპარაცია. გლაუკონიტის კონცენტრატის მისაღებად შერჩეული იქნა СМВН-1JМ მარკის, მაგნიტური ველის მაღალი დამაბულობის მქონე ლილვაკებიან სეპარატორი, განკუთვნილი სუსტმაგნიტური მინერალების გასაყოფად.

ექსპერიმენტები ზემოაღნიშნული ქვიშების მაგნიტური სეპარაციის რეჟიმის დასადგენად ჩატარდა სეპარატორის დოლის სხვადასხვა ბრუნთა რიცხვის და მაგნიტური ფრაქციის გადაწმენდების სხვადასხვა რაოდენობის პირობებში. შედეგები მოცემულია ცხრილებში 2 და 3.

ცხრილი 2-ის მონაცემების თანახმად, შედარებით მაღალი შედეგების მიღება შესაძლებელია იმ პირობებში, როცა სეპარატორის ლლვაკების ბრუნთა რიცხვი წუთში უდრის 60-ს, მაგნიტური ფრაქციის ანუ კონცენტრატის გამოსავალი შეადგენს 43,85 %-ს, რკინის ოქსიდის შემცველობა 14,5 %-ს, ამოკრევა 66,83 %.

ცხრილი 2

მაგნიტური სეპარატორის ბრუნთა რიცხვის მნიშვნელობის დადგენა

№	ბრუნთა რიცხვი, ბრ/წთ	პროდუქტის დასახელება	პროდუქტის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის (საერთო) მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის ამოკრევა, %
1	30	მაგნიტური	47.70	13.7	67.93
		არამაგნიტური	52.30	5.9	32.07
		საწყისი	100	9.62	100
2	60	მაგნიტური	43.85	14,5	66.83
		არამაგნიტური	56.15	5.62	33.17
		საწყისი	100	9.513	100
3	90	მაგნიტური	37.20	14.7	57.45
		არამაგნიტური	62.80	6.45	42.55
		საწყისი	100	9.519	100

ცხრილი 3

მაგნიტური ფრაქციის გადაწმენითი ოპერაციების გავლენა კონცენტრატის ხარისხზე

გადაწმენდის რაოდენობა	პროდუქტის დასახელება	პროდუქტის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის (საერთო) მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის ამოკრევა, %
2	მაგნიტური	43.85	14,5	66.83
	არამაგნიტური	56.15	5.62	33.17
	საწყისი	100	9.513	100
3	მაგნიტური	41.32	14.7	63.23
	არამაგნიტური	58.68	6.02	36.77
	საწყისი	100	9.607	100



**სასარგებლო წიაღისეულის გაამდიდრება - ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ - PROCESSING**

4	მაგნიტური	39.57	15.3	63.06
	არამაგნიტური	60.43	5.87	36.94
	საწყისი	100	9.601	100
5	მაგნიტური	37.78	16.1	63.50
	არამაგნიტური	62.22	5.62	36.52
	საწყისი	100	9.579	100

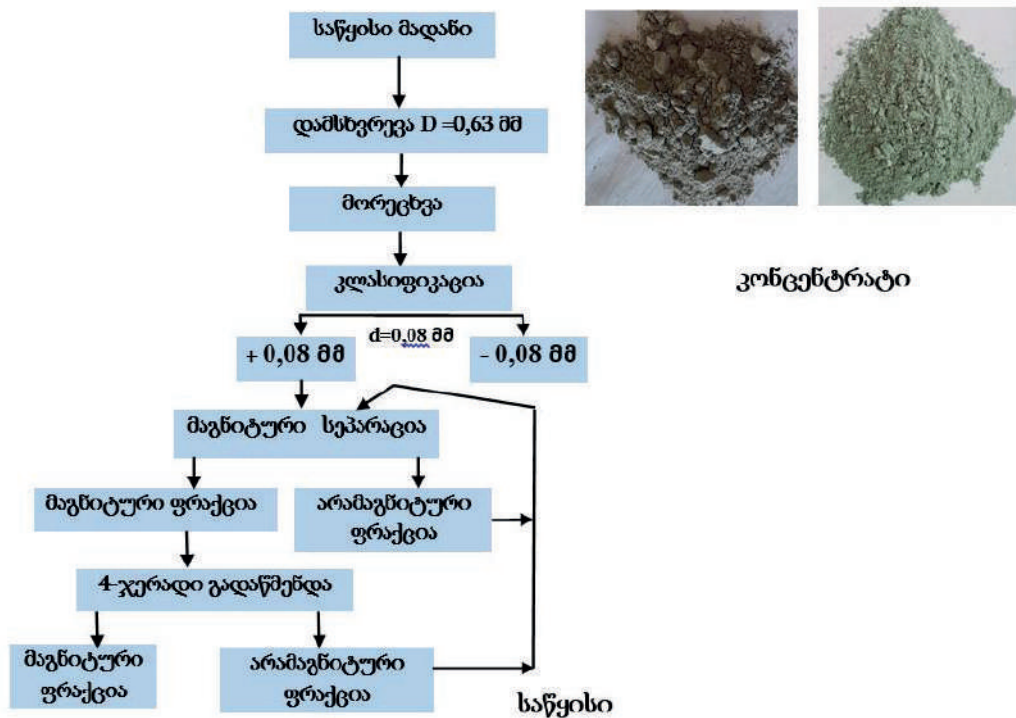
ცხრილი 3-ის მონაცემების თანახმად, ოთხჯერადი გადაწმენდის შედეგად მიიღება კონცენტრატი, რკინის ოქსიდის შემცველობით 15,3 % გამოსავლით 39,57 %. გადაწმენდითი ოპერაციების რაოდენობის ზრდა

ამ მაჩვენებელს უმნიშვნელოდ ცვლის. საბოლოო გამდიდრების შედეგები მოცემულია ცხრილში 4, ხოლო გამდიდრების სარეკომენდაციო სქემა მოცემულია ნახ. 1.

ცხრილი 4

ღვერვის საბადოს გლაუკონიტის კვიშების გამდიდრების შედეგები

#	პროდუქტის დასახელება		პროდუქტის მასური წილი, %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის (საერთო) მასურ წილი, %		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ის ამოკრეფა, %	
1	ქვიშა	მაგნიტური ფრაქცია	57.37	22.7	9.6	15.3	44.23
		არამაგნიტური ფრაქცია		34.67		5.87	70.14
2	გადანადენი		42.63	5.5		29.86	
3	საწყისი მადანი		100	7.852		100	



კონცენტრატი

ნახ. 1. ღვერვის საბადოს გამდიდრების სარეკომენდაციო სქემა

**დასკვნა**

შედეგნილ იქნა ღვერკის საბადოს გლაუკონიტის შემცველი ნედლეულის გამდიდრების სარეკომენდაციო ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც აერთიანებს ოპერაციებს: ნედლეულის დამსხვრევა -0,63 მმ-დე, დეზინტეგრაცია/დეშლამაცია, ქვშური ფრაქციის შრობა და მაგნიტური სეპარაცია, უხეში კონცენტრატის მაგნიტური ფრაქციის ოთხჯერადი გადაწმენდას ჩაკეტილ ციკლში, რის შედეგადაც 1 ტონა მადნიდან მიიღება 227 კგ კონცენტრატი რკინის ოქსიდის შემცველობით 15,3 %.

**SHEKILADZE A., KAVTELASHVILI O., BAGNASHVILI M., SAMKHARADZE I., SHUBITIDZE T., CHQAREULI G. RESEARCH ON ENRICHMENT OF GLAUCONITE SANDS OF GVERKI DEPOSIT**

**ANNOTATION.** The article presents the results of studying the enrichment of glauconite sands of the Ghverki deposit, taking into account the material composition and textural-structural features of the sample, the enrichment technology provides for washing/deslimation of the initial sample and magnetic separation of the sandy fraction. The developed enrichment technological scheme makes it possible to obtain 227 kg of concentrate with iron oxide content of 15.3% from 1 ton of ore.

**KEY WORDS:** enrichment; concentrate; magnetic separation.

**ლიტერატურა**

1. Андронов С.А. Глауконит – минерал будущего. Материалы первой Международ. конф. «Значение промышленных минералов в мировой экономике: месторождения, технология, экономическая оценка». ГЕОС, Москва. 2006. 79-83 с.
2. Рудмин М.А. О возможности использования в сельском хозяйстве глауконита из пород Бакчарского месторождения. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. Т. 327. № 11, 2016. 6–16 с.
3. ნ. შეყრილაძე, ა. შეყილაძე, მ. ბაღნაშვილი, ო. კავთელაშვილი, ი. სამხარაძე, გუმბრის საბადოს გლაუკონიტის ქვიშების კვლევა გამდიდრებადობაზე კონცენტრატის მიღების მიზნით. სამთო ჟურნალი, № 1(45), თბილისი, 2022. გვ. 26-31.

**ШЕКИЛАДЗЕ А. И., КAVTEЛAШВИЛИ О. А., БАГНАШВИЛИ М. Г., САМХАРАДЗЕ И. Ш., ШУБИТИДЗЕ Т., ЧКАРЕУЛИ Г. К. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАТИМОСТИ ГЛАУКОНИТОВЫХ ПЕСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГВЕРКИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены результаты изучения обогатимости глауконитовых песков месторождения Гверки, с учетом вещественного состава и текстурно-структурных особенностей пробы, технология обогащения предусматривает промывку/дешламацию исходной пробы и магнитную сепарацию песчанистой фракции. Разработанная технологическая схема обогащения позволяет получить из 1 тонны руды 227 кг концентрата с содержанием оксида железа 15,3 %.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** обогащение; концентрат; магнитная сепарация; глауконит.

578.08.57

**აბაღ. ღოქტორი შ. ბალაშხია, აბაღ. ღოქტორი ნ. ლოშიძე, აბაღ. ღოქტორი მ. კანდელაკი, მარისტრი ნ. ჩუბინიძე სპილენძის ღარიბი, ქნელადგასამდიდრებელი მადნების ბროვული ზიოგამოტუტვის მეთოდიტ გადაამუშავების შესაქლვლოზები**

*ანოტაცია. ნაშრომში წარმოდგენილია ლაზორა-ტორიულ პირობებში მოდელირებული გროვული ზაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვის პროცესის კვლევის შედეგები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა მადნეულის საბადოს სანაყროდან აღებული სპილენძის ღარიბი ძნელადგასამდიდრებელი მადანი. ექსპერიმენტში გამოყენებული იქნა მადნეულის მადნიანი ველის მიკროფლორიდან გამოყოფილი და გააქტიურებული აციდოფილური რკინა და გოგირდდამყანგავი ზაქტერიები. მადნების გროვული ზაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვის პარალელურად იგივე პირობებში ჩატარებული იქნა მეყვური გამოტუტვა გოგირდმყანგას განზავებული ხსნარით. ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა აღნიშნული ტიპის მადნებიდან სპილენძის გროვული ზიოგამოტუტვის მეთოდიტ ამოღების უპირატესობა მეყვურ გამოტუტვასთან შედარებით. ამ მეთოდიტ სპილენძის ამოღება 27,0%-ით უფრო მაღალია, ვიდრე ქიმიური გამოტუტვისას.*

*საკვანძო სიტყვები: სპილენძი; გამოტუტვა; ზაქტერიული; გროვული; პირიტი; დაჟანგვა; ძნელადგასამდიდრებელი; ღარიბი; ქიმიური.*

მეტალების ზიოგამოტუტვა დაფუძნებულია აციდოფილური ქემოლიტოტროფული მიკროორგანიზმების გამოყენებაზე, რომლებმაც ევოლუციის პროცესში შეიძინეს იმის უნარი, რომ თავისი ცხოველმოქმედებისთვის გამოიყენონ არაორგანული ნივთიერებების (ორვალენტიანი რკინა, ელემენტური გოგირდი და სხვ.) დაჟანგვის ენერგია და ამისთვის გამოვიდნენ ქიმიური რეაქციების კატალიზატორის როლში. ცილოვანი ნივთიერებების სინთეზისათვის ეს მიკროორგანიზმები იყენებენ არაორგანული ნაერთების ნახშირორჟანგის ან კარბონატების ნახშირბადს, რაც მათთვის ავტოტროფულ კვებას წარმოადგენს [4].

ბიოჰიდრომეტალურგიაში გამოყენებულ მეზოფილურ აციდოფილურ ქემოლიტოტროფულ მიკროორგანიზმებს შორის წამყვანი როლი უკავია Acidithiobacil-

lus ferrooxidans. ორვალენტური რკინის სამვალენტურად დაქანგვის სიჩქარე მისი მონაწილეობით 10000-ჯერ და მეტად იზრდება, ვიდრე მის გარეშე. ბაქტერიებით კატალიზირებული რკინის დაქანგვის პროცესში, რომელიც გამარტივებული სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ, ხდება ენერჯის გამოყოფა (pH =2 მნიშვნელობის დროს გიბსის ენერჯის ცვლილება 33 კჯ/მოლ-ია).

მეტალების ამოკრეფა ფერადი ლითონების სულფიდების შემცველი ღარიბი მადნებიდან, გადახსნილი და ნაყარი ქანებიდან, რენტაბელურია გროვული ბაქტერიული გამოტუტვით, სადაც სულფიდების დამქანგველი რეაგენტი უწყვეტ რეჟიმში რეგენირდება მიკროორგანიზმებით.

გროვული ბაქტერიული გამოტუტვის ტექნოლოგია მდგომარეობს შემდეგში: გროვის ზედაპირზე ან მის შიგნით ხდება ხსნარების მიწოდება, რომელიც შეიცავს გოგირდმქვას, დამქანგველებს (ქანგბადი, Fe(III) და სხვ.) და მიკროორგანიზმებს (Acidithiobacillus ferrooxidans, Acidithiobacillus thiooxidans, Leptospizillum ferrooxidans და სხვ.). ხსნარების განაწილება ხდება სხვადასხვა მეთოდით. გროვის ძირიდან გამომავალი ხსნარი, რომელიც გამდიდრებულია ფერადი მეტალებით ერთად იკრიბება, საიდანაც შემდგომში ხდება ფერადი მეტალების ხსნარებიდან ამოღება სხვადასხვა მეთოდით (ცემენტაცია, ექსტრაქცია და სხვ.

მსოფლიო პრაქტიკაში სპილენძის გროვული გამოტუტვის ტექნოლოგია უმთავრესად დაფუძნებულია მადნებიდან სპილენძის მეორადი სულფიდების ჰალკოზინის (Cu<sub>2</sub>S) და კოველინის (CuS) გამოტუტვაზე. სპილენძის პირველადი მინერალის ჰალკოპირიტის (CuFeS) გროვული ბაქტერიული გამოტუტვა, კომერციული თვალსაზრისით, ხშირად შეზღუდულია მინერალის პასივაციით დაქანგვის პროცესში გამოყოფილი პროდუქტების გამო.

ტექნოგენური ნარჩენების უტილიზაციის პრობლემა აქტუალურია საქართველოსთვისაც.

სპილენძის ყველაზე დიდი მარაგი ჩვენში მადნეულის სულფიდურ საბადოშია, რომლის კარიერული წესით დამუშავება 1958 წლიდან დაიწყო, ხოლო ექსპლუატაციაში შევიდა 1975 წლიდან.

საბადოზე სპილენძის მადნები წარმოადგენილია ძარღვული და ჩაწინწკლული სახით. შემცველი ქანები - მეორადი კვარციტები, გაკვარცხული ტუფები, ძირითადი მადნიანი მინერალებია: პირველადი - ჰალკოპირიტი, პირიტი, იშვიათად სფალერიტი; მეორადი - კოველინი, ჰალკოზინი, ბორნიტი, კუპრიტი, უმნიშვნელოდ სპილენძის სულფატები და კარბონატები. მინერალოგიური შემადგენლობის და ტექნოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით სპილენძის მადნებში გამოიყოფა სამი ტიპი:

- ქალკოპირიტ-პირიტული – ადვილად გამდიდრებადი,
- ქალკოპირიტ-კოველინ-ქალკოზინ-პირიტული - საშუალოდ გამდიდრებადი,
- კოველინ-ქალკოზინ-პირიტული - ძნელად გამდიდრებადი.

მადნებში სპილენძის საშუალო შემცველობები წლების მიხედვით მინიშნებს იმას, რომ (1975 – 1,2%; 1985 – 1,0%; 1995 – 0,83%; 2005 – 0,7%; 2015 – 0,65% და დღეისათვის

0,50%) საბადო თანდათან ღარიბდება.

დღეისათვის ადვილად გამდიდრებადი სპილენძის მადნების მარაგებიდან მხოლოდ მცირე ნაწილია დარჩენილი, ხოლო მოთხოვნილება სპილენძის კონცენტრატებზე არ შეცვლილა. საბადოს მიმდებარე ტერიტორიებზე ნაყარებში ღარიბი ძნელად გამდიდრებადი სპილენძის მადნების ძალზე დიდი რაოდენობაა თავმოყრილი.

მათი გადამუშავება ტრადიციული მეთოდებით (გრავიტაცია, ფლოტაცია) არარენტაბელურია, რადგანაც ვერ ხერხდება კონდიციური სპილენძის კონცენტრატების მიღება კონცენტრატში სპილენძის შემცველი 6,0-12,0 % ფარგლებში მერყეობს, რაც კონცენტრატების არაკონდიციურობაზე და ეკონომიკური პარამეტრების დაბალ კოეფიციენტზე მიუთითებს. დღევანდელი საბაზრო ღირებულებების მიხედვით, თუ კონცენტრატში ძირითადი სასარგებლო ელემენტი სპილენძია, მაშინ მისი მინიმალური შემცველობა კონცენტრატში 14,0%-ია, წინააღმდეგ შემთხვევაში მისი საბაზრო ფასის ანაზღაურება არ ხორციელდება. აქედან გამომდინარე აუცილებლობას წარმოადგენს აღნიშნული მადნების გადასამუშავებლად სხვა ტიპის თანამედროვე და ინოვაციური ტექნოლოგიების შემუშავება და წარმოებაში დანერგვა, რომელიც უზრუნველყოფს როგორც სპილენძის მისაღებად სანედლეულო ბაზის გაფართოებას, ასევე არაგანახლებადი ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების შესაძლებლობას.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მადნეულის სპილენძის საბადოს ღარიბი ძნელად გამდიდრებადი მადნიდან სპილენძის ამოღების შესაძლებლობის დადგენა ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვის მეთოდით ლაბორატორიულ პირობებში.

საკვლევ ობიექტს წარმოადგენდა სანაყაროდან აღებული სპილენძის ღარიბი ძნელად გამდიდრებადი მადანი.

დღეისათვის მსოფლიო პრაქტიკაში სპილენძის შემცველი ღარიბი ნედლეულის გადამუშავების იაფ მეთოდს წარმოადგენს მისი გადამუშავება გროვული გამოტუტვის მეთოდით, ხოლო სულფიდების შემცველი მადნებისათვის უკვე მრავალ ქვეყანაში დანერგილია მათი ბაქტერიულ-ქიმიური გროვული მეთოდის გამოყენებით.

აეროლიფტურ პერკოლატორებში გამოტუტვა საშუალებას იძლევა შესწავლილი იქნას ბაქტერიული გამოტუტვის პროცესი პასიურ ფილტრაციის (მყარ მასაში) რეჟიმში, იგი წარმოადგენს მადნების გროვული გამოტუტვის ლაბორატორიულ მოდელს. კვლევებში გამოყენებული იქნა მადნეულის მადური მყავე კარიერული წყლებიდან გამოყოფილი და გააქტიურებული რკინა და გოგირდდამქანგველი ბაქტერიული კულტურების Acidithiobacillus ferrooxidans (A.th.ferrooxidans) და Acidithiobacillus thiooxidans (A.th. thiooxidans)-ის ასოციაცია.

ბაქტერიების დამქანგველი აქტიურობის კრიტერიუმად აღებული იქნა 9K საკვებ არეში შემავალი ორვალენტური რკინის სამვალენტურად დაქანგვის ხარისხი. ბაქტერიების კულტივირება ჩატარდა ლაბორატორიულ სანჯღრველაზე (180 ბრ/წთ) 9K საკვებარეზე 28-3000 C ტემპერატურაზე, მყ:თხ=1:10.

pH და Eh განისაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით ლაბორატორიულ pH-მეტრზე (pH-340). ორვალენტური და სამვალენტური რკინა ხსნარებში ისაზღვრებოდა კომპლექსომეტრული მეთოდით ტრილონ ბ-ს გამოყენებით, ხოლო სპილენძი კი ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით გატიტვრით, მყარ მასაში სპილენძი განისაზღვრებოდა ატომურ-აბსორბციული

მეთოდით (Perkin Elmer; AAnalyst 200).

ქიმიური, ფაზური, მინერალოგიური, გრავიმეტრული ანალიზების საშუალებით შესწავლილი იქნა წარმოდგენილი ტექნოლოგიური სინჯის ნივთიერი შემადგენლობა. ქიმიური და ფაზური ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 1; 2.

ცხრილი 1

მწვანედასამდიდრებელი სპილენძის სულფიდური მადნების ქიმიური შემადგენლობა

ქიმიური შემადგენლობა, %													
გ/ტ													
სინესტე	ხურობითი დანაკარგი	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	S <sup>''</sup>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cu	Au
0,76	5,1	78,7	8,61	1,1	1,3	0,1	6,3	8,94	4,01	0,7	1,0	0,64	0,4

ცხრილი 2

მწვანედასამდიდრებელი სპილენძის სულფიდური მადნის ფაზური ანალიზი

სპილენძის საერთო-შემცველობა, %	სპილენძის სულფიდები, %		სპილენძის დაქანგული ფორმა, %
	პირველადი	მეორადი	
0,64	0,02	0,47	0,15
100,0	3,1	74,1	22,8

განისაზღვრა საკვლევი ობიექტის ფიზიკური მახასიათებლები მოცულობითი წონა - 2,47 გ/სმ<sup>3</sup>, კუთრი წონა - 2,74 გ/სმ<sup>3</sup>, ნაყარი წონა 1,25 გ/სმ<sup>3</sup> ტენის შტანთქმა 3,6 %; ფორიანობა (ჭეშმარიტი) - 9,85 %. მინერალოგიურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ქალკოზინი წარმოდგენილია მთლიანი ჯგუფის მინერალებით, რომელიც ვითარდება ქალკოპირიტის ხარჯზე და გვხვდება პირიტისა და ქალკოპირიტის მარცვლების გადაკრული წმინდა მონომრების სახით.

ქალკოპირიტის თავისუფალი მარცვლები გვხვდება იშვიათად, მხოლოდ წვრილ კლასსა და შლამებში (0.015-0.08 მმ).

პირიტის მარცვლები დანაპრალებულია მიკრომარ-ღვებით, რომლებიც შევსებულია ქალკოზინის ჯგუფის მინერალებით, კვარცთან ჩართული პირიტი, ასევე დაფარულია ქალკოზინ-კოველინის შედგენილობის შრით. წვრილ კლასში პირიტის უმრავლესი მარცვლები დაფარულია ქალკოპირიტის დაქანგვის შედეგად წარმოქმნილი მონომრით.

ასეთი ქალკოზინური - პირიტ-დაქანგული სპილენძის მადნები მიეკუთვნება მწვანედასამდიდრებელი ტიპის მადნებს, რომელშიც მესამე გენერაციის წარმოშობის პირიტი, უფრო ადრეული გამადნების სტადიამდე წარმოქმნილი პირიტისაგან განსხვავებით კოველინთან და ქალკოზინთან ქმნის მჭიდრო 0.001-0.01 მმ უმცირესი ზომის შენაზარდებს.

ზემოთ აღწერილი პირიტის მჭიდრო შენაზარდი

სპილენძის მეორად სულფიდებთან (კოველინი, ბორნიტი, ქალკოზინი) მნიშვნელოვნად ართულებს დაფქვის პროცესში მინერალების სრულ გახსნას, რასაც მოსდევს სპილენძის როგორც ამოკრევის, ასევე მისი კონცენტრატის ხარისხის მაჩვენებლის მკვეთრი შემცირება.

პატარა მოცულობის (h-280 მმ, d-25 მმ) ლაბორატორიულ პერკოლატორებში ჩატარებული ცდების სერიის საფუძველზე დადგენილი იქნა პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები. შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ფაქტორების გავლენა სპილენძის გამოტუტვის პროცესზე მეთხ ფარდობა, ხსნარის pH; პაუზების ხანგრძლივობა აქტიურ პერკოლაციებს შორის.

პერკოლატორში მოთავსებულ -50+0 მმ სიმსხოს მადანს ემატებოდა ხსნარი, რომელიც წარმოადგენდა საკვებ არეს 9K და შეიცავდა: ამონიუმის სულფატს - 0,15 გ/ლ; კალიუმის ქლორიდს - 0,05 გ/ლ; მაგნიუმის სულფატს - 0,5 გ/ლ; ერთ ჩანაცვლებულ ფოსფორმჟავა კალიუმს - 0,1 გ/ლ; კალციუმის ნიტრატს - 0,01 გ/ლ pH=2,5-ს. საკვები არე შეიცავდა მისი მოულობის 10% ბაქტერიული კულტურის A.th.ferrooxidans და A.th. thiooxidans ნარევს, ბაქტერიის ტიტრი 100 000 უჯ/მლ.

სისტემისათვის ჰაერის მიწოდება ხორციელდებოდა უქვევტად, კომპრესორის საშუალებით, რომლის რაოდენობაც რეგულირდებოდა სპეციალური მომჭერვის მეშვეობით. ასეთი სისტემა უზრუნველყოფდა ხსნარის მრავალჯერად პერკოლაციას და სისტემის გამდიდრების O<sub>2</sub> და CO<sub>2</sub>-ით, რომელიც აუცილებელია

**სასარგებლო წიაღისეულის გაფიქრება - ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ - PROCESSING**

მიკროორგანიზმების ცხოველმყოფელობისათვის.

ყოველი 7 დღიანი ციკლის შემდეგ ხდებოდა ხსნარების დრენირება. ხსნარში ისაზღვრებოდა  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$  რაოდენობა. ყოველდღიურად ხდებოდა ხსნარის pH-ის შემოწმება. საჭიროების შემთხვევაში ხდებოდა მისი კორექტირება გოგირდმჟავას დამატებით 1,5-2,2 მნიშვნელობამდე.

ექსპერიმენტი მიმდინარეობდა 28-30°C ტემპერატურაზე.

გამოტუტვის პროცესის მიმდინარეობის დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთ ფაქტორს, როგორცაა მყარის და თხევადის ფარდობას. შესწავლილი იქნა გამოტუტვის პროცესი მყ:თხ ფარდობის 1:2; 1:3,5 და 1:5 მნიშვნელობის დროს.

სტერილურ კონტროლში (საკვები არე ბაქტერიების გარეშე) სპილენძის გამოტუტვამ დროის იგივე პერიოდში შეადგინა 2,5 %.

ცნობილია, რომ რკინა და გოგირდმჟანგავი თიობაქტერიები A.th.ferrooxidans და A.th. thiooxidans

განვითარებისათვის საჭიროებენ მყავე არეს pH=1,5-2,5. სულფიდური მინერალების დაჟანგვის დროს, განსაკუთრებით პირიტის, წარმოიქმნება გოგირდმჟავა რის შედეგადაც pH-ის მნიშვნელობა მცირდება. თუ ბაქტერია ამ პირობებთან არ არის შეგუებული, მაშინ მისი აქტივობა სუსტდება. აქედან გამომდინარე შესწავლილი იქნა pH-ის გავლენა ბაქტერიის აქტივობაზე 2 ვარიანტში - pH=1,5 და pH=2,0; მყ:თხ=1:5 და მყ:თხ=1:2 მნიშვნელობის დროს.

სპილენძის გამოტუტვის პროცესზე აქტიურ პერკოლაციის პროცესებს შორის პაუზების ხანგრძლივობის შესწავლის მიზნით ექსპერიმენტი ჩატარდა pH=2,0-2,1, მნიშვნელობის დროს, რადგანაც წინა ექსპერიმენტების დროს დადგინდა, რომ სპილენძის მაქსიმალური გამოტუტვა პიკს აღწევს 49-ე დღეზე და შემდეგ დღეებში უკვე კლებულობს, ამიტომ 1 სრული ციკლი ჩავთვალოთ 49 დღედ და ცდის ხანგრძლივობად ავირჩიეთ ეს პერიოდი. იცვლებოდა პაუზის ხანგრძლივობა პერკოლაციებს შორის: 1 დღე-ღამე, 2 დღე-ღამე, 3 დღე-ღამე და 4 დღე-ღამე. მყ:თხ ფარდობა 1:2 და 1:5 ექსპერიმენტის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 3.

**ცხრილი 3**

**მყარის და თხევადის შეფარდების, pH-ის და პაუზის გავლენა სპილენძის გამოტუტვის ხარისხზე**

№	პერკოლაციის №	პარამეტრები			გამოტუტვის დრო t დღე													
		მყ:თხ	pH	T პაუზა	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	
1	1	1:2			3,3	7,0	10,3	14,3	20,1	26,8	34,4	38,1	42,3	45,3	48,4	58,1	53,1	
2	2	1:3,5			4,0	8,2	12,7	17,6	25,3	32,5	40,1	46,8	52,0	57,8	60,1	62,5	64,8	
3	3	1:5			5,3	8,8	13,2	20,0	28,1	38,2	50,2	56,0	59,3	63,0	68,1	70,0	72,3	
4	4		2,1		3,3	7,0	10,3	14,3	20,1	25,8	34,4	38,1	42,3	45,3	48,4	51,1	53,1	
5	5		1,5		4,1	9,1	12,0	16,2	22,4	30,3	38,5	44,5	48,9	52,5	53,7	56,8	58,0	
6	6		2,1		5,3	8,8	13,2	20,0	28,1	38,2	50,2	56,0	59,3	63,0	68,1	70,0	72,3	
7	7		1,5		5,2	9,0	14,7	22,6	32,0	42,1	54,1	59,1	63,8	67,4	72,2	74,1	75,5	
8	8			1	3,7	8,1	14,3	20,1	27,3	32,0	40,1							
9	9			2	4,3	11,5	17,5	25,0	35,1	40,0	47,3							
10	10			3	4,2	12,8	18,5	24,1	33,3	41,3	51,8							
11	11			4	4,3	13,1	20,8	28,5	26,1	43,3	52,5							

შედარების მიზნით ჩატარდა საკვლევი ობიექტის გროვული ქიმიური გამოტუტვა განზავებული გოგირდმჟავას ხსნარით (2,53 გ/ლ), შემდეგ პირობებში:

მყარისა და თხევადის ფარდობა 1:5, pH-2,1, ცდის ხანგრძლივობა 91 დღე-ღამე, ციკლი - 7 დღე-ღამე. ცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 4.

სპილენძის მადნის გროვული ბაქტერიული და ქიმიური გამოტუტვის შედეგები

სპილენძის მინერალური ფორმა	სპილენძის შემცველობა მადანში, გ		გამოტუტვის ტიპი	სპილენძის ამოკრეფა ხსნარში, %
	საწყისი	საბოლოო		
დაქანგული მეორადი პირველადი საერთო	0,15	0,02	ბაქტერიულ-ქიმიური	85,0
	0,48	0,16		66,6
	-	-		-
	0,64	0,18		72,3
დაქანგული მეორადი პირველადი საერთო	0,15	0,06	ქიმიური (გოგირდმჟავა 5 გ/ლ)	60,0
	0,48	0,29		39,7
	-	-		-
	0,64	0,35		45,3

ამრიგად, ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგად დადგინდა მადნეულის საბადოს სპილენძის, ღარიბი ძნელადგასამდიდრებელი სულფიდური და დაქანგული მადნების როგორც ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვის შესაძლებლობა, ასევე მისი უპირატესობა გროვულ მჟავურ გამოტუტვასთან შედარებით. ექსპერიმენტის შედეგად ნაჩვენებია იქნა, რომ ერთი და იგივე პირობებში ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვით ხსნარში გადასული სპილენძის რაოდენობა 27,0 % მეტია სუფთა ქიმიურ გამოტუტვასთან შედარებით.

**დასკვნები**

შესწავლილია მადნეულის საბადოს სპილენძის მადნების სანაყაროდან აღებული საშუალო ტექნოლოგიური სინჯის ნივთიერი შედგენილობა ქიმიური, მინერალოგიური, ფაზური, გრავიმეტრიული ანალიზების მეშვეობით. აღნიშნული სინჯი შეიცავს: Cu – 0,64 %; S<sub>სულფ</sub> - 4,01 %; SO<sub>3</sub> – 0,1 %; SO<sub>3</sub> – 8,94 %; Fe – 8,6 %; SiO<sub>2</sub> – 78,7 %-ს.

სპილენძი წარმოდგენილია ძირითადად მეორადი სულფიდების (კოველინი, ჰალკოზინი) და დაქანგული ფორმით 74,1% და 22,8%, შესაბამისად, უკიდურესად მცირეა (3,1%) ჰალკოპირიტის შემცველობა.

დადგენილია ლაბორატორიულ პირობებში სპილენძის ძნელად-გასამდიდრებელი მადნიდან სპილენძის ამოღების შესაძლებლობა გროვული ბაქტერიულ-ქიმიური გამოტუტვის მეთოდით. აეროლიფტურ პერკოლატორებში, სხვადასხვა პირობებში (მყარისა და თხევადი ფაზის თანაფარდობა, ხსნარის pH, პაუზების ხანგრძლივობა აქტიურ პერკოლაციებს შორის). 91 დღე-ღამის განმავლობაში 1:5 მყარის და თანაფარდობის და pH=2,1 მნიშვნელობის დროს მადნიდან ხსნარში გადასული სპილენძის რაოდენობამ შეადგენოს 72,3 % (აქედან 66,6% მეორადი სულფიდებიდან და 85,0 %

დაქანგული მინერალებიდან).

ამავე პირობებში ჩატარებული გროვული მჟავური გამოტუტვით ხსნარში გადასული სპილენძის რაოდენობა 27,0 %-ით ნაკლებია ბიოგამოტუტვასთან შედარებით (60,0% დაქანგული მინერალებიდან, 39,7 % - მეორადი სულფიდებიდან) – 45,3 %.

ბიოგამოტუტვის პროცესში გამოყენებულია მადნეულის საბადოს მჟავე კარიერული წყლებიდან გამოყოფილი აციდოფილური რკინა და გოგირდ-დამჟანგველი ბაქტერიების A.th.ferrooxidans და A.th. thiooxidans ნარევი.

**ლიტერატურა**

1. ნ. ლომიძე, ზ. არაბიძე. ოქრომემცველი სულფიდური მადნების გამდიდრების ნარჩენების გადამუშავების ბიოჰიდრომეტალურგიული ტექნოლოგიის გამოყენების ანალიზი. "სამთო ჟურნალი" #1(32), თბილისი, 2014. გვ. 58-61.
2. Lomidze N., Malashchia Sh., Kvatashidze R., Baghashvili M. Study on the possibility of utilization of bioreagent for processing of stored tails of copper pyrite ore flotation. Book of abstracts the International Scientific-practical Conference on Up-to-date Problems of Geology, Tbilisi, 2019. pp. 71-73.
3. Jonson D. Biomining-biotechnologies for extracting metals from ores and waste materials. Current opinion in biotechnology. Vol.30, 2014. pp. 24-31.
4. Каравайко Г., Росси Дж., Агате А. и др. Биотехнология металлов. Центр международных проектов ГКНТ, Москва, 1989. 374 с.

MALASHKHIA Sh., LOMIDZE N., KANDELAKI M.,  
CHUBINIDZE N.  
THE ARTICLE PRESENTS THE RESULTS OF A  
STUDY CARRIED OUT AS A LABORATORY SIMU-  
LATION OF THE HEAP BACTERIOLOGICAL-  
CHEMICAL LEACHING PROCESS

МАЛАШХИЯ Ш.С., ЛОМИДЗЕ Н.Б.,  
КАНДЕЛАКИ М.Ш., ЧУБИНИДЗЕ Н.Д.  
ВОЗМОЖНОСТИ КУЧНОГО  
БИОВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ БЕДНЫХ  
ТРУДНООБОГАЩАЕМЫХ МЕДНЫХ РУД

**ANNOTATION.** The test object was a low-grade rebellious sulfide and oxidized copper ore extracted from the mine dumps. The experiment was performed using acidophilic iron and sulfur-oxidizing bacteria isolated and activated from the Madneuli ore field microflora. In parallel with the process of ore heap bacteriological-chemical leaching, an acid leaching with diluted sulfuric acid solution was carried out under the same conditions. The studies have demonstrated that the method of copper heap bioleaching in ores of such type is advantageous in comparison with acid leaching. This method gives 27 % higher copper recovery compared to the chemical leaching method.

**KEYWORDS:** bacterial; heap; leaching; copper; pyrite; oxidation; difficult to enrichment; poor; chemical.

**АННОТАЦИЯ.** В работе приведены результаты моделированного в лабораторных условиях бактериально-химического выщелачивания. Объектом исследования является взятие из отвалов Маднеульского месторождения представительных проб бедных, труднообогатимых медных руд. В эксперименте использованы выделенные из рудного поля ацидофильные железо и сероокисляющие бактерии. Параллельно с этим проведено выщелачивание разбавленной серной кислотой. Установлено преимущество кучного биовыщелачивания. Уровень выделения меди при биовыщелачивании на 27 % выше, чем при химическом.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** медь; выщелачивание; бактериальное; пирит; окисление; трудно обогащаемые; бедные; химический.

უპა 621.35

აპაღ. ღოქტორი თ. ჩახუნაშვილი, აპაღ. ღოქტორი თ. როყვა,  
აპაღ. ღოქტორი ზ. ვანაძე, აპაღ. ღოქტორი შ. ძეგაძე, ნ. ზუთლიაშვილი,  
აპაღ. ღოქტორი ღ. ქანაშვილი, აპაღ. ღოქტორი ე. შაფაძე  
ქიათურის ღაგალსარიხსოვანი მანგანუმიცველი ნეღლეულისა  
ღა სანარმოო ნარჩენიხის გაღამუშავებით მანგანუმიანი ძიმიური  
პროღუქციის ნარმოიხის პერსპექტივეები

ანოტაცია. როგორც საზღვარგარეთ, ასევე ჩვენს მიერ ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა და გამსხვილებული მასშტაბის კვლევებმა აჩვენა, რომ მანგანუმშემცველი საწარმოო ნარჩენების ეკონომიკურად გამართლებული მეთოდებით გაღამუშავების ოპტიმალური გზა არის მათგან არა ისევე ფეროშენადნობთა წარმოებაში გამოსაყენებელი კონცენტრატების, არამედ ბაზარზე საკმარისად მაღალ ფასად რეალიზებადი ქიმიური პროღუქციის მიღება, რომელიც ეკონომიკის სხვადასხვა დარგებსა და საქმიანობის სხვადასხვა სფეროებში გამოიყენება. ქიათურის მანგანუმიანი საწარმოო ნარჩენების, აგრეთვე კარბონატულმაღნებზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დამუშავებულია ბაზარზე მაღალი მოთხოვნილების მქონე მანგანუმშემცველი ქიმიური პროღუქციების (ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდი, მანგანუმის სულფატის მონოჰიდრატი, მანგანუმის მონოოქსიდი) მიღების პრინციპული და აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემები. შერჩეულია საცდელ-სამრეწველო და სამრეწველო მასშტაბში მათ მისაღებად საჭირო სტანდარტული ტექნოლოგიური მოწყობილობა, დამუშავებულია აგრეთვე ძირითადი არასტანდარტული მოწყობილობა, რომლებშიაც გამოყენებულია ჩვენი პატენტები და ნოუ-ჰაუ.

საკვანძო სიტყვები: მანგანუმი; წარმოების ნარჩენები; ქიმიურ-ტექნოლოგიური გაღამუშავება; მანგანუმის დიოქსიდი; მანგანუმის მონოოქსიდი; მანგანუმის სულფატი.

როგორც ცნობილია, საქართველოს უმნიშვნელოვანეს ბუნებრივ სიმდიდრეს წარმოადგენს ქიათურის მანგანუმის საბადო, რომლის ბაზარზე შექმნილია საქართველოს მიმიმე მრეწველობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ქვედარგი – მანგანუმის მრეწველობა. მოპოვებული მაღლის გამდიდრებისა და მეტალურგიული გაღამუშავების შედეგად იწარმოება ფეროშენადნობები, რაც ქვეყნის ერთ-ერთ მთავარ საექსპორტო პროღუქციას წარმოადგენს. როგორც ხშირ სხვა შემთხვევაში, აქაც მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოშობს ის, რომ მანგანუმის მაღნების გამდიდრების ნარჩენები (კუღები და შლამები), რომელთა რაოდენობა ყოველწლიურად იზრდება და დიდ მასშტაბებს აღწევს, ჯერჯერობით პრაქტიკულ გამოყენებას ვერ პოულობს. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში ჩატარებულმა ხანგრძლივმა კვლევებმა ზემოაღნიშნული ნარჩენებიდან ისევე მეტალურგიაში გამოსაყენებელი კონცენტრატების მიღების მიმართულებით, პრაქტიკული შედეგი ვერ გამოიღო. ჩვენმა კვლევებმა აჩვენა, რომ გაცილებით მომგებიანია საწარმოო ნარჩენებიდან ბაზარზე მზარდი მოთხოვნილების მქონე მანგანუმშემცველი ქიმიური პროღუქციის წარმოება სხვა სფეროებში გამოსაყენებლად [1]. ერთ-ერთ ასეთ პროღუქტს წარმოადგენს ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდი (ემღ), რომლის მიღების პროცესი ძირითადად გასული საუკუნის 30-იან წლებში დამუშავდა. უკანასკნელი ხუთი ათეული წლის განმავლობაში ემღ-ის წარმოება 8-ჯერ გაიზარდა და კვლავც განაგრძობს ზრდას ყოველწლიურად 5-6%-ით. ამჟამად წელიწადში იწარმოება დაახლოებით 600 ათასი

ტონა ემდ.

ემდ-ის გამოყენების ძირითადი სფეროებია: 1. დენის ქიმიური წყაროები: მაღალი ხარისხის მანგანუმ-თუთიის სისტემის მარილხსნარიანი ელემენტები (ლეკლანშეს ელემენტები) და ამავე სისტემის ტუტე ელემენტები (მსოფლიოში ყოველწლიურად იწარმოება 50 მილიარ-დზე მეტი მანგანუმ-თუთიის სისტემის დენის წყარო); 2. დენის ქიმიური წყაროები – ლითიუმ-მანგანუმიანი ელემენტები; 3. ლითიუმ-იონიანი აკუმულატორები მანგანუმშემცველი საკათოდე მასალით (გამოიყენება ელექტრომობილების ამძრავებად); 4. ფერიტების წარმოება ელექტრონული მრეწველობისათვის.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ ემდ შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ყველა იმ სფეროში, სადაც გამოიყენება ნატურალური (ბუნებრივი) მანგანუმის დიოქსიდი (ნმდ). რეალურად ეს იმ შემთხვევაში იქნება შესაძლებელი, თუ ემდ-ის თვითღირებულება საკმარისად დაბალი იქნება, რაც მისი დაბალ ფასად რეალიზაციის შესაძლებლობას მოგვცემს. ეს კი, თავის მხრივ, მიიღწევა ემდ-ის მიღების გაუმჯობესებული ტექნოლოგიის გამოყენებით, რის შესახებაც ქვემოთ გვექნება საუბარი. ემდ-ის უპირატესობები ნმდ-სთან შედარებით შეიძლება: ძირითადი ნივთიერების –  $MnO_2$ -ის უფრო მაღალი შემცველობა ( $MnO_2$ -ის შემცველობა ემდ-ში 90%-ზე მეტია, ხოლო ნმდ-ში 70-85%-ს შეადგენს), მაგნე მინარევების – ძირითადად მძიმე ლითონების გაცილებით ნაკლები შემცველობა (რამდენიმე ათეულჯერ და მეტად), უკეთესი ჟანგითი თვისებები, მეტი მექანიკური სიმტკიცე და სხვა. ემდ-ის გამოყენების სფეროები ნმდ-ის მაგივრად შეიძლება იყოს: მეტალურგია (როგორც დამჟანგავი თუთიისა და სპილენძის მეტალურგიაში), ქიმიური მრეწველობა (კატალიზატორების, ქიმიური რეაგენტების, სამედიცინო პრეპარატების წარმოება), ლაქ-საღებავების წარმოება, მინისა და ფაიფურის წარმოება, მშენებლობა (კერამიკული ნაკეთობები, ხელოვნური გრანიტი, მარმარილო), სასმელი და ტექნიკური წყლის გაწმენდა, აირების გაწმენდა.

ემდ-ის მწარმოებელი ძირითადი ქვეყნებია ჩინეთი (მსოფლიო წარმოების 60%-ზე მეტი), იაპონია, აშშ, ავსტრალია, ესპანეთი, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა.

ზემოთ თქმულის გათვალისწინებით, საქარ-თველოსათვის, რომელსაც მანგანუმის მადნების საკმაოდ დიდი და მდიდარი მარაგები გააჩნია, მნიშვნელოვანია ემდ-ისა და სხვა კონკურენტუნარიანი მანგანუმშემცველი ქიმიური პროდუქციის წარმოების განვითარება.

ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ. აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის ლ. ჯაფარიძის სახელობის დენის ქიმიური წყაროებისა და საელექტროდე მასალების ლაბორატორიას მანგანუმშემცველი ნაერთების მიღებისა და წარმოებაში დანერგვის მიმართულებით მრავალწლიანი გამოცდილება გააჩნია [2].

ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევებისა და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების, აგრეთვე საქარხნო გამოცდების საფუძველზე რუსთავის ქიმიურ კომბინატში (ამჟამად სააქციო საზოგადოება „აზოტი“) გასული საუკუნის სამოცდაათიან წლებში საექსპლუატაციოდ გადაეცა ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მწარმოებელი საამქრო, რომელიც 10-მდე გალვანური ელემენტების დამამზადებელ ქარხანას წლების მანძილზე ამარაგებდა ემდ-ით.

საქართველოში მომხდარი ცნობილი მოვლენების შედეგად ამჟამად ემდ ქვეყანაში არ იწარმოება, მაგრამ სამუშაოები ამ პროდუქტის მიღების სამრეწველო ტექნოლოგიის დამუშავებისა და სრულყოფის მიმართულებით გრძელდება.

ჩვენს მიერ დამუშავებული ემდ-ის მიღების სამრეწველო ტექნოლოგია ჭიათურის ოქსიდური მანგანუმშემცველი ნედლეულიდან (ოქსიდური მადნები და კონცენტრატები, მადნების გამდიდრების შლამები და კუდები) შეიძლება დავეოთ ოთხ მსხვილ სტადიად: 1) ოქსიდური მანგანუმშემცველი ნედლეულის ადდგენითი გამოწვა მყარი ადმდგენის (ტყიბულის ქვანახშირის) გამოყენებით, რის შედეგად მიიღება მანგანუმის მონოოქსიდი; 2) მანგანუმის მონოოქსიდის გოგირდმჟავური გამოტუტვა და მიღებული ხსნარების გაწმენდა მძიმე ლითონებისა და სხვა მინარევებისაგან მანგანუმის (II) სულფატის სუფთა ხსნარის მიღებით; 3) გოგირდმჟავით შემჟავებული მანგანუმის სულფატის ხსნარის მაღალტემპერა-ტურული ელექტროლიზი (93-98°C) ტიტანის ანოდებზე მანგანუმის დიოქსიდის მყარი კომპაქტური ნალექის მიღებით; 4) ანოდური ნალექის გადამუშავება (დამსხვრევა, გარეცხვა, ნეიტრალიზაცია, შრობა და დაფქვა) მიზნობრივი პროდუქტის – ფხვნილოვანი ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის (ემდ) მიღებით.

როგორც ვხედავთ, ემდ-ის მიღების ტექნოლოგიის შუალედურ პროდუქტებს წარმოადგენენ მანგანუმის მონოოქსიდი და მანგანუმის (II) სულფატი. ამასთან ერთად, ეს ნივთიერებები ცალკეული მიზნობრივი პროდუქტებიც არიან, რომელთაც არაერთი გამოყენება აქვთ. მანგანუმის მონოოქსიდი გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში მიკროსასუქად და პრემიქსების დასამზადებლად, მეტალურგიაში ლითონების დესულფურიზაციისათვის, როგორც ფერიტების კომპონენტი, კატალიზატორად ორგანულ სინთეზში, როგორც ანტიფერომანტიური მასალა. მანგანუმის მონოოქსიდი შეიძლება გამოყენებული იქნას აგრეთვე როგორც საწყისი ნედლეული სხვადასხვა მანგანუმშემცველი მარილების მისაღებად. მანგანუმის (II) სულფატი მანგანუმის (II) სულფატის მონოჰიდრატის სახით (მსმ) გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში სასუქად, ცხოველთა კვებაში პრემიქსებისა და კომბინირებული საკვების დასამზადებლად, აგრეთვე ფერიტების დასამზადებლად, როგორც საღებავების კომპონენტი საფეიქრო მრეწველობასა და ფაიფურის წარმოებაში, ტყვია-მანგანუმის სიკატივების წარმოებაში, კატალიზატორად ორგანულ სინთეზში, მათ შორის სინთეზური ცხიმოვანი მჟავების წარმოებაში, მანგანუმის სხვა მარილების მისაღებად. მსმ-ის უკანასკნელი სწრაფი ტემპით მზარდი მოხმარება არის მისი გამოყენება ლითიუმ-მანგანუმიანი შპინელის წარმოებაში ლითიუმ-იონური აკუმულატორების დასამზადებლად.

ემდ-ის მიღების ტექნოლოგიის ეს მხარე შეიძლება მომგებიანად იქნას გამოყენებული მანგანუმშემცველი ნედლეულის ქიმიურ-ტექნოლოგიური გადამუშავების სამრეწველო ობიექტის შესაქმნელად. ბაზარზე მოთხოვნილების მქონე, ზემოთ ჩამოთვლილი რამდენიმე მანგანუმშემცველი პროდუქტის ერთ საწარმოო კომპლექსში გამოშვებას რიგი უპირატესობა გააჩნია. ჩამოვთვალოთ ზოგიერთი მათგანი: რამდენიმე ტექნოლოგიურად დაკავშირებული პროდუქტის ერთობლივად



წარმოების მომსახურების ხარჯების შემცირება, საწარმოო კომპლექსის მდგრადობის გაზრდა, პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება, რაც მისი უფრო იაფად რეალიზაციის საშუალებას იძლევა, და რაც, თავის მხრივ, გამოყენების ახალი სფეროების მოძიების საშუალებას იძლევა.

ჭიათურის მანგანუმშემცველი ნედლეულის (ოქსიდური და კარბონატული მადნებისა და კონცენტრატების, აგრეთვე წარმოების ნარჩენების) როგორც ლაბორატორიული და გამსხვილებული, ასევე ნახევრადსამრეწველო და სამრეწველო მასშტაბში სხვადასხვა დროს ჩატარებული კვლევებისა და გამოცდების, აგრეთვე უკანასკნელ პერიოდში მიღებული შედეგების საფუძველზე შემოთავაზებულია ემდ-ისა და მისი თანაური პროდუქტების – მანგანუმის მონოოქსიდის და მანგანუმის (II) სულფატის მონოჰიდრატის მიღების ტექნოლოგია, რომელიც გულსხმობს ბაზრის მოთხოვნილების შესატყვის განსხვავებული მახასიათებლების მქონე თითოეული ზემოთ დასახელებული სამი პროდუქტის A და B მარკას: 1. A და B მარკის ემდ; 2. A და B მარკის მანგანუმის მონოოქსიდი; 3. A და B მარკის მანგანუმის (II) სულფატის მონოჰიდრატი.

შემუშავებულია ემდ-ისა და სხვა მანგანუმშემცველი ქიმიური პროდუქციის მიღების პრინციპული და აპარატურულ-ტექნოლოგიური სქემები, დადგენილია მანგანუმშემცველი ნედლეულისა და სხვა ძირითადი მასალების ხარჯვითი ნორმები. შერჩეულია თანამედროვე სტანდარტული ტექნოლოგიური მოწყობილობა, გაანალიზებულია მისი ტექნიკური და ტექნოლოგიური მახასიათებლები, შეფასებულია წარმადობა, მუშაობის უნარიანობა და სხვა მახასიათებლები. ამ მოწყობილობას მიეკუთვნება: ირიბ გახურებაზე მომუშავე უწყვეტი მოქმედების საშრობი დოლი, ასევე უწყვეტ რეჟიმზე გამჭოლად მომუშავე დოლური წისქვილი, უწყვეტი მოქმედების ირიბი გახურების აღდგენითი გამოწვის დოლური ღუმელი, რომლებიც ხასიათდება მინიმალური გამტვრიანებით და აკმაყოფილებს მისდამი წაყენებულ სანიტარულ-ჰიგიენურ მოთხოვნებს. შერჩეულია აგრეთვე მაღალი კოროზიული მდგრადობისა და ცვეთამედეგობის ცილინდრული გამოტუტვის რეაქტორები, აღჭურვილი ინტენსიურ რეჟიმში მომუშავე სარეველებით და ორთქლის პერანგებით, ავტომატიზებული მფილტრავი მოწყობილობა. ემდ-ის ანოდური ნალექის დასაფქვავად შერჩეულია დოლური მბრუნავი წისქვილი კორუნდისაგან დამზადებული ჯავშნიანი ფილებით და საფქვავი ბურთულებით.

ჭიათურის მანგანუმშემცველი ნედლეულის ქიმიურ-ტექნოლოგიური გადამუშავების სამრეწველო კომპლექსის დადებითი მხარეებისა და უპირატესობების განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორები იქნება შემდეგი:

1. მანგანუმის მადნების, კონცენტრატების და წარმოების ნარჩენების მოპოვებისა და განთავსების, ადგილზე გადამუშავება, რაც ტრანსპორტირების ხარჯებს ძლიერ ამცირებს.

2. სხვადასხვა სახისა და შემადგენლობის საწყისი ნედლეულის გამოყენების შესაძლებლობა, რაც საჭიროების შემთხვევაში წარმოების გადაწყობის შესაძლებლობას იძლევა.

3. მადნის გოგირდმჭავური გამოტუტვის შედეგად წარმოქმნილი მყარი ნარჩენის – მეორადი შლამის

კვალიფიციური უტილიზაცია, რაც ამცირებს პროდუქციის თვითღირებულებას და დადებით გავლენას მოახდენს ეკოლოგიური სიტუაციის გაუმჯობესებაზე.

4. ადგილობრივი მასალების გამოყენება წარმოებაში (ტყიბულის ქვანახშირი ნედლეულის აღსადგენად, კირი და კირქვა გამოტუტვის პროცესებში და სხვა).

5. საწარმოო პროცესებში გამოყოფილი თბური ენერჯის უტილიზაცია ტექნიკური და საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის.

6. ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მისაღებად ახალი კონსტრუქციის მძლავრი ელექტროლიზური აბაზანების დამუშავება.

7. ემდ-სთან ერთად ბაზარზე მაღალი მოთხოვნილების მქონე ისეთი პროდუქტების წარმოების მოწყობა, როგორცაა მანგანუმის სულფატის მონოჰიდრატი, მანგანუმის მონოოქსიდი, აგრეთვე მეორადი შლამებიდან მიღებული თაბაშირშემცველი სილიკატური მასალა, რაც აიაფებს ემდ-ს და აუმჯობესებს ეკოლოგიურ სიტუაციას, ზრდის წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია შემოთავაზებული ტექნოლოგიის ყველა სიახლე, დადებითი მხარე და უპირატესობა გამოცდილი და გამოყენებული იყოს მეცნიერების, წარმოების მუშაკთა და შესაბამისი საპროექტო გუნდის თანამშრომლობით დაპროექტებულ საცდელ-სამრეწველო წარმოებაში, რომელიც გარდამავალი საფეხური იქნება კვლევებიდან მანგანუმშემცველი პროდუქციის მწარმოებელ ქიმიურ კომპლექსამდე. საცდელ-სამრეწველო წარმოებაში გამოყენებული იქნება შემდგომში სამრეწველო კომპლექსში ექსპლუატაციაში ჩართული ძირითადი ტექნოლოგიური მოწყობილობა, რაც, საბოლოო ჯამში, მნიშვნელოვნად შეამცირებს რისკებს, აგრეთვე წარმოების ორგანიზაციის კაპიტალურ დაზანებებს.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევებისა და საცდელი სამუშაოების საფუძველზე საცდელ-სამრეწველო წარმოებისა და სამრეწველო ობიექტისათვის შერჩეულ სტანდარტულ მოწყობილობასთან ერთად დამუშავებულია არასტანდარტული მოწყობილობა, რომელშიაც შემოთავაზებული ტექნოლოგიის გარკვეული პროცესები და ოპერაციები სრულდება და განივთებულია ჩვენი ნოვაციები პატენტებისა და ნოუ-ჰაუს სახით [3-7].

### ლიტერატურა

1. Чахунашвили Т., Роква Т., Кебадзе Ж., Мествиришвили Т., Дадუнашвили М., Бутлиашвили Н., Вацадзе З. Химико-технологическая переработка марганец-содержащих производственных отходов Грузии. II Международная конференция. Современные технологии и методы неорганического материаловедения. Сборник докладов. Тбилиси, 2015. с. 282-287.
2. Джапаридзе Л.Н., Чахунашвили Т.А., Цагарели Г.А., Качибая Э.И. Разработка технологии производства электролитического диоксида марганца и катодные материалы на основе  $MnO_2$  Академия наук Грузии. Отделение химии и химической технологии. Сборник трудов. Мецниереба, Тбилиси, 2001. с. 165-174.
3. ჩახუნაშვილი თ., როყვა თ. საქართველოს პატენტი GE U 2004 1058 U.
4. თ. ჩახუნაშვილი, თ. როყვა, ჟ. ქებაძე, მ. დადუნაშვილი, ზ. ვაწაძე. საქართველოს პატენტი U 2018 1977Y, 2015.

5. თ. ჩახუნაშვილი, თ. როყვა, ჟ. ქებაძე, ზ. ვაწაძე, მ. დადუნაშვილი. საქართველოს პატენტი U 2018 1978, 2015.  
 6. თ. ჩახუნაშვილი, თ. როყვა, ჟ. ქებაძე, ზ. ვაწაძე.

**CHAKHUNASHVILI T., ROKVA T., VATSADZE Z.,  
 KEBADZE Zh., BUTLIASHVILI N., DZANASHVILI D.,  
 SHAPAKIDZE E.**

**PROSPECTS OF MANGANIC CHEMICAL PRODUCTS MANUFACTURING THROUGH PROCESSING OF CHIATURA LOW-GRADE MANGANESE-CONTAINING RAW MATERIALS AND INDUSTRIAL WASTE**

**ANNOTATION.** Laboratory and large-scale studies carried out abroad and by us, have shown that the optimal path of manganese-containing industrial waste processing using economically justified methods lies not in the getting of concentrates to be used once again in ferroalloy production, but in a receipt of chemical products saleable at quite high prices at the market, which can be used in the different fields of economy and various areas of activity. The principal and process flow diagrams of receipt of manganese-containing chemical products (electrolytic manganese dioxide, manganese sulfate monohydrate, manganese monoxide) of high market demand have been developed based on the studies carried out on Chiatura manganic industrial waste, as well as carbonate ores. Standard processing equipment necessary for their receipt in experimental-industrial and industrial scales has been selected, a main non-standard equipment has been developed as well, in which our patents and know-hows have been used.

**KEY WORDS:** manganese; industrial waste; chemical-engineering processing; manganese dioxide; manganese monoxide; manganese sulfate.

- საქართველოს პატენტი U1930, 2016.  
 7. თ. ჩახუნაშვილი, თ. როყვა, ჟ. ქებაძე, ზ. ვაწაძე. საქართველოს პატენტი U1963, 2016.

**ЧАХУНАШВИЛИ Т., РОКВА Т., ВАЦАДЗЕ З.,  
 КЕБАДЗЕ Ж., БУТЛИАШВИЛИ Н., ДЗАНАШВИЛИ Д.,  
 ШАПАКИДЗЕ Е.  
 ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МАРГАНЦЕВЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ НА ОСНОВЕ ЧИАТУРСКОГО НИЗКОСОРТНОГО СЫРЬЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ**

**АННОТАЦИЯ.** Лабораторные и крупномасштабные испытания, проведенные как нами, так и за рубежом, показали, что экономически обоснованными методами переработки марганецсодержащих производственных отходов является не получение из них концентратов для производства ферросплавов, а получение химической продукции, применяемой в различных областях экономики и реализуемой на рынке по достаточно высокой цене. На основе исследований, проведенных на Чиатурских марганецсодержащих отходах, а также – на карбонатных рудах, разработаны принципиальные и аппаратно-технологические схемы производства продуктов, пользующихся спросом на рынке: электролитический диоксид марганца, моногидрат сульфата марганца, монооксид марганца. Подобрано стандартное оборудование для их производства в опытно-промышленном и промышленном масштабах, разработано основное нестандартное оборудование, в котором реализованы наши патенты и ноу-хау.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** марганец; отходы производства; химико-технологическая переработка; диоксид марганца; монооксид марганца; сульфат марганца.

შპს 621. 789

**ფიზიკა-მათემატიკის მეცნ. დოქტორი ე. ჩაგალიშვილი, ი. ვარშანიძე,  
 დ. წვირაპა, მ. თუთუაშვილი, ე. შადინოვი  
 აფთქაჰით შედუღების მეთოდით არამრეაქტიული კომპოზიციური  
 მასალების მიღება**

*ანოტაცია. სტატიაში განხილულია არამრეაქტიული მრავალფენიანი კომპოზიციური მასალების მიღება აფთქებით შედუღების მეთოდით. ფოლადის ფილის და ალუმინის ფირფიტის არამრეაქტიულობა და შედუღება ხორციელდება აფთქების მეთოდის ბრტყელი სქემით. შესადუღებელ ფენებს შორის ფოლადის ფილაზე წინასწარ ლაგდება მარმირებელი კომპონენტი, დაჭიმვის გარეშე. მარმირებელ კომპონენტად გამოყენებულია 1 მმ-ის დიამეტრის ზემტკიცე ფოლადის მავთული. შედუღების პროცესში ალუმინისა და ფოლადის საკონტაქტო ზედაპირზე წარმოიქმნება Fe<sub>4</sub>Al<sub>13</sub> ინტერმეტალიდი, რაც ხელს უწყობს მიღებული ბიმეტალის განმტკიცებას.*

*საკვანძო სიტყვები: აფთქება; შედუღება; არამრეაქტიულობა; დეფორმაცია; შედუღების არე; ბიმეტალი.*

სამუშაოს მიზანს წარმოადგენდა აფთქებით შედუღების ტექნოლოგიის გამოყენებით ისეთი კომპოზიციური არამრეაქტიული ბიმეტალის მიღება, რომელსაც ექნება თეორიული გათვლებით წინასწარ შერჩეული სიმკვრივის, სიმტკიცის და სიხისტის მახასიათებლები [1, 2]. კომპოზიციური მასალების მისაღებად გამოყენებული იქნა სხვადასხვა სიმტკიცის და სიმკვრივის მასალები. შესადუღებელი და მარმირებელი მასალების მექანიკური თვისებები, ასევე, მარმირებელი ელემენტების განივი კვეთის ზომები განაპირობებს აფთქებით მიღებული ბიმეტალური ნაშაადის არეალის გეომეტრიას და მთელ სიმრტყეზე შეერთების სტაბილურობას. აფთქებით შედუღების პარამეტრებიც ისე უნდა შეირჩეს, რომ უზრუნველყოფილი იყოს შესადუღებელი ფირფიტის, ფილის და მარმირებელი ელემენტის მტკიცე კავშირი [3, 4]. შედუღების მეთოდების გამოყენებით კომპოზიციური

მასალების მიღება არ საჭიროებს ძვირად ღირებულ დანადგარებს და მოწყობილობებს [5, 6, 7].

კომპოზიციური არმირებული ბიმეტალის მისაღებად შესრულებულ ექსპერიმენტებში გამოყენებული იქნა 4 მმ-ის სისქის ფოლადის ფილა, რომელზეც განხორციელდა 1 მმ-ის დიამეტრის მაღალი სიმტკიცის ფოლადის მავთულით არმირება (იხ.სურ.1). სატყორცნ მასალად კი

გამოყენებული იქნა ალუმინის 2 მმ-ის სისქის ფირფიტა. ალუმინის ფირფიტის გადაფარვები შეადგენს  $5 \div 30$  მმ-ს. შესაძლებელ მასალებს შორის მანძილი იყო 2 მმ-ის ტოლი, ფეთქებად ნივთიერებად გამოყენებული იქნა ამონიტი 6ЖВ.



**სურათი 1. ფოლადის მავთულის განლაგება ფოლადის ფილაზე**



**სურათი 2. აფეთქების მეთოდით შედუღებული და არმირებული კომპოზიციური მასალა**

აფეთქებით შედუღების პროცესში ალუმინის ფირფიტის ფოლადის ფილის ზედაპირთან მაღალი სიჩქარით შეჯახება არასტაბილურია, რაც იწვევს შედუღების არეში კომპოზიციური მასალის სტრუქტურის, და შესაბამისად, მექანიკური თვისებების ცვლილებებს.

ორი სხვადასხვა მასალის შეერთების არეში მეტალოგრაფიული თვისებების გათვალისწინებით შეიძლება გამოყოფილი იქნეს რამდენიმე, ერთმანეთისაგან მექანიკური თვისებებით განსხვავებული არე, რომლებიც ერთმანეთის მიყოლებით არიან განლაგებულნი.

ვინაიდან, არმირებული ბიმეტალის საწყისი ზედაპირის რელიეფი შედგება სამი სხვადასხვა უზნისაგან, ამიტომ შედუღების არეც ხასიათდება არაერთგვაროვნებით. მე-3-ე სურათზე წარმოდგენილი მიკროსტრუქტურა, კერძოდ, ე.წ. ბორცვის მარჯვენა და მარცხენა ფერდობები, ნათელი მაგალითია იმისა, თუ როგორი მჭიდრო კავშირია ალუმინს, ფოლადის ფილას და მათ შორის არსებულ ფოლადის მარმირებელ მავთულს შორის. რაც შეეხება მრგვალ მარმირებელ ფოლადის მავთულს, აფეთქებით შედუღების პროცესში დეფორმაციის შედეგად ხდება მისი ჭედვა, რის შედეგადაც იგი იღებს ოვალურ ფორმას.



სურათი 3. დეფორმირებული მარმირებელი ფოლადის მავთული ბიმეტალში



სურათი 4. შეერთების ტალღური ბუნება ცენტრალურ ნაწილში

მე-4-ე სურათიდან ჩანს შედუღების ცენტრალურ ნაწილში ტალღისებური გამყოფი ზოლი. შედუღებული ზედაპირის ცენტრალური ნაწილიდან დაცილების შემდეგ ტალღების პროფილი პატარავდება და მისწრაფის ნულისაკენ (იხ. სურ. 5).



სურათი 5. შედეგების არე ტალღური ბუნების გარეშე

ავთოქებით შედეგების პროცესში ალუმინის ფურცლის და ფოლადის ფილის საკონტაქტო ზედაპირზე წარმოიქმნება  $Fe_4Al_{13}$  ინტერმეტალიდი, რაც, უდავოდ, ხელს უწყობს მიღებული ბიმეტალის განმტკიცებას. ტალღური ბუნების ცვლილება მიმდინარეობს

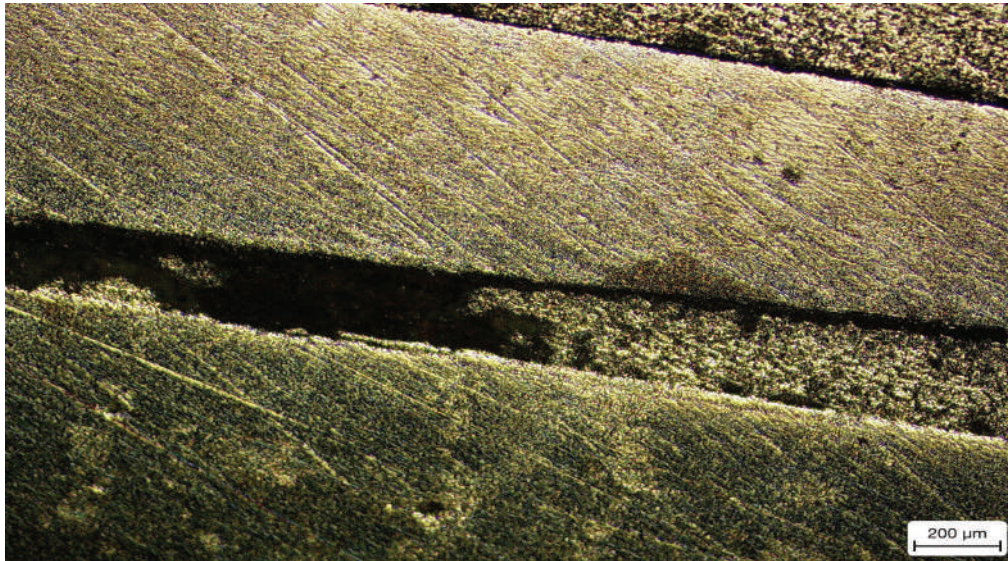
წარმოქმნილი ინტერმეტალიდის გაზრდილი რაოდენობის ფონზე, რომლის დროსაც ხდება მათი გაერთიანება გარდამავალ ფენად ალუმინსა და ფოლადს შორის. მე-6-ე სურათზე მოცემულია გადნობის შედეგად მიღებული ერთიანი ინტერმეტალიდის ფენა.



სურათი 6. გადნობის შედეგად მიღებული ერთიანი ინტერმეტალიდის ფენა

ჩამოყალიბებული ტალღოვანი ზონიდან არატალღურ ბუნებაზე გადასვლა ასახავს შედეგების მექანიზმის ცვლილებას, მყარ ფაზოვანიდან თხევად ფაზოვანზე

გადასვლას. ამ არეში შედეგების სიმტკიცის მნიშვნელობა შესაძლებელი მასალებიდან ნაკლებად მტკიცე მასალის დონეზეა.



სურათი 7. შედუღების შედეგად მიღებული ინტერმეტალიდი

კონტაქტური შეჯახების სიჩქარის კლებით არის გამოწვეული ინტერმეტალიდური ფენის სისქის გაზრდა (იხ. სურ. 7). ამ ფენის მაქსიმალური მნიშვნელობა დამოკიდებულია შეჯახების სიჩქარეზე. ანუ, რაც დაბალია შეჯახების სიჩქარე, მით მეტია გამძნარი ფენის სიგრძე და სიგანე.

#### დასკვნები

1. აფეთქებით ალუმინის ფირფიტის და ფოლადის ფილის შედუღების შედეგად, ბიმეტალის საკონტაქტო ზონაში ხდება მარმირებელი მტკიცე ფოლადის მავთულის დეფორმაცია;
2. მარმირებელი ფოლადის მავთულის ფორმის შეცვლა იწვევს მისი სტრუქტურის ცვლილებას და მასში ადგილი აქვს ჭედვის პროცესს, რაც უდავოდ იწვევს ბიმეტალის განმტკიცებას;
3. ბიმეტალში შედუღების შედეგად ლითონებს შორის წარმოქმნილი გარდამავალი შრე მასალას მატებს სიმტკიცეს და მდგრადობას;
4. ფოლადის მავთულით არმირების შედეგად ბიმეტალში შეიქმნება ხელოვნური სიხისტის ბორცვები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მასალის მდგრადობას;
5. წარმოქმნილი ინტერმეტალიდის რაოდენობა დამოკიდებულია შედუღების პარამეტრებზე, კერძოდ, სატყორცნი ფირფიტის სიჩქარეზე, რომელსაც სწორად შერჩეული ფეთქებადი ნივთიერების ხარჯზე წარმოქმნილი წნევები განაპირობებენ.

**CHAGELISHVILI E., VARSHANIDZE I., TSVERAVA D., TUTBERIDZE M., SHADINOV E.**  
**PRODUCTION OF REINFORCED COMPOSITE MATERIALS BY EXPLOSIVE WELDING METHOD**

**ANNOTATION.** The article presents the production of reinforced multilayer composite materials by explosive welding method. Reinforcement and welding of steel plate and aluminum sheet are carried out by the two-dimensional configuration of explosive method. The reinforcing compo-

#### ლიტერატურა

1. Дерибас А.А. Физика упрочнения и сварки взрывом. Наука, Новосибирск. 1980, с. 222.
2. Проведение оценочных баллистических испытаний современных бронематериалов. Санкт-Петербург, 3/2018. Elid.spdstu.ru/di/3/2018. Vr/vr 18/111.
3. Симонов В.А. О форме нижней границы области сварки взрывом. Физика горения и взрыва. N4. Новосибирск, 1990. с. 132-136.
4. Симонов В.А. О связи пластической деформации с углом соударения при сварке взрывом. Физика горения и взрыва, N3. Новосибирск, 1991. с. 91-94.
5. Ложкин В.С. Структура и механические свойства многослойных материалов, полученных сваркой взрывом тонколистовых пластин. Новосибирский государственный технический университет, Диссертация на соискание уч. ст. к.т.н., Новосибирск, 2014. 198 с.
6. Батаев И. А., Батаев А.А., Мали М.И., Есиков М.А. Структура и свойства многослойных пакетов. Материалы симпозиума XI EPNM 2010.
7. Ложкин В.С., Мали В.И. и др. Структура и механические свойства многослойного композита, сформированного сваркой взрывом тонкостенных сталей. 12X18H10T и H18K9M5T Обработка металлов взрывом. Материаловедение, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, 2014. с. 28-36.

nent is pre-arranged on the steel plate between the welding layers, without stretching. The super hard steel wire with a diameter of 1 mm is used as a reinforcing component. In the process of explosive welding, intermetallic Fe4AL13 is formed on the contact surface of aluminum and steel. Intermetallic compound contributes to the hardening of the obtained reinforced bimetal.

**KEY WORDS:** explosion; welding; reinforcement; deformation; weld zone; bimetal.

**ЧАГЕЛИШВИЛИ Э.Ш., ВАРШАНИДЗЕ Я.З.,  
ЦВЕРАВА Д.Т., ТУТБЕРИДЗЕ М.Л., ШАДИНОВ Э.Е.  
ПОЛУЧЕНИЕ АРМИРОВАННЫХ  
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ  
МЕТОДОМ СВАРКИ ВЗРЫВОМ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассматривается получение армированных многослойных композиционных материалов методом сварки взрывом. Армирование и сварка стальной пластины и алюминиевого листа осуществляются взрывным методом по плоской схеме.

Между свариваемыми слоями на стальную пластину предварительно помещается армирующий компонент без натяжения. В качестве армирующего компонента используется высокопрочная стальная проволока диаметром 1 мм. В процессе сварки взрывом на контактной поверхности алюминия и стали образуется интерметаллид Fe4Al13. Интерметаллид способствует упрочнению полученного армированного биметалла.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** взрыв; сварка; армирование; деформация; зона сварного соединения; биметалл.

უპკ 531.36

**აპად. დოქტორი ი. ვარშანიძე, აპად. დოქტორი რ. საამადაშვილი,  
აპად. დოქტორი ბ. ჯავახიშვილი, აპად. დოქტორი მ. ნადირაშვილი,  
დოქტორანტი ნ. ლუღუშაური  
აფთქაჲის კამერის დაქაზულ-დეფორმირებაული მდგომარეობის  
კვლევა - კომპიუტერული მათემატიკის სისტემების გამოყენებით**

*ანოტაცია. ნაშრომში კვლევის თანამედროვე მეთოდების გამოყენების გზით გაანგარიშებული იქნა ახალი ტიპის კალორიმეტრული დანადგარის ერთ-ერთი საკვანძო დეტალის, აფეთქების კამერის კედლის სისტემა. დახურულ სივრცეში აფეთქებით კედელზე განვითარებული დატვირთვების გაანგარიშება განხორციელებული იქნა გამოთვლითი ექსპერიმენტის მეთოდით. იგი ითვალისწინებს ანალიზური ამონახსნების ვალიდაციას კომპიუტერული სიმულაციით მიღებული სიდიდეებთან. ამ მიზნით გამოყენებული იქნა „LS-DYNA პროგრამული პაკეტი. ანალიზური და კომპიუტერული მეთოდებით მიღებული სიდიდეების ურთიერთშედარებამ მოგვცა საიმედო შედეგი.*

*საკვანძო სიტყვები: გამოთვლითი ექსპერიმენტი; მათემატიკური მოდელი; კომპიუტერული მოდელი; სიმულაციური მოდელი; კომპიუტერული მათემატიკის სისტემები; ანალიზური მეთოდი; სასარულ ელემენტთა მეთოდი; კალორიმეტრი; ვალიდაცია.*

ფეთქებადი ნივთიერებების სრული ხარისხობრივი შეფასება ითვალისწინებს მათი, როგორც ტექნოლოგიური, ასევე ძირითადი ფიზიკური და ქიმიური პარამეტრების თეორიულ, ლაბორატორიულ, გამოთვლითი ექსპერიმენტისა და პოლიგონური მეთოდებით განსაზღვრას და შედეგების ვალიდაციას ურთიერთშედარების საფუძველზე [3, 5, 7]. თერმოდინამიკური თვალსაზრისით, ფეთქებადი ნივთიერება წარმოადგენს არამდგრად სისტემას. მას გააჩნია მნიშვნელოვანი პოტენციური/შინაგანი ენერგია, რომელსაც შესწევს მუშაობის შესრულების უნარი. მისი გამოთავისუფლება შესაძლებელია მხოლოდ სითბოს სახით, ნივთიერების ქიმიური გარდაქმნის გზით. თანამედროვე სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერებების ენერგეტიკული და თერმოდინამიკური მახასიათებლების დადგენა-შეფასება სტანდარტული მოწყობილობებით არ ხერხდება მუხტის გაზრდილი კრიზისული დიამეტრის გამო. მათი ფიზიკურ-ქიმიური და თერმოდინამიკური პარამეტრების გაზომვა შესაძლებელია მხოლოდ კალორიმეტრული დანადგარების მეშვეობით. მეთოდი ეფუძნება აფეთქების შედეგად გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე კალორიმეტრული სითბის ტემპერატურის

ზრდას. გარდა ამისა კვლევები, მაღალის სიმკვრივის ენერგიების, აფეთქების ფიზიკისა და ქიმიური ფიზიკის მიმართულებით, ძირითადად მიმდინარეობს აფეთქების კამერების გამოყენებით [1, 4].

ზემოთ ჩამოთვლილმა გარემოებებმა განაპირობეს მრავალფუნქციური კალორიმეტრული დანადგარის შექმნის აუცილებლობა, რომელიც გაზრდილი კრიზისული დიამეტრის მქონე თანამედროვე სამრეწველო ფეთქებადი ნივთიერებების ენერგეტიკული და ჰიდროდინამიკური თვისებების კვლევის საშუალებას მოგვცემს.

კალორიმეტრული დანადგარის არქიტექტურა სქემატურად ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე:

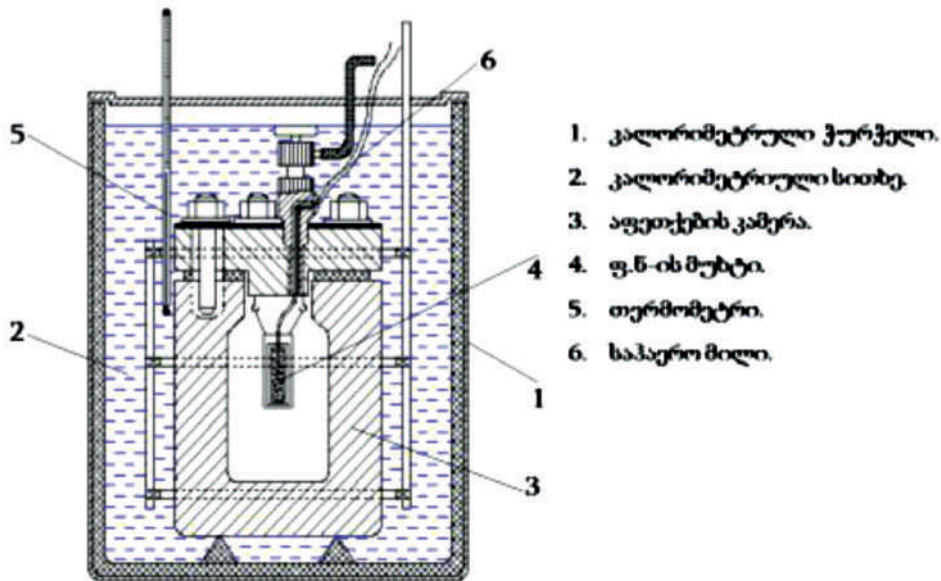
აფეთქების კამერის კონსტრუქციის ძირითადი დანიშნულებაა აფეთქების ლოკალიზაცია. აქედან გამომდინარე, აფეთქების კამერების შექმნის პროცესში ყველაზე მთავარ პრობლემას წარმოადგენს მისი კორპუსის სიმტკიცის უზრუნველყოფა. დაპროექტების ეტაპზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ტექნიკური დავალების კორექტულად მომზადებას და წინასაპროექტო მახასიათებლების ზუსტ დადგენას, რათა კამერის კორპუსის ზომების განსაზღვრა და მისი სიმტკიცის გაანგარიშება მოხდეს ზღვრულ დასაშვებ მდგომარეობაზე, რაც მისი დამზადების ხარჯების ოპტიმიზაციის საშუალებას მოგვცემს [6, 7, 9].

ამასთან ერთად კამერის დამზადების და ინსტალაციის სიმარტივე, ექსპლუატაციისა და მართვის საიმედოობა, ოპერირების სიადვილე, წარმოადგენს უაღრესად უმნიშვნელოვანეს საკითხებს, რაც საჭიროა გათვალისწინებულ იქნას საპროექტო გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში [10, 11].

კონსტრუქციული მოსაზრებებიდან გამომდინარე, ამ მოთხოვნების საფუძველზე, წინამდებარე კვლევაში აქცენტი გაკეთდა ცილინდრული ფორმის ასაფეთქებელ კამერაზე ბრტყელი თავსახურით. ცილინდრული გეომეტრიის კამერისთვის ჩამოყალიბდა საანგარიშო სქემები მისი სიმტკიცის უზრუნველყოფი მახასიათებლების გასაანგარიშებლად.

ასაფეთქებელი კამერის სიმტკიცეზე მდგრადობის ანალიზისთვის განისაზღვრა კამერის კორპუსის კედლებზე განვითარებული დატვირთვები ანალიზური და სასარულ ელემენტთა მეთოდით - რიცხვითი მეთოდებით.

კალორიმეტრული დანადგარის აგებულება



ნახ. 1. კალორიმეტრის აგებულება

დახურულ სივრცეში, აფეთქებით კედლებზე განვითარებული დატვირთვების ზუსტი გაანგარიშება საკმაოდ რთულ ამოცანას წარმოადგენს, ვინაიდან მასში გასათვალისწინებელია სამგანზომილებიან დახშულ სივრცეში დეტონაციის პროდუქტების გავრცელების, საჰაერო დარტყმითი ტალღების კედლებზე ზემოქმედების, მათი მრავალჯერადი არეკვლისა და ზედდების მოვლენების ერთობლიობა. ასეთი რთული კონფიგურაციის დატვირთვის ანალიზური ამოხსნა ყველა ფაქტორის გათვალისწინებით ვერ ხერხდება. ამიტომ ამოცანას ხშირ შემთხვევაში ამარტივებენ სხვადასხვა დაშვებების ხარჯზე. გამარტივებისა და კონკრეტული დაშვებების დონე სხვადასხვა კონტრუქციის კამერისთვის სხვადასხვაა, თუმცა ყველა ავტორი დარტყმითი ტალღისგან გამოწვეულ დატვირთვას განიხილავს სფერულ ტალღად, ხოლო დატვირთვის ინტენსივობას აფასებენ დარტყმითი ტალღის ფრონტზე წნევის ნახტომით -  $P_c$ , შეკუმშვის (დადებით) ფაზაში ჭარბი წნევის იმპულსით (I) და შეკუმშვის ფაზის ხანგრძლივობით -  $\tau$ .

სხვადასხვა ავტორთა მიერ მიღებულია ემპირული გამოსახულებები, რომლებიც გამოყენებულია დატვირთვის გასაანგარიშებლად. ჩვენს შემთხვევაში, ასაფეთქებელი კამერის ცილინდრული გეომეტრიის შერჩევის გამო გამოყენებული იქნა ასეთი ფორმის დროს აპრობირებულ ანალიზური ამოხსნის მეთოდები. კერძოდ: ასაფეთქებელი კამერის კედლის სისქის ანგარიშისთვის მიღებულია გამოსახულება:

$$\delta = \frac{K}{R} \quad (1)$$

სადაც, 
$$K = \frac{ME\sqrt{2Q}}{\pi\rho\alpha[\sigma]} \quad (2)$$

ცილინდრული ფორმის ასაფეთქებელ კამერაში აფეთქების ზემოქმედების შედეგად კედელში წარმოქმნილი ნორმალური ძაბვა ტოლია:

$$[\sigma] = \frac{ME\sqrt{2Q}}{\pi\rho\delta R\alpha} \quad (3)$$

სადაც:  $\delta$  - აფეთქების კამერის კორპუსის კედლის სისქეა;  $\sigma(eq)$  - აფეთქების კამერის კედელში განვითარებული ექვივალენტური ძაბვა;  $\rho$  - კამერის კორპუსის მასალის სიმკვრივე;  $E$  - კამერის კორპუსის მასალის დრეკადობის მოდული;  $\alpha$  - კამერის მასალაში ბგერის გავრცელების სიჩქარე;  $M$  - ცილინდრული ფორმის ასაფეთქებელი მუხტის მასა;  $Q$  - ფეთქებადი ნივთიერების აფეთქების კუთრი სითბო.

კამერის მრავალჯერადი ციკლური დატვირთვების გათვალისწინებით კამერის სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად საჭიროა დაკმაყოფილდეს პირობა [4, 5, 1]:

$$\sigma(eq) \leq [\sigma] \quad (4)$$

სადაც  $[\sigma]$  - კამერაზე მოსული დატვირთვის ზღვრული დასაშვები მნიშვნელობაა, რომელიც იანგარიშება დარტყმითი ტალღის ინტენსივობის (წნევის ნახტომი) და იმპულსის მიხედვით.

ის შეირჩა კამერის საპროექტო პარამეტრები:

- სიმაღლე - 0.75 მ;
- კამერის მოცულობა - 75 ლ;
- შიდა დიამეტრი - 0.4 მ;
- გარე დიამეტრი - 0.7 მ;
- თავსახურის სისქე 0.15 მ;
- შიდაზედაპირის ფართი - 1 მ<sup>2</sup>;
- არხების განივკვეთის (ხვრელების) საერთო ფართი - 0.0038 მ<sup>2</sup>;
- კამერის მასალა - ფოლადი მარკით: steel AISI 1020;
- ფეთქებადი ნივთიერება - 1 კგ ტროტილის ექვივალენტი.



ზემოთ მოტანილი გამოსახულებების გამოყენებით გამოთვლილ იქნა 1კგ მუხტის მრავალჯერადი აფეთქებისადმი მდგრადი ცილინდრული გეომეტრიის მქონე აფეთქების კამერის კედლის სისქე:  $\delta = 0.15$  მ.

**კამერის კორპუსის კედელზე აფეთქებით გამოწვეული დატვირთვის კომპიუტერული მოდელირება**

როგორც წინა პარაგრაფში აღინიშნა, შეზღუდულ გარემოში, აფეთქებით კედლებზე განვითარებული დატვირთვის ზუსტი ანალიზური მეთოდით ამოხსნა მეტად რთულია, რის გამოც გამოიყენება ემპირული გამოსახულებები. ამ პრობლემის გადაჭრის ერთ-ერთ საშუალებას, რომელიც ფართოდ გამოიყენება მსოფლიოში, წარმოადგენს კომპიუტერული პროგრამები, რომლებიც სასრულ ელემენტთა მეთოდზეა დაფუძნებული. დღეისათვის განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ის კომპიუტერული პროგრამები, რომელიც ეფუძნება სასრულ ელემენტთა მეთოდს. ასეთი პროგრამების ჩამონათვალი საკმაოდ დიდია, მაგრამ ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ საინჟინრო ანალიზის ავტომატიზირებულ (CAE) სისტემებს წარმოადგენს Ansys (Civil FEM, AUTODYN, LS-DYNA) და Abaqus CAE [12, 7].

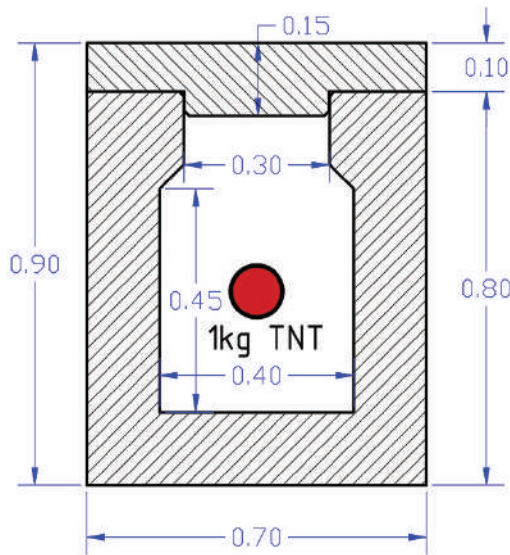
დინამიკური დატვირთვებით გამოწვეული სხეულის დრეკად-დეფორმირებული მდგომარეობის სასრულ ელემენტთა მეთოდით ანგარიშის და ანალიზის პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მიღებული შედეგების სწორ ინტერპრეტაციას. ამავდროულად

მნიშვნელოვანია, რომ დინამიკური ამოცანების კომპიუტერული მოდელირებით მიღებული შედეგების სიზუსტე შემოწმებული იქნას ისეთ ამოცანებზე, რომელთაც გააჩნიათ ანალიზური ამონახსნი.

ანალიზური მეთოდის და მიღებული შედეგის ვალიდაციის მიზნით LS-DYNA პროგრამული პაკეტით განხორციელდა აფეთქების კამერის სიმტკიცეზე კომპიუტერული მოდელირება. მოდელირება განხორციელდა წარმოდგენილი საანგარიშო სქემის მიხედვით ნახ. 2.

სქემის მიხედვით 1 კგ ტროტილის ექვივალენტის ფეთქებადი ნივთიერების მუხტი განთავსებულია კამერის ცენტრში. კომპიუტერული სიმულაციით შემოწმდა კამერის სიმტკიცე კორპუსის კედლის სხვადასვა სისქის პირობებში. ცვლილების დიაპაზონი შეადგენდა (5, 20) სმ [11, 12, 13].

ქვემოთ წარმოდგენილია მოდელირების დროს მიღებული დატვირთვის სურათები, სადაც ნათლად იკვეთება კორპუსის რღვევისა და მდგრადობის პირობები. მდგრადობის შეფასების კრიტერიუმად გამოიყენებულია „ვონ მისის“ კრიტერიუმი, რომლის მიხედვითაც მასალის პლასტიკური დეფორმაცია (ნარჩენი დეფორმაცია) იწყება მაშინ, როდესაც მეორე დევიატორული მაბვანგადაჭარბებს კრიტიკულ მნიშვნელობას. დეფორმაციამდე ითვლება რომ მასალა იმყოფება დრეკად მდგომარეობაში. კომპიუტერული მოდელირებით შემოწმდა აგრეთვე კამერის მდგრადობა კედლის სისქის მუდმივობისას მაშინ, როდესაც იცვლებოდა სხვა ზომები (შიგა და გარე დიამეტრები, არხების ზომები, მათი განლაგების წერტილები და ა.შ.).

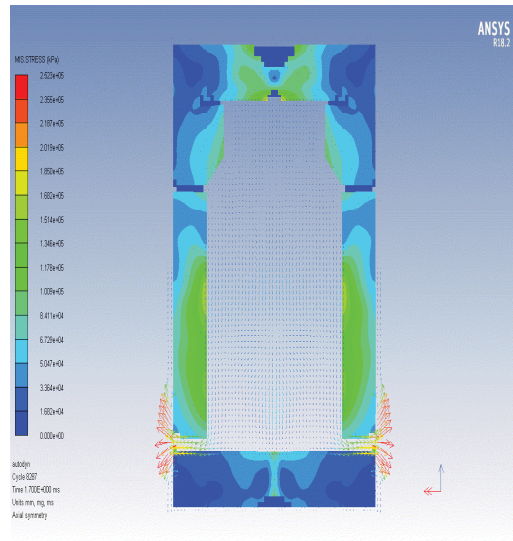
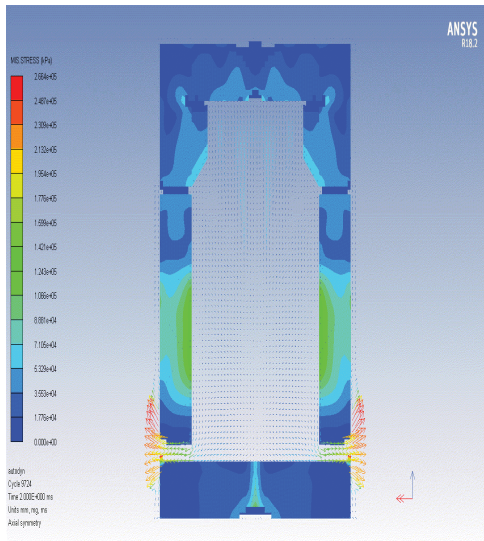


**ნახ. 2. აფეთქების კამერის სიმტკიცეზე კომპიუტერული მოდელირების საანგარიშო სქემა**

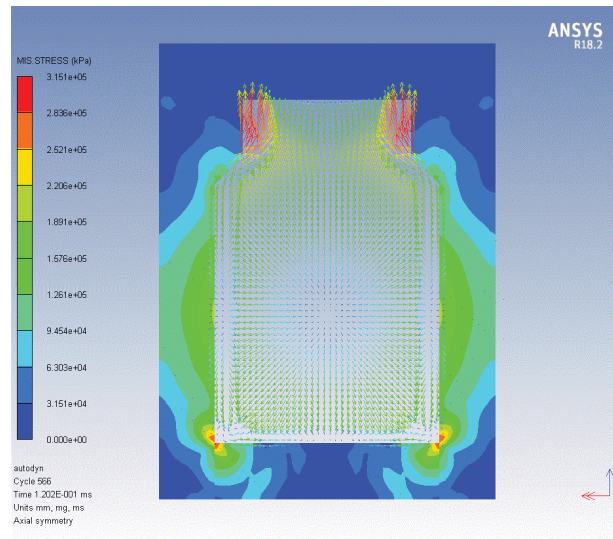
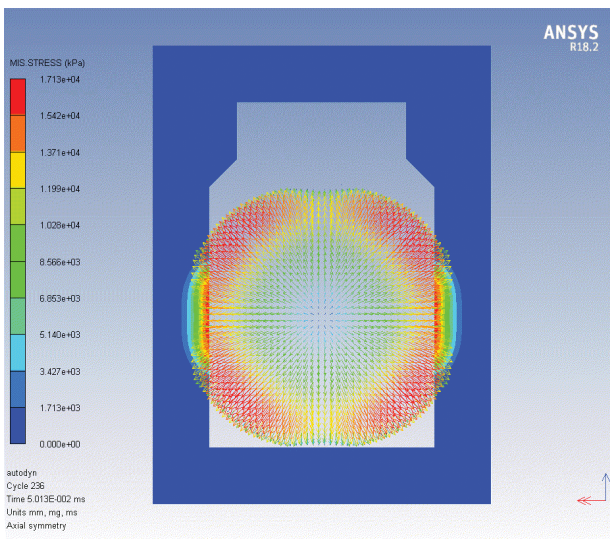
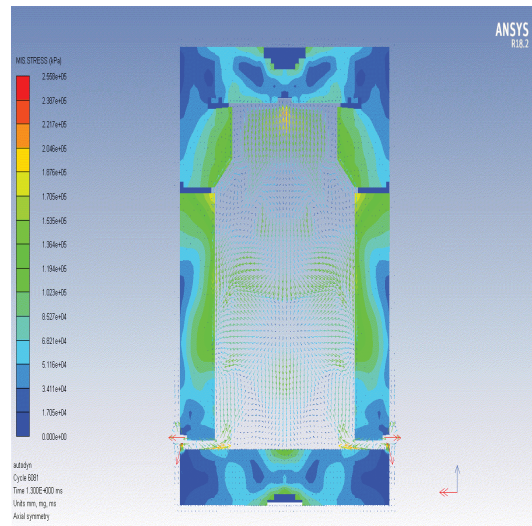
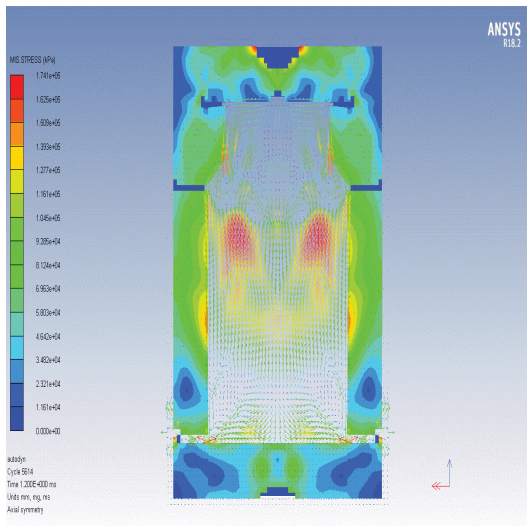
ცილინდრულ კამერაში შიდა აფეთქებით გამოწვეული დატვირთვის მახასიათებელი სურათები აფეთქების მომენტიდან დროის სხვადასხვა ინტერვალში (1მ/წმ-ის ინტერვალით) 10 და 12 სმ სისქის მქონე კედლისთვის ნაჩვენებია 1, 2 და 3 სურათებზე საიდანაც ჩანს, რომ აფეთქების ტალღის ზემოქმედებით ცილინდრის ფუძესთან განვითარებული გამჭიმავი მაბვები იწვევენ კამერის მთლიანობის სრულ რღვევას.

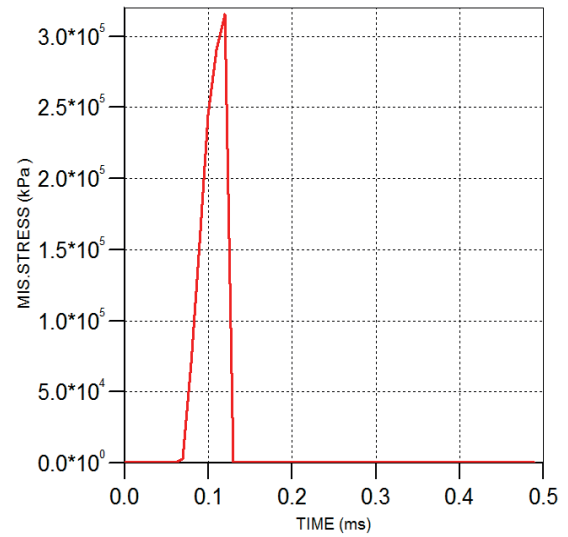
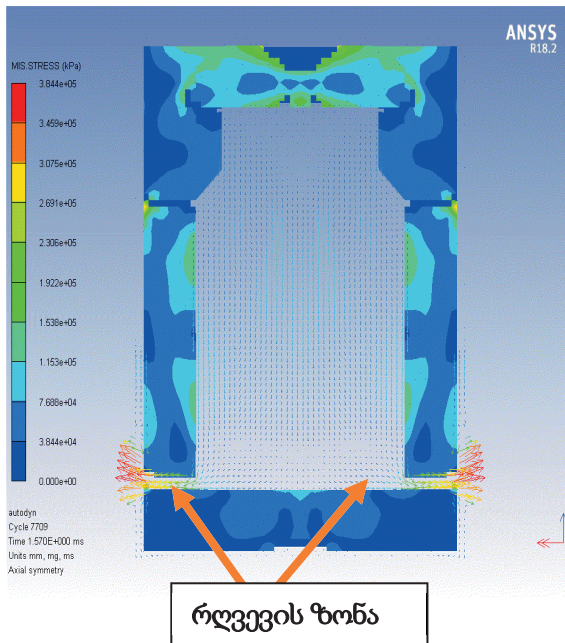
15 სმ კედლის შემთხვევაში აფეთქების მომენტიდან მის კამერის სრულ განტვირთვამდე ცილინდრული კამერის მთლიანობა სრულად შენარჩუნებულია, ამასთან ნარჩენი დეფორმაციების კვალი არ შეინიშნება.

როგორც ვხედავთ, კომპიუტერული მოდელირებით მიღებული შედეგები საკმაოდ მაღალი სიზუსტით ემთხვევა ანალიზური ხერხით განსაზღვრულ მნიშვნელობებს [13].

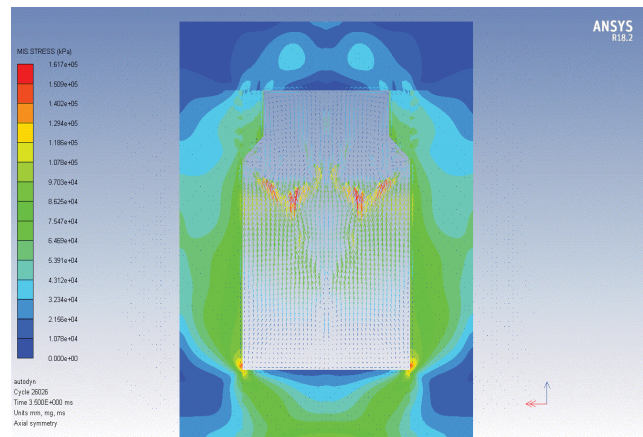
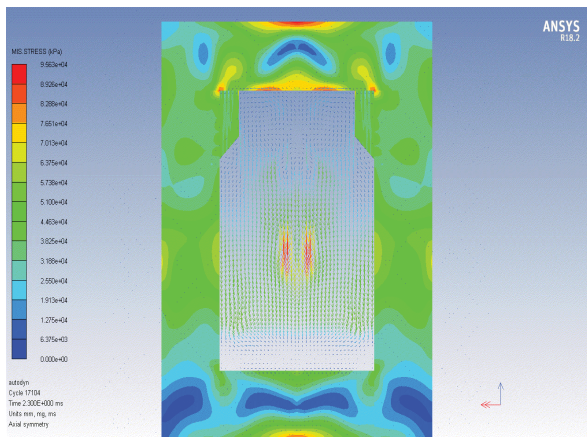


დატვირთვის სურათი 10 მმ კედლის მქონე კამერისთვის





დატვირთვის სურათი 12 მმ კედლის მქონე კამერისთვის



სურ. 1 დატვირთვის სურათი 15 მმ კედლის მქონე კამერისთვის

**დასკვნები**

დაპროექტებული იქნა თანამედროვე ტიპის კალორიმეტრული დანადგარი.

- ანალიზური მეთოდით განისაზღვრა მუხტის აფეთქებისას კამერის კორპუსში აღმრული დატვირთვები;
- კომპიუტერული მოდელირებით განისაზღვრა შიდა აფეთქების მიმართ აფეთქების კამერის კორპუსის

სიმტკიცე, მისი მდგრადობის პირობები და შემოწმდა ანალიზური ამოხსნების ვალიდურობა;

- შემუშავდა სათანადო რეკომენდაციები ამ მიმართულებით კვლევების შემდგომი დაგეგმვისა და გაგრძელებისთვის;
- მომზადდა ახალი კონსტრუქციის თანამედროვე კალორიმეტრული დანადგარის ესკიზური ნახაზები.

**ლიტერატურა**

1. F. A. Baum, L. N. Orlenko, C. P. Staniukovich, B. P. Cheliushev, B. I. Shekhter. Book: Explosive Physics, (Russian), Nauka, 1975. pp. 1-704.
2. T. Urbanski, Chemistry and Technology of Explosives, Vol. 3, Pergamon Press, Oxford, 1983. p. 87.

3. B. T. Fedoroff et al.: Encyclopedia of Explosives and Related Items, U.S. Army and National Technical Information Service, Springfield, Va. 1960 – 1983.
4. M. A. Cook, “The Science of High Explosives”, N. Y., 1957. 455 pp.
5. L. D. Landau, K. P. Staniukovich, Bulletin of Academy of Sciences USSR, 46, 399, 1945.

6. Y. B. Zeldovich, A.S. Kompaneets. Detonation Theory. Moscow, 1955. 268 pp.  
 7. J.W. Allon, B. D. Lambourn. 4<sup>th</sup> International Symposium on Detonation, Washington, 1965.  
 8. B. Y. Svetlov, N. I. Yaremenko. Theory and Behavior of Industrial Explosives, NEDRA, Moscow, 1979. pp 1-207.  
 9. W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz, R. A. Strehlov, Explosion Hazards and Evaluation, ELSEVIER Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1983. 807 pp.  
 10. Компанец А.С. Законы физической статистики. Ударные волны. Сверхплотное вещество. Наука.

Москва. 1976. 287 с.  
 11. Laboratory Detonation Chambers, <http://www.ozm.cz/en/laboratory-detonation-chambers/>  
 12. Static Detonation chamber, <https://www.dynasafe.com/demil-systems/safe-large-scale-munitions-destruction/static-detonation-chamb>  
 13. ი. ვარშანიძე, ნ. ჩიხრაძე. ვადაგასული ფეთქებადი ნივთიერებების დეტონაციის უნარის კვლევა და ენერგეტიკული მახასიათებლების დადგენის მეთოდების სრულყოფა, სადოქტორო დისერტაცია, თბილისი, 2019.

**VARSHANIDZE I., SAMADASHVILI R., JAVAKHISHVILI G., NADIRASHVILI M., GUDUSHAURI N. INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE EXPLOSION CHAMBER - USING COMPUTER MATHEMATICS SYSTEMS**

**ВАРШАНИДЗЕ Я., САМАДАШВИЛИ Р., ДЖАВАХИШВИЛИ Г., НАДИРАШВИЛИ М., ГУДУШАУРИ Н. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВЗРЫВНОЙ КАМЕРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ**

**ANNOTATION.** In the work, the wall thickness of the explosion chamber, one of the key details of the new type of calorimetric device, was calculated by using modern research methods. The calculation of the loads developed on the wall by explosion in a closed space was carried out by the method of computational experiment. It provides for the validation of analytical solutions with the values obtained by computer simulation. For this purpose “LS-DYNA software package” was used. A mutual comparison of the values obtained by analytical and computer methods gave us a reliable result.

**АННОТАЦИЯ.** В работе с использованием современных методов исследований рассчитана толщина стенки взрывной камеры, одной из ключевых деталей калориферного устройства нового типа. Расчет нагрузок, развиваемых на стену взрывом в замкнутом пространстве, проводился методом вычислительного эксперимента, он предусматривает проверку аналитических решений значениями, полученными с помощью компьютерного моделирования. Для этого использовался программный комплекс «LS-DYNA». Взаимное сравнение значений, полученных аналитическим и компьютерным методами, дало нам достоверный результат.

**KEY WORDS:** computational experiment; mathematical model; computer model; simulation model; computer mathematical systems; analytical method; finite element method; calorimeter; validation.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** вычислительный эксперимент; математическая модель; компьютерная модель; имитационная модель; компьютерные математические системы; аналитический метод; метод конечных элементов; калориметр; проверка.

<b>უპკ 541.427.6:622.235.2</b>
<b>აპაღ. ღოქტორი ვ. ნადირაშვილი, ნ. აბასაღ, ღოქტორანტი ნ. ღუღუშაური</b>
<b>CT ნაერთბის სინთეზი, ჰროცის მბანოზი და ბამოყენბის პერსპექტივა</b>

*ანოტაცია. თანამედროვე სამყაროში ფეთქებადი ნივთიერებების (ფნ) როლი განუზომელია. ამ მაღალ-ენერგეტიკული ნივთიერებების აბსოლუტური უმრავლესობა კიმიური სინთეზის გზით იწარმოება. გარდა ამისა, უწყვეტად მიმდინარეობს მათი ტექნიკური მახასიათებლების დახვეწა და სრულყოფა, და ეს გრძელდება პრიმიტიული დენტებიდან თანამედროვე ფნ-ებამდე. ჩვენი სამეცნიერო კვლევის ძირითადი მიზანია, ცნობილი პოლინიტროარომატული ნივთიერებების - პიკრინმყავასა და ტროტილის გამოყენებით ე.წ. „მუხტის გაატანის ნაერთების“ („Charge transfer compounds“, CT compounds, CT ნაერთები) სინთეზი და შესწავლა. სტატიაში აღწერილია CT ნაერთების სინთეზის მგალითები, გამოთქმულია მოსაზრებები სინთეზის მექანიზმის ირგვლივ, მოტანილია შესაბამისი რეაქციების სქემები, შესწავლილია ამ ნაერთების აფეთქების უნარი,*

*დასახულია მათი გამოყენების პერსპექტივები.*

*საკვანძო სიტყვები: CT ნაერთები; ფეთქებადი ნივთიერებები; სინთეზი; პიკრინმყავა; ტროტილი; რეაქციათა მექანიზმები.*

**შესავალი**

თანამედროვე ცივილიზაციის არსებობა და განვითარება ძნელი წარმოსადგენია ფეთქებადი ნივთიერებების (ფნ) გარეშე. ადამიანი ამ ნივთიერებებს იყენებს, როგორც ომში, ასევე მშვიდობიან პერიოდშიც - სამთოდასაინჟინროსაქმეში, გზების, ინფრასტრუქტურის მოსაწყობად და ა.შ.

თერმობირთვული და ატომგულური ენერჯის გამოთავისუფლება, შეიარაღების „ჩვეულებრივი“ სახეებისა და სამხედრო ტექნიკის მოქმედება თითქმის

მთლიანადაა დაკავშირებული ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესთან, რომელსაც აფეთქებას ვუწოდებთ. აფეთქება, უდიდესი ენერგიის მყისიერი გამოყოფაა, ხატოვანად - ეს არის სწრაფი, „დროში კონცენტრირებული“ ენერგია, რაც ფნ-ების უმთავრეს თვისებას წარმოადგენს.

ფნ-ების მხოლოდ თითზე ჩამოსათვლელი რაოდენობა მოიპოვება ბუნებაში. მათი აბსოლუტური უმრავლესობა ქიმიური სინთეზით იწარმოება. ამ გზითაა მიღებული ისეთი ცნობილი ფნ-ები, როგორცაა არომატული ნიტრონაერთები - ტროტილი, პიკრინმჟავა, სტიფინმჟავა; ნიტრამინები - ჰექსოგენი, ოქტოგენი, ტეტრილი, CL-20; ნიტროეთერები - ტენი, ნიტროგლიკოლი, ნიტროგლიცერინი, ნიტროცელულოზა და სხვა მრავალი. XX ს. ბოლოს, აშშ-ში სინთეზირებულია უდიდესი სიმძლავრის ფნ-ები ოქტანიტროკუბანი და CL-20, ანუ ჰექსანიტროჰექსაზაიზოვიურციტანი [1, 2].

ზოგადად, ფნ-ების ლაბორატორიული კვლევაც და წარმოებაც მაღალი რისკის მქონე, ძვირადღირებულ პროცესებად კვალიფიცირდება. შესაბამისად, კვლევის ობიექტებად პიკრინმჟავას, ტროტილის, აგრეთვე, მათი გარდაქმნის პროდუქტების არჩევა და მათზე სხვადასხვა მანიპულაციების განხორციელება, ამ ჯგუფის ნაერთების სიიფიფითა და უსაფრთხო ბუნებითაა განპირობებული.

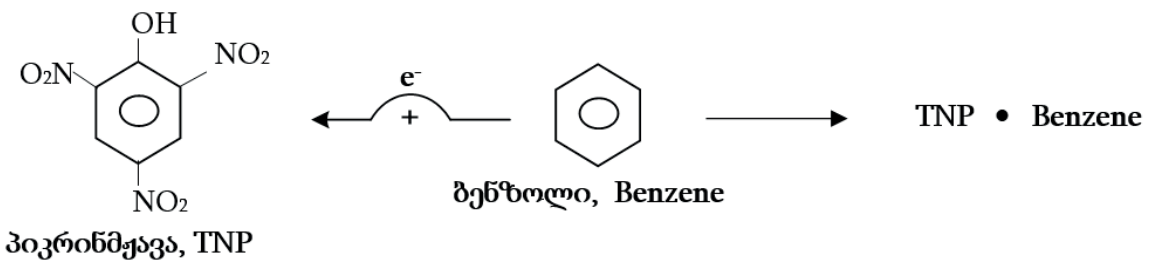
რაც შეეხება კვლევის მოტივაციას, ის უკავშირდება ქიმიური სინთეზის პრაქტიკაში არსებულ, ცნობილ „სამუშაო“ დებულებას: ნივთიერებების ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტები, ანუ მათი სტრუქტურული ანალოგები, ხშირად ინარჩუნებენ საწყისი ნაერთების გამოყენებით თვისებებს, მათ შორის აფეთქების უნარსაც. ჩვენმა კვლევებმა კიდევ ერთხელ დადასტურა, ნახსენები დებულების, სამართლიანობა. სინთეზირებულ CT ნაერთებს აქვთ ფეთქებადი უნარი, რომელიც არათუ უტოლდება საწყისი ფეთქებადი ნივთიერებებისას, არამედ, ზოგჯერ, მნიშვნელოვნად აჭარბებს მას.

**CT ნაერთების რაობა, სინთეზის მექანიზმი**

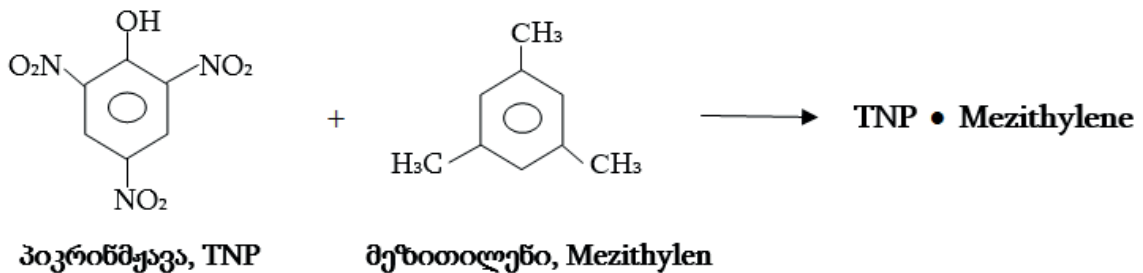
დასაწყისში, საჭიროა აღინიშნოს, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებული სინთეზები რამდენადმე სპეციფიკურია, რადგან ქიმიურ ნივთიერებათა მხოლოდ გარკვეულ ჯგუფებს შეუძლიათ მათში მონაწილეობა.

საერთოდ, ნივთიერებათა თვისებების მრავალფეროვნება, მათი მოლეკულების შედგენილობითა და „არქიტექტურით“, ანუ, ქიმიური აგებულებითაა განპირობებული. ფიზიკურ-ქიმიურ თავისებურებათა სიმრავლეში არაიშვიათად არის ისეთებიც, რომლებიც ექსკლუზიურია ნივთიერებათა გარკვეული ჯგუფებისათვის. რის გამოა, რომ პოლინიტროარომატულ ნივთიერებებს - ტროტილს, პიკრინმჟავას, მეთილპიკრატს, უნარი აქვთ ადვილად წარმოქმნან CT ნაერთები? [3, 4].

საქმე იმაშია, რომ ნახსენები პოლინიტროარომატული ნივთიერებების მოლეკულებში, ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორული ნიტროჯგუფების არსებობის გამო, მათი არომატული ბირთვები იმდენადაა გაღარიბებული π - ელექტრონებისაგან, რომ შეუძლიათ ურთიერთქმედება ელექტრონოდონორულ ნაერთებთან - ბენზოლთან, ტოლუოლთან, მეზითილენთან, და ა.შ., მოლეკული თანაფარდობით 1:1. ამ დროს, მორეაგირე ნივთიერებების მოლეკულებს შორის, ქიმიური ბმების გადანაწილება და ახალი ბმების წარმოქმნა არ ხდება. ადგილი აქვს, მხოლოდ ელექტროსტატიკურ ურთიერთქმედებას მოლეკულურ დონეზე. კერძოდ, დონორი მოლეკულის, მაგალითად, ბენზოლის ერთი π - ელექტრონი ან მთლიანად გადადის ელექტრონოაქცეპტორული ტრინიტროფენოლის (TNP) მოლეკულაზე, ან ადგილი აქვს მის საერთო „მფლობელობაში“ გადასვლას. შედეგად, ხდება შესაბამისი CT ნაერთის წარმოქმნა:

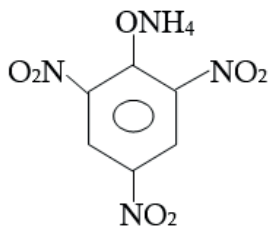


ანალოგიურად შეიძლება გამოვსახოთ პიკრინმჟავას ურთიერთქმედება, მაგალითად, მეზითილენთან:

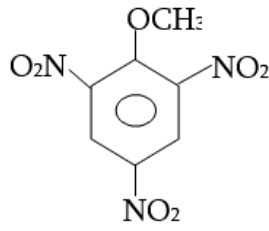


არსებული შეხედულების მიხედვით, აღნიშნულ და მსგავს შემთხვევებში, მოლეკულათა არომატული ფრაგმენტები ერთმანეთის მიმართ პარალელურ სიბრტყეებში განლაგდება.

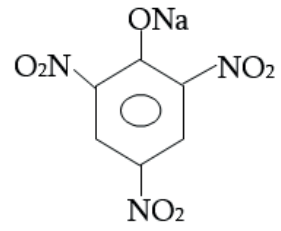
აღსანიშნავია, რომ სახელწოდება - „ბენზოლის პიკრატი“, რამდენადმე პირობითია, რადგან პიკრატებს, ჩვეულებრივ, პიკრინმჟავას ჰიდროქსილ-ჩანაცვლებულებს უწოდებენ:



ამონიუმის პიკრატი



მეთილპიკრატი

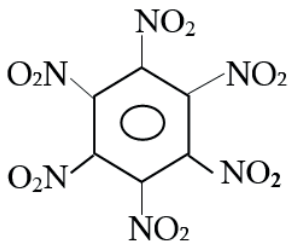


ნატრიუმის პიკრატი

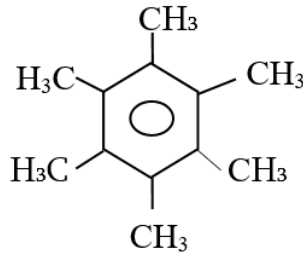
რაც შეეხება ფორმულათა „მორფოლოგიას“, ესეც, გარკვეულწილად, პირობითია და გარეგნულად ემსგავსება ზოგიერთი სხვა ქიმიური ნაერთების ფორმულათა გამოსახვის წესს. ასეთებია, ორმაგი მარილები, მაგალითად, სილვინიტი -  $KCl \bullet NaCl$ , ამიაკის ნაერთი ბორის ტრიფტორიდთან  $H_3N \bullet BF_3$ , ზოგიერთი კრისტალჰიდრატი.

საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ ზემოხსენებული მსჯელობა ბენზოლის მოლეკულიდან პიკრინმჟავას მოლეკულაზე ერთი  $\pi$  - ელექტრონის გადასვლის შესახებ,

აგრეთვე, გარკვეულ პირობითობას შეიცავს. ვთქვათ, მოყვანილ მაგალითში ეს მართლაც ასეა. რა ვუყოთ იმ შემთხვევებს, როდესაც ფნ-ს მოლეკულა ბევრად უფრო ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორია (მაგალითად, ჰექსანიტრობენზოლი) ვიდრე პიკრინმჟავა, ხოლო „ვიზავი“ მოლეკულა კი უფრო მეტად ამჟღავნებს ელექტრონოდონორულ თვისებას (მაგალითად, ჰექსამეთილბენზოლი) ვიდრე ბენზოლი?



ჰექსანიტრობენზოლი

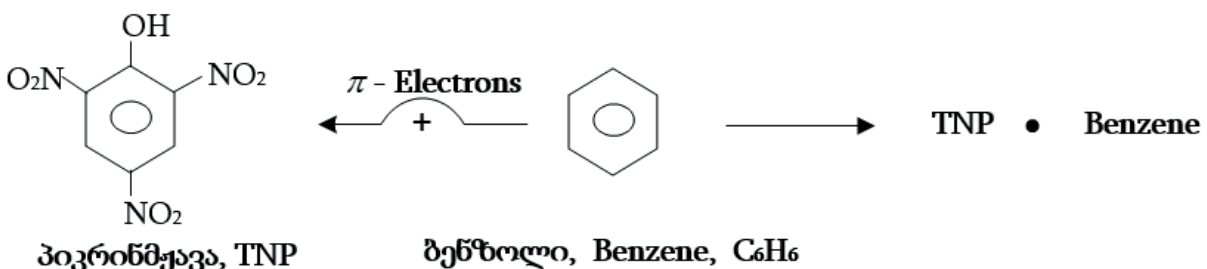


ჰექსამეთილბენზოლი

ცხადია, ასეთ შემთხვევაში, ორი კომპონენტის მოლეკულათა ურთიერთმიზიდვა უფრო ძლიერი იქნება, ხოლო CT ნაერთის მდგრადობა - გაზრდილი.

ნათქვამიდან გამომდინარე, ძნელი წარმოსადგენია, ჰექსამეთილბენზოლიდან ერთი ელექტრონი გადადიოდეს ჰექსანიტრობენზოლის მოლეკულაზე. მიგვაჩნია, რომ ასეთ შემთხვევებში უკეთესია კონკრეტული შევცვალოთ უფრო ზოგადი მსჯელობით: ხდება ელექტრონოაქცეპტორულ მოლეკულაზე ელექტრო-

ნოდონორული მოლეკულიდან  $\pi$  - ელექტრონული ღრუბლის გადაწევა, იმ დოზით, რა ხარისხითაცა გამოხატული კომპონენტთა აქცეპტორული და დონორული თვისებები. სწორედ ეს უნდა განაპირობებდეს ამ ორ მოლეკულაში შემავალი ბენზოლის ბირთვების პარალელურ განლაგებას სივრცეში, ურთიერთმიზიდვას და შესაბამისი მოლეკულური ნაერთის წარმოქმნას. ანუ, ზემოთმოყვანილი სარეაქციო სქემა, უკეთესია ასე გამოვსახოთ:



ეს მხოლოდ თეორიული ვარაუდია, რომელსაც ლოგიკური საფუძველი აქვს, თუმცა ექსპერიმენტული დადასტურება სჭირდება.

გარდა ამისა, ეს რეაქციები უდავოდ უნდა ჩაითვალოს ცნობილი ფნ-ების ქიმიურ გარდაქმნად. ამას ადასტურებს, პირველ რიგში, რეაქციის პროდუქტების გარეგნული იერსახის ცვლილება - შეფერილობა, კრისტალთა სტრუქტურულად განსხვავებული მოწყობა და ა.შ. ცხადია, განსხვავებულია ფიზიკური და ქიმიური თვისებებიც.

რაც შეეხება მოტივაციებს, რის გამოც ნახსენები ნაერთები არის შერჩეული კვლევის ერთ-ერთ ძირითად

მიმართულებად, ის შემდეგში მდგომარეობს:

CT ნაერთების სინთეზი მიმდინარეობს „რბილ“ პირობებში, ენერგიატევადი დანახარჯების გარეშე, ორგანული სინთეზისათვის „უჩვეულოდ“ მცირე დროში, პრაქტიკულად სუფთა მიზნობრივი პროდუქტების მაქსიმალური გამოსავლით.

CT ნაერთებს შენარჩუნებული აქვთ საკმაოდ ძლიერი აფეთქების უნარი.

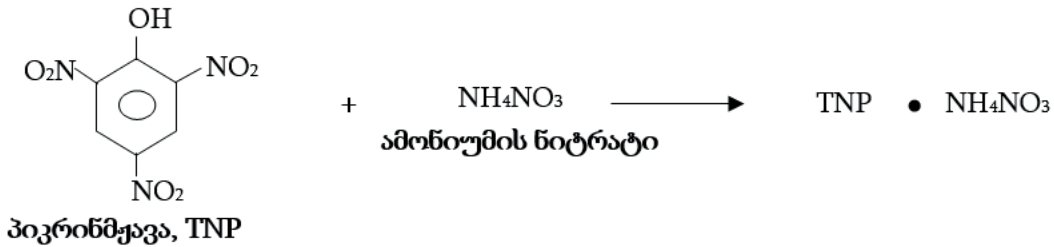
ქვემოთ მოტანილია პიკრინმჟავას (TNP) ფურანთან (Furan), 2,3 - დიოქსინაფტალინთან (dioxinaphthalene) და ამონიუმის ნიტრიტთან (NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>) ურთიერთქმედებით სინთეზირებული სამი CT ნაერთის ფორმულები:

TNP • Furan

TNP • 2,3 - dioxinaphthalene

TNP • NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>

ადრე ჩვენს მიერ სინთეზირებულ იქნა CT ნაერთი პიკრინმჟავასა და არაორგანული მარილის - ამონიუმის ნიტრატისაგან:



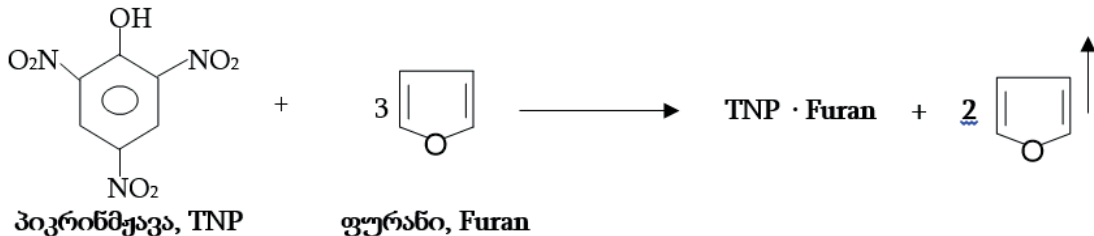
ჩატარდა მისი ტესტირება აფეთქებაზე. ამ ნივთიერებამ, 15 ოდენობით აფეთქებისას, მოახდინა ფოლადის მასრის სრული ფრაგმენტაცია.

შესწავლილ იქნა პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისგან მიღებული CT ნაერთის მუშაუნარიანობა ტრაუცლის მეთოდის გამოყენებით. შედარებისთვის, შემოწმდა პიკრინმჟავას იგივე მახასიათებელი.

აღმოჩნდა, რომ პიკრინმჟავას მუშაუნარიანობაა 221 მლ, ხოლო CT ნაერთის - 310 მლ, ანუ, ამ უკანასკნელის მონაცემმა პიკრინმჟავასა თითქმის 1/3-ით გადააჭარბა.

**CT ნაერთებში კომპონენტთა თანაფარდობის შემოწმება**

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, CT ნაერთის



ჩვეულებრივ, „მოლეკულური ნაერთების“ პრაქტიკული გამოსავალი თითქმის „რაოდენობრივია“. მიღებული TNP • Furan - ის მასა კი შეესაბამება მოლეკულურ თანაფარდობას 1:1. ცხადია, ფურანის ზედმეტი მასა აორთქლდა სინთეზის პროცესში გამოყენებულ გამხსნელთან ერთად, რაც ნაჩვენებია რეაქციის

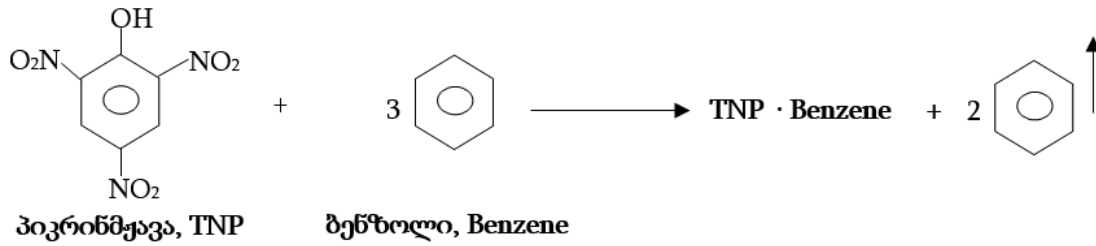
ბიომლეკულური სტრუქტურა, ელექტრონოაქციპტორული კომპონენტის მოლეკულასთან ერთად, შეიცავს ელექტრონოდონორული კომპონენტის მოლეკულასაც, მოლეკული თანაფარდობით 1:1 [5].

საინტერესოდ მივიჩნიეთ იმის გარკვევა, არის თუ არა შესაძლებელი ფეთქებადი ნივთიერების ელექტრონოაქციპტორულმა მოლეკულამ მიიერთოს უფრო მეტი ელექტრონოდონორული ფრაგმენტი, ანუ ნახსენები თანაფარდობა დაირღვეს ელექტრონოდონორული კომპონენტის სასარგებლოდ.

ჩვენ ელექტრონოდონორულ ფრაგმენტად შევარჩეთ ადვილდაქროლადი ფურანი, რომლის დუდილის ტემპერატურაა 320C. ეს ნივთიერება ავიღეთ ექვიმოლურ რაოდენობაზე 3-ჯერ მეტი:

განტოლებაში. ამ მარტივი ცდით დასტურდება რეაგენტთა მკაცრად ექვიმოლური თანაფარდობა 1:1.

ანალოგიურ შედეგს გვაძლევს პიკრინმჟავას რეაქცია ბენზოლთან, რომლის შედეგადაც მიიღება შესაბამისი „მოლეკულური ნაერთი“



აქაც, რეაქციის ბოლოს, ბენზოლის აორთქლების შემდეგ, პიკრინმჟავა „იტოვებს“ იმდენ ბენზოლს, რამდენიც შეესაბამება მოლურ თანაფარდობას 1:1.

**CT ნაერთების პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივა**

ზემოაღნიშნული მსჯელობა საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ CT ნაერთების პრაქტიკაში გამოყენების შესაძლებლობები. კერძოდ, საუკეთესო აფეთქებითი მახასიათებლების მქონე სინთეზირებული CT ნაერთები, შეიძლება შეთავაზებულ იქნას სამრეწველო ფეთქებად ნივთიერებად. გარდა ამისა სასურველი ექსპერიმენტული შედეგების მიღების შემდეგ, CT ნაერთების სინთეზის პროცესი შეიძლება გამოყენებულ იქნას პოლინიტროარმატული ქიმიური სტრუქტურის მქონე არასუფთა და ვადაგასული ფეთქებადი ნივთიერებების უტილიზაცია - რეციკლირებისათვის.

**დასკვნა**

- დღეისათვის, ჩვენს მიერ, სინთეზირებულია 20-მდე CT ნაერთი. ყველა მათგანს შენარჩუნებული აქვს აფეთქების თვისება;
- ექსპერიმენტულად შემოწმებულია და დადასტურებულია CT ნაერთების კომპონენტთა მოლური თანაფარდობა - 1:1;

**NADIRASHVILI M., ABESADZE N., GUDUSHAURI N. SYNTHESIS OF CT COMPOUNDS, PROCESS MECHANISM AND APPLICATION PERSPECTIVE**

**ANNOTATION.** In the modern world, the role of explosives is immeasurable. The vast majority of these high-energy substances are produced by chemical synthesis. Their technical characteristics are constantly being improved, and this continues from primitive gunpowder to modern explosives. The main purpose of our scientific research is to synthesize the study of the so-called “Charge transfer compounds” (CT compounds), using the well-known poly nitro aromatic substances - picric acid and TNT. The article describes examples of the synthesis of CT compounds, opinions are expressed on the mechanism of synthesis, corresponding reaction schemes are given, the ability of these compounds to explode is studied and the prospects of their use are determined.

**KEY WORDS:** CT compounds; explosives; synthesis; picric acid; TNT; reaction mechanisms.

- პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისაგან სინთეზირებული CT ნაერთის TNP • NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> მუშაუნარიანობამ, თანაბარი რაოდენობის პიკრინმჟავას ამავე მახასიათებელს 1/3-ით გადააჭარბა.

**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, Volume 41, 2005. pp.121-132.
3. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии. Кн. вторая, Химия, Москва, 1970. 827 с.
4. ი.კ. იურევი. პრაქტიკული სამუშაოები ორგანულ ქიმიამი. თსუ, გამომცემლობა, თბილისი, 1969. გვ. 509-510.
5. Nadirashvili M., Apriashvili A., Beinashvili G., Iashvili T. Synthesis and research of “Molecular Compounds” from some explosives „The Development of Mining and Geology is the Precondition for the Revival of Economy”, 6<sup>th</sup> International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology BOOK OF ABSTRACTS, Tbilisi, 2020. p.70.

**НАДИРАШВИЛИ М., АБЕСАДЗЕ Н., ГУДУШАУРИ Н. СИНТЕЗ СТ СОЕДИНЕНИЙ, МЕХАНИЗМ ПРОЦЕССА И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ**

**АННОТАЦИЯ.** В современном мире роль взрывчатых веществ (ВВ) неизмерима. Подавляющее большинство этих высокоэнергетических веществ производится с помощью химического синтеза. Их технические характеристики постоянно совершенствуются, и это продолжается от примитивного пороха до современных ВВ. Основной целью нашего научного исследования является синтез и изучение т.н. «соединений с переносом заряда» („Charge transfer compounds”, СТ compounds, СТ соединения), с использованием известных поли нитро ароматических веществ пикриновой кислоты и тротила. В статье описаны примеры синтеза СТ соединений, высказаны мнения о механизме синтеза, приведены соответствующие схемы реакций, изучена способность этих соединений взрываться и определены перспективы их использования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СТ соединения; взрывчатые вещества; синтез; пикриновая кислота; тротил; механизмы реакций.



**აპად. დოქტორი თ. იაშვილი, ბ. ზაინაშვილი**  
**ახალი ნიტროარმატული ნაერთების სინთეზი და ფეთქებადი**  
**თვისებების კვლევა**

*ანოტაცია. ბუნებაში ფეთქებადი ნივთიერებების ძალზე მცირე რაოდენობა მოიპოვება. მათი აბსოლუტური უმრავლესობა სინთეზის გზით მიიღება. სტატიაში წარმოდგენილია ცნობილი ფეთქებადი ნივთიერებების - პიკრინმჟავას და ტროტილის ქიმიური გარდაქმნების გზით, ახალი „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი; სინთეზირებული მასალების აფეთქებითი გარდაქმნის უნარის და ენერგეტიკული მახასიათებლების კვლევა; პროდუქტის ეფექტურობის გაზრდა.*

**საკვანძო სიტყვები:** პიკრინმჟავა; ტროტილი; რეზორცინი; „მოლეკულური ნაერთი“; ფეთქებადი ნივთიერება.

მსოფლიოში ინტენსიურად მიმდინარეობს, როგორც ახალი ფეთქებადი ნივთიერებების შექმნა, ასევე მათი მოდიფიკაცია თვისებების გაუმჯობესების მიზნით. საქართველოში დღეისათვის მხოლოდ ემულსიური ფეთქებადი ნივთიერებები იწარმოება, წარმოების მო-თხოვნა კი მაღალენერგეტიკულ მასალებზე დღითიდღე იზრდება. ფეთქებადი ნივთიერებების ძირითადი ნა-წილი იმპორტირებულია, ამიტომ მათი ფასები საკმაოდ მაღალია, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის აფეთქების ტექ-ნოლოგიებზე დამოკიდებული პროდუქციის თვით-ღირებულებას და აფერხებს სამთამადნო წარმოების განვითარებას, რომელიც წარმოადგენს ქვეყნის ეკო-ნომიკის მნიშვნელოვან სექტორს.

სამრეწველო ფეთქებადი მასალების ძირითადი სახეობები შექმნილია ნიტროარომატული ნაერთების ბაზაზე ფეთქებადი ქიმიური ნაერთების ან ნარევიების სახით. მათი ჟანგბადის ბალანსი რიგ შემთხვევებში უარყოფითია, რაც იწვევს ტოქსიკური აირების დიდი კონცენტრაციით წამოქმნას და უარყოფით გავლენას ახდენს გარემოზე. ეკოლოგიაზე გავლენის შემსუბუქება შესაძლებელია ფნ-ების ქიმიური მოდიფიკაციის გზით და იგი წარმოადგენს ქიმიური ფიზიკის ერთ-ერთ საკვანძო საკითხს.

ნიტროარომატული ნაერთების მოდიფიცირებით შესაძლებელია შეიქმნას სამრეწველო დანიშნულების ეკოლოგიურად უსაფრთხო და იმავდროულად მა-ღალენერგეტიკული ბრიზანტული ფეთქებადი ნივთი-ერებები, რომლებიც ტექნოლოგიის სრულყოფის პი-რობებში აღმოჩნდება ბაზარზე კონკურენტუნარიანი კომერციალიზაციის პოტენციალით. ნიტროარომატული ნაერთების ფართო სპექტრიდან, კვლევითი კომპონენტის დაგეგმვისას, ძირითად საბაზისო საკვლევ ობიექტად შეირჩა პიკრინის მჟავასა და ტროტილის ბაზაზე სინ-თეზირებული ე. წ. „მოლეკულური ნაერთები“.

პიკრინმჟავას არჩევა ძირითად «სამუშაო ნივ-თიერებად» განპირობებულია იმით, რომ იგი ადვილად სინთეზირდება ფენოლისაგან, ხოლო ფენოლი და

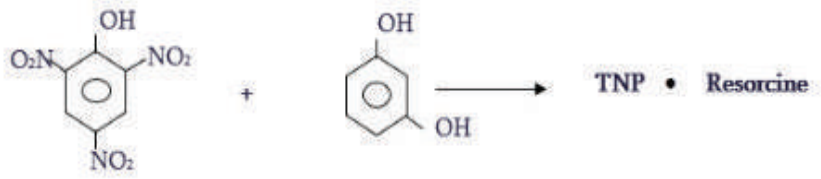
მისი ქიმიური ანალოგები (ანიზოლი, კრეზოლები, რეზორცინი) არის იაფი და ამავე დროს მნიშვნელოვანი ნედლეული მრავალი სამრეწველო პროდუქტის სინთეზისათვის. როგორც ცნობილია, მჟავური ბუნების გამო პიკრინმჟავა მოქმედებს ჭურვის მეტალის კორპუსზე, რაც არასასურველი მოვლენაა, ამიტომაც პიკრინმჟავით ჭურვის დამუხტვის წინ აუცილებელია მისი მოთავსება არამეტალურ გარსში. პიკრინმჟავას არასასურველი მჟავური ბუნების უარყოფითი ეფექტის შესამცირებლად შეიძლება გამოყენებული იქნას მი-სი ქიმიური გარდაქმნის მეთოდი - მოლეკულური სტრუქტურის ცვლილება ანუ მისი სტრუქტურული ანალოგების სინთეზი. ნივთიერების სტრუქტურის ცვლილება ითვლება ახალი ფეთქებადი ნივთიერებების სინთეზის უაღრესად წარმატებულ მეთოდად. მეორე მხრივ, პიკრინმჟავას მჟავური ბუნება შესაძლებელია თავიდან აცილებულ იქნას მის ბაზაზე ახალი ფეთქებადი ნივთიერებების სინთეზით. ჰიდროქსილის, როგორც მჟავურ ჯგუფზე შესაძლებელია ჩატარდეს შესაბამისი რეაქციები - ალკილირება, აცილირება, კონდენსაცია მონოქლორმარმჟავასთან და სხვა.

ახალი ფეთქებადი მასალების მისაღებად განხორ-ციელებული კვლევები სამ ეტაპს მოიცავს: 1. ნიტ-როარომატული ნაერთების სინთეზი; [1] 2. მათი სტრუქტურული ანალოგების მიღება ქიმიური გარდაქმნის გზით (ასეთებად შერჩეულია ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები“) 3. სინთეზირებული ნიტროარომატული და „მოლეკულური ნაერთების“ ზოგიერთი ფეთქებადი მახასიათებლის განსაზღვრა.

**„მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზის მექანიზმი**

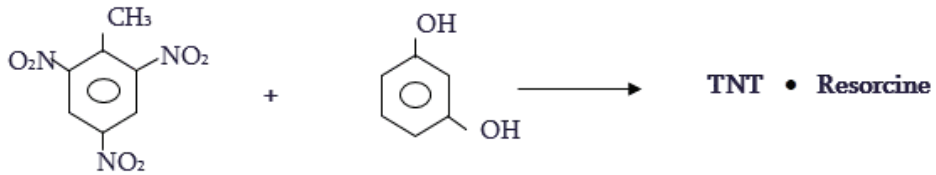
ტროტილს, პიკრინმჟავას და სხვა პოლინიტროა-რომატულ ნივთიერებებს უნარი აქვთ წარმოქმნან ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები“, ანუ ნაერთები „მუხტის გადატანით“ („Charge transfer compounds“) [2, 3]. ამ ცნობილი ფეთქებადი ნივთიერებების მოლეკულაში, სამ-სამი ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორული ნიტროჯგუფის არსებობის გამო, მათი არომატული ზირთები იმდენადაა გაღარიბებული  $\pi$  - ელექტრონებისაგან, რომ შეუძლიათ ურთიერთქმედება ისეთ ელექტრონოდონორულ ნა-ერთებთან, როგორცაა, ბენზოლი, ტოლუოლი, მ-ქსილოლი, მეზითილენი, და ა.შ., მოლეკული თანაფარდობით 1:1. ამ დროს, ადგილი აქვს, მხოლოდ ელექტროსტატიკურ ურთიერთქმედებას მოლეკულურ დონეზე. კერძოდ, დონორი მოლეკულის, მაგალითად, ბენზოლის ერთი  $\pi$  - ელექტრონი ან მთლიანად გადადის ელექტრონოაქცეპტორული ტრინიტროფენოლის (TNP) მოლეკულაზე, ან იგი თანაბრად ეკუთვნის როგორც პიკრინმჟავას, ასევე ბენზოლს [4].

**პიკრინმჟავასა და რეზორცინისაგან „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი**



ნახ. 1. TNP . Resorcine სინთეზის სქემა

ტროტილისა და რეზორცინისაგან „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი

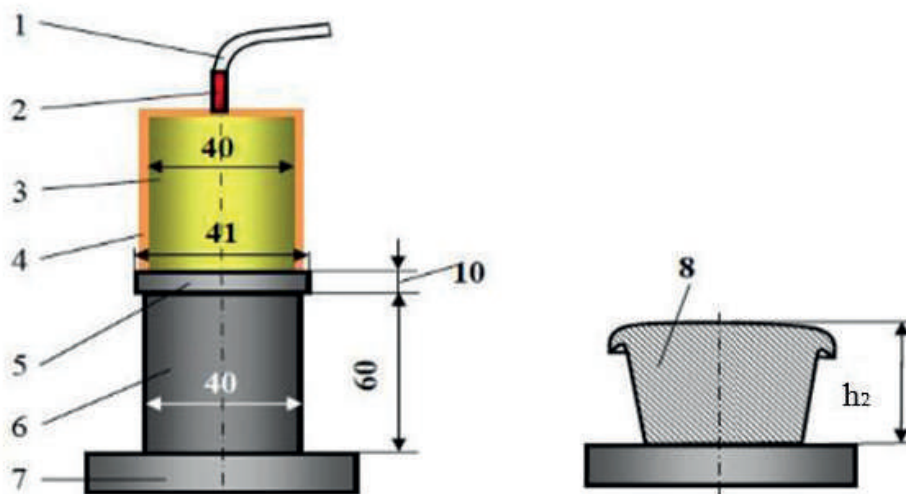


ნახ. 2. TNT . Resorcine სინთეზის სქემა



ნახ. 3. ა) პიკრინმჟავას „მოლეკულური ნაერთი“ რეზორცინთან; ბ) ტროტილის „მოლეკულური ნაერთი“ რეზორცინთან

პიკრინმჟავას რეზორცინთან „მოლეკულური ნაერთის“ გამოცდა ბრიზანტულობაზე ჩატარდა ჰესის მეთოდით.



ნახ. 4. ბრიზანტულობის განსაზღვრის ზოგადი სქემა

ტყვიის ცილინდრი (6), რომლის დიამეტრია 40 მმ, ხოლო სიმაღლე 60 მმ, მოთავსებულია ფოლადის ფილაზე (7) (სისქე 20 მმ). ტყვიის ცილინდრს ზევიდან ადევს ფოლადის ფირფიტა (5) (დიამეტრი 40 მმ, სისქე 10 მმ), რომელზეც იდგმება ქალაღის მასრა მასში მოთავსებული ფეთქებადი ნივთიერებითა (3) და კაფსულდეტონატორით (2). გამოსაცდელი ნივთიერების წონა 50 გ-ს შეადგენს.

აფეთქების შედეგად ტყვიის ცილინდრი აფეთქების აირების დარტყმას განიცდის და ამიტომ სიმაღლეში კლებულობს (8) [5]. ცილინდრის სიმაღლის საშუალო მოკლების სიდიდე მილიმეტრებით წარმოადგენს ბრიზანტულობის პირობით ზომას (გაზომვა ხდება ოთხ დიამეტრალურად საწინააღმდეგო წერტილში, საიდანაც აიღება საშუალო არითმეტიკული).



ნახ. 5 . ბრიზანტულობის განსაზღვრა ჰესის სიჯით

პიკრინმჟავას და რეზორცინის მოლეკულური ნაერთების გამოცდა ბრიზანტულობაზე ჩატარდა ჰესის მეთოდით. ტყვიის ცილინდრის სიმაღლის კლებამ შეადგინა 22 მმ. რაც პიკრინმჟავას ანალოგიურ მონაცემს (19 მმ) აღემატება 16%-ით.



ნახ. 6. „მოლეკულური ნაერთის“ ბრიზანტულობაზე გამოცდის შედეგები

**დასკვნა:**

1. სინთეზირებულია პიკრინმჟავასა და ტროტილის „მოლეკულური ნაერთები“ რეზორცინთან.
2. განსაზღვრულია პიკრინმჟავას რეზორცინთან „მოლეკულური ნაერთის“ ბრიზანტულობა.
3. ელექტრონოდონორულ კომპონენტთან - რეზორცინთან ურთიერთქმედებით „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზით გაიზარდა ელექტრონაქცეპტორული კომპონენტის - პიკრინმჟავასა აფეთქების სიძლიერე.

**ლიტერატურა**

1. Chikhradze N., NadiraSvili M., Iashvili T., Gigineishvili A,

- Beinashvili G. „The Improvement of Picric Acid Synthesis Methodology” doi: 10.1088/1755-1315/906/1/012132 7th World Multidisciplinary Earth Symposium (WMESS 2021) IOP Publishing Prague Czech Republic.
2. Nesmeyanov A., Nesmeyanov N. “Fundamentals of Organic Chemistry”, v.2. 1970. pp.120-121 (in Russian).
3. Khvadagiani A., Chikhradze N., Khomeriki S., Nadi-rashvili M. “Explosive and Chemical Synthesis”, Mining Journal, №2(37), Tbilisi, 2016. pp. 66-69.
4. Yuriev I. “Practical Works in Organic Chemistry”. TSU Publishing House, Tbilisi, 1969. p. 510 (in Georgian).
5. ე. ცისკარიშვილი. ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოები. „განათლება“, თბილისი, 1965. 370 გვ.

IASHVILI T., BEINASHVILI G.  
SYNTHESIS OF NEW NITROAROMATIC  
COMPOUNDS AND INVESTIGATION  
OF EXPLOSIVE PROPERTIES

ЯШВИЛИ Т., БЕИНАШВИЛИ Г.  
СИНТЕЗ НОВЫХ НИТРОАРМАТИЧЕСКИХ  
СОЕДИНЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ВЗРЫВЧАТЫХ СВОЙСТВ

**ANNOTATION.** In nature, explosives are mined in extremely small quantities. Their absolute majority is produced by synthesis. The article presents the synthesis of new molecular compounds by using the chemical transformation of familiar explosives – picric acid and trinitrotoluene; study of energy indicators and the ability of explosive transformation of synthesized substances; reducing products costs and increasing efficiency.

**АННОТАЦИЯ.** В природе добывается небольшое количество взрывчатых веществ. Подавляющее большинство из них получают путем синтеза. В работе представлен синтез новых «молекулярных соединений» путем химического синтеза и превращений известных взрывчатых веществ — пикриновой кислоты и тротила; исследование способности преобразования энергии и энергетических характеристик синтезированных материалов; снизить себестоимость продукции и повысить эффективность.

**KEY WORDS:** picric acid; TNT; resorcinol; “molecular compound”; explosive substance.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пикриновая кислота; ТНТ; резорцин; «молекулярное соединение»; взрывчатое вещество.

უპაკ 549.621.9

ბ.მ.მ.კ. ასოც. პროფ. დ. გლუაშვილი, აკად. დოქტორი თ. ლიპარტია, აკად. დოქტორი ძ. ბენაშვილი, დოქტორანტი მ. მაძაძე, დოქტორანტი გ. მინდიაშვილი, მაგისტრანტი ვ. გლუაშვილი, ბაკალავრი მ. კვიციანი  
ოქროს საბადოების თანამედროვე მდგომარეობა და მიმდინარე ტენდენციები

ანოტაცია. ოქროს საბადოები გვხვდება მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში და მათი წარმოშობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული გეოლოგიურ პროცესებთან. ოქროს უმსხვილესი მწარმოებლები არიან ჩინეთი, ავსტრალია, რუსეთი, შეერთებული შტატები და კანადა. სხვა მნიშვნელოვანი მწარმოებლებია სამხრეთ აფრიკა, პერუ, განა, ინდონეზია და მექსიკა. ამ რეგიონებში არსებული ოქროს მადნის რაოდენობა მნიშვნელოვნად მცირდება და მუდმივად ხდება ოქროს საბადოების ახალი აღმოჩენები, თუმცა ისინი შეიძლება არ იყოს ისეთი დიდი ან ადვილად ხელმისაწვდომი, როგორც ადრე ცნობილი საბადოები. ბოლო წლების განმავლობაში ოქროს მოპოვების წარმოებამ განიცადა მნიშვნელოვანი ცვლილებები და გაჩნდა რამდენიმე ტენდენცია, რომელიც გავლენას ახდენს წარმოებაზე. მსოფლიო ბაზარზე მკვეთრად გაიზარდა მეტალურგის ფასები და ეს ტენდენცია კვლავაც შენარჩუნებულია. ეს განსაკუთრებით ეხება ოქროს ფასს: თუ 2000-2007 წლებში ლონდონის ბირჟაზე ერთი უნცია ოქროს ღირებულება 320-380 \$ ფარგლებში მერყეობდა, 2020-2023 წლებში (კოვიდის პანდემიის დრო) მისმა საშუალო ფასმა 1770-2000 \$ გადააჭარბა, ხოლო მაქსიმუმი (2020 წ) დაფიქსირდა 2067 \$. მთლიანობაში, ოქროს საბადოების მდგომარეობა ექვემდებარება ვალუტის რყევებს, საბაზრო ფასებს, გეოპოლიტიკურ ფაქტორებს, ტექნოლოგიურ წინსვლას და გარემოსდაცვითი რეგულაციების ცვალებადობას. თუმცა, ოქრო რჩება ღირებულ და მოთხოვნად საკონელად და, სავარაუდოდ, გაგრძელდება მისი მოპოვება და დამუშავება მრავალი წლის განმავლობაში. თუმცა, ოქროს საბადოების ამჟამინდელი მდგომარეობა შეიძლება განსხვავდებოდეს ბაზრის პირობების, ტექნოლოგიური წინსვლისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით. ქვემოთ განხილულია ოქროს

საბადოების მიმდინარე ტენდენციები: ოქროს მარაგების კლება, ბაზრის მოთხოვნა, ტექნოლოგიური მიღწევები, გარემოსდაცვითი ღონისძიებები და სოციალური პასუხისმგებლობა.

საკვანძო სიტყვები: ოქროს მარაგები; ინვესტორი; ვალუტის რყევები; გარემოსდაცვითი მონიტორინგი; ტექნოლოგიები; დისტანციური ზონდირების მეთოდი; სოციალური პასუხისმგებლობა; გენდერული თანასწორობა.

ოქროს მარაგების კლება: ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ტენდენცია, რომელიც გავლენას ახდენს ოქროს მოპოვების წარმოებაზე, არის ოქროს მარაგების კლება. ოქროს მარაგების შემცირება შეიძლება გამოწვეული იყოს რამდენიმე ფაქტორით, მათ შორის: არსებული საბადოების ამოწურვა, მსოფლიოს [1, 2] მრავალი უმსხვილესი ოქროს საბადო მოპოვებული იყო ათწლეულების განმავლობაში, რამაც გამოიწვია დარჩენილი მარაგების ხარისხისა და რაოდენობის შემცირება. ახალი ოქროს საბადოების აღმოჩენა შეიძლება იყოს რთული, რადგან ყველაზე ადვილად ხელმისაწვდომი საბადოები უკვე იდენტიფიცირებული და ექსპლუატირებულია. ეს ნიშნავს, რომ საძიებო ძალისხმევა ფოკუსირებული უნდა იყოს უფრო შორეულ ან გეოლოგიურად რთულ ტერიტორიებზე, რომლებზეც წვდომა შეიძლება რთული და ძვირი იყოს. რამდენადაც ხელმისაწვდომი ოქროს საბადოები იწურება, სულ უფრო რთული ხდება ახალი, ეკონომიკურად მომგებიანი ოქროს საბადოების პოვნა. ამ ტენდენციამ გამოიწვია რთული რეგიონების და საბადოების შესწავლა, ისეთები როგორცაა ღრმა მიწისქვეშა ან პოლიტიკურად არასტაბილური

ტერიტორიები. ამ გამოწვევების გადასაჭრელად, სამთო კომპანიებს მოუწევთ სოლიდური ინვესტირება ახალ ტექნოლოგიებსა და ტექნიკაში, რათა გააუმჯობესონ ოქროს მოპოვების ეფექტურობა.

**ბაზრის მოთხოვნა:** ბაზრის მოთხოვნაზე გავლენას ახდენს მრავალი ფაქტორი, მათ შორის ეკონომიკური და პოლიტიკური პირობები, ინვესტორების შეხედულებები და ვალუტის გაცვლითი კურსის ცვლილება. ალტერნატიულად, თუ ეკონომიკური პირობები ძლიერია და ინვესტორები უფრო თავდაჯერებულები არიან, ოქროზე მოთხოვნა შეიძლება შემცირდეს, რაც გამოიწვევს ფასების შემცირებას.

არის რამოდენიმე ძირითადი ფაქტორი, [3, 4] რამაც შეიძლება გავლენა მოახდინოს ბაზრის მოთხოვნაზე. **გლობალური ეკონომიკური პირობები** - ოქრო ხშირად განიხილება, როგორც უსაფრთხო ინვესტიცია ეკონომიკური გაურკვევლობის ან ბაზრის არასტაბილურობის დროს. ამრიგად, ეკონომიკურმა ვარდნამ ან რეცესიამ შეიძლება გამოიწვიოს ოქროზე მოთხოვნის გაზრდა. პირიქით, ძლიერმა ეკონომიკურმა ზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს ოქროზე მოთხოვნის შემცირება. **გეოპოლიტიკური დამაბულობა** - პოლიტიკურმა არასტაბილურობამ ან კონფლიქტებმა ასევე შეიძლება გამოიწვიოს ოქროზე მოთხოვნის გაზრდა, რადგან ინვესტორები ეძებენ უსაფრთხო თავშესაფარს თავიანთი ინვესტიციის დასაცავად. **ინვესტორების შესაძლებლობები** - ოქროს მოპოვებაზე ასევე შეიძლება გავლენა იქონიოს ინვესტორების შესაძლებლობამ და ბაზრის ტენდენციებმა [5]. მაგალითად, დაბალი საპროცენტო განაკვეთების პერიოდებში, ინვესტორებმა შეიძლება უფრო მეტი ინვესტიცია განახორციელონ ოქროში, რადგან მას შეუძლია უზრუნველყოს უფრო მაღალი ანაზღაურება, ვიდრე სხვა დაბალი რისკის ინვესტიციები. ვალუტის რყევები-ოქროს ღირებულება ხშირად იზომება აშშ დოლარში და ვალუტის კურსის რყევებმა [7] შეიძლება გავლენა მოახდინოს ოქროს მოთხოვნაზე. თუ აშშ დოლარის ღირებულება შემცირდება, ოქრო შეიძლება გახდეს უფრო მიმზიდველი ინვესტორებისთვის.

ოქროს ფასების მატებამ, შეიძლება გამოიწვიოს [6] ინვესტიციების გაზრდა საძიებო და სამთო ოპერაციებში, რადგან ეკონომიკურად უფრო მომგებიანი ხდება საბადოებიდან ოქროს მოპოვება. თუმცა, ოქროს ფასების შემცირებამ შეიძლება სამთო ოპერაციები ნაკლებად მომგებიანი გახადოს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ინვესტიციების შემცირება საძიებო და სამთო მოპოვებაში. აღსანიშნავია, რომ ოქროს ფასზე ასევე გავლენას ახდენს მიწოდების დინამიკა, მათ შორის სამთო გამოიმუშავება და ცენტრალური ბანკის ოქროს რეზერვები.

სამთო კომპანიებმა უნდა იცოდნენ გლობალური ეკონომიკური [8] პირობები და გეოპოლიტიკური დამაბულობა, რათა მიიღონ ინფორმირებული გადაწყვეტილებები თავიანთი ოპერაციებისა და ინვესტიციების შესახებ. ინვესტორები, ანალიტიკოსები და საერთაშორისო ექსპერტები ყურადღებით აკვირდებიან ეკონომიკურ და პოლიტიკურ მოვლენებს, რათა შეაფასონ სავარაუდო გავლენა ოქროს მოთხოვნაზე, ასევე მიწოდებასა და ფასების

დინამიკაზე. მთლიანობაში, ბაზრის მოთხოვნა მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელიც გავლენას ახდენს ოქროს მოპოვების წარმოებაზე.

**ტექნოლოგიური მიღწევები:** ოქროს მოპოვების მრეწველობამ [8] განიცადა მნიშვნელოვანი წინსვლა ტექნოლოგიაში, დაწყებული ძებნა-ძიებიდან დამთავრებული მოპოვებამდე. ამ მიღწევებმა შესაძლებელი გახადა ოქროს აღმოჩენა და მოპოვება უფრო ისეთ რთულ ადგილებში, როგორცაა ღრმა მიწისქვეშა ან რთული ბუნებრივი გარემო პირობების მქონე ადგილები. გარდა ამისა, სამთო ტექნიკის მიღწევებმა, ისეთი როგორცაა ავტომატიზაცია, გაზარდა პროდუქტიულობა და უსაფრთხოება სამთო ოპერაციებში. დიახ, ტექნოლოგიურმა წინსვლამ მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ოქროს მოპოვების წარმოებაში, რამაც შესაძლებელი გახადა ოქროს შესწავლა და მოპოვება უფრო რთულ ადგილებში. ქვემოთ მოცემულია რამდენიმე მაგალითი იმისა, თუ როგორ დააწინაურა ტექნოლოგიების განვითარებამ ოქროს მოპოვების წარმოება:

**კვლევა** - დისტანციური ზონდირების მეთოდის ტექნოლოგიებმა, შესაძლებელი გახადა ოქროს პოტენციური საბადოების იდენტიფიცირება ადრე მიუწვდომელ ადგილებში. აღნიშნული ამცირებს ძვირადღირებული და შრომატევადი სახმელეთო კვლევების აუცილებლობას და იძლევა უფრო ეფექტური კვლევის საშუალებას.

**მოპოვება** - მოპოვების ტექნიკის მიღწევებმა, შესაძლებელი გახადა ოქროს მოპოვება არარენტაბელური საბადოებიდან, რომლებიც ადრე არაეკონომიურად ითვლებოდა. გარდა ამისა, სამთო ახალმა ტექნოლოგიებმა, მათ შორის მიწისქვეშა ავტომატიზაციამ, გაზარდა სამთო ოპერაციების ეფექტურობა და უსაფრთხოება.

**გარემოსდაცვითი მონიტორინგი** - გარემოსდაცვითი მონიტორინგის ტექნოლოგიების მიღწევებმა, მათ შორის წყლის ხარისხის სენსორები და ჰაერის ხარისხის სენსორები, საშუალება მისცა სამთო კომპანიებს უკეთ აკონტროლონ გარემოზე ზემოქმედება.

**ენერგოეფექტურობა** - განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენება, როგორცაა მზის და ქარის ენერჯია, სულ უფრო ხშირად გვხვდება ოქროს მოპოვების წარმოებაში.

**უსაფრთხოება** - ავტომატიზაციის ტექნოლოგიების გამოყენებამ, როგორცაა ავტონომიური ბურღვა და ტრანსპორტირების სისტემები, შეამცირა მუშების საჭიროება პოტენციურად სახიფათო ადგილებში, რაც აუმჯობესებს უსაფრთხოების პირობებს სამთო სამუშაოების დროს.

ტექნოლოგიურმა წინსვლამ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ოქროს მოპოვების წარმოებაზე, შესაძლებელი გახდა ოქროს მოპოვება უფრო რთულად მიუდგომელ ადგილებში. ვინაიდან წარმოება ისეთი გამოწვევების წინაშე დგას, როგორცაა ოქროს მარაგების შემცირება, ტექნოლოგიას ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანი და გადაწყვეტილებით ენიჭება. ოქროს მარაგების შემცირებამ გამოიწვია საძიებო ძალისხმევის გაზრდა რთულ ადგილებში, ასევე აქცენტი მოპოვების ეფექტურობის გაუმჯობესებაზე და ხარჯების შემცირებაზე. ამან კი

განაპირობა ტექნოლოგიური წინსვლა წარმოებაში.

**გარემოსდაცვითი ღონისძიებები:** გარემოს მდგრადობაზე მზარდი აქცენტის გამო, ოქროს მოპოვების წარმოება უფრო მეტ ზეწოლას განიცდის. მოსალოდნელია, რომ სამთო კომპანიებმა გამოიყენონ უფრო მდგრადი სამთო პრაქტიკა, ისეთები როგორცაა განახლებადი ენერჯის გამოყენება, ნარჩენების და წყლის რესურსების სათანადო მართვის უზრუნველყოფა.

**ენერჯის გამოყენება** - ოქროს მოპოვების წარმოება ენერჯო ინტენსიურია და მომპოვებელი კომპანიები ცდილობენ მიიღონ უფრო მდგრადი ენერჯის წყაროები, ისეთები, როგორცაა ქარი და მზის ენერჯია.

**წყლის მენეჯმენტი** - წყალი არის კრიტიკული რესურსი ოქროს მოპოვებაში და სამთო კომპანიები ცდილობენ, რომ დაანერგონ უფრო მდგრადი წყლის მართვის პრაქტიკა, როგორცაა წყლის მოხმარების შემცირება და ჩამდინარე წყლების სათანადო დამუშავების უზრუნველყოფა.

**ნარჩენები** - ოქროს მოპოვებამ შეიძლება წარმოქმნას ნარჩენების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რაც სამთო კომპანიებისათვის საკმაოდ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს და ისინი ცდილობენ შეამცირონ ნარჩენები.

**ბიომრავალფეროვნება:** ოქროს მოპოვებამ შეიძლება მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს ადგილობრივ ეკოსისტემებზე, სამთო კომპანიები ცდილობენ, რომ განახორციელონ ისეთი პრაქტიკა, რომელიც მინიმუმამდე მოახდენს ზემოქმედებას ბიომრავალფეროვნებაზე.

ამ გარემოსდაცვითი პრობლემების გადასაჭრელად, ბევრი სამთო კომპანია ახორციელებს მდგრადობის ინიციატივებს, როგორცაა წყლის მოხმარების შემცირება და ტოქსიკური ქიმიკატების გამოყენების მინიმუმამდე შემცირება. გარდა ამისა, ზოგიერთი სამთო კომპანია ცდილობს მოიპოვოს სერთიფიკატი მდგრადი მოპოვების საერთაშორისოდ აღიარებული სტანდარტების მიხედვით, როგორცაა ციანიდის მართვის საერთაშორისო კოდექსი ან გლობალური ანგარიშგების ინიციატივა. ოქროს მოპოვების წარმოება მზარდი ზეწოლის წინაშე დგას მისი გარემოზე ზემოქმედების შესამცირებლად და სამთო კომპანიები ცდილობენ, რომ მიიღონ უფრო მდგრადი პრაქტიკა ამ გამოწვევების დასაძლევად. ვინაიდან წარმოება აგრძელებს განვითარებას, სავარაუდოა, რომ გარემოს მდგრადობა კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი საკითხი გახდება ოქროს მომპოვებელი კომპანიებისთვის.

**სოციალური პასუხისმგებლობა:** ოქროს მოპოვების წარმოებაში სოციალურ პასუხისმგებლობაზე მზარდი აქცენტი კეთდება. აღსანიშნავია, სამთო კომპანიების ერთგულება მდგრადი განვითარებისა და ეთიკური ბიზნეს პრაქტიკის მიმართ, მათ შორის ადამიანის უფლებების პატივისცემა, ადგილობრივი მოსახლეობის მხარდაჭერა და გენდერული თანასწორობის ხელშეწყობა.

სოციალური პასუხისმგებლობა სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება ოქროს მოპოვების წარმოებისათვის. ქვემოთ მოცემულია რამდენიმე ძირითადი სფერო, სადაც სამთო კომპანიებს უწევთ სოციალური პასუხისმგებლობის დემონსტრირება:

**ადამიანის უფლებების პატივისცემა** - სამთო კომპანიებმა უნდა გამოხატონ პატივს სცემა თავიანთი თანამშრომლების და იმ მოსახლეობის მიმართ, სადაც ისინი მუშაობენ. სამთო კომპანიების მხრიდან აღსანიშნავია უსაფრთხო სამუშაო პირობების, ხელფასებისა და შეღავათების უზრუნველყოფა და ძირძველი მოსახლეობის უფლებების პატივისცემა.

**ადგილობრივი მოსახლეობის მხარდაჭერა** - აუცილებელია, რომ სამთო კომპანიები ჩაერთონ ადგილობრივ მოსახლეობასთან ერთად კვლევებში და უზრუნველყოფენ ეკონომიკური და სოციალური სარგებელი. ეს შეიძლება მოიცავდეს სამუშაო ადგილების შექმნას, ადგილობრივი ბიზნესის მხარდაჭერას და საზოგადოების განვითარების პროექტებში ინვესტირებას.

**გენდერული თანასწორობის ხელშეწყობა** - აუცილებელია, რომ სამთო კომპანიებმა ხელი შეუწყობენ გენდერულ თანასწორობას და თანაბარი შესაძლებლობები შეუქმნან ქალებს. ეს შეიძლება მოიცავდეს ერთნაირი სამუშაოსთვის თანაბარი ანაზღაურების უზრუნველყოფას, ქალებისთვის ტრენინგისა და განათლების შესაძლებლობების, გენდერული ძალადობისა და შევიწროების საკითხების მოგვარებას. სოციალური პასუხისმგებლობის ამ პრობლემების გადასაჭრელად, ბევრი სამთო კომპანია ახორციელებს მდგრადობის ინიციატივებს და თანამშრომლობს დაინტერესებულ მხარეებთან.

მთლიანობაში, ზემოთ განხილული მიმდინარე ტენდენციები მნიშვნელოვანი საკითხია ოქროს მოპოვების წარმოებისათვის და მოსალოდნელია, რომ სამთო კომპანიები გამოავლენენ კრეატიულობას და წარმატებით გააგრძელებენ თავის საქმიანობას.

## ლიტერატურა

1. საქართველოს სამთო-მოპოვებითი მრეწველობის განვითარების დინამიკა და თანამედროვე მდგომარეობა, თბილისი-2014.
2. "Gold: The Race for the World's Most Seductive Metal" by Matthew Hart-2013.
3. "The Resilience of Gold: Managing Risk and Finding Opportunity in the Face of Volatility" by Michael Dudas and team-2013.
4. "Gold Mining in the 21st Century" by Dave McCracken-2015.
5. "The Gold Mine Effect: Crack the Secrets of High Performance" by Rasmus Ankersen-2015 .
6. "The Economics of Gold and Silver Mining in Early Modern Japan" by Takekoshi Yosaburo -2017.
7. "Gold's Supply and Demand Dynamics: Opportunities for Flexibility and Efficiency" by Charlotte Bucchioni and team-2019.
8. HoGlobal Gold Mine Production to Decline in 2020" by Adam Webb-2020.
9. "Gold Demand Trends" report by the World Gold Council-2022.

BLUASHVILI D., LIPARTIA T., BENASHVILI Q.,  
MAQADZE M., MINDIASHVILI G., BLUASHVILI V.,  
KVIRKVELIA M.  
MODERN CONDITION AND CURRENT TRENDS OF  
GOLD DEPOSIT

БЛУАШВИЛИ Д., ЛИПАРТИЯ Т., БЕНАШВИЛИ К.,  
МАКАДЗЕ М., МИНДИАШВИЛИ Г., БЛУАШВИЛИ В.,  
КВИРКВЕЛИЯ М.  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗОЛОТОНОС-  
НЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕНДЕНЦИИ

**ANNOTATION.** The gold mining industry has undergone significant changes in recent years and several trends have emerged that affect overall production. The prices of metals in the world market have dramatically increased and this trend is still maintained. This is especially true for the price of gold: if in 2000-2007 the price of one ounce of gold on the London exchange fluctuated between \$320-380, in 2020-2023 (the time of the Covid19 pandemic) its average price exceeded \$1770-2000, and the maximum (2020 year) 2067 \$ was recorded. Gold deposits are found in many regions of the world and their origin is closely related to geological processes. The largest producers of gold are China, Australia, Russia, the United States and Canada. Other important producers are South Africa, Peru, Ghana, Indonesia and Mexico. The available gold ore deposits in these regions has greatly lessen, and new gold deposits are constantly being discovered, although they may not be as large or as easily accessible as previously known deposits. Overall, the condition of gold deposits is subject to currency fluctuations, market prices, geopolitical factors, technological advances and changes in environmental regulations. However, gold remains a valuable commodity and will likely continue to be mined and processed for many years to come. However, the current status of gold deposits may vary depending on market conditions, technological advancements and other factors.

**АННОТАЦИЯ.** За последние годы в золотодобывающей отрасли произошли значительные изменения и обозначились несколько тенденций, которые влияют на производство. На мировом рынке резко возросли цены на металл, и данная тенденция сохраняется. Особенно это касается цены на золото: если в 2000-2007 годах на Лондонской бирже цена одной унции золота составляла 320-380 \$, то в 2020-2023 годах (во время пандемии) ее средняя цена превысила 1770-2000 \$, максимальная цена (2020 г.) была зафиксирована 2067 \$. Месторождения золота встречаются в разных регионах и их происхождение тесно связано с геологическими процессами. Крупнейшие производители золота Китай, Австралия, Россия, США и Канада. Другими важными производителями являются ЮАР, Перу, Гана, Индонезия и Мексика. Количество золотой руды в этих регионах значительно сокращается, постоянно открываются новые золотосодержащие месторождения, но они не так богаты и легкодоступны, как ранее известные месторождения. В целом, состояние золотых месторождений зависит от колебаний валюты, рыночных цен, геополитических факторов, технологических достижений и изменений регуляций по охране окружающей среды. Но золото остается ценным, и востребованным товаром и вероятно его добыча будет продолжаться на протяжении многих лет. Однако текущее состояние золотых месторождений может отличаться в зависимости от рыночных условий, технологических достижений и других факторов.

**KEY WORDS:** gold reserves; investor; currency fluctuations; environmental monitoring; technologies; remote sensing method; social responsibility; gender equality.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** запасы золота; инвестор; колебания валютных курсов; экологический мониторинг; технологии; метод дистанционного зондирования; социальная ответственность; гендерное равенство.

შპს 553.3/4

აკად. ლოპტორი ა. კვიციანი  
სვანეთის და ბოლნისის მადნიანი რაიონების ოქრო-ვერცხლისწარმოების მადანგამოვლინებების გეოლოგიური აგებულების პირობები და პერსპექტივები სვანეთის და ბოლნისის მადნიან რაიონებში

*ანოტაცია. სტატიაში განხილულია ოქრო-ვერცხლისწარმოების საბადოების ტიპები და მათი წარმოების თავისებურებები. აღწერილია ოქრო-ვერცხლისწარმოების მადანგამოვლინებების გეოლოგიური აგებულების პირობები და პერსპექტივები სვანეთის და ბოლნისის მადნიან რაიონებში.*

*საკვანძო სიტყვები: ოქრო; ვერცხლისწყალი; ტელური; სპილენძი; დარიშხანი; ანთიმონიტი; მადანგამოვლინება; მადნიანი რაიონი.*

წინა წლებში ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა სვანეთის და ბოლნისის მადნიანი რაიონების ვერცხლისწყლის მადანგამოვლინებების გეოლოგიურ - სტრუქტურული აგებულება, ნივთიერი შედგენილობა და მადანმომიჯნე

ჰიდროთერმულად შეცვლვილი ქანების თავისებურებანი. ჩატარებული კვლევების შედეგად მეტასომეტიტებში დაფიქსირდა ოქროს და ტელურის ამალეებული შემცველობები [1].

მადნეული საბადოების მკვლევარების განსაკუთრებული ყურადღება ოქრო-ვერცხლისწყლის საბადოების მიმართ მას შემდეგ გაჩნდა, რაც გასული საუკუნის 80-იან წლების შემდგომ ამერიკის შეერთებული შტატების შტატ ნევადაში გაიხსნა და ექსპოლოატაციაში შევიდა ოქრო-ვერცხლისწყლის ერთერთი უდიდესი საბადო კარლინი [2]. შემდგომში ცენტრალური აზიის ოქრო-ვერცხლისწყლის საბადოების შესწავლით დადგინდა, რომ საბადოების ეს ტიპი წარმოდგენილია ოქროსმადნიანი ობიექტების ჰეტეროგენული ჯგუფით და როგორც სივრცობრივად ასევე გენეტიურად

დაკავშირებულია ენდოგენური საბადოების სხვადასხვა კომპლექსებთან. გამოყოფენ ამ გამადნების ოთხ ტიპს: 1. ოქრო-დარიშხან-ვერცხლისწყლიანს; 2. ოქრო-ანთიმონიტ-ვერცხლისწყლიანს; 3. ოქრო-ტელურ-ვერცხლისწყლიანს და 4. ოქრო-სპილენძ-ვერცხლისწყლიანს [3]. ოთხივე მათგანი ითვლება სხვადასხვა მადნეულ-მაგმატური სისტემების პროდუქტად და მათი ფორმირება მიმდინარეობდა მეტასომატური სვეტის ზედა ნაწილში მიწის ზედაპირთან ახლოს.

მსოფლიოს მრავალრიცხოვანი ოქროს პროვინციებისათვის ოქრო-ვერცხლისწყლის გამადნების ეს ტიპი ითვლებოდა არა ტრადიციულად, მაგრამ მის შესწავლას ბოლო ხანებში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა და გამოქვეყნებულია მრავალრიცხოვანი პუბლიკაციები. მთლიანობაში მსოფლიოს ოქროსმადნიან პროვინციებში გამოვლენილია და ექსპლუატაციაშია საკმაოდ მძლავრი ამ ტიპის საბადოები. კარლინი, კორტევი, ბელ და სხვა (აშშ შტატ ნევადა); ნოსკვილი, ნიუ-ინდია (კალიფორნია); ხემლო (კანადა); დუნბაიმან, ლიანხუეცუნ, ძიმუდან (ჩინეთი); ალშარ (მაკედონია); ზარუმან (ირანი); ვორონცოვსკოე, კიუჩუს, გალხაია, სვეტლოე, ტას-იურას, მურზინსკოე, სოლნეჩნოე, ნერჩინსკოე და სხვა (რუსეთი); კონჩოჩ, ჯალამა (შუა აზია); ურეგენ-დელი (მონღოლეთი); სემეინტაუს მადნიანი კვანძი (ყუაზახეთი); ტოსკანას მადნიანი რაიონი (იტალია) და სალამონი (ესპანეთი). არსებობს დასაბუთებული წინაპირობა მსგავსი ტიპის საბადოების აღმოჩენისა მსოფლიოს სხვა რეგიონებშიც.

აღნიშნული ტიპის გამადნების წარმოშობაზე სხვადასხვა მეცნიერ-მკვლევარი სხვადასხვა აზრისაა. 1. ფიქრობენ, რომ დაბალტემპერატურული ანთიმონიტ-ვერცხლისწყლის გამადნების ეს ტიპი ზედდებულია ადრე ჩამოყალიბებული საშუალო და მაღალტემპერატურული ოქროს გამადნებაზე; 2. ანთიმონიტ-ვერცხლისწყლის საბადოებზე ოქროს წყაროს წარმოადგენს მადანმომიჯნე ქანები, რომლებიდანაც ხდებოდა ოქროს შემოწოვა-შემოდინება; 3. არიან მკვლევარები, რომლებიც ფიქრობენ, რომ ოქრო-ვერცხლისწყლის საბადოები მიეკუთვნებიან მაღალი და საშუალო ტემპერატურულ ტიპის რიგს, სადაც ოქროს, ანთიმონიტის და ვერცხლისწყლის წარმოქმნა მიმდინარეობდა ოქროსშემცველი ჰიდროთერმული სტადიის ბოლო დაბალტემპერატურულ სტადიაზე; 4. სხვა მკვლევარების, მიხედვით ოქრო-ვერცხლისწყლის საბადოები წარმოადგენენ დაბალტემპერატურულ წარმონაქმნებს და მათი ჩამოყალიბება ხდებოდა დაბალტემპერატურულ მადნეულ-მაგმატური სისტემების მეტასომატური სვეტის ზედა გვირგვინულ ნაწილში მიწის ზედაპირთან ახლოს, სადაც მიმდინარეობდა ოქროსშემცველი ჰიდროთერმული ხსნარების განტვირთვა. მიუხედავად ოქრო-ვერცხლისწყლის საბადოების გენეზისზე სხვადასხვა წარმოდგენისა ისინი მაინც ხასიათდებიან მთელი რიგი მსგავსი თვისებებით, რაც საშუალებას იძლევა მათი გაერთიანებისა ერთ მთლიან ჯგუფში. საბადოების ფორმირება ხდებოდა დაბალ ტემპერატურაზე 300-50 C° (ძირითადად 200-50 C°), სადაც მადანმომიჯნე ჰიდროთერმალურად შეცვლილი ქანები წარმოდგენილია: გაკვარცებით, არგილიზაციით, კარბონატიზაციით. და პროპილიტიზაციით. მადნეული სხეულები წარმოდგენილია მძლავრი მადანშემცველი მეტასომატიტებით სუსტად განვითარებული მარღვული მინერალებით ან მათი არ არსებობით. სივრცობრივად ისინი განცალკევებული არიან სხვა ტიპის გამადნებებისაგან და გენეტურად დაკავშირებული არიან

სხვადასხვა ინტრუზიულ და მადნეულ წარმონაქმნებთან, რაც მიუთითებს მათი წარმოქმნის ჰეტეროგენურობაზე.

სვანეთის მადნიანი რაიონის ვერცხლისწყლის ობიექტებიდან ჩვენთვის საყურადღებოა წითელი-ხევის, ბარჯაშის და კიბოს მადანგამოვლინებები სადაც სინგურის მადნებთან ერთად დაფიქსირდა ოქროს და ტელურის ამაღლებული შემცველობები რის საფუძველზე მოც, მადანგამოვლინებები ჩვენს მიერ მიჩნეულია, როგორც ოქრო-ტელურ-ვერცხლისწყლის გამადნების ტიპი.

წითელი-ხევის, ბარჯაშის და კიბოს მადანგამოვლინებები ლოკალიზებულია გაგრა-ჯავის სტრუქტურულ-მეტალოგენიურ ზონაში ბაიოსის პორფირიტული წყების ქანებში. აღნიშნულთაგან მნიშვნელოვანს წარმოადგენს წითელი-ხევის მადანგამოვლინება, რომელიც განთავსებულია მდ. წითელი-ხევის (მდ. ენგურის მარცხენა შენაკადი) მარჯვენა ფერდობზე და აგებულია ბაიოსის პორფირიტული წყების ლებურცხილის ქვეწყების ქანებით, რომლებშიც ქვევიდან ზევით გამოიყოფა სამი ჰორიზონტი 1. მომწვანო-ნაცრისფერი ან მოშაონაცრისფერი პლაგიოკლაზიანი პორფირიტები და მათი ტუფები ჰიალოპილიტური ან პილოტაქსიტური ძირითადი მასით. პლაგიოკლაზი წარმოდგენილია ალბიტით და ლაბრადორით. ჰორიზონტის გამოსავლები აღინიშნება საბადოს ჩრდილო-დასავლეთ და დასავლეთ ნაწილში სიმძლავრით 180 მ; 2. პიროქსენ-პლაგიოკლაზიანი პორფირიტები და მათი ტუფები, პლაგიოკლაზი წარმოდგენილია ლაბრადორით და ანდეზინით. ჰორიზონტი იკავებს საბადოს უდიდეს ნაწილს სიმძლავრით 260 მ. ქანები ხასიათდებიან ჰიალოპილიტური იშვიათად ინტერსერტალური ძირითადი მასით და 3. რქატყურა-პლაგიოკლაზიანი პორფირიტები ჰიალოპილიტური ან პილოტაქსიტური ძირითადი მასით. ჰორიზონტის გამოსავალი ფიქსირდება საბადოს აღმოსავლეთ და ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში სიმძლავრით 110 მ. პლაგიოკლაზის ფენოკრისტალები წარმოდგენილია ლაბრადორით და ჩვეულებრივი რქატყურით. იშვიათად გვხვდება ავგიტიც. ბაიოსის პორფირიტულ წყებას ჩრდილო-აღმოსავლეთით ეწ. ჩეკლდერის სიღრმული რღვევის მეშვეობით ეკონტაქტება ნეოკომური თხელი-საშუალო იშვიათად სქელშრეებრივი დოლომიტიზებული კირქვები, რომლებიც მადანგამოვლინების ფარგლებს გარეთ როგორც აღმოსავლეთით ასევე დასავლეთით ისოლება. მადანგამოვლინება გართულებულია ჩრდილო-დასავლური, ჩრდილო-აღმოსავლური და სუბგანედური რღვევითი სტრუქტურებით. რღვევითი სტრუქტურების სიმრავლემ განაპირობა მადანმომიჯნე ქანების ინტენსიური შეცვლა. გამადნება დაკავშირებულია რამდენიმე ზონასთან მათ შორის მთავარ მინერალიზებულ ზონას ჩრდილო-დასავლეთი მიმართებისაა, ხოლო სიდიდით მეორე კი სუბმერიდიონალური. მადნეულ სხეულებს გააჩნიათ მარღვაკული, მარღვაკულ-ჩაწინწყლული, ლინზისებრი და შტოკვერკისებრი ფორმები. მადნეული მინერალებიდან მადანგამოვლინების ფარგლებში გვხვდება: სინგური, რამდენიმე გენერაციის მათ შორის მეტაკოლოიდურიც, პირიტი, მარჯაზიტი, ტელური, ოქრო იშვიათად სფალერიტი და გალენიტი. არამადნეული მინერალებიდან აღინიშნება კვარცი, ქალცედონისებრი კვარცი, კარბონატი, ბარიტი, დიკიტი და იშვიათად ქლორიტი. თუ მხედველობაში მივიღებთ ხელსაყრელ



გეოლოგიურ-სტრუქტურულ პირობებს, ძლიერ და მძლავრ ჰიდროთერმულ შეცვლებს უნდა ვივარაუდოთ, რომ სიღრმეში გვაქვს დიდი ზომის და მოცულობის ოქრო-ტელურ-ვერცხლისწყლის შემცველი მადნეული სხეულები. ბარჯაშის და კიბოს მადანგამოვლინებები ზუსტი ანალოგებია წითელი-ხევის მადანგამოვლინების.

ბოლნისის მადნიან რაიონში დღესდღეობით ცნობილია: ვაზის-ხევის, დარბაზის და ბოლნისის ოქრო-ვერცხლისწყლის მადანგამოვლინებები. მათ შორის მთავარს წარმოადგენს ვაზის-ხევის მადანგამოვლინება, რომელიც განთავსებულია მდ. მაშავერას მარჯვენა ფერდობზე ქ. ბოლნისიდან სამხრეთით 6-7 კმ-ში. მადანგამოვლინება აგებულია ძლიერ დისლოცირებული ზედაცარცული (სენონური) ე.წ. მაშავერის წყების რიოდაციტური, ლავებით, ლავობრექციებით, შესაბამისი პიროკლასტოლითებით და იგნიმბრიტებით. მნიშვნელოვანი როლი გეოლოგიურ აგებულებაში ენიჭებათ ლიპარიტული შედგენილობის ექსტრუზივებს ანდეზიტურ სუბვულკანურ სხეულებს და დიამაზის დაიკებს. ლიპარიტულ სხეულებში აღინიშნება ორი სახესხვაობა მსხვილი კვარცის ფენოკრისტალებით და მათ გარეშე რაც განპირობებული უნდა იყოს მათი სხვადასხვა ასაკით ან გაცივების სხვადასხვა პირობებით. მადანგამოვლინება წარმოდგენილია სუბგანედური მიმართების ურთიერთ პარალელური მადნიანი ზონებით დამორებული ერთმანეთისაგან 200 მ-ით. ზონები წარმოდგენილია ჰიდროთერმულად შეცვლილი (კვარციტები, არგილიზიტები) ძლიერ დაბრექცირებული ქანებით. ზონები მიმართებაზე გადავნილია 3 კმ-ზე სიმძლავრით 5-40 მ. მადნეული სხეულები წარმოდგენილია ლინზებით, ბუდეებით, მარღვაკებით და რთული ფორმის წვრილდისპერსიული სინგურის ჩანაწინწყლებიანი სხეულებით. სინგურით, შედარებით, მდიდარი სხეულები შეინიშნება მადანშემცველი ნაპრალების ურთიერთგადაკვეთის კვანძებში, მათი გადაღუნვის ადგილებში და ტექტონიკური თიხის ეკრანის ქვეშ. 250 მ გამწობის ოქროს - ვერცხლისწყლის მაღალი და სტაბილური შემცველობა აღინიშნება მადანმატარებელი ზონების აღმოსავლეთ ნაწილში. უზნობრივად გამაძნებელი ზონები სიღრმეში გადადიან სპილენძის გამაძნებელში. შესაბამისად ბოლნისის მადნიანი რაიონის აღნიშნული ობიექტები ჩვენს მიერ მიჩნეულია, როგორც ოქრო- სპილენძ-ვერცხლისწყლის გამაძნების ტიპი. მადნეული მინერალებიდან გვხვდება ოქრო, სინგური, ქალკოპირიტი, პირიტი. იშვიათად სფალერიტი, გალენიტი და იშვიათი მინერალი,

**KVITSIANI A.  
PECULIARITIES AND PROSPECTS OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF GOLD AND MERCURY ORE MANIFESTATIONS IN SVANETI AND BOLNISI ORE-BEARING REGIONS**

**ANNOTATION.** This article considers the types of gold and mercury ore deposits and peculiarities of their origin and describes the conditions and prospects of the geological structure of gold and mercury manifestation in the ore-bearing regions of Svaneti and Bolnisi.

**KEY WORDS:** gold; mercury; tellurium; copper; arsenic; antimonite; ore manifestation; ore-bearing area.

გეტყელიტი. არამადნეული მინერალებიდან აღინიშნება კვარცი, კარბონატი, ბარიტი, დიკიტი, ალუნიტი, ჰიდროქარსი, სერიციტი, იაროზიტი, ადულარი.

ქანგვის ზონაში გვხვდება მალაქიტი, მეორადი წარმოშობის ფხვიერი სინგური და რკინის ჰიდროქანგები. დარბაზის და ბოლნისის ოქრო-ვერცხლისწყლის მადანგამოვლინებები თავიანთი ნივთიერი შედგენილობით და გეოლოგიური აგებულებით ანალოგიურია ვაზის-ხევის მადანგამოვლინების.

ჰიდროთერმულად შეცვლილი მადანმოიჯნე ქანების მინერალოგიურ პეტროგრაფიული შესწავლის შედეგად ზემოთ აღწერილი მადანგამოვლინებების ფარგლებში დგინდება შემდეგი ჰიდროთერმულად შეცვლილი ქანების ტიპები: გაკვარცება, კარბონატიზაცია, არგილიზაცია და პროპილიტიზაცია. არგილიზაცია და პროპილიტიზაცია დამახასიათებელია როგორც წითელი-ხევის ასევე ვაზის-ხევის მადანგამოვლინებებისათვის. კარბონატიზაცია ძირითადად გვხვდება სვანეთის მადნიანი რაიონის ოქრო-ვერცხლისწყლის მადანგამოვლინებებზე. აღსანიშნავია ასევე ის ფაქტი, რომ სვანეთის მადნიანი რაიონის მადანგამოვლინებებზე მადანშემცველ მეტასომატიტებს გააჩნიათ ფართობრივი გავრცელება, ხოლო ბოლნისის მადნიანი რაიონში კი ისინი სწორხაზობრივი გავრცელებით ხასიათდებიან და გაიდევნიებიან რამდენიმე კმ-ზე.

მოიპოვება დასაბუთებული წინაპირობები მომავალში ჩატარებული ძებნა-ძიებითი სამუშაოების შედეგად გამოვლენილი იქნას ოქრო-ვერცხლისწყლის ბოლნისის და სვანეთის ტიპის დიდი ზომის საბადოები, რაზედაც ასევე მოწმობს მძლავრი გეოფიზიკური, გეოქიმიური შარავანდედები კოსმოსური ზონდირების კვლევები, ხელსაყრელი გეოლოგიურ-სტრუქტურული და ლითოლოგიური პირობები

**ლიტერატურა**

1. Квициани А.А., Гелишвили В.И., Салия Д.Г., Джапаридзе Г.А. Золото-ртутная рудная формация, (на примере одного рудного района). Сообщение Академии Наук Грузинской ССР, том 102, № 3, Тбилиси, 1981. с. 617-619.
2. Radtke A.S. Geology of Carlin Gold Deposit, Nevada, US, Geol. Surv. Profess. Pap. 1267, 1985. 124 p.
3. Борисенко А.С., Наумов Е.А., Оболенский А.А. Типы золото-ртутных месторождений и условия их образования. Геология и геофизика, т. 47, Новосибирск, 2006. с. 342 – 354.

**КВИЦИАНИ А.  
ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЗОЛОТО - РТУТНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СВАНЕТСКОГО И БОЛНИССКОГО РУДНЫХ РАЙОНОВ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрены типы золото-ртутных месторождений и особенности их происхождения. Описаны условия и перспективы геологического строения золото - ртутных рудопроявлений Сванетского и Болнисского рудных районов.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** золото; ртуть; теллур; медь; мышьяк, антимонит; рудопроявление; рудоносный район.

**აპაღ. დოქტორი მ. ბაგნიძე, მაგისტრი დ. ჭიჭვილი**  
**ერუპტიული პრაქტიკაში აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის ოქრო-სპილენძის საბადოს**

*ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის ოქრო-სპილენძის საბადოზე არსებული ვულკანიტები, მეტასომატური და ჟანგვის პროცესები. საბადოს აგებულებაში მნიშვნელოვანი როლი გააჩნია აქ დაფიქსირებულ ერუპტიულ ბრეჩიებს. მოცემულია მონაცემები აღნიშნული ბრეჩიების ფორმირების პირობების და თავისებურებების, მათი მორფოტრუქტურის, შიგა აგებულების და მადნიანობის შესახებ.*

**საკვანძო სიტყვები:** *ერუპტიული ბრეჩიები; ოქრო-სპილენძის საბადო; ვულკანიტები; მეტასომატიტები; მინერალიზაცია.*

აღმოსავლეთ ქვემო-ბოლნისის ოქრო-სპილენძის საბადო მდებარეობს ბოლნისის მადნიანი რაიონის ცენტრალურ ნაწილში, ამავე მადნიან რაიონში მდებარე, მადნეულის ცნობილი ბარიტ-ოქრო-სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით 7 კმ მანძილზე.

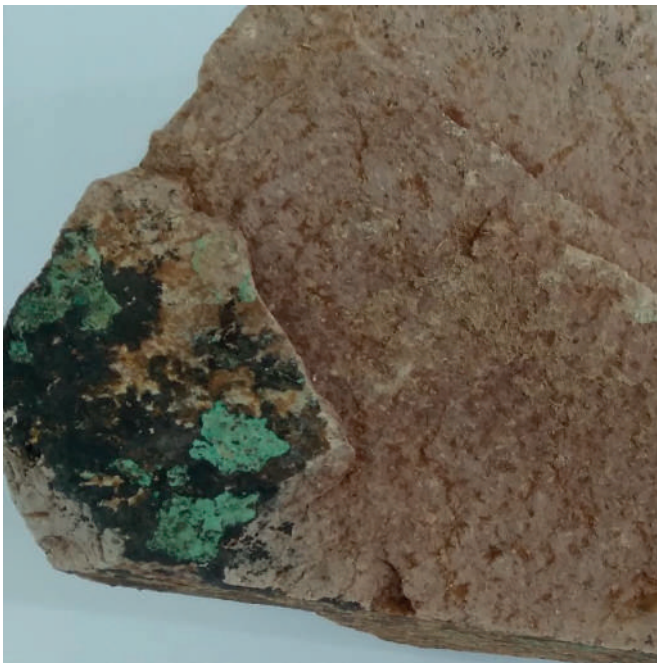
საბადოს აგებულებაში მონაწილეობენ სენონური ასაკის ვულკანიტები; კერძოდ, რიოდაციტური შედგენილობის ვულკანოკლასტოლითები და დაციტური, რიოდაციტური და რიოლითური სუბვულკანური სხეულები.

ვულკანოკლასტოლითები წარმოდგენილია სხვადასხვანატივობის, უპირატესად ფსეფიტური სტრუქტურის კრისტალო-ვიტრო-ლითოკლასტური ტუფებით, უზნობრივად ლითო-ვიტროკლასტური იგნიმბრიტული ტუფებით და ერუპტიული (ჰიდროთერმულ-მაგმური ამოფრქვევის) ბრეჩიებით. აღნიშნული ტუფები

ხასიათდებიან არამკვეთრი საზღვრებით, რთული ფაციალური გადასვლებით და სიმძლავრეების ცვალებადობით. რაც შეეხება სუბვულკანურ სხეულებს, ისინი სხვადასხვა ფორმის და ზომის შტოკების და დაიკების სახითაა წარმოდგენილი.

საბადოს ამგები ყველა ქანი მეტნაკლებად შეცვლილია. ვულკანიტებმა განიცადეს რეგიონული პროპილიტიზაცია. პროპილიტური ფორმაციის ფონზე ზედდებული მეტასომატური წარმონაქმნები წარმოდგენილია ლოკალური პროპილიტიზაციით, გაკვარცებით, სერიციტიზაციით, კაოლინიტიზაციით (არგილიზაციით). გაკვარცების ხარისხი ზოგან ეგრეთწოდებულ მეორად კვარციტებამდე (სილიციტებამდე) აღწევს. ლოკალური მეტასომატური ფორმაციის ქანები ხშირად მადანშემცველია.

აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის საბადოს ზედა ჰიფსონომეტრულ დონეებზე მეტასომატურ პროცესებთან ერთად ფიქსირდება ინტენსიური ჟანგვის პროცესები, რომელიც გამოხატულია ისეთი ჰიპერგენული მინერალებით როგორცაა: ლიმონიტი, ჰემატიტი, ია-როზიტი, მალაქიტი, აზურიტი, კოველინი და სხვა. აღსანიშნავია ფაქტი, როცა ჟანგვის ზონაში სპილენძის მეორადი მინერალიზაცია ფიქსირდება ტუფოგენური ქანების გამკვეთ რიოლითურ სხეულებში განვითარებულ ნაპრალებში (სურ. 1). ჟანგვის ზონა, რომელიც წარმოქმნილია ზედაპირული წყლების ცირკულაციით, სირღმეში აღწევს 100 მ-მდე, საშუალოდ 35 მ-მდეა და კარგად განირჩევა ქანების მოყვითალი, მურა, მოწითალო ფერებით, ნაცრისფერი და მომწვანო-ნაცრისფერი ტუფოგენური ქანებისგან განსხვავებით.



სურ. 1. სპილენძის მეორადი მინერალიზაცია, რიოლითში განვითარებული ნაპრალის გასწვრივ

იმის გამო, რომ ვულკანოგენური ქანები მასიური და სქელშრეებრივია, მათი წოლის ელემენტების განსაზღვრა გართულებულია; იქ, სადაც შესაძლებელია აღნიშნული ელემენტების გაზომვა, ფიქსირდება მათი დაქანება ჩრდილო-აღმოსავლეთ რუმბებში. ქანების კომპლექსი გარღვეულია ორი ძრითადი: ჩრდილო-დასავლეთი და ჩრდილო-აღმოსავლეთი სისტემის რღვევითი სტრუქტურებით და მათთან შეუღლებული ნაპრალებით. დიზუნქტიური სტრუქტურების მიმართ რაიმე მნიშვნელოვანი გადაადგილებები არ შეინიშნება (ნახ. 1).

რღვევითი სტრუქტურები, სუბვულკანური მაგმური სხეულები, მეტასომატიტები, ბრექჩიული კოლექტორები, ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, ფლუიდების თერმო-ბარო-გეოქიმიური და სხვა პროცესები, კომპლექსში განსაზღვრავენ ქვემო ბოლნისის ოქრო-სპილენძის მადნების განთავსებას და ლოკალიზაციას.

აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის საბადოზე გამოიყოფა მადნების 3 მინერალოგიურ-ტექნოლოგიური ტიპი: 1) ჟანგვის ზონის ოქროსშემცველი მეორადი კვარციტები; 2) ოქრო-სპილენძის დაქანებული მადნები; 3) ოქრო-სპილენძის სულფიდური მადნები.



**პირობითი ნიშნები**

- ზედა ცარცი, სენონი, მამაფერის წყება, ტუფები სქელშრეებრივი რიოდაციტური შედგენილობისა და იჯნიმბრიტული ტუფები
- რიოლითები, რიოდაციტები
- დაციტები
- მეორადი კვარციტები (სილიციტები)
- კვარც-სერიციტ-კაოლინიტური მეტასომატიტები, რკინის ქანებით
- ერუპტიული ბრექჩიები ზედაპირზე
- ზედაპირზე გამოუხველელი ერუპტიული ბრექჩიების კონტური
- ოქრო-სპილენძის მადნები ჟანგვის ზონაში
- დაქანებული სპილენძის მადნები
- ოქრო-სპილენძის დაქანებული მადნები (ჭრილებზე)
- ჟანგვის ზონის საზღვარი (ჭრილებზე)
- რღვევები: ა-დადგენილი, ბ - სავარაუდო
- წოლის ელემენტები

ნახ. 1. აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის საბადოს გეოლოგიური რუკა

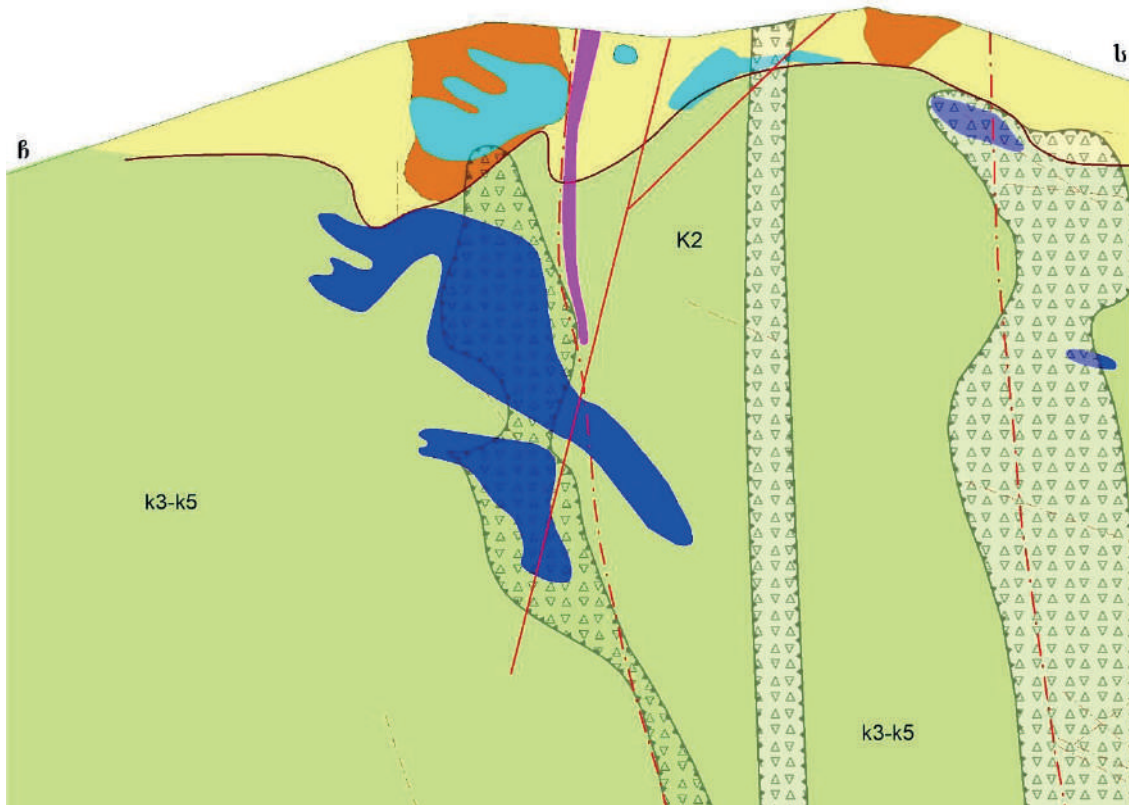
მადნებს ახასიათებთ არასწორი და სხვადასხვა ზომის ლინზებრივი ფორმა, არსებობს მათი ბუდისებრი სხეულებიც. საბადოს ზედა ჰიფსომეტრულ დონეებზე მადნიანი სხეულები მცირე დახრილობებით ხასიათდებიან, ხოლო ჟანგვის ზონის ქვევით სულფიდური სხეულებისთვის ციკაბო დახრაა დამახასიათებელი სამხრეთ-აღმოსავლეთ რუმბებში (ნახ. 2, 3). აღნიშნული სხეულების შიგა აგებულება წარმოდგენილია მარღვაკულ-ჩაწინწყლული მადნებით კვარცთან ერთად.

ოქროს და სპილენძის გამადნება სხვა ქანებთან ერთად, ფიქსირდება ერუპტიულ ბრექჩიებშიც, ასევე სცდება მის ფარგლებს და მოიცავს მიმდებარე შემცველ ტუფებს (ნახ. 2).

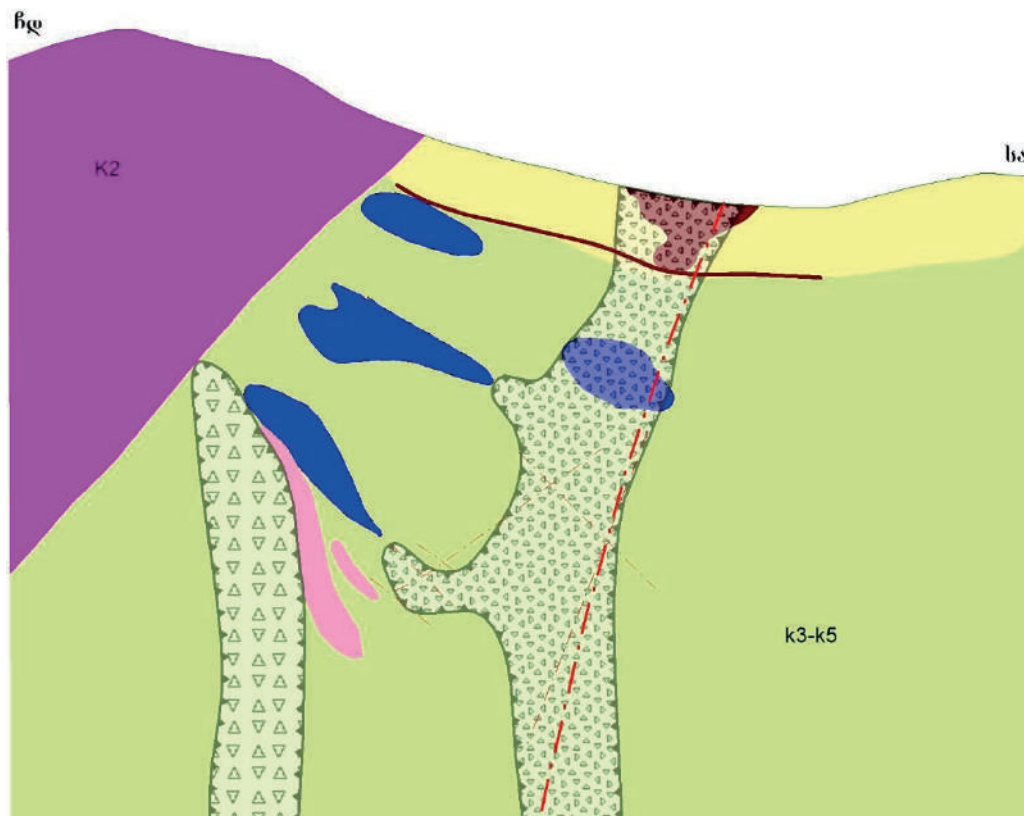
ერუპტიული ბრექჩიები ცნობილია რიგ მადნიან ობიექტებზე. ბრექჩიული წარმონაქმნების ერთ-ერთი

მაგალითია მალმიქის ოქროსპილენძ-პორფირული საბადოს ბრექჩიული სხეულები, სადაც ერუპტიულ ბრექჩიებთან ერთად განხილულია აგრეთვე ფრეატიული და ტექტონიკური ბრექჩიები [1].

ბოლნისის მადნიან რაიონში ფრეატულ-მაგმური ბრექჩიები და მათი ფორმირების მექანიზმი შესწავლილია მადნეულის ბარიტ-ოქრო-სპილენძ-პოლიმეტალურ საბადოზე [2]; ჰიდროთერმული აფეთქების ბრექჩიები აღნიშნება ბექთაკარის ოქრო-პოლიმეტალურ საბადოზე, სადაც მათ უკავია მადნიანი ზონის გარკვეული ჰორიზონტი და შეცემენტებულია ასევე მადნებით [3, 4, 5]; პოლიმეტალური ბრექჩიების მნიშვნელოვანი გავრცელება ფიქსირდება აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის ოქრო-სპილენძის საბადოზე [6].



ნაბ. 2. სქემატური გეოლოგიური ჭრილი 1



ნაბ. 3. სქემატური გეოლოგიური ჭრილი 2

აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის საბადოზე გეოლოგიურ-სადიებო სამუშაოების მიმდინარეობისას ზედაპირზე და ჭაბურღილებში დაფიქსირებული იქნა ერუპტიული ბუნების ბრექჩიული სხეულები (სურ. 2).



სურ. 2. ერუპტიული ბრექჩიები. აღმოსავლეთ ქვემო ბოლნისის ოქრო-სპილენძის საბადო

ერუპტიული ბრექჩიების განთავსების და ფორმის მიხედვით, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მათ ფორმირებაში მნიშვნელოვანი როლო მიუძღვის ჩრდილოეთი-ჩრდილო-დასავლეთი და აღმოსავლეთი-ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართულების რღვევით სტრუქტურების ზონების და მათთან შეუღლებული ნაპრალების სისტემის არსებობას, რაც თანხმობაშია მადნიან რაიონში დადგენილი პალეოტექტონიკური დაძაბულობების ვექტორების სივრცულ ორიენტაციასთან. აღნიშნული რღვევითი სისტემები წარმოადგენენ მადანმაკონტროლებელ სტრუქტურებსაც.

საბადოზე ერუპტიული ბრექჩიების გამოსავლები ზედაპირზე მცირე ფრაგმენტების სახითაა, ხოლო სიღრმეში მათ მნიშვნელოვანი გავრცელება გააჩნიათ. რაიონში პიროკლასტური მასალის ფართო განვითარების ფონზე, რაც გამოწვეული უნდა იყოს მძლავრი და ხანგრძლივი მოქმედების ვულკანური აპარატების (და ეგრეთწოდებული „პარაზიტული ვულკანების“) ფუნქციონირებით, ერუპტიული ბრექჩიების ფორმირება მოხდა ჩაკეტილ სივრცეში; შედეგად მათი გაფანტვის არეალი შეზღუდულია.

ერუპტიული ბრექჩიები წარმოქმნის სხვადასხვა ზომის და ფორმის სვეტისებრ, თითქმის ვერტიკალურ სხეულებს. მათი გეგმაზე გამოსავლების ზომები მერყეობს 10-დან 250 მ-მდე, სიღრმეზე კი გადავნილია 300 მ-მდე გამოსოფის ტენდენციის გარეშე. აღნიშნული სხეულების კონტაქტები არამკვეთია, შენიღბულია ინტენსიური მეტასომატური გარდაქმნებით.

ერუპტიული ბრექჩიები პოლიმიქტური ბუნებისაა. ბრექჩიების ნატეხური ნაწილი (რომლებიც შეადგენენ ქანის 60-80 %) წარმოდგენილია თეთრი, ნაცრისფერი, ყავისფერი, მოწითალო სხვადასხვანატეხოვანი პროპილიტიზირებული ტუფებით, რიოლიტებით, რიოდაციტებით, დაციტებით, მეორადი კვარციტებით, მადნიანი მინერალით. ისინი უპირატესად კუთხოვანი, ასევე მომრგვალებული ფორმისაა. ნატეხური მასალა დაუხარისხებელია; მათი ზომები მერყეობს 0.3 სმ-დან 20 სმ-მდე (სურ. 3). მასალის ვერტიკალური ტრანსპორტირების მანძილი ძნელი განსასაზღვრია წყებაში ქანების კონტრასტული სახესხვაობების არ არსებობის გამო.



სურ. 3. სხვადასხვა ფორმისა და ზომის ნატეხები ერუპტიულ ბრექჩიებში. ქვემო ბოლნისის შტუფური ნიმუში

ბრეჩიების ცემენტი მყავე შედგენილობისაა. აქ უპირატესად განვითარებულია გაკვარცება, ადგილი აქვს აგრეთვე სერიციტიზაციას, ქლორიტიზაციას, გვიან კარბონატიზაციას და ჟანგვის პროცესებს. კვარცის შემადგენტებელ მასასთან დაკავშირებულია მადნეული მინერალიზაცია.

მადნიანი მინერალიზაცია ბრეჩიებში შედის ბრეჩიების ნატეხური ნაწილის შემადგენლობაში, მის

გარეთ და იგი ბრეჩიული სხეულების ფორმირებაზეა ზედდებული (სურ. 4). ნატეხებს შორის შემავსებელი კვარც-პირიტ-ქალკობირიტის მასა ზოგან ჟეოლური ტექსტურისაა, სადაც კავერნების ღია სივრცეში შეინიშნება გვიანდელი გენერაციის კვარცის მცირე დრუზები და ცალკეული წვრილი, მოკლე კრისტალები, დაშენებული კვარცისავე აპკზე (სურ. 5).



სურ. 4. ქალკობირიტის მადნიანი ინტერვალები ერუბტიულ ბრეჩიებში



სურ. 5. კვარც-პირიტ-ქალკობირიტის ჟეოდეები ერუბტიულ ბრეჩიაში. გახერხილი ნიმუში ჭაბურღილი KED8 კერნიდან, ინტერვალი 71.2 მ

მადანმატარებელი ფლუიდის დროში ფუნქციონირებასთან მიმართებაში, ერუბტიული ბრეჩიები წარმოადგენენ ინტრამადნიან სხეულებს, ანუ ისინი ფორმირებული არიან მადანწარმოქმნის სტადიებს შორის,

მაგრამ მადნების ძირითადი ულუფა დაკავშირებულია ენდოგენური სისტემის ფუნქციონირების გვიან სტადიასთან.

ლიტერატურა

1. Свистунов В.В. Брекчиевые образования рудного участка Свобода Малмыжского золотомедно-порфирового месторождения (Хабаровский край). Известия высших учебных заведений, геология и разведка, №5, Москва, 2019. с. 50-57.
2. Popkhadze N, Moritz R, Natsvlischvili M, Bitsadze N. First evidence of phreatomagmatic breccia at the Madneuli Poly-metallic Deposit, Bolnisi district, Lesser Caucasus, Georgia. In: proceedings of the 14th SGA Biennial Meeting: Mineral resources to discovery, 1:323-326; 20-23 August Quebec City, Canada, 2017.
3. Adamia S. et.al. Epitermal and porphyry deposits of the lesser Caucasus. 13TH SGA BIENNIAL MEETING NANCY-FRANCE, 2015. p.80.

GAGNIDZE M., TCHEISHVILI D. ERUPTIVE BRECCIAS AT THE EASTERN QVEMO BOLNISI DEPOZIT

**ANNOTATION.** Volcanites, metasomatic and oxidation processes on the Eastern Qvemo Bolnisi gold copper deposit are discussed in this paper. The eruptive breccias have an important role in the structure of the deposit. Data are provided on the conditions and features of the formation of the eruptive breccias, their morphological structure, internal structure and mineralization.

**KEY WORDS:** eruptive breccias; gold-copper deposit; volcanites; metasomatites; mineralization.

4. ნ. გელაშვილი, ბ. ცერცვაძე, გ. კვანტალიანი, ა. გელაშვილი. პირველი ცნობები ბექთაკარის საბადოს ოქრო-პოლიმეტალური მადნების ნივთიერი შედგენილობის შესახებ. საქართველოს მინერალოგიური საზოგადოება, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომათა კრებული, თბილისი, 2015. გვ. 35-39.
5. მ. გაგნიძე, ა. კვიციანი. ბექთაკარის ოქრო-პოლიმეტალური საბადოს გეოლოგიის ზოგიერთი ასპექტები. სამთო ჟურნალი, №1(36), თბილისი, 2016. გვ. 24-27.
6. Popkhadze N, Corbett G et al. Geological setting and lithological controls of breccia-hosted Cu-Au ore at the Late Cretaceous Kvemo Bolnisi prospect, Bolnisi, Lesser Caucasus, Georgia. 15<sup>th</sup> Biennial SGA Meeting Glasgow, Scotland August 27-30, 2019. pp. 1097-1100.

ГАГНИДЗЕ М. Р., ЧЕИШВИЛИ Д. А. ЭРУПТИВНЫЕ БРЕКЧИИ НА ЗОЛОТОМЕДНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ КВЕМО БОЛНИСИ

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены вулканиты, метасоматиты и процессы окисления, существующие на золотомедном месторождении Квемо Болниси. В строении месторождения значительную роль имеют зафиксированные здесь эруптивные брекчии. Даны сведения об условиях формирования и особенностей указанных брекчий, их морфоструктуры, внутреннего строения и рудоносности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** эруптивные брекчии; золотомедное месторождение; вулканиты; метасоматиты; минерализация.

შპს. 61.614

აკად. დოქტორი ნ. კიკნაძე, მ. ჯიქია  
სახანძრო უსაფრთხოების სამსახურის შექმნის ისტორია და  
მსოფლიოში გავრცელების ხანძრის განაპირობებელი ფაქტორები

ანოტაცია. სტატიაში მოცემულია პირველი სახანძრო სამსახურის შექმნის ისტორია და თავდაპირველი ცეცხლთან ბრძოლის წესები. დეტალურად განხილულია სხვადასხვა ქვეყანაში წარმოქმნილი ხანძრის მასშტაბები ადამიანთა მსხვერპლით. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ხანძარი ყველაზე გავრცელებული უბედური შემთხვევაა, რომლისგან მიყენებული ზარალი ქვეყნის ერთიანი შემოსავლის 0,3 %-ს უდრის. წარმოდგენილია ხანძრისგან დაცვის პროფილაქტიკური ღონისძიებები, რათა მინიმუმამდე დავიყვანოთ ხანძრის გაჩენის საშიშროება. აღწერილია ხანძრის შემთხვევაში მეხანძრეების მოქმედება ხანძრის ჩასაქრობად, შენობების ტიპის მიხედვით. დეტალურადაა ჩამოთვლილი ხანძრის გამომწვევი მიზეზების კლასიფიკაცია და სხვადასხვა ქვეყნებში გამოყენებული აღრიცხვის სხვადასხვა მეთოდები. სტატისტიკა გვიჩვენებს რომ გაუმართავი ან არარსებული სახანძრო სისტემა, იწვევს უდიდეს პრობლემას.

საკვანძო სიტყვები: ხანძარი; ხუროები; ცეცხლმაქრი; სახანძრო ონკანები; სამანქანო განყოფილება.

სახანძრო სამსახურის ისტორია

კაცბრიობის ისტორიაში ერთ-ერთი პირველი ხანძარსაწინააღმდეგო სამსახური შეიქმნა ძველ რომში ჩვენი წელთაღრიცხვის 6 წელს იმპერატორ ავგუსტის მიერ. ღამის დადგომისთანავე დაცვის (საყარაულო) ჯგუფები იკავებდნენ თავის პოსტებს ქალაქის ამალგებულ ნაწილში და ყურადღებით ათვალიერებდნენ მიდამოს, რათა საშიშროების შემთხვევაში დაუყოვნებლივ მისულიყვნენ დასახმარებლად. იმ დროისათვის კანონის მოთხოვნის საფუძველზე ყოველი სახლის წინ იყო დიდი წყლით სავსე რეზერვუარი.

ანალოგიური ღონისძიებები იქნა მიღებული პარიზში 1371 წელს, პოლიციის ბრძანებით ყველა მოქალაქეს ხანძრის შემთხვევაში ჰქონდა უნდა დაედა კასრი 274 ლ წყლით. პარიზის მეხანძრეების გასამხედროებელი ნაწილები, რომლებიც მთელ მსოფლიოში არიან ცნობილები, შეიქმნა იმპერატორ ნაპოლეონ 1-ის დეკრეტით 1811 წელს. თავდაპირველად პარიზელი მეხანძრეები გაერთიანდნენ ბატალიონში, რომელიც 576 კაცისგან შედგებოდა. 1866 წელს უკვე გახდა პოლკი -1500 კაცისაგან შემდგარი, შემდგომში უკვე 1967 წელს კი ჩამოყალიბდა 6000 ადამიანისაგან

შემდგარი ბრიგადა, რომელიც წარმოადგენს ქალაქის სახანძრო სამსახურის ორგანიზაციის ეტალონს არა მარტო საფრანგეთისათვის, არამედ სხვა ევროპული ქვეყნებისათვისაც.

საქართველოს სახანძრო სამსახურსაც აქვს თავისი ისტორია, თავდაპირველად ხანძრის ჩაქრობას ყარაჩოხელები ახორციელებდნენ, რომლებსაც იმდროინდელმა მაცხოვრებლებმა „ხანძარჩი“ შეარქვეს, რაც თურქული სიტყვაა და ქართულად ცეცხლის ჩამქრობს ნიშნავს. თბილისის სახანძრო სამსახური შეიქმნა XIX საუკუნეში. იდგა მაღალი კოშკურა, რომელზეც მორიგეობდა მეხანძრე, საიდანაც „ტიფლისი“ ხელიგულივით ჩანდა. ცხენებზე ამხედრებულ მეხანძრეებს წყალი ტიკვებითა და რუმბებით მოჰქონდათ. მოსახლეობა სხვადასხვა უბნის მიხედვით სხვადასხვა ფერის ბურთებს ფენდა აივნიდან იმის მისანიშნებლად, რომ იქ ხანძარი გიზგიზებდა. სახანძრო პარკის მოდერნიზაცია ავტოტექნიკით შედგა 1920-1930 წლებში.

**მსხვილი ხანძრები**

თუ გამოვიცხავთ ცეცხლის შტორმებს რომლებიც ბოზოქრობდა მეორე მსოფლიო ომის დროს ზოგიერთ ქალაქებში, მაშინ შეგვიძლია განვიხილოთ ისეთი მსხვილი ხანძრები, როგორიცაა 1666 წელს მომხდარი ლონდონში, ხანძარი მოსკოვში, რომელიც 1812 წელს მოხდა, ან ჩიკაგოში მომხდარი 1871 წელს. ამჟამად ასეთი მასშტაბის ხანძრები უკვე შეუძლებელია იყოს, თუმცა ომის შემდგომ პერიოდში საზოგადოებრივ შენობებში ადგილი ქონდა რამოდენიმე დიდ ხანძარს ადამიანთა მსხვერპლით, რომელთაგან შეგვიძლია გავიხსენოთ:

- 1948 წ. კინოთეატრი რუჟი. საფრანგეთი. 87 დაღუპული.
- 1957 წ. სასტუმრო ასტორია . რიო დე ჟანეირო. ბრაზილია 7 დაღუპული.
- 1958 წ. უნივერსალური მაღაზია ვიდა ბოგიტაში. კოლუმბია . 101 დაღუპული.
- 1960 წ. კინოთეატრი ალუდა . სირიაში. 152 დაღუპული.
- 1961 წ. ცირკი ბრაზილიაში. 323 დაღუპული.

- 1967 წ. უნივერსალური მაღაზია ბრუსელში. ბელგია. 300 დაღუპული.
- 1971 წ. სასტუმრო ტე-ინ-კეკი. კორეა. 165 დაღუპული. 22 სართულიან სასტუმროში. სეულში. სამხრეთ კორეა . დაღუპულია 164 ადამიანი.
- 1972 წ. მაღლივი შენობა სან პაულოში. ბრაზილია. 50 დაღუპული.
- 1973 წ. ზოგადსაგანმანათლებლო კოლეჯი პაიერონი. პარიზში. საფრანგეთი. 20 დაღუპული.
- 1974 წ. კოლეჯი ხესდენში ბელგია. 25 დაღუპული. მაღლივი შენობა ჟელმა. სან პაულო. ბრაზილია 179 დაღუპული.
- სასტუმრო ბრაუნი. კორეა. 88 დაღუპული.
- 1975 წ. სასტუმრო სანტა მედაგიურში, იტალია. 15 დაღუპული.
- სავაჭრო სახლი მანილაში, ფილიპინები. 45 დაღუპული.
- 1976 წ. საავადმყოფო სენ ჟაკ კომპოსტელაში. ესპანეთი. 10 დაღუპული.
- უნივერსალური მაღაზია პორტოალეგრეში, ბრაზილია. 23 დაღუპული.
- 1977 წ. სასტუმრო ბრეკვენ ბრიდჟში, მონესკოტა. ა.შ.შ. 22 დაღუპული.
- სასტუმრო პოზემში. ამსტერდამი, ნიდერლანდები. 33 დაღუპული.
- 2017 წ. სასტუმრო ლეოგრანდი. ბათუმი. 11 დაღუპული.

ცეცხლის როლი ადამიანის ცხოვრებაში იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ მისი სახელი ეწოდა ადამიანთა საზოგადოების პირველ უჯრედს - ოჯახის კერა. მაგრამ თანამედროვე დროში ადამიანმა ჯერ კიდევ ბოლომდე ვერ დაიმორჩილა ცეცხლი და რეგულარულად ებრძვის მას. აუცილებელია მიმდინარეობდეს აღმზრდელობითი და პროპაგანდისტური ღონისძიებების წარმართვა სახანძრო უსაფრთხოების შესახებ, ისევე როგორც ქუჩაში მოძრაობის წესები, რადგან საშიშროების დროს გვექონდეს საკუთარი თავის მართვის უნარი.

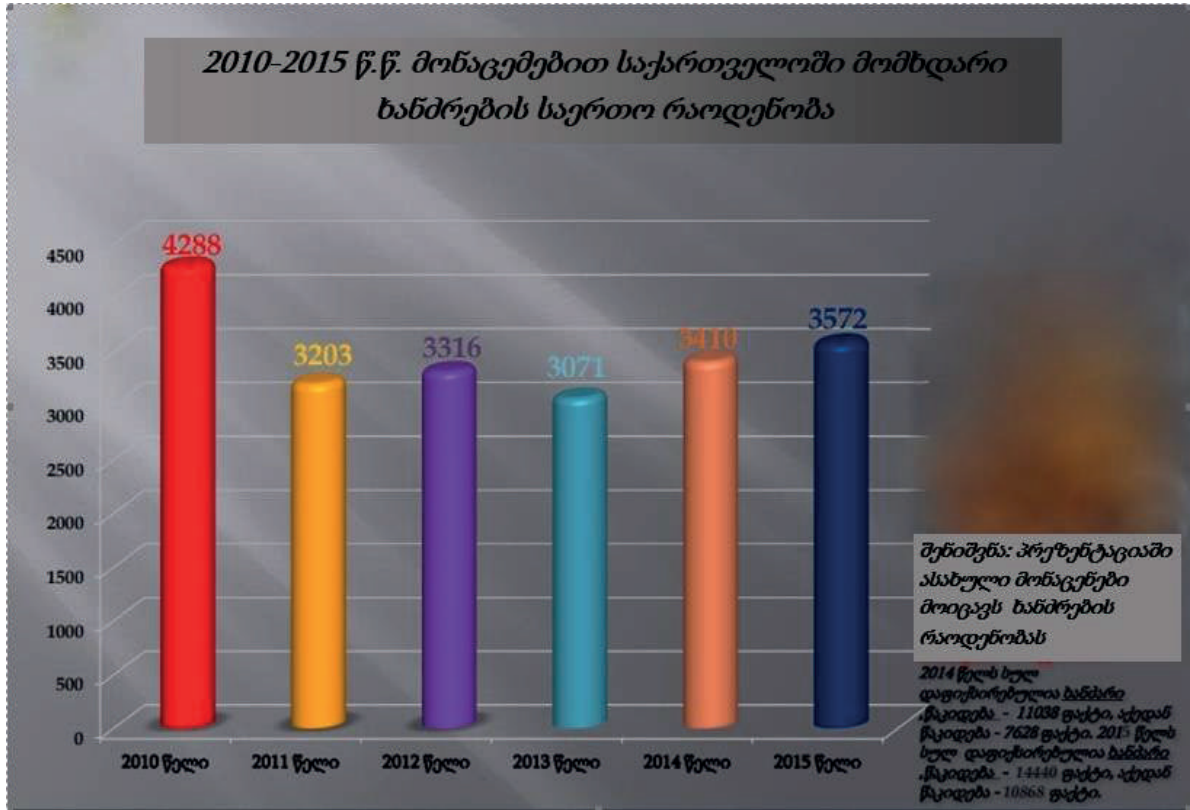


სურ. 1.



სხვადასხვა ქვეყნების მოსახლეობის გამოკითხვით დადგინდა რომ, ხანძარი ითვლება მძიმე უბედურ შემთხვევებში ყველაზე ნაკლებად საშიშად. ამის საპირისპიროდ მთელ რიგ ქვეყნებში ხანძარი ყველაზე

გავრცელებული უბედური შემთხვევაა და მისგან მიყენებული ზარალი მიახლოებით ქვეყნის ერთიანი შემოსავლის 0,3 %-ს უდრის.



სურ. 2.

იმისათვის რომ მინიმუმამდე დავიყვანოთ ხანძრის გავრცელების საშიშროება, საჭიროა წინასწარ მივიღოთ ყველა აუცილებელი ზომები, ჩავატაროთ პროფილაქტიკური ღონისძიებები, მინიმუმამდე დავიყვანოთ ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობები, აღიჭურვოს სათავსი ისეთნაირად, რომ ხანძარმა ვერ შესძლოს გაჩენა. ყოველთვის გვახსოვდეს ცეცხლმაქრის განთავსების ადგილი, სახანძროს ტელეფონის ნომერი, (საგანგებო სიტუაციების მართვის გამოსამახებელი ნომერი) და სათავსოდან ევაკუაციის შესაძლებელი გზები.

ხანძრის შესახებ მსოფლიო სტატისტიკის ცნობილი მონაცემები მოცემულია 1. ცხრილში. შედეგები გამოქვეყნებულია ამერიკის ხანძრისაგან დაცვის ასოციაციის მიერ მეოცე საუკუნის მიწურულის

გასაშვალეობული მონაცემების მიხედვით.

ცხრილში მოცემული ციფრები გვაძლევს მხოლოდ ზოგად წარმოდგენას, რამდენადაც, 1000 მაცხოვრებელზე ხანძრების რიცხვი არ ასახავს არც მათ მრავალფეროვნებას და არც მათ მასშტაბებს. ამასთანავე სხვადასხვა ქვეყნებში გამოყენებულია აღრიცხვის სხვადასხვა მეთოდიკები. მაგალითად, ავსტრალიაში და ახალ ზელანდიაში სოფლის ხანძრებში ჩართულია ბუჩქნარისა და ბალახის აალებებიც.

იაპონიაში ხანძრების უმნიშვნელო რიცხვი აიხსნება ქალაქებში მაღალი კონცენტრაციით, რომლის დროსაც ყოველ მაცხოვრებლის ხანძრის შემთხვევაში მიღებული აქვს აუცილებელი მომზადება და გააჩნია მათი სწრაფი ჩაქრობისათვის შესაბამისი საშუალებები. (ცეცხლმაქრები, სახანძრო ონკანები, ავტომატური ქრობა).

ქვეყანა	1000 მოსახლეზე ხანძრების რიცხვი	1 მილიონ მაცხოვრებელზე ხანძრის მსხვერპლი
ავსტრალია	7,5	12,58
ავსტრია	1,24	11,6
ბელგია	1,41	16,5
კანადა	3,37	32,95
აშშ	14,1	55,4
საფრანგეთი	1,87	5,6
დიდი ბრიტანეთი	5,6	18,4
იტალია	1,55	3,6
იაპონია	0,7	18
ახალი ზელანდია	12,78	13,1
ნორვეგია	3,5	17,4
ნიდერლანდები	1,68	4,07
შვეცია	1,47	3,07
შვეიცერია	1,20	13,1

თუმცა ეს კონცენტრაცია იწვევს მსხვერპლის მნიშვნელოვან რაოდენობას, როდესაც ხანძარი მაინც გაჩნდება. ა.შ.შ. და კანადაში ხანძრისგან გამოწვეული სიკვდილის მაღალი მაჩვენებელი აიხსნება იმით, რომ ეს ქვეყნები სტატისტიკურ მონაცემებში ჩართავენ ხანძრის შედეგად საავადმყოფოებში ჭრილობებისგან და დამწვრობებისგან გარდაცვლილ პირებს. დაბალი მაჩვენებელი იტალიაში შესაძლებელია აიხსნას იმით, რომ ამ ქვეყანაში საცხოვრებელი უბნები დაბალსართულიანია.

მიუხედავად ამისა, მთელს დედამიწაზე ხანძრების რიცხვი რეგულარულად იზრდება. ჩვენი ხედვით ეს ზრდა განპირობებულია სამი ფაქტორით: ქალაქის მოსახლეობის მაღალი კონცენტრაციით, ცეცხლისადმი არამდგრადი ახალი მასალებისა და ნაკეთობების გამოჩენასთან დაკავშირებული საშიშროებებით, სახლების (ინდივიდუალური სახლების) ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის ნორმების არქონით ან მათი უმნიშვნელო რიცხვით.

მსოფლიოში მომხდარი ხანძრების სტატისტიკით ხანძრის გამომწვევი მიზეზების განაწილება შემდეგნაირია:

1. დანადგარების გაუმართაობა და მისი არადროული რემონტი-38,1 %;
  2. ავარია (დარტყმა, დაცემა, აფეთქება)-31,1 %;
  3. ხელსაწყო არასწორი გამოყენება-15,1 %;
  4. მწველის დაუდევრობა-7,2 %;
  5. ბავშვების სიცელქე-4,9 %;
  6. დაუდევრობა, უყურადღებობა-3,6 %;
- მონაცემები იმ ადგილის მიხედვითსადაც ხდება ხანძრის დაწყება:
1. სამზარეულო-30,3 %;
  2. სხვადასხვა სათავსები-28,3 %;

3. საძინებელი ოთახები-11,3 %;
4. საერთო ოთახები-10,6 %;
5. სარდაფები-10,2 %;
6. კორიდორები, წინკარი-4,8 %;
7. სხვენი, სახურავი-4,5 %;

სიტბოს წყაროები ხანძარსაშიშროების მიხედვით გადანაწილებულია შემდეგნაირად:

1. გამათბობელი ხელსაწყოები-38,5 %;
2. სხვადასხვა წყაროები-20,3 %;
3. ღია ცეცხლის გამოყენება-19,4 %;
4. ელექტროენერგია-19 %;
5. მიწები და კვამლსადენები-2,8 %;

ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში მეხანძრეთა მისვლის მიხედვით, ხანძრის ჩაქრობის თვალსაზრისით შეიძლება გამოვყოთ 5 ტიპის შენობები:

1. ინდივიდუალური სახლები ცალკე მდგომი ან ორმაგი, რომლებსაც აქვთ არაუმეტეს ორი სართული, სარდაფი და ნახევარსარდაფი არ ითვლება. ხანძრის დროს მთელ მოსახლეობას შეუძლია გარე დახმარების გარეშე ევაკუაცია.
2. ინდივიდუალური სახლები ცალკე მდგომი ან გაორმაგებულნი სიმაღლით ორ სართულზე მეტი, მრავალბინიანი სახლები, სადაც ზედა ოთახების ქვედა გადახურვები იმყოფებიან დედამიწიდან 8 მ-ზე დაბლა. (8 მ-ესაა პორტატული სახანძრო კიბეების გამოყენების ზღვარი).
3. საცხოვრებელი სახლები, რომელთა ზედა ბინების ქვედა გადახურვები იმყოფებიან დედამიწიდან 28 მ-ზე დაბლა. (28 მ-ესაა სამშველო საშიშროების დროს სახანძრო კიბის გამოყენების ზღვარი).
4. საცხოვრებელი სახლები. ყველაზე მაღალი ოთახების

ქვედა გადახურვები იმყოფებიან დედამიწიდან 28 მ-ზე მაღლა და 50 მ-ზე დაბლა. ზედა სართულები იქნებიან სახანძრო კიბეების მიღწევადობის გარეთ. ასეთ შენობებში აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული მშრალი დგარები, მილსადენები, რომლებიც მეხანძრეებს შეუძლიათ გამოიყენონ ნებისმიერ სართულზე წყლის მიწოდებისათვის და ცეცხლთან საბრძოლველად.

5. მაღლივი საცხოვრებელი სახლები. ესაა სახლები, სადაც ზედა სართულის ქვედა გადახურვა განლაგებულია მიწიდან 50 მ-ზე მეტ სიმაღლეზე. ასეთ შენობებში აუცილებლად გათვალისწინებულია სველი დგარები, მილსადენები, სადაც მუდმივად მიეწოდება წნევის ქვეშ წყალი.

საცხოვრებელ სახლებში 22,8 % შემთხვევაში ხანძრის გაჩენის მიზეზები დაუდგენელია, ხოლო დანარჩენ 77%-ის შემთხვევაში ხანძრის გამომწვევი მიზეზებია: ელექტრობა -21,8 %, მოწვევა 14,2 %, გახურებული ხელსაწყოები 12,9 %, საგნები, რომლებიც განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეზე წყაროებთან ახლოს-5,2 %, ღია ცეცხლი -4,8 %, სხვადასხვა უწყესრიგობები და გაუმართავი ხელსაწყოების -3,9 %, ცეცხლთან ბავშვების თამაში - 3,8 %, გაზის ან საწვავის გაჟონვა-2,3 %, აალებადი სითხეები 1 %, მოზრდილთა გაუფრთხილებლობა -0,9 %, ქიმიური რეაქცია-0,6 %, ნაპერწკლიანობა - 0,3 %, დატყმა, ხახუნი - 0,1 %, სხვა მიზეზები-5,4 %.

თუ ამ კლასიფიკაციას შევადარებთ ხანძრების გაჩენის მიზეზების გადაწილებას - მსოფლიოს 20 მსხვილ ქალაქებში (ბრიუსელი, ჩიკაგო, კოპენჰაგენი, ჰანზურგი, ჰონკონგი, ლონდონი, ლოს ანჟელესი, მელბურნი, მილანი, მონრეალი, ნიუ იორკი, ნიუდელი, რომი, როტერდამი, სინგაპური, სტოკჰოლმი, ტოკიო, ტორონტო) რომლებისათვისაც არსებობს ანალოგიური სტატისტიკა, საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ხანძრის გაჩენის ძირითადი მიზეზები განაწილებიან შემდეგნაირად: მოწვევა,

ელექტრობა, შემთხვევები სამზარეულოში და ბავშვის ცეცხლთან თამაში.

თუ შევფასებთ ხანძრების გაჩენას ბინის ამა თუ იმ სათავსებში, მაშინ პირველი 10 ადგილი განაწილებდა შემდეგნაირად (მონაცემები აღებულია საცხოვრებელ სათავსებში გაჩენილი ხანძრების 6141 შემთხვევიდან): სამზარეულო, სარდაფები, საძინებლები, სასტუმრო ოთახები, საყოფაცხოვრებო ნარჩენების საწყობები, კორიდორები, ვესტიბიულები, კიბის უჯრედები, სააბაზანოები, საშაპეები, პირსაბანები, ლიფტის კაბინები და სამანქანო განყოფილება

საცხოვრებელ სახლებში ხანძრისაგან დაზარალებულების რიცხვის და მათი მდგომარეობის მიხედვით არის: დამწვარი - 52 %, მოწამლული მხოლოდით გაზით -36 %, ფანჯრებიდან გადმოვარდნილი - 6 %, აფეთქებით მოკლული 2 %, სიცოცხლისათვის საშიში მდგომარეობით - 7 %. ასაკის მიხედვით კლასიფიკაცია გვიჩვენებს, რომ დაზარალებულთა შორის ყველაზე ნაკლები მოზარდებია.

### ლიტერატურა

1. მ. სალუაშვილი. შენობა-ნაგებობათა დაპროექტების ხანძარსაწინააღმდეგო საფუძვლები. ტექნ. უნ-ტი, თბილისი, 1991. 44 გვ.
2. Гончаренко В.С., Чечетина Т.А., Сибирко В.И., Мартемьянов С.И., Надточий О.В. (ФГБУ ВНИИПО МЧС России); Полехин П.В., Козлов А.А., Чебуханов М.А. (ДНПР МЧС России ). Пожары и пожарная безопасность. ISSN 2686-8075, <https://elibrary.ru>, 2021. 114 с.
3. Бектобеков Г.В. Пожарная безопасность. Изд. Лань, Санкт-Петербург, 2021. 88 с.
4. Беляков Г.И. Пожарная безопасность. Изд. Лань, Санкт-Петербург, 2023. 143 с.

### კიკნაძე ნ., დჯიკია მ. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СЛУЖБЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СРЕДНЯЯ СТАТИСТИКА ПОЖАРОВ В МИРЕ

### KIKNADZE N., DJIKIA M. THE HISTORY OF CREATION OF THE FIRE SAFETY SERVICE AND THE AVERAGE STATIS- TICS OF FIRES IN THE WORLD

**ANNOTATION.** The article describes the history of creation of the first fire service and the rules for fighting against fire. The scale of fires in different countries with human casualties is discussed in detail. According to research, fire is the most common accident, the loss of which is equal to 0,3 % of the country's gross income. Preventive fire protection measures are presented to minimize the risk of fire. Actions of firefighters to extinguish fire in case of fire are described, depending on the type of buildings. The classification of causes of fire and the different according methods used in different countries are listed in detail. Statistics show that a faulty or non-existent of fire system causes the biggest problem.

**KEY WORDS:** fire; carpentry; fire extinguisher; fire hydrants; machinery department.

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассказывается об истории создания первой пожарной охраны и правилах борьбы с огнем. Подробно рассмотрены масштабы пожаров в разных странах с человеческими жертвами. Согласно исследованиям, пожар является наиболее распространенным несчастным случаем, ущерб от которого равен 0,3 % валового дохода страны. Представлены профилактические меры противопожарной защиты для минимизации риска возгорания. Описаны действия пожарных по тушению пожара при пожаре в зависимости от типа зданий. Подробно перечислены классификация причин пожара и различные соответствующие методы, используемые в разных странах. Статистика показывает, что наибольшую проблему вызывает неисправная или отсутствующая пожарная система.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** огонь; столярные изделия; огнетушитель; пожарные гидранты; автосервис.

**ლოქორანი ა. კორკოტაძე, აკად. ლოქორი ნ. რაზმაძე, აკად. ლოქორი ნ. რატიანი**  
**მხარეთმცოდნეო უნივერსიტეტის სტატისტიკური მონაცემების გაუმჯობესება ახალი საკანონმდებლო რეგულაციების გათვალისწინებით**

ანოტაცია. ბოლო წლებში, დასაქმების ადგილებზე მოსალოდნელი საფრთხეების და უბედური შემთხვევების პრევენცია გადაუჭრელ პრობლემად იქცა. მომეტებული საფრთხის შემცველ მიმღე, მკვნი და საშიშპრობებიან სამუშაოზე დასაქმებული პირები დღეს საქართველოში ერთ-ერთი ყველაზე დაუცველი ჯგუფია. შრომის უსაფრთხოების შესახებ კანონმდებლობის მიღებისა და შესაბამისი ზედამხედველობის მექანიზმის შემუშავების მიუხედავად, საფრთხის შემცველ სამუშაოზე ადამიანების სიცოცხლე და ჯანმრთელობა, ფაქტობრივად, ყოველდღიური რისკის ქვეშ დგას; საწარმოო ტრავმების შედეგად გარდაცვლილი და დასახიჩრებული ადამიანების რაოდენობა კი - საგანგაშოა (2011-2018 წლებში დაშავდა 1081 და დაიღუპა 376 ადამიანი). 2018 წელს, წინა წლებთან შედარებით, და დასახიჩრებული ადამიანების რაოდენობა კი - საგანგაშოა (2011-2018 წლებში დაშავდა 1081 და დაიღუპა 376 ადამიანი). 2018 წელს, წინა წლებთან შედარებით, დაღუპულთა ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა - 59 ადამიანი). და დასახიჩრებული ადამიანების რაოდენობა კი - საგანგაშოა (2011-2018 წლებში დაშავდა 1081 და დაიღუპა 376 ადამიანი). 2018 წელს, წინა წლებთან შედარებით, დაღუპულთა ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა - 59 ადამიანი). ახალი საკანონმდებლო რეგულაციების მიღების შემდეგ, 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, უბედური შემთხვევების აღრიცხვა 2019 წლიდან მიმდინარეობს ახალი მეთოდით - აღრიცხება როგორც მიმღე, ისე საშუალო სიმძიმის უბედური შემთხვევებით.

საკვანძო სიტყვები: ტრავმატიზმი; უბედური შემთხვევა; სტატისტიკური მონაცემები; საკანონმდებლო რეგულაციები.

**ზოგადი საკანონმდებლო პოსტულატები**

მორალურად სწორია, რომ დამსაქმებელმა უზრუნველყოს თანამშრომლების სახლში უსაფრთხოდ და ჯანმრთელად დაბრუნება ყოველი სამუშაო დღის ბოლოს. დასაქმებულების დაცვით სამუშაო ადგილი უფრო ეფექტური და პროდუქტიულია. კვლევა აჩვენებს, რომ მუშები უფრო პროდუქტიულები არიან ისეთ სამუშაო ადგილებზე, სადაც ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების მიმართ ყველა მოთხოვნა დაცულია.

„შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონის შესაბამისად ზედამხედველი ორგანო აკონტროლებს შრომის უსაფრთხოების ნორმების აღსრულებასა და გამოყენებას, ახორციელებს სამუშაო ადგილზე მომხდარი უბედური შემთხვევებისა და პროფესიული დაავადებების მოკვლევას და აღრიცხავს საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესის შესაბამისად.

„შრომის უსაფრთხოების“ შესახებ საქართველოს ორგანული კანონი სამუშაო სივრცეში მომხდარ უბედურ შემთხვევას განმარტავს, როგორც სამუშაო პროცესში ან სამუშაო პროცესთან დაკავშირებით მომხდარ შემთხვევას, რომელსაც შედეგად მოჰყვა დასაქმებულის ან სხვა პირის ჯანმრთელობის დაზიანება, შრომისუნარიანობის შეზღუდვა ან დაკარგვა, გარდაცვალება ან მისი უგზო-უკვლოდ დაკარგულად აღიარება.

თავის მხრივ, „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონის მე-15 მუხლის შესაბამისად, დამსაქმებელი ვალდებულია ზედამხედველ ორგანოს აცნობოს უბედური შემთხვევის შესახებ. „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონის მე-5 და მე-15 მუხლების შესაბამისად, დამსაქმებელი ვალდებულია უზრუნველყოს სამუშაო სივრცეში მომხდარი უბედური შემთხვევების შესახებ 24 საათის განმავლობაში ზედამხედველი ორგანოსთვის შეტყობინება კანონით განსაზღვრული წესით.

2020 წლის საანგარიშო პერიოდში სამუშაო ადგილზე დაიღუპა 39 და დაშავდა 249 დასაქმებული. დაღუპულთა და დაშავებულთა რაოდენობრივი თანაფარდობა თვალსაჩინოდ ასახულია დიაგრამაზე (ნახ.1).

სამუშაო სივრცეში მომხდარი უბედური შემთხვევის შედეგად დაშავებულთა და გარდაცვლილთა რაოდენობა

		სამუშაო სივრცეში მომხდარი უბედური შემთხვევის შედეგად დაშავებულთა და გარდაცვლილთა რაოდენობა				
		2022	2021	2020	2019**	2018*
ფაქტალური	ჯამში	35	37	39	45	59
	ქალი	0	0	0	0	0
არაფაქტალური	ჯამში	330	253	249	168	199
	ქალი	69	37	24	9	9
	კაცი	261	216	225	159	

აღრიცხული არაფაქტალური უბედური შემთხვევები მოიცავს საშუალო და მძიმე ტიპის უბედურ შემთხვევებს. მონაცემები შეტყობინებულია და მომუშავეებზე „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონის მიზნებიდან გამომდინარე, გარდა ამისა, აღსანიშნავია, რომ 2019 წლის 1 იქტებრიდან „შრომის უსაფრთხოების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონი გაერცხვდა ეკონომიკური საქმიანობის ყველა დარგზე.

\*2018 წელს მომხდარი უბედური შემთხვევების ნფარო საქართველოს მინაგან საქმეთა

სამინისტრო, რომელმაც აღნიშნულ პერიოდში სისხლის სამართლის კოდექსის მიზნებითა და მეთოდოლოგიით უზრუნველყო მონაცემების აღრიცხვა.

ნახ. 1. დაღუპულთა და დაშავებულთა 2021 - 2022 წლის მონაცემები

**სტატისტიკა სამშენებლო სექტორში**

სამშენებლო სექტორში მომხდარი უბედური შემთხვევები ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს როგორც მსოფლიოსთვის ისე საქართველოს. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის (ILO) მიხედვით, სამშენებლო სფერო უბედური შემთხვევების ყველაზე მაღალი სიხშირით ხასიათდება. ასევე საქართველოშიც, როგორც შრომის პირობების ინსპექტირების დეპარტამენტის საქმიანობის 2015-2018 წლების ანგარიშებშია ასახული, უბედური შემთხვევების ყველაზე დიდი წილი სწორედ ამ სექტორზე მოდის.

ბოლო წლებში, დასაქმების ადგილებზე მოსალოდნელი საფრთხეების და უბედური შემთხვევების პრევენცია გადაუჭრელ პრობლემად იქცა. მომეტებული საფრთხის შემცველ მიმე, მავნე და საშიშპირობებიან სამუშაოზე დასაქმებული პირები დღეს საქართველოში ერთ-ერთი ყველაზე დაუცველი ჯგუფია. შრომის უსაფრთხოების შესახებ კანონმდებლობის მიღებისა და შესაბამისი ზედამხედველობის მექანიზმის შემუშავების მიუხედავად, საფრთხის შემცველ სამუშაოზე ადამიანების სიცოცხლე და ჯანმრთელობა, ფაქტობრივად, ყოველდღიური რისკის ქვეშ დგას; საწარმოო ტრავმების შედეგად გარდაცვლილი და დასახიჩრებული ადამიანების რაოდენობა კი - საგანგაშო (2011-2018 წლებში დაშვდა 1081 და დაიღუპა 376 ადამიანი. 2018 წელს, წინა წლებთან შედარებით, დაღუპულთა ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა - 59 ადამიანი).

მშენებლობის სექტორში 56 500 ადამიანია დაქირავებით დასაქმებული, რაც მთლიანი დასაქმების 9,6%-ია.

დადებითი მოვლენაა 2019 წელს საქართველოს პარლამენტის მიერ შრომის უსაფრთხოების შესახებ გაუმჯობესებული კანონმდებლობის მიღება, რომლის თანახმად, გაძლიერდა შრომის ინსპექტირების საზედამხედველო ორგანოს მანდატი და დასაქმების ადგილზე სასამართლოს წინასწარი ნებართვის გარეშე შესვლის უფლებამოსილება მიენიჭა. კანონმდებლობის მიღების

შემდეგ გაიზარდა დამსაქმებელთა პასუხისმგებობა დასაქმებულთა უსაფრთხო სამუშაო პირობების შექმნის თვალსაზრისით და მივიღეთ პირველი შედეგებიც:

2019 წელს მშენებლობაზე დაიღუპა 35%-ით ნაკლები და დაშვდა 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 - აღირიცხება როგორც მიმე, ისე საშუალო სიმძიმის უბედური შემთხვევებიც.

საინტერესოა განვითარებული ეკონომიკის ქვეყნების სტატისტიკური მონაცემების გაცნობა. 2011 წლის მონაცემებით, აშშ-ში 4609 სასიკვდილო უბედური შემთხვევა დაფიქსირდა. აქედან 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-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 საკითხებია მოგვარებული (სათანადოდ მოწყობილი ხარაჩოები, დამცავი ბადე, სამონტაჟო ქამარი და სხვ.), სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები დაკავშირებულია დიდ რისკთან, ხასიათდება ტრავმატიზმის მაღალი მაჩვენებლით და ხშირად მთავრდება სიკვდილით.

მშენებლობაში გვხვდება შემდეგი ტიპის ტრავმები (ნახ.2)



ნახ. 2. მშენებლობაში გავრცელებული ტრავმების სახეები

სამშენებლო მოედნის უსაფრთხოების ზომების განსაზღვრა დამოკიდებულია სამშენებლო უბნის ზომებზე, მუშაკების დაქირავების სისტემასა და სამუშაოების ორგანიზების საშუალებებზე. საჭიროა წარმოებული იქნეს სპეციალური დოკუმენტაცია უსაფრთხოებისა და შრომის ჰიგიენის შესახებ, რომელიც გვეხმარება გამოვლენილი და გადაწყვეტილი იქნეს სამშენებლო მოედანზე უსაფრთხოებასა და შრომის ჰიგიენასთან დაკავშირებული პრობლემები.

თუ სამშენებლო ობიექტზე სამუშაოების წარმოებისთვის მოწვეული არიან მენარდეები, მაშინ მათთან გაფორმებულ ხელშეკრულებებში უნდა განისაზღვროს მათი მოვალეობები, მუშაკების პასუხისმგებლობა და მათ მიერ უსაფრთხოების ტექნიკისა და შრომის ჰიგიენის მიმართულებით გასატარებელი ღონისძიებები. ამგვარი ღონისძიებები შეიძლება ითვალისწინებდეს კონკრეტული დამცავი საშუალებების და მოწყობილობების მიწოდებას და გამოყენებას, კონკრეტული სახეობის სამუშაოების უსაფრთხოებას შესრულების მეთოდებს, ასევე, ინსტრუმენტების გამართულ მდგომარეობაში ყოფნის კონტროლსა და მათ სწორ გამოყენებას. უბნის სამშენებლო სამუშაოების ხელმძღვანელმა ასევე უნდა უზრუნველყოს, რომ მისთვის გადაცემული სამშენებლო მასალები, მოწყობილობები და ინსტრუმენტები შეესაბამებოდეს უსაფრთხოების მინიმალურ მოთხოვნებს.

აუცილებელია განხორციელდეს ყველა დონის მუშაკთა სწავლება, დაწყებული ზედა რგოლის ხელმძღვანელებიდან, დამთავრებული ჩვეულებრივი მუშებით. სამშენებლო მოედანზე უსაფრთხოების ტექნიკის წესების სწავლება შესაძლებელია ასევე საჭირო გახდეს მენარდეებისთვის და მათი მუშაკებისთვის,

**KORKOTADZE A., RAZMADZE N., RATIANI N.  
IMPROVING THE STATISTICAL DATA OF CONSTRUCTION ACCIDENTS IN VIEW OF THE NEW LEGAL REGULATION**

**ANNOTATION.** This article contains general safety matters. It discusses statistical data of accidents, international labor organization data and available data of Georgia. Prevention of anticipated risks and accidents at the workplace has become an unsolved problem in the later years. Persons employed for heavy, harmful and hazardous work with increased risk are one of the most unprotected groups in Georgia. Despite the adoption of the law on labor safety and development of monitoring tools, human life and health is risked almost every day at dangerous workplaces. The number of people who have died or have been injured due to occupational injuries is alarming (1081 people were injured and 376 died in the period of 2011-2018. While 2018, unlike the previous years, had the highest number victims – 59 people). After the adoption of the legislative regulations 35% less workers died and 32% less workers were injured in 2019 at the construction sites compared to 2018. Quantitatively it equals – 59 dead and 199 injured in 2018, 38 dead and 135 injured in 2019. It should be noted that since 2019 accidents are registered with the new methodology – all accidents, including severe, medium and light are registered.

**KEY WORDS:** traumatism; accident; statistical data; legal regulations.

რადგანაც მუშების ჯგუფებმა, რომლებიც ასრულებენ სხვადასხვა სამუშაოებს, შესაძლოა მოახდინონ გავლენა ერთმანეთის უსაფრთხოებაზე.

სამშენებლო მოედანზე უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა ტარდებოდეს რეგულარული ინსპექტირება და არსებობდეს საშუალებები სხვადასხვა დეფექტების, ხარვეზების და ა.შ. აღმოსაფხვრელად. სწავლება ეხმარება მუშაკებს გაანალიზონ სამიშრობები, რომლებიც დაკავშირებულია მათ საქმიანობასთან და მიხვდნენ, თუ როგორ აიცილონ ისინი თავიდან. აუცილებელია მუშაკებს ვუზღვეოთ სამუშაოთა შესრულების უსაფრთხო მეთოდები.

ყველა მუშაკს გააჩნია როგორც მორალური, ასევე, ხშირ შემთხვევაში მაქსიმალური მზრუნველობის გამოვლენის იურიდიული ვალდებულება, რომელიც ეხება როგორც თავის, ასევე სხვა მუშაკის უსაფრთხოებას. სამშენებლო მოედანზე არსებული პრობლემების გადასაწყვეტად არსებობს მუშაკების პირდაპირი ჩართვის რამდენიმე განსხვავებული მეთოდი, მაგალითად:

საწარმოო ინსტრუქტაჟი – 5-10 წუთიანი თათბირის სახით, რომელსაც ატარებს სამუშაოთა ხელმძღვანელი.

**ლიტერატურა**

1. <https://moh.gov.ge/ka/723/>
2. [https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS\\_249278/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/moscow/areas-of-work/occupational-safety-and-health/WCMS_249278/lang-en/index.htm)
3. Safety and Health in Construction. International Labor Office Geneva. First published, 1992. 240 p.
4. ნ. რაზმაძე, ნ. რატიანი. „შრომის უსაფრთხოება მშენებლობაში“. სტუ. CD-6713. 2021.

**КОРКОТАДЗЕ А., РАЗМАДЗЕ Н., РАТИАНИ Н.  
УЛУЧШЕНИЕ СТАТИСТИКИ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С УЧЕТОМ НОВЫХ ПРАВОВЫХ НОРМ**

**АННОТАЦИЯ.** В последние годы превенция возможных производственных рисков и несчастных случаев стало нерешаемой проблемой. Лица, занятые на тяжелых, вредных и опасных работах с повышенным риском, являются одной из самых незащищенных групп в Грузии. Несмотря на принятие закона об охране труда и разработку средств контроля, жизнь и здоровье людей практически ежедневно подвергаются риску на опасных рабочих местах. Тревогу вызывает количество людей, погибших или получивших травмы в результате производственного травматизма (за период 2011-2018 гг. пострадало 1081 человек, и погибло 376. При этом в 2018 году, в отличие от предыдущих лет, было самое высокое количество погибших – 59 человек). После принятия законодательных актов в 2019 году на стройках погибло на 35% меньше рабочих, а травмировано на 32% меньше рабочих по сравнению с 2018 годом. Количественно это равно – 59 погибших и 199 раненых в 2018 году. В 2019 году 38 погибших и 135 пострадавших. Следует отметить, что с 2019 года несчастные случаи регистрируются по новой методике – регистрируются все несчастные случаи, включая тяжелые, средние и легкие.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** травматизм; несчастный случай; статистические данные; правовые нормы.

**პროფესორი ნ. ჯვარელია, ასოცირებული პროფესორი მ. ძიბოშვილი  
 ატმოსფეროს დაბინძურება ცემენტის მტვრითა და მასში შეხვეული  
 ნაერთებით, მათი ზემოქმედება ადამიანზე**

*ანოტაცია. ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ბუნების დაცვის ძირითადი ამოცანებია ატმოსფეროში დამაზიანებელი ნარჩენების შეგროვება და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება. ამ ამოცანების გადასაჭრელად ცემენტის წარმოებაში, რეალიზებულია მთელი რიგი ტექნოლოგიები. ცემენტის წარმოების მშრალი მეთოდი ხასიათდება დამაზიანებელი ნივთიერებების დაბალი რაოდენობით, რასაც მინიმუმამდე დაყვავს გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება. მაგნი და საშიში ფაქტორების სიაში შედის გარემოს დამტვერიაწება, ამიტომ აუცილებელია მტვერსაწინააღმდეგო რესპირატორების გამოყენება. ასევე, ცემენტის წარმოებასა და საწყობებში დაკავებული ადამიანები უზრუნველყოფილნი უნდა იყვნენ სპეცტანსაცმლით, როგორცაა: მტვერდამცავი კომბინიზონები, ტყავის ჩექმები და დამცავი სათვალეები.*

*საკვანძო სიტყვები: ცემენტის წარმოება; მტვრის კონცენტრაცია; ატმოსფერული ჰაერის დაცვა; ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება.*

ბუნების დაცვის ძირითადი ამოცანებია - ატმოსფეროში დამაზიანებელი ნარჩენების შეგროვება და ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება. ამ ამოცანების გადასაჭრელად სამშენებლო წარმოებაში, კერძოდ, ცემენტის წარმოებაში, რეალიზებულია მთელი რიგი ტექნოლოგიები. ცემენტის წარმოების მშრალი მეთოდი ხასიათდება დამაზიანებელი ნივთიერებების დაბალი რაოდენობით, რასაც მინიმუმამდე დაყვავს, სველ მეთოდთან შედარებით, გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება.

ცემენტის მწარმოებელი ღუმელებიდან მტვრის გამონაბოლქვები შეადგენს:

- სველი მეთოდით საშუალოდ 60 – 70 მგ/მ<sup>3</sup>.
- მშრალი მეთოდით 1,8 - დან 6,7 მგ/მ<sup>3</sup> - მდე.

ცემენტის საწარმოს მშენებლობისას გათვალისწინებულ უნდა იყოს წრიული წყალმომარაგება - წარმოების წყალუზრუნველყოფის ეკონომიური და პროგრესული მეთოდი, რომელიც იძლევა ტექნოლოგიურ პროცესში ერთი და იგივე წყლის მრავალჯერ გამოყენების საშუალებას. გაწმენდითი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ გადამუშავებული დაბინძურებული წყალი ხელმეორედ გამოყენებადი ხდება, ამით გამორიცხულია ჩანარეცხი წყლებით გარემოს დაბინძურება.

მაგნი და საშიში ფაქტორების სიაში, რომლებიც მოქმედებენ ცემენტის გადამუშავების პროცესში მონაწილე მომუშავეებზე, არის გარემოს დამტვერიაწება. აქედან გამომდინარე, აუცილებელი ხდება მტვერ-საწინააღმდეგო რესპირატორების გამოყენება. ამიტომ ყველაზე მორგებული არის Y - 2K და Φ - 62III მარკის რესპირატორები. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ რესპირატორები უნდა გაიწმინდოს. გარდაამისა, ცემენტის წარმოებასა და საწყობებში დაკავებული ადამიანები უზრუნველყოფილნი უნდა იყვნენ სპეცტანსაცმლით, როგორცაა: მტვერდამცავი კომბინიზონები, ტყავის ჩექმები და დამცავი სათვალეები.

ცემენტის წარმოება არის ატმოსფეროს მძიმე ლითონებით დაბინძურების ერთ - ერთი წყარო. ატმოსფერო ბინძურდება Hg, Cd, Pb, Ni, Cu, Cr. ატმოსფეროში მათი არსებობა განპირობებულია ტექნოლოგიურ პროცესში პირიტული ნაერთების: კირქვის, ტუფის, პემზის, მეტალურგიული შლაკების, ნაცრების გამოყენებით. მტვრის ძირითადი წარმომქმნელი არის კარიერებზე ნედლეულის (კირქვა, თიხა) მოპოვების პროცესი, ნედლეულის დაქუცმაცებისა და კირქვის დამსხვრევის პროცესები, გამოწვის მბრუნავი ღუმელი, კლინკერის დასაფქვავე წისქვილები.

საქართველოში მოქმედებს მძლავრი რუსთავის და კასპის ცემენტის ქარხნები და ათეულობით მინი - ქარხანა, სადაც ნედლეულად გამოიყენება კირქვა, ტუფი, პემზა, მეტალურგიული წარმოების წიდეები.

ცემენტის წარმოება მოიცავს შემდეგ საფეხურებს:

- ნედლეულის, კირქვის და თიხის მოპოვება კარიერებზე და ქარხნებში ტრანსპორტირება.
- ნედლეულის ნარევის მომზადება.
- ნედლეულის ნარევის გამოწვა შეცხოვამდე - კლინკერის მიღება.
- კლინკერის დაფქვა თაბაშირის დამატებით - პოსტლანდცემენტის მიღება.
- მზა პროდუქციის შეფუთვა.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ატმოსფეროს დაბინძურება ხდება ცემენტის მტვერში შემავალი მძიმე ლითონებით. შესაბამისად, ატმოსფეროში მძიმე ლითონების გადაადგილების პარამეტრები დიდად არის დამოკიდებული გამონაბოლქვის დისპერსიულობასა და ნაწილაკების მიხედვით ლითონების გადანაწილებაზე.

ცემენტის მტვრის დისპერსიულობა განისაზღვრება ელექტრონული მიკროსკოპის მეთოდით, ხოლო ქიმიური შემადგენლობა ატომურ - აბსორბაციული სპექტროფოტომეტრისა და რენტგენოფაზური ანალიზით. ძირითადი მტვრის ფონის ფორმირება ხდება მბრუნავი ღუმელის, წისქვილების ხარჯზე. დიდი რაოდენობის მტვერი გამოიყოფა მსხვრევა, დაფქვა, შრობის, შეფუთვა, ჩატვირთვა - გადმოტვირთვის პროცესებში.

ცემენტის მტვრის დისპერსიულობა ტექნოლოგიური პროცესის სხვადასხვა უბანზე სხვადასხვაა: ნედლეულის ნარევის გამოწვის უბანი ძირითადად წარმოდგენილია 2,6 – 3 მკმ მქონე ნაწილაკებით.

კლინკერის დაფქვის სტადიაზე 7,1 მკმ - ის ტოლი ნაწილაკები შეადგენს 50 % - ს. ელექტროფილტრით დაჭერილი მტვრის ფრაქცია ერთგვაროვანია. 90 % - ით ის შეიცავს 10 მკმ - ის ტოლ ნაწილაკებს. ელექტროფილტრის გამოყენების შემდეგ, წვრილი ნაწილაკების წილი იზრდება.

ელექტრონულმა მიკროსკოპიამ აჩვენა, რომ ცემენტის მტვერი არის სხვადასხვა ფორმის ნაწილაკები, წაგრძელებული ფორმის უპირატესობით, სადაც მსხვილი ნაწილაკები შეიძლება იყოს 50 – 100 მკმ და უფრო მსხვილი. ცნობილია, რომ ფრაქციული მტვრის შემადგენლობა ტექნოლოგიური პროცესის მსვლელობით

იზრდება.

ნედლეულის მასის დაფქვის პროცესში წარმოიქმნება პოლიდისპერსიული მტვერი, რომელშიც 10 მკმ - ის ტოლი ნაწილაკები შეადგენენ 50 % - ს. დღევანდელ დღეს, მტვერდამჭერ სისტემებში ელექტროფილტრების გამოყენება უზრუნველყოფს 95 – 98 % გაწმენდის ხარისხს.

ცემენტის წარმოების მტვრის ქიმიურმა შემად-

გენლობამ აჩვენა რიგი მძიმე მეტალების მაღალი შემცველობა, როგორცაა: Cd, Pb, Zn, Cr, Mn, Sn. მათი კონცენტრაციები იცვლება ტექნოლოგიური პროცესების მიმდინარეობისას და დაკავშირებულია დანამატების შეყვანასთან ან ღუმელის რეჟიმების ცვლილებასთან. ცხრილში წარმოდგენილია ცემენტის მტვერში მძიმე მეტალების შემცველობა მგ.კგ<sup>-1</sup>:

**ცხრილი 1**

პროცესი	ელემენტი, მგ.კგ <sup>-1</sup>					
	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
ნედლეულის გამოწვა	94	34	62	59	500	209
კლინკერის დაფქვა	0,72	-	70	15	7,8	254

ცემენტის წარმოების საწყის, შუალედურ და საბოლოო სტადიებზე სამუშაო ზონის ჰაერში გამოიყოფა სხვადასხვა შემადგენლობის მტვერი, რომლებიც ხასიათდებიან ფიბროგენური მოქმედებით. ცემენტის წარმოებაში მომუშავეებს უვითარდებათ ჰიპერტროფიული და ატროფიული რინიტები, ლარინგიტები, ბრონქიტები, კანზე დერმატიტები, ცხვირის, ხახის, ხორხის ლორწოვანის ცვლილებები.

პორტლანდცემენტისა და მჟავა გამძლე ცემენტის წარმოებებში დაკავებულ მომუშავეებს პნევმოკონიოზების სხვადასხვა ტიპი უვითარდებათ 7 – 8 წლის შემდეგ.

ცემენტის მტვრის მოხვედრა თვალში იწვევს დასლის შეუქცევად პროცესებს, იცვლება ფილტრის სტრუქტურა.

ცხრილში წარმოდგენილია სამუშაო ზონის ჰაერში სხვადასხვა სახეობის მტვრის ჰიგიენური ნორმატივები.

**ცხრილი 2**

**სხვადასხვა წარმოშობის მტვრის ჰიგიენური ნორმატივები**

მტვრის სახეობა	ზ.დ.კ მგ/მ <sup>3</sup>	საშიშროების კლასი	ორგანიზმზე მოქმედების თავისებურებები
კირქვა	6,0	IV	ფიბროგენული
თიხა	6,0	IV	ფიბროგენული
რკინა	10,0	IV	ფიბროგენული
რკინის სამვალენტიანი ოქსიდი	6,0	IV	ფიბროგენული
თაბაშირი	2,0	III	ფიბროგენული
ცემენტი	6,0	IV	ფიბროგენული

Si - სილიციუმის დიოქსიდი იწვევს პნევმოკონიოზის ყველაზე მძიმე ფორმას - სილიკოზს. ცემენტის სახეობები, რომლებიც შეიცავს მცირე რაოდენობით თავისუფალი სახით სილიციუმის დიოქსიდს, იწვევს კეთილთვისებიანად განვითარებად ფორმას. ფილტვების ძირები უმნიშვნელოდ არის შესქელებული, ხოლო ხანგრძლივი დროის შემდეგ ვითარდება უმძიმესი ფილტვური უკმარისობა.

ცემენტის მტვრის ზემოქმედებით შეიძლება განვითარდეს ნერვული სისტემის, მათ შორის თავის ტვინის ქერქის დაზიანება, კუჭ - ნაწლავის ტრაქტისა და იმუნური სისტემის დაქვეითება.

პროფესიული ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების

ნაციონალური ინსტიტუტის (NIOSH) ცენტრის მონაცემებით პორტლანდცემენტთან კონტაქტში მყოფი მომუშავეების 25 % - ს აღენიშნებათ კანის მძიმე პათოლოგიები. კერძოდ, 5 – 15 % - ს უვითარდებათ ალერგიულ - კონტაქტური დერმატიტი, რაც განპირობებულია ცემენტში Cr<sup>6+</sup> - ის შემცველობით. ცემენტთან შეხების შემთხვევაში ვითარდება შემდეგი სახის პათოლოგიები:

- მშრალი კანი ანუ გარიზიანება;
- კონტაქტური დერმატიტი;
- ალერგიულ - კონტაქტური დერმატიტი;
- ეგზემა;
- მწვავე ტუტოვანი წარმოშობის დამწვრობები;



– კანის სიმსივნე.

კანის პროფესიული დაავადებების შესამცირებლად არსებობს დერმატოლოგიურ - პრევენციული ღონისძიებები:

1. ნეიტრალური და მჟავე თხევადი საპნების გამოყენება.

2. ხელების დამუშავება 1,5 % - იანი მარილმჟავას ხსნარით და შემდეგ გამაცხიმინებელი მალამოების შეხეთვა.

3. მუშაობის შემდეგ ნატრიუმის ბიოსულფატის

5 – 10 % - იანი ხსნარით ხელების დამუშავება  $Cr^{6+}$  - ის ნეიტრალიზაციისათვის.

4. ასკორბინმჟავის 10 % - იანი ხსნარით ქრომის გაუვნებლობა.

ცემენტის წარმოებაში ფართოდ უნდა იყოს გამოყენებული ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები: ხელტათმანები, ხალათი, ბოტები და ა. შ.

დერმატოლოგიური დაავადებების ნოზოლოგიური ფორმების განაწილება სპეციალობის მიხედვით წარმოდგენილია ცხრილში.

ცხრილი 3

ნოზოლოგიური ფორმები	სულ	ზეინ კალი	ელ. შემკვეთები	მემან ქანე	ელ. შემდუღებელი	მტვირთავი	მოტორისტი	გამგორე ბელი	სხვა დასხვა
ეპიდერმოფიტია	108	32	16	18	4	18	6	4	10
რუბროფიტია	74	11	9	9	7	10	12	8	8
ნეიროდერმიტი	12	-	2	2	1	1	-	1	5
პიტარიზი	10	1	-	1	1	1	1	1	4
აკნე	8	1	1	-	-	1	1	-	1

როგორც ცხრილიდან ჩანს, დაავადებათა შორის ჭარბობს ეპიდერმოფიტიის შემთხვევები, რომლებიც ზეინკლებში არის 32, მემანქანებსა და მტვირთავებში 18 – 18. რუბროფიტია კი ჭარბობს მოტორისტებში - 12, ზეინკლებში - 11, მტვირთავებში - 10.

საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების მონაცემებით, ს/ს „კასპიციმენტი“ ატმოსფერული ჰაერის მსხვილი დამბინძურებელია. ქარხნიდან 100 – 120 მეტრის დაშორებით ხორბალში აღმოჩნდა 344 ბეკერელი /კგ კალიუმის იზოტოპი (კალიუმ - 40), ბერილიუმის იზოტოპი - 29,8 ბეკერელი /კგ. კობალტის იზოტოპები (Co 57 და Co 58) შესაბამისად 2,5 და 4,5 ბეკერელი/კგ. ჩატარებულ იქნა თმის სპექტრალური ანალიზი, რამაც აჩვენა ტყვიის, სტრონციუმის, რკინის მაღალი დონეები, ხოლო კალიუმისა და სპილენძის დაბალი დონე, რაც იწვევს სხვადასხვა სახის დაავადებებს. პირველ შემთხვევაში (Pb, St, Fe) - ათეროსკლეროზის ნაადრევი განვითარების, არტერიული ჰიპერტენზიის, დისბაქტერიოზისა და კანის პიგმენტების ცვლილების გამოჩვენდა. მეორე შემთხვევაში (K, Cu) - კუნთების სისუსტის, დეპრესიის, ანემიის, მოტეხილობის ხშირი შემთხვევების მიზეზია. გამოკვლეული იყო ნიადაგის ორი ნიმუში - ერთი „კასპიციმენტის“ ტერიტორიიდან, მეორე კი 60 – 80 მეტრის დაშორებით ერთ - ერთი მსახლის ეზოდან. პირველ სინჯში, ნიადაგში Pb - ის შემცველობა აღემატებოდა დასასვებ ნორმებს, ხოლო Cr - ის შემცველობა ორივე სინჯში აქარბებდა დასასვებ ნორმებს, Ni - ის და Cu - ის შემცველობა ორივე სინჯში

იყო ზღვარზე მეტი.

ქიმიურ - ანალიზური ლაბორატორიის მიერ სანიტარულ - დამცავი ზონის საზღვარზე, საცხოვრებელი ზონის მიმართულელებით ხდებოდა დამბინძურებელი ნივთიერებების კონცენტრაციების გაზომვა. შერჩეული იყო ხუთი საკონტროლო უბანი. საკონტროლო ადგილამდე აღებული იყო მაჩვენებლები 600 მეტრიდან 1 კილომეტრამდე დაცილებით.

**საკონტროლო უბანი # 1.**

შეწონილი ნაწილაკები (მტვერი) – 0,15 მგ/მ<sup>3</sup>  
 ნახშირბადის მონოქსიდი მიახლოებით 1 მგ/მ<sup>3</sup>  
 აზოტის დიოქსიდი - 0,025 მგ/მ<sup>3</sup>  
 გოგირდის დიოქსიდი მიახლოებით 0,03 მგ/მ<sup>3</sup>.

**საკონტროლო უბანი # 2.**

შეწონილი ნაწილაკები (მტვერი) – 0,15 მგ/მ<sup>3</sup>  
 გოგირდის დიოქსიდი მიახლოებით 0,03 მგ/მ<sup>3</sup>

**საკონტროლო უბანი # 3.**

შეწონილი ნაწილაკები (მტვერი) – 0,16 მგ/მ<sup>3</sup>  
 ნახშირბადის მონოქსიდი მიახლოებით 1,1 მგ/მ<sup>3</sup>  
 აზოტის დიოქსიდი - 0,025 მგ/მ<sup>3</sup>  
 გოგირდის დიოქსიდი მიახლოებით 0,03 მგ/მ<sup>3</sup>

**საკონტროლო უბანი # 4.**

შეწონილი ნაწილაკები (მტვერი) – 0,14 მგ/მ<sup>3</sup>  
 ნახშირბადის მონოქსიდი მიახლოებით 1,1 მგ/მ<sup>3</sup>  
 აზოტის დიოქსიდი - 0,027 მგ/მ<sup>3</sup>  
 გოგირდის დიოქსიდი მიახლოებით 0,02 მგ/მ<sup>3</sup>

**საკონტროლო უბანი # 5.**

შეწონილი ნაწილაკები (მტვერი) – 0,16 მგ/მ<sup>3</sup>

აზოტის დიოქსიდი - 0,026 მგ/მ<sup>3</sup>

გოგირდის დიოქსიდი მიახლოებით 0,04 მგ/მ<sup>3</sup>

ცემენტის წარმოება მთლიანად ხასიათდება შრომის მავნე პირობებით და მიეკუთვნება რისკის მაღალ ჯგუფს. მომუშავეთა ჯანმრთელობის მდგომარეობამ გამოავლინა ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობის თითქმის ყველა ეტაპზე მტვრის ფიბროგენული ზემოქმედება, რომლებიც ვლინდება სხვადასხვა, მძიმე დაავადების სახით. რაც შეეხება მძიმე მეტალების გამოკვლევას, აჩვენა მომუშავეთა ორგანიზმის შერჩევითი მიდრეკილება ამ მეტალების მიმართ, რაც წარმოადგენს სხვადასხვა გართულებების განვითარების რისკ - ფაქტორს.

ცემენტის მტვერი ადამიანის ორგანიზმში აზიანებს თვალებს, კანსა და ფილტვებს. ის ძლიერი ალერგენია. თვალების მხრივ ზიანდება საცრემლე ჯირკვლები, თუ რეგულარულად ხდება ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გარეშე ცემენტთან შეხება. კანიდან ცემენტის მტვერი შეიწოვს ტენს და აშრობს მას. ყოველდღიური შეხება იწვევს კანის დახეთქვას და ყოვლდღიანს. ფილტვებზე და ლორწოვანზე ცემენტის მტვერი იწვევს შეუქცევად პროცესებს, რომელიც მთავრდება ბრონქიტისა და ასთმის განვითარებით.

ცემენტის წარმოებისა და ტრანსპორტირების ყველა ეტაპზე ჰაერის საშუალო დამტვერიანება შეადგენს 400 - 600 ნაწილაკი ჰაერის 1 სმ<sup>3</sup> - ში. ცემენტის მტვერი არის აეროზოლი 5 მკმ - ზე ნაკლები ნაწილაკების ზომით.

წვრილდისპერსიული (1 - 5 მკმ) მტვერი - ეს არის ზედაპირზე დაუღებავი ფრაქცია, რომელიც ძალიან სწრაფად ვრცელდება დიდ მანძილზე. ასეთი მტვრის ხანგრძლივად მოხვედრა ფილტვებში და ლორწოვანებზე იწვევს კატარალურ და ჩირქოვან ბრონქიტებს. მტვრითავე ხშირია ქოშინი, ხველა, პირში სიმშრალე, ცხვირიდან სისხლდენები. ასევე, მათში მაღალია ისეთი დაავადებების განვითარების ალბათობა, როგორცაა: სილიკოზი, ცისტეტი, კუჭის წყლულოვანი დაავადებები. კანზე ხშირია ალერგიული დერმატიტის შემთხვევებიც.

რეკომენდაციების სახით საჭიროა ჩასატარებელი

**JVARELIA N., KITOSHVILI M.  
ATMOSPHERIC POLLUTION WITH CEMENT  
DUST AND ITS COMPOUNDS, THEIR IMPACT ON  
HUMANS**

**ANNOTATION.** The paper states that the main objectives of nature protection are the reduction of harmful wastes in the atmosphere and the rational use of natural resources. To solve these problems, a number of technologies have been implemented in cement production. The dry method of cement production is characterized by low levels of harmful substances, which minimizes the negative impact on the environment. The list of harmful and dangerous factors also includes environmental pollution, so it is necessary to use anti-dust respirators. Also, people engaged in cement production and warehousing should be provided with special attire such as: dustproof overalls, leather boots and goggles.

**KEY WORDS:** cement production; dust concentration; atmospheric air protection; rational use of natural resources.

ლონისძიებების ჩამონათვალს მიემატოს:

- ბურთულებიანი წისქვილების, სამსხვრეველების, ელევატორების, შნეკური მკვებავისა და სხვა აპარატურის სრული ჰერმეტიულობა, როგორც ჩასატვირთიდან, ასევე გამოსავლიდანაც;
- გაწმენდის მარალი ხარისხის მქონე ელექტროფილტრების გამოყენება;
- მაღალეფექტური სავენტილაციო სისტემის მოწყობა;
- განსაკუთრებულად მტვერწარმომქმნელი მოწყობილობა - აგრეგატების დისტანციური მართვა;
- მიმდებარე ტერიტორიებზე მცხოვრები მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შემოწმება;
- მტვრის გადიდებული რაოდენობით გამომყოფ ტექნოლოგიურ კვანძებზე (ღუმელი, წისქვილი, საშრობები, პროდუქციის შეფუთვის პუნქტი), დაყენებულ უნდა იყოს მაღალეფექტური ელექტრული ფილტრები, რომლებიც ხასიათდებიან 99 % -მდე დაჭერის ეფექტურობით;
- ცემენტის ქარხნის აირადი გამონაბოლქვები აუცილებლად უნდა იწმინდებოდეს მტვრისგან, ნახშირბადის, აზოტის, გოგირდის, ვერცხლისწყლისა და სხვა ლითონების ოქსიდებისაგან;
- ცემენტის წარმოებაში წარმოქმნილი ჩანარეცხი წყლების გადამუშავება, უტილიზაცია;
- ცემენტის წარმოებაში შრომის პირობების გასაუმჯობესებლად პროცესის დისტანციური მართვისა და ტექნოლოგიის ავტომატიზაციის ფართო გამოყენება.

**ლიტერატურა**

1. <https://www.ifc.org>>Cement+
2. <https://www.scz-Cement.ru>
3. <https://git50.rostrud.gov.ru>
4. ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია. შრომის დაცვა. ტექნიკური უნივერსიტეტი. ISBN 978 - 9941 - 14 - 966 - 5, თბილისი, 2011. 224 გვ.

**ДЖВАРЕЛИЯ Н., КИТОШВИЛИ М.  
ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ЦЕМЕНТНОЙ  
ПЫЛЬЮ И ЕЕ СОЕДИНЕНИЯМИ, ИХ  
ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА**

**АННОТАЦИЯ.** В работе указано, что основной задачей охраны природы является уменьшение вредных отходов и рациональное применение природных ресурсов. Для решения этой проблемы в цементном производстве реализованы ряд технологий. Сухой метод производства цемента характеризуется низким содержанием вредных веществ, что уменьшает негативное воздействие на окружающую среду. В перечне опасных и вредных факторов входит запыленность производственной среды. Поэтому становится обязательным применение противопылевых респираторов. Также работающие должны быть оснащены спецодеждой - пылезащитным комбинезоном, сапогами и защитными очками.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цементное производство; запыленность; защита атмосферного воздуха; спецодежда.

**აპად.დოქტორი ა. ბაქანიშვილი**  
**ქანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გავლენა მჭრელი იარაღის**  
**ცვეთაზე და საჭრისაგან ცვეთამდეგომის გაზრდის გზები**

*ანოტაცია. სტატიაში განხილულია ქანის კონტაქტური სიმტკიცის, ერთდერმა კუმშვაზე დროებითი წინაღობის და აბრაზიულობის მაჩვენებლების მნიშვნელობა ქანის დაშლისადმი წინააღმდეგობის და სხვადასხვა სახეობის მჭრელი იარაღის ცვეთის ინტენსიურობის განსაზღვრისათვის. ექსპერიმენტულად დამტკიცდა, რომ როგორც ტანგენციური, ასევე განმეორებითი ჭრის სახეობის შემთხვევაში საჭრისის ცვეთას აქვს ასიმეტრიული ხასიათი. დამუშავდა და გამოიცადა ექსპერიმენტული კონსტრუქციის საჭრისები მჭრელი წიბოს ასიმეტრიული ფორმით, წინა წახნაგის ცალმხრივი ცერობით და სალი შენადნობის ფირფიტის ასიმეტრიული განლაგებით, რომელთა ცვეთამდეგობა სერიული PK-8 საჭრისების ცვეთამდეგობაზე უფრო მაღალია. ყველაზე დაბალხვედრით ცვეთასადგელი ჰქონდა იმ საჭრისების გამოცდისას, რომლებიც არმირებული იყო სალი შენადნობის ორშრიანი ფირფიტებით BK-(4-15). ასეთი ფირფიტების გამოყენება მნიშვნელოვნად გააფართოებს მჭრელი იარაღის ეფექტური გამოყენების შესაძლო არეს.*

**საკვანძო სიტყვები:** აბრაზიულობა; კონტაქტური სიმტკიცე; ერთდერმა კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარი; ცვეთა; ცვეთამდეგობა; საჭრისი; სალი შენადნობი; ასიმეტრია; ხვედრითი ცვეთა; განაწილების კანონი.

ჩვენს მიერ ადრე ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ქანის დაშლისადმი წინააღმდეგობის და სხვადასხვა სახეობის მჭრელი ინსტრუმენტის შესაძლო ცვეთის ინტენსიურობის განსაზღვრისათვის მნიშვნელოვანია ქანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების (ქანის კონტაქტური სიმტკიცე, ერთდერმა კუმშვაზე დროებითი წინააღმდეგობა, აბრაზიულობა) განსაზღვრა [1].

ტერმინში „კონტაქტური სიმტკიცე“ იგულისხმება ქანის თვისება, გაუწიოს წინააღმდეგობა დაშლას ზედაპირულ შრეში ადგილობრივი კონტაქტური ზემოქმედებისას.

თუ სიმაგრის კოეფიციენტი  $f$  პროფ. პროტოდიაკონოვის სკალის მიხედვით განზოგადოებულად აფასებს ქანის თვისებას სხვადასხვაგვარი მიმართულებით, რომლებიც მნიშვნელოვანია სამთო წარმოებისათვის, კონტაქტური სიმტკიცის მაჩვენებელი კი წინააღმდეგობის დაზუსტებული შეფასების საშუალებას იძლევა განსაზღვრული ტექნოლოგიური პროცესების ჯგუფის მიმართ, რომლებიც დაკავშირებულია ქანების დისპერსირებასთან ზედაპირულ შრეში. ამ თვალსაზრისით ის შეიძლება განვიხილოთ როგორც სპეციალიზებული სიმაგრის კოეფიციენტი. ამასთან, კონტაქტური სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდი მარტივია და გააჩნია რიგი უპირატესობისა ქანის სიმტკიცის მაჩვენებლების განსაზღვრის სხვა მეთოდებთან შედარებით.

კონტაქტური სიმტკიცე განსაზღვრულ იქნა ქანის ბუნებრივ არაგახეხილ ზედაპირში 2-3 მმ დიამეტრის ბრტყელმიმართიანი ცილინდრული შტამპის ჩაწნევით. ცდების რაოდენობა უმეტეს შემთხვევაში 8-10 -ს

შეადგენდა. ცალკეულ ქანებზე შტამპის ჩაწნევის რაოდენობა გაცილებით მეტი იყო. ეს აიხსნება იმით, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ქანების კონტაქტური სიმტკიცის მაჩვენებლის ცვალებადობის განსაზღვრა. ამისათვის გამოყენებული იქნა მათემატიკური სტატისტიკის ჩვეულებრივი კრიტერიუმები.

შტამპის ჩაწნევა თითოეულ შემთხვევაში ხდებოდა ნიმუშის ზედაპირის ახალ უბანზე. ჩაწნევის ცალკეულ ფოსოებს შორის მანძილი შეირჩა ისეთნაირად, რომ მეზობელი ამოტეხის ფოსოები არ შეერთებულიყო. დატვირთვა წარმოებდა ერთჯერადად ამოტეხის ფოსოს წარმოქმნამდე, რაც იწვევდა დატვირთვის მკვეთრ შემცირებას.

კონტაქტური სიმტკიცე განსაზღვრული იქნა ფორმულით

$$P_k = \frac{\sum_{i=1}^n P}{nF}$$

სადაც:  $P_k$  - არის კონტაქტური სიმტკიცე, კგ/მმ<sup>2</sup>;  $P$  - დატვირთვა მყიფე დაშლისას, კგ;  $n$  - ცდების რაოდენობა ქანის ერთ ნიმუშზე;  $F$  - შტამპის ფართობი, მმ<sup>2</sup>.

სამთო საქმეში პრაქტიკული მიზნებისათვის ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე პროფ. მ. პროტოდიაკონოვის მიერ შემოთავაზებული ქანის სიმაგრის კოეფიციენტი  $f$ . იგი გვიჩვენებს ქანის მონგრევისას მის წინააღმდეგობას დაშლაზე. სიმაგრის კოეფიციენტის ერთეულად მიღებულია ერთდერმა კუმშვაზე ქანის სიმტკიცის ზღვარი  $n_k$ , რომელიც ტოლია 10 მეგპა, ე.ი.

$$f = \frac{n_k}{10}$$

ქანების ერთდერმა კუმშვაზე სიმტკიცის ზღვარის განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ИД-40 ტიპის უნივერსალური მანქანა. სიმტკიცის მაჩვენებლები აღებული იქნა 32 მმ დიამეტრის და სიმაღლის ცილინდრული ფორმის ნიმუშების შეკუმშვისას მის სრულ დასკდომამდე, რასაც თან ახლდა დატვირთვის მკვეთრი შემცირება. ფუძეების მაქსიმალური არაპარალელურობა 1 გრადუსამდე იყო.

ერთდერმა კუმშვაზე ქანის სიმტკიცის ზღვარი განისაზღვრება ფორმულით

$$n_k = \frac{\sum_{i=1}^n P}{nF}$$

სადაც  $n_k$  არის დროებითი წინააღმდეგობა ერთდერმა კუმშვაზე, კგ/სმ<sup>2</sup>;  $P$  - დატვირთვა ნიმუშის დასკდომის მომენტისთვის, კგ;  $F$  - გამოსაცდელი ნიმუშის ფართობი, სმ<sup>2</sup>;  $n$  - მოცემული ტიპის ქანისთვის ცდების რაოდენობა.

ქანის აბრაზიულობა ესაა მისი თვისება გაცივითოს მასზე მოხახუნე ლითონი, სალი შენადნობი და სხვა მყარი სხეულები.

ქანის აბრაზიულობა განსაზღვრული იქნა სტენდზე, რომელიც დამონტაჟდა მაგიდის საბურღი დაზვის ბაზაზე 8 მმ დიამეტრის ფოლადის ღეროების ბრუნვითი მოძრაობისას გამოსაცდელი ქანის დამუშავებულ ზედაპირზე. ღერო დამაგრდა მაგიდის საბურღი დაზვის შპინდელში და მისი თითოეული ბოლო 10 წთ-ის განმავლობაში იცვითებოდა ქანის ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ღეროზე ღერძულმა ძალამ შეადგინა 150 ნ, ბრუნვის სიხშირემ კი – 400 წთ<sup>-1</sup>.

აბრაზიულობა განსაზღვრული იქნა ფორმულით

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{2n}$$

სადაც  $a$  - არის აბრაზიულობა, მგ;  $q_i$  - ფოლადის ღეროს მასის დანაკარგი ყოველ წვეთ ცდაზე, მგ;  $n$  - წვეთი ცდების რაოდენობა.

მოსალოდნელი იყო, რომ აბრაზიულობის განსაზღვრის ეს მეთოდი გამოუსადეგარია ისეთი არაერთგვაროვანი ქანებისთვის, როგორცაა ჭიათურის მანგანუმის საბადოს მადნები ჟღალი და ოლითური. მადნებში მაცემენტბელი ნივთიერება აღმოჩნდა ძალიან სუსტი. აბრაზიული მარცვლები, რომლებიც ცვეთენ ღეროებს აბრაზიულობის განსაზღვრისას, ექსპერიმენტების ჩატარების პროცესში ამოიფშვანა და ვერ მოასწრო საჭრისზე ზემოქმედება. ამიტომ ამ ქანების აბრაზიულობის მონაცემები მოცემულია პირობითად.

გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრილი 1

ნიმუშის პირობითი ნომერი	ქ ა ნ ი	აბრაზიულობის მაჩვენებელი, მგ
1.	ჭიათურის მანგანუმის საბადოს ქვიშაქვა	10,8
2.	ჭიათურის მანგანუმის საბადოს მადანი ჟღალი	54,5
3.	ჭიათურის მანგანუმის საბადოს ოლითური მადანი	88,7
4.	ჭიათურის მანგანუმის საბადოს კარბონატული მადანი	18,5
5.	გრანიტი	40,5
6.	ქვიშაქვა	37

მჭრელი იარაღის ცვეთის ხარისხი შეიძლება შეფასდეს სხვადასხვა მაჩვენებლებით - ცვეთის კრიტერიუმებით.

ცვეთის კრიტერიუმები შეიძლება გაიყოს ორ ჯგუფად: პირდაპირი (აბსოლუტური), რომლებიც მიიღება ცვეთის სიდიდის უშუალო გაზომვით და ირიბი (ფარდობითი).

ფარდობითი მახასიათებლები შეიძლება მიღებული იქნეს ცვეთის ნებისმიერი აბსოლუტური მახასიათებლისგან (ხაზოვანი, კვადრატული, კუბური). ეს მახასიათებლები, რომლებსაც შეიძლება ეწოდოს ხვედრითი ცვეთის მაჩვენებლები, განსაზღვრავენ ცვეთის სიდიდეს მჭრელი ინსტრუმენტის ქანთან კონტაქტის ერთეულ მანძილზე.

აბსოლუტური კრიტერიუმები გამოიყენება ცვეთის, ხოლო ფარდობითი - ცვეთის ინტენსიურობის შესაფასებლად.

ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევებით დადასტურდა [1], რომ ქანების კონტაქტურ სიმტკიცესა და საჭრისის უკანა წახნაგის ხაზოვან ცვეთას შორის არასაკმარისად მჭიდრო კორელაციური კავშირია. იგივე შედეგები იქნა მიღებული საჭრისის ხაზოვანი ცვეთისა და ქანის ერთღერძა კუმშვაზე დროებითი წინაღობის მაჩვენებლების კვლევისას. ამასთან დადგინდა, რომ საჭრისის უკანა წახნაგის ხაზოვან ცვეთასა და აბრაზიულობის მაჩვენებელს შორის არსებობს მჭიდრო კორელაციური კავშირი. აბრაზიულობის მაჩვენებელთან მჭიდრო კავშირშია აგრეთვე საჭრისის ქანთან კონტაქტის მანძილი ცვეთის ინტენსიურობის სტაბილიზაციის დაწყებამდე და საჭრისის ხაზოვანი ცვეთა ამავე უზანზე.

ცვეთის კრიტერიუმები შეიძლება განსაზღვრული იქნეს უშუალოდ მჭრელი ინსტრუმენტის გაზომვით

ან ცვეთის პროდუქტების აწონით, აგრეთვე ოპტიკური მეთოდით.

როგორც სპეციალური კვლევებით დასტურდება, მასშტაბიანი სახაზავით, აწონით და რადიოგრაფირებით ცვეთის კრიტერიუმების განსაზღვრა საკმაოდ რთული და არასაკმარისად ზუსტია.

ცვეთის გასაზომად უფრო მარტივი და მოსახერხებელია ანაბეჭდების მეთოდი. ამ მეთოდის უპირატესობაა დროის მცირე დანაკარგები და გაზომვის საკმარისად მაღალი სიზუსტე.

ანაბეჭდების ასაღებად გამოყენებული იქნა 30-40 მმ სისქის ტყვიის დისკოები. ანაბეჭდები აღებული იქნა უშუალოდ სტენდზე. ამისათვის ტყვიის დისკო დამაგრდა დაზვის პლანსაყელურზე საჭრისის სიმტკიცის ღერძის პერპენდიკულარულად. ჩაწევა განხორციელდა დაზვის სუპორტის დაშვებით, რომელშიც ჩამაგრდა დინამომეტრი და საჭრისი. ცვეთის გაზომვა მოხდა მას შემდეგ, რაც საჭრისმა გაიარა განსაზღვრული მანძილი. შემდეგ საიარაღო მიკროსკოპის საშუალებით განისაზღვრა საჭრისის ცვეთის პროფილი, აგრეთვე საჭრისის უკანა წახნაგზე ხაზოვანი ცვეთა და დაბლაგვების ფართობი. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ საჭრისის უკანა წახნაგზე დაბლაგვების ფართობი ჭრის სიბრტყეზე საჭრისის დაბლაგვების ფართობის პროექციაა. უკანა წახნაგზე საჭრისის ხაზოვანი ცვეთა გაიზომა მისი მაქსიმალური მნიშვნელობის ადგილებში.

წინა წახნაგზე საჭრისის ცვეთის პროფილის და ცვეთის გვერდითი პროფილის განსაზღვრა შესრულდა იმავე საიარაღო მიკროსკოპით.

ექსპერიმენტების ჩატარების პროცესში შესაძლებელია

აგრეთვე გაიზომოს საჭრისის პერიმეტრი ქანთან კონტაქტში. ამისათვის, ყოველი განაჭრის შემდეგ 10 წერტილში განაჭრის სიგრძეზე გაზომილი იქნა საჭრისის ქანზე გახეხილი ნაწილის სიგრძე და მისი საშუალო არითმეტიკული სიდიდე მიღებული იქნა პერიმეტრის სიდიდის მაჩვენებლად.

მჭრელი იარაღის ცვეთის კანონზომიერებების დადგენისას ჩატარებულმა მრავალმა ექსპერიმენტმა დაადასტურა, რომ როგორც ტანგენციური, ისე განმეორებითი ჭრის სახეობისას საჭრისის ცვეთას აქვს ასიმეტრიული ხასიათი.

საჭრისის ცვეთის ასიმეტრია გამოვლენული იქნა შემდეგი მეთოდიკით: საჭრისის უკანა წახნაგზე (სიმეტრიის ღერძზე) ცვეთის ზონის გარეთ დატანილი იქნა კაწრულა და მას შემდეგ, რაც საჭრისმა გაიარა გარკვეული მანძილი, განისაზღვრა საჭრისის დაბლაგვების ფართობის პროექცია ტყვიის ფირფიტაში საჭრისის ჩაწვევის გზით. მიღებული ანაბეჭდი სიმეტრიის ღერძის მიმართ პირობითად გაყოფილი იქნა ორ ნაწილად: მარცხენა და მარჯვენა. ცვეთის ასიმეტრია შეფასდა ასიმეტრიის კოეფიციენტის სიდიდის მიხედვით და გამოთვლილი იქნა ფორმულით

$$K_s = \frac{F_1}{F_2}$$

სადაც  $K_s$  - არის ასიმეტრიის კოეფიციენტი;  $F_1$  - დაბლაგვების ფართობის მარცხენა ნაწილი საჭრისის სიმეტრიის ღერძის მიმართ, სმ<sup>2</sup>;  $F_2$  - დაბლაგვების ფართობის მარჯვენა ნაწილი საჭრისის სიმეტრიის ღერძის მიმართ, სმ<sup>2</sup>.

ჩატარებული კვლევების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ გვირაბგასაცვანი მანქანების შემსრულებელი ორგანოების მჭრელ იარაღზე მოქმედი ძალების განაგარიშებისას ჭრის სხვადასხვა სახეობისთვის, ქანების სიმტკიცის ყველაზე უფრო უტყუარი კრიტერიუმია კონტაქტური სიმტკიცე.

სამთომომპოვებელი მანქანების გაანგარიშებასთან დაკავშირებული რიგი საინჟინრო ამოცანების გადასაწყვეტად (მწარმოებლურობის განსაზღვრა, გამოყენების სფეროს დადგენა, ქანის დაშლის რეჟიმის ყველაზე უფრო მიზანშეწონილი პარამეტრების შერჩევა), საჭიროა არა მარტო ქანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საშუალო მნიშვნელობების ცოდნა, არამედ მათი ცვლილებების სააღბათო დიაპაზონების დადგენაც, რომლებიც განპირობებულია როგორც სამთო-ტექნოლოგიური პირობებით, ისე ქანის არაერთგვაროვნობით მისი პეტროგრაფიული შედგენილობის ცვლილების გამო.

ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ დღემდე ქანების ვარიაციის კანონზომიერება (ნახშირის გარდა) ცუდადაა შესწავლილი. ამიტომ ჩვენ მიერ ჩატარდა კვლევები ჭიათურის მანგანუმის საბადოს ქანების და მადნის კონტაქტური სიმტკიცის მაჩვენებლების ვარიაციის შესწავლის მიზნით.

კონტაქტური სიმტკიცის მაჩვენებლების ანალიზის შედეგად დადგენილი იქნა კონტაქტური სიმტკიცის განაწილების კანონი.

განაწილების თეორიული მრუდის შესაფასებლად, რომელიც უახლოვდება მოცემულ ემპირიულ

განაწილებას, განისაზღვრა შემდეგი მახასიათებლები:

ა. ერთობლიობის საშუალო მნიშვნელობა

$$P_{საშ} = P_0 + hm_1$$

ბ. საშუალო კვადრატული გადახრა

$$h = h\sqrt{\mu_2}$$

გ. ასიმეტრია

$$S = \frac{\mu_3}{\sqrt{\mu_2^3}}$$

დ. ექსცესი

$$E = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3 \quad E = \frac{\mu_4}{\mu_3^3} - 3$$

სადაც:  $\mu_2, \mu_3, \mu_4$  - არის ემპირიული განაწილების

მეორე, მესამე და მეოთხე ცენტრალური მომენტები.

ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სხვადასხვა ქანებისთვის კონტაქტური სიმტკიცის მაჩვენებლების განაწილება დაახლოებით ერთნაირია და შესაბამისაა განაწილების ნორმალურ კანონს.

ნახაზზე 1 ნაჩვენებია ქვიშაქვის კონტაქტური სიმტკიცის ემპირიული განაწილების (ა) და განაწილების ფუნქციის (ბ) მრუდები. პირსონისა და ხოლომოგოროვის თანხმობის კრიტერიუმის თანახმად ჩატარებულმა შემოწმებამ ცხადყო, რომ ადგილი აქვს კონტაქტური სიმტკიცის განაწილების ნორმალურ კანონს.

სამთო მანქანების მჭრელი ინსტრუმენტის ცვეთამდეგობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია, რომელზეც დამოკიდებულია ქანის ჭრით დაშლის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა. ამასთან, ის განსაზღვრავს სხვადასხვა სამთო მანქანის და მექანიზმის გამოყენების შესაძლო არეს. ამიტომ მჭრელი იარაღის საექსპლუატაციო მედეგობის ამაღლების გზებს და საშუალებებს ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება.

აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია განხორციელდეს შემდეგი სამი მიმართულებით:

1. ქანის დაშლის რეჟიმის პარამეტრების გაუმჯობესება;
2. მჭრელი იარაღის სრულყოფა;
3. ქანის თვისებების ხელოვნური შეცვლა (სიმაგრის შემცირება).

ადრე ჩატარებული კვლევების ანალიზი გვჩვენებს, რომ კვლევები ძირითადად ჩატარებულია პირველი მიმართულებით. მჭრელი იარაღის სრულყოფაში შეიძლება გამოვყოთ რამდენიმე მიმართულება:

- ა. საჭრისის ყველაზე უფრო რაციონალური გეომეტრიის შერჩევა;
- ბ. იმ მასალის ცვეთამდეგობის გაზრდა, რომლითაც აღჭურვილია საჭრისი;
- გ. საჭრისის საჭერელას ფოლადის და სარჩილის ხარისხის გაუმჯობესება;
- დ. ინსტრუმენტის დამზადების ტექნოლოგიის

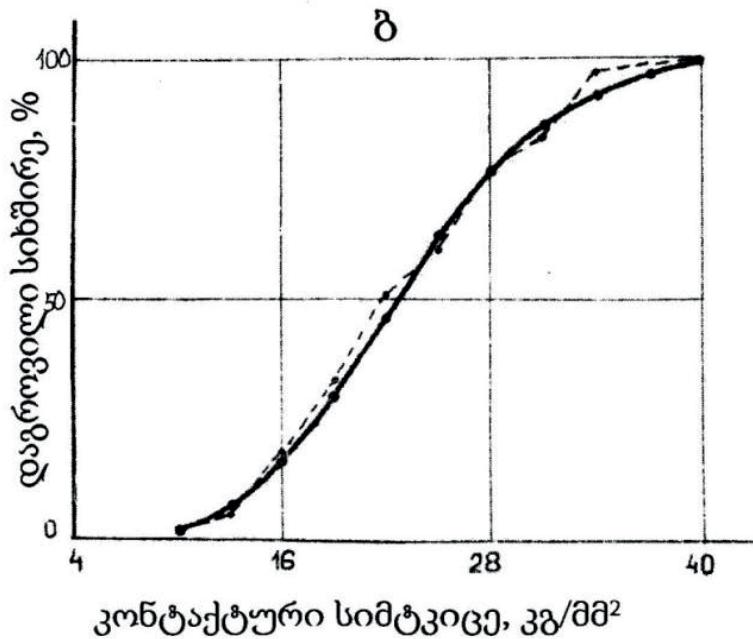
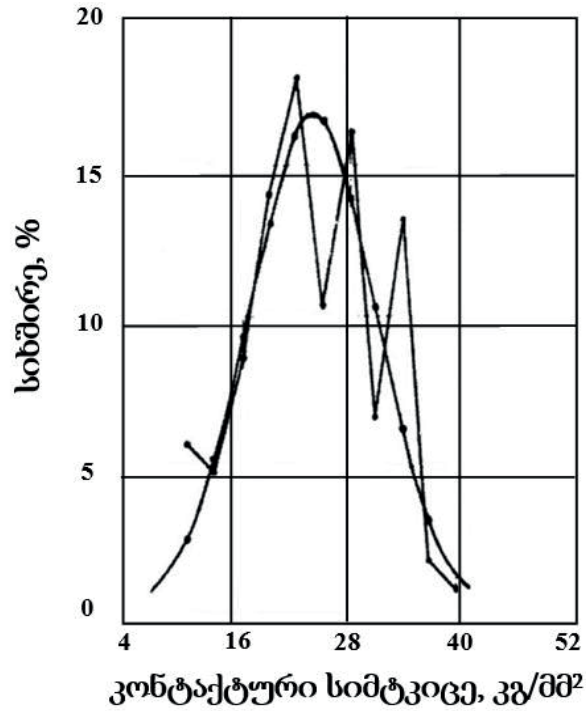
გაუმჯობესება;

ე. დამაგრების სიხისტის გაზრდა.

ზემოაღნიშნული მიმართულებებიდან ჩვენი აზრით ყველაზე უფრო აქტუალურია გვირაბგასაყვანი კომბინების შემსრულებელი ორგანოებისათვის მტკიცე და ცვეთამდეგი საჭრისების შექმნა. ამ მიზნით ჩვენს მიერ დაპროექტდა რამდენიმე ექსპერიმენტული საჭრისი, რომლებიც გამოიცადა ლაბორატორიულ პირობებში. ექსპერიმენტული საჭრისების ძირითადი პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 2. სერიული PK-8 საჭრისები

ქანის დაშლისთვის სხვა საჭრისებთან შედარებით უფრო მაღალი ცვეთამდეგობისაა, თუმცა არასაკმარისად ეფექტურია.

ჩვენს მიერ გათვალისწინებული იქნა გვირაბგასაყვანი კომბინების შემსრულებელი ორგანოებისათვის მტკიცე და ცვეთამდეგი ინსტრუმენტის შექმნის აქტუალურობა და დამზადდა ექსპერიმენტული საჭრისების რამდენიმე ტიპი, რომლებიც PK-8 საჭრისებთან ერთად გამოცდილი იქნა ლაბორატორიულ პირობებში.



ნახ. 1. ქვიშაქვის კონტაქტური სიმტკიცის ემპირიული და თეორიული განაწილების (ა) და განაწილების ფუნქციის (ბ) მრუდები

**სენალიზი - АНАЛИЗ - ANALYSIS**

ლაბორატორიული კვლევები ჩატარდა ტანგენციური და განმეორებითი ჭრის სახეობებისათვის ქვიშაქვის ბლოკების ჭრისას, რომელთა კონტაქტური სიმტკიცე  $P_c=84$  კგ/მმ<sup>2</sup>, აბრაზიულობა  $\alpha=32,2$  მგ. საჭრისის დახრის კუთხემ ჭრის სიბრტყესთან შეადგინა 45°, საფეხურის სიმაღლე  $H=30$  მმ, ჭრის ბიჯი  $t=5$  მმ. ჭრის სიჩქარე იყო

მუდმივი და შეადგინა 0,22 მ/წმ. გარკვეული მანძილის გავლის შემდეგ ფიქსირდებოდა საჭრისის ხაზოვანი ცვეთა და საჭრისის უკანა წახნაგზე დაბლაგვების ფართობის პროექციის სიდიდე ჭრის სიბრტყეზე. ყველა საჭრისის არმირებული იყო სალი შენადნობის ერთიდაიგივე ტიპით – (BK-8B).

**ცხრილი 2**

საჭრისების ძირითადი პარამეტრები	განზომილება	ЭР-3	ЭР-4	ЭР-5	ЭР-6	ЭР-7	ЭР-8
წინა კუთხე	გრად.	-10	-10	-10	-10	-10	-10
უკანა კუთხე	გრად.	10	10	10	10	10	10
წაწვეტების კუთხე	გრად.	90	90	-	90	90	90
წინა წახნაგის ფორმა	-	ბრტყე-ლი	ბრტყე-ლი	სოლისე-ბრი	ბრტყე-ლი	ცალ-მხრივი	ცერო-ბითი
მჭრელი წიბოს მომრგვალების რადიუსი	მმ	10	-	-	6	8	10
სალი შენადნობის ტიპი		BK-8B	BK-8B	BK-8B	BK-8B	BK-8B	BK-8B
სალი შენადნობის ფირფიტის სისქე	მმ	10 (მაქს)	7	8 (მაქს)	7	7	7
საჭერელას დიამეტრი (ჩასასმელი)	მმ	30	30	30	30	30	30
საჭერელას კონუსურობა		1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20
კილოს ფორმა		ღია, გადაწეული	ღია	ღია	ღია	ღია	ღია

იმის გათვალისწინებით, რომ ჩვენი მიზანი იყო მჭრელი ინსტრუმენტის ცვეთამდეგობის გაზრდის გზების ძიება, გამოყენებული იქნა არა მარტო ფირფიტები, რომლებიც შედგება ერთი სალი შენადნობისაგან, არამედ რამდენიმე სალი შენადნობიანი ფირფიტებიც შრეებში კომპონენტების სხვადასხვა რაოდენობით. კერძოდ, გამოყენებულ იქნა ორშრიანი ფირფიტები, რომელთა წინა ნაწილზე დამაგრებული იყო BK-4 სალი ცვეთამდეგი შენადნობი, ხოლო საჭერელასთან კონტაქტში იყო 6 მმ სისქის BK-15 შენადნობის შრე. ამ უკანასკნელს გააჩნია მეტი სიბლანტე. ასეთი საჭრისები დამზადდა სპეციალური ტექნოლოგიით და მიენიჭა ინდექსი ЭР-3ა.

როგორც ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა ყველაზე მაღალი ცვეთამდეგობა აღმოაჩნდათ ЭР-3ა საჭრისებს, რომლებიც არმირებული იყო BK-(4-15) სალი შენადნობის ორშრიანი ფირფიტით. ამ ტიპის საჭრისის უკანა წახნაგის მაქსიმალური ხაზოვანი ცვეთა დაახლოებით 1,9 –ჯერ ნაკლებია PK-8 საჭრისის ცვეთასთან შედარებით.

დანარჩენი საჭრისებიდან, რომლებიც აღჭურვილი იყვნენ BK-8 ტიპის სალი შენადნობით, ყველაზე მაღალი ცვეთამდეგობა აღმოაჩნდა ЭР-3 და ЭР-8 საჭრისებს, რომლებიც მიღებული იქნა PK-8 საჭრისის ბაზაზე მისი გადაჩარხვის გზით ისეთნაირად, რომ საჭრისის ქანთან კონტაქტის პერიმეტრი შემცირდა. ამის შედეგად შემცირდა საჭრისის ცვეთაც.

საცდელი საჭრისებიდან ყველაზე დაბალი ცვეთამდეგობა აღმოაჩნდა ЭР-4 საჭრისს. საჭრისის ცული გეომეტრიის გამო ქანზე საჭრისის ხახუნის პერიმეტრის სიდიდე აღმოჩნდა დიდი.

ЭР-5 საჭრისის მჭრელი წიბო ჭრის დასაწყისში

სწრაფად გაცვდა, ხოლო შემდეგ პროცესი PK-8 საჭრისის ცვეთის ანალოგიური იყო. ამასთან, სავარაუდოდ, მცირე აბრაზიული ქანების დაშლისას, ЭР-5 საჭრისის გამოყენების ეფექტურობა გაიზარდა.

ანალოგიური შედეგები იქნა მიღებული იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ცვეთის კრიტერიუმად მიღებული იქნა ჭრის სიბრტყეზე საჭრისის უკანა წახნაგზე დაბლაგვების ფართობის პროექცია.

PK-8, ЭР-3 და ЭР-8 საჭრისები არმირებული იყო ერთიდაიგივე სალი შენადნობით, მათი დამზადების ტექნოლოგია და დამაგრების ხერხი იყო ერთნაირი. ამრიგად, ЭР-3 და ЭР-8 საჭრისების ცვეთამდეგობის გაზრდა შეიძლება აიხსნას საჭრისების გეომეტრიის შეცვლით.

ცნობილია, რომ თანამედროვე ტექნიკის განვითარების ერთ-ერთი მთავარი თავისებურებაა მედეგი მასალების მოკვლევა და სამრეწველო გამოყენება. სამწუხაროდ, მჭრელი იარაღისთვის ასეთი მასალების შექმნაში, ვოლფრამისა და კობალტის სალი შენადნობების პრაქტიკაში დანერგვის შემდეგ, პროგრესი არ შეინიშნება.

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა კვლევები ЭР-8 საჭრისებით აგრეთვე თიხიანი ფიქლების (Pk=18,6 კგ/მმ<sup>2</sup>,  $\alpha=1,1$  მგ) რღვევისას. საჭრისები აღჭურვილი იყო BK-4B, BK-6B, BK-8, BK-8B და BK-9 სალი შენადნობებით. ჭრის სიჩქარე იყო მუდმივი – 0,43 მ/წმ, ასევე ერთნაირი იყო თითოეული ტიპის საჭრისის მუშაობის ხანგრძლივობა.

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე კარგი ცვეთამდეგობა მიიღება BK-4B, BK-6B, BK-8B და სალი შენადნობების გამოყენებისას, რაც დადასტურებულია აგრეთვე რიგი სხვა ავტორების მიერ [2].

ჩატარებული კვლევების შედეგები გვიჩვენებს, რომ გვირაბგასაყვანი კომბინების შემსრულებელი ორგანოები მიზანშეწონილია აღჭურვოს ორი ტიპის მჭრელი იარაღით:

ა) 60 კგ/მმ<sup>2</sup>-მდე კონტაქტური სიმტკიცის და 20 მგ-მდე აბრაზიულობის ქანების მოსანგრევად საჭრისებით,

რომლებიც არმირებულია BK-4B, BK-6B ან BK-8B სალი შენადნობებით;

ბ) 100 კგ/მმ<sup>2</sup>-მდე კონტაქტური სიმტკიცის მცირე აბრაზიულობის ქანების მოსანგრევად საჭრისებით, რომლებიც აღჭურვილია BK-8B სალი შენადნობებიანი ფირფიტებით ან მრავალშირიანი შენადნობებით BK - (4 - 15).

ცხრილი 3

სალი შენადნობის ტიპი	საჭრისის უკანა წახნაგის ხაზოვანი ცვეთა	საჭრისის უკანა წახნაგზე ცვეთის ფართობი		
	მმ	%-ებში BK-4B შენადნობის ხაზოვანი ცვეთიდან	მმ <sup>2</sup>	%-ებში BK-4B შენადნობის ცვეთის ფართობიდან
BK-6B	4,4	113	35,8	113
BK-4B	3,9	100	31,3	100
BK-B	6,4	165	60,9	194
BK-8B	4,8	125	36,1	115
BK-9	6,8	175	63,2	198

ორივე შემთხვევაში მჭრელი წიბო მიზანშეწონილია იყოს ოვალური ან კომბინირებული ფორმის, ხოლო წინა წახნაგი - ბრტყელი ან ცალმხრივი ცერობით.

ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ იმ საჭრისების გამოყენება, რომლებიც არმირებულია ორშირიანი სალი შენადნობის ფირფიტებით და გააჩნიათ PK-8 საჭრისებთან შედარებით უფრო რაციონალური გეომეტრია, მნიშვნელოვნად ზრდის ინსტრუმენტის ცვეთამედეგობას და ავართოებს მისი ეფექტური გამოყენების არეს. ამასთან, საჭიროა ამ მიმართულებით კვლევების გაგრძელება მაგარი ქანების

მოსანგრევად გვირაბგასაყვანი მანქანების გამოყენების არის გაზრდის მიზნით.

**ლიტერატურა**

1. აბეჟანიშვილი. ქანის ტანგენციური ჭრის სახეობის ძირითადი კანონზომიერებები და მათი ანალიზი. სამთო ჟურნალი, # 1 (45), თბილისი, 2022. გვ. 74-79.
2. Барон Л.И., Глатман Л.Б., Степановский Е.А. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. Разрушение тангенциальными инструментами. Наука, Москва, 1978. 170 с.

**BEZHANISHVILI A.  
INFLUENCE OF ROCK PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES ON THE CUTTING TOOL WEAR AND MEANS FOR TOOLS WEAR RESISTANCE INCREASING**

**ANNOTATION.** Importance of rock contact strength, ultimate strength to uniaxial compression and abrasivity index for determination rock resistance to destruction and wear rate of different types of cutting tools for tangential cutting is elaborated. It is established by experiment, that wear of cutting tools for all types of destruction is asymmetric. Experimental design of cutting tools with asymmetric cutting edge, unilateral bevel of front edge and asymmetric disposition of carbide alloy is elaborated and investigated, wear rate of which is more, than wear rate of PK – 8 serial cutting tools. Lower specific wear have cutting tools, reinforced with layer discs of carbide alloy. Application of such discs will considerably expand possible field of cutting tools effective utilization.

**KEY WORDS:** abrasivity; contact strength; ultimate strength to uniaxial compression; wear; wear rate; tool; carbide alloy; asymmetry; specific wear; distribution law.

**БЕЖАНИШВИЛИ А. Г.  
ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИЗНОС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЗЦОВ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье рассмотрено значение показателей контактной прочности, временного сопротивления пород одноосному сжатию и абразивности для определения сопротивляемости породы разрушению и интенсивности изнашивания режущего инструмента разных типов. Экспериментально установлено, что практически для всех видов резания износ реза имеет асимметрический характер. Разработаны и исследованы резы экспериментальной конструкции с асимметричной формой режущей кромки, односторонним скосом передней кромки и асимметричным расположением пластинки твердого сплава, износостойкость которых выше износостойкости серийных резцов РК-8. Самый низкий удельный износ показали резы, армированные двухслойными пластинками твердого сплава BK-(4-15). Применение таких пластинок значительно расширит возможную область эффективного использования режущего инструмента.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** абразивность, контактная прочность; предел прочности одноосному сжатию; износ; износостойкость; резец; твердый сплав; асимметрия; удельный износ; закон распределения.



ასოცირებული პროფესორი ვ. ხითაიშვილი, პროფესორი ნ. ჯვარელია, ასოცირებული პროფესორი მ. ძითოშვილი, დოქტორანტი ი. ბაჟუაშვილი  
**ეფექტური საბურღი ხსნარების გავლენა გვირგვინის გავლაზე და კვლევის შედეგების მათემატიკურ - სტატისტიკური დამუშავება**

ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია შერჩეული ეფექტური საბურღი ხსნარების, კერძოდ CR-650 პოლიმერული ფხვნილის (პოლიაკრილამიდის) დამატებით მიღებული პოლიმერული ხსნარის, დიზელის საწვავის (სოლარის ზეთის) ფუძეზე დამზადებული ემულსიური ხსნარისა და კარბოქსილმეთილ-ცელულოზით დამუშავებული თიხამცირე ხსნარის გავლენა ალმასებიანი გვირგვინების საშუალო გავლაზე. ჩატარებული კვლევების საშუალებით დადგინდა, რომ CR-650 პოლიმერული ფხვნილის (პოლიაკრილამიდის) დამატებით მიღებული პოლიმერული საბურღი ხსნარის გამოყენებით ჭაბურღილების საძიებო სვეტური ბურღვის მეთოდით გაყვანისას გავლა ალმასებიანი გვირგვინებზე სხვა სახის საბურღი ხსნარებთან შედარებით მნიშვნელოვნად გაიზარდა და შეადგინა 22 მეტრი. მიღებულ საწარმოო პირობებში კვლევების შედეგებზე ჩატარებულ იქნა მათემატიკურ - სტატისტიკური დამუშავება დისპერსიული და რეგრესიული ანალიზის მეთოდებით. დისპერსიული ანალიზის მეთოდმა აჩვენა, რომ ჩატარებული ექსპერიმენტები სამართლიანი და უტყუარია, ხოლო რეგრესიული ანალიზის მეთოდით მიღებულ იქნა ფორმულები, რომლებიც მიახლოებითი სიზუსტით

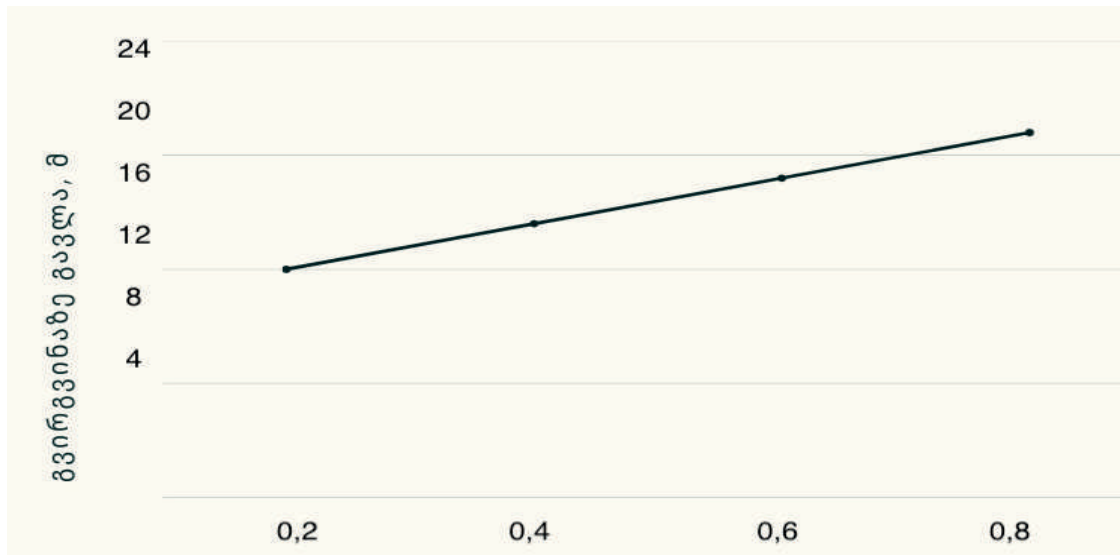
გვირგვინებს საბურღი ხსნარების დანამატების შემცველობების გავლენას ალმასებიანი გვირგვინების გავლაზე.

საკვანძო სიტყვები: საბურღი ხსნარი; დანამატები; მათემატიკური სტატისტიკური დამუშავება; დისპერსიული ანალიზი; რეგრესიული ანალიზი.

ბოლნისის რაიონის პოლიმეტალურ საბადოზე ჭაბურღილების საძიებო სვეტური ბურღვისას ჩატარებული კვლევების შედეგად შესწავლილია საბურღი სითხედ გამოყენებული CR - 650 პოლიმერული ფხვნილით (პოლიაკრილამიდით) დამუშავებული პოლიმერული ხსნარის, დიზელის საწვავის დამატებით შემუშავებული ემულსიური ხსნარის და ასევე KML-ით (კარბოქსილმეთილ-ცელულოზით) დამუშავებული თიხამცირე (თიხის შემცველობა შეადგენს 4 % - ს) ხსნარის ზემოქმედება გვირგვინის გავლაზე.

ნახ. 1 - ზე წარმოდგენილია პოლიმერული ხსნარის ზემოქმედება ალმასებიანი გვირგვინის გავლაზე.

CR - 650 პოლიმერული ფხვნილის (პოლიაკრილამიდის) შემცველობა, %.

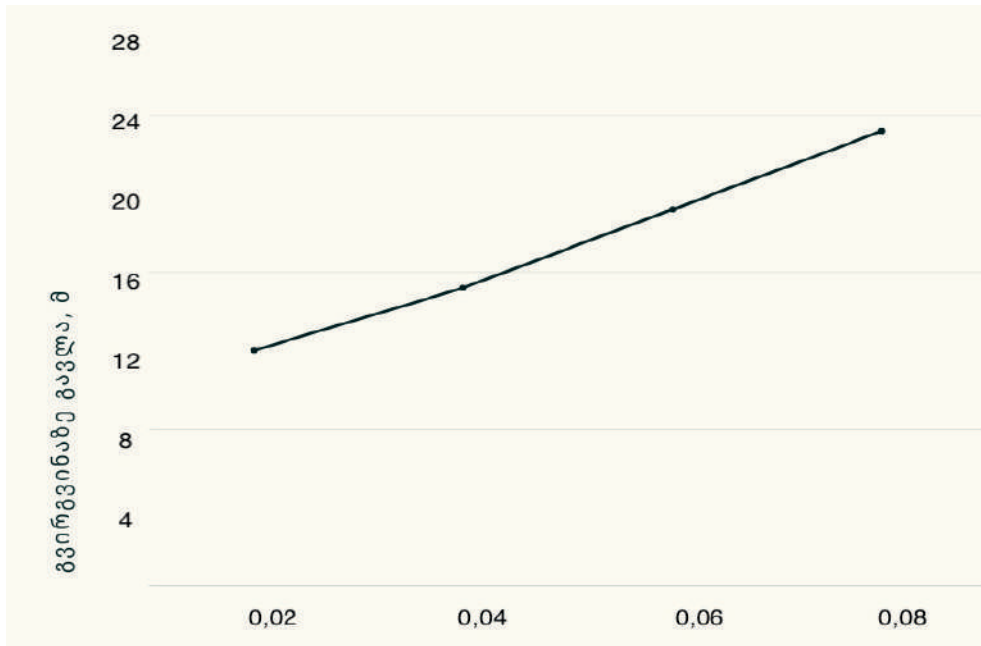


ნახ. 1. პოლიმერული ხსნარის ზემოქმედება ალმასებიანი გვირგვინის საშუალო გავლაზე

ნახ. 1 - დან ჩანს, რომ პოლიმერულ ხსნარში CR - 650 პოლიმერული ფხვნილის 0, 08 % - მდე დამატებისას, გვირგვინაზე გავლა მაქსიმუმ სიდიდეს (21 მ - ს) აღწევს, ხოლო 0,08 % - ზე მეტად CR - 650 პოლიმერული

ფხვნილის შემცველობის გაზრდისას, ხსნარში გავლა გვირგვინაზე პრაქტიკულად არ იზრდება.

ნახ. 2 - ზე ნაჩვენებია ემულსიური ხსნარის ზეგავლენა ალმასებიანი გვირგვინის გავლაზე.



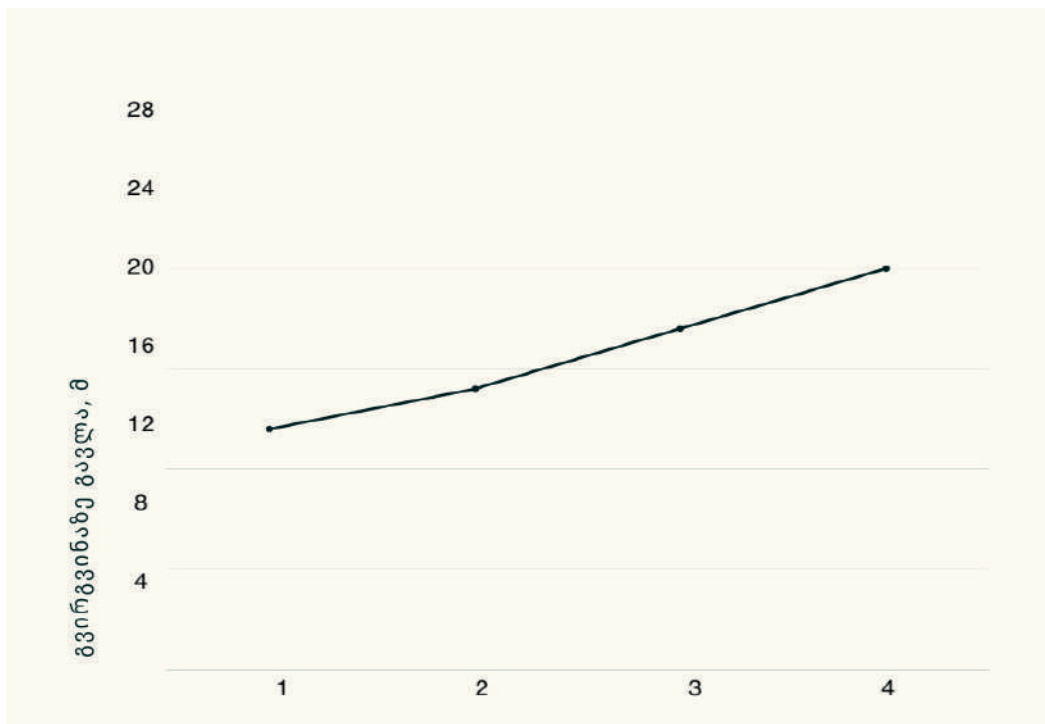
ნახ. 2. ემულსიური ხსნარის ზეგავლენა ალმასებიანი გვირგვინის საშუალო გავლაზე

დიზელის საწვავის (სოლარის ზეთის) შემცველობა, %.

ნახ. 2 - ზე მოცემული გრაფიკული დამოკიდებულება გვიჩვენებს, თუ რამდენად იზრდება გავლა ალმასებიან გვირგვინაზე ხსნარში 4 % დიზელის საწვავის (სოლარის ზეთის) დამატებისას. გავლა ალმასებიან გვირგვინაზე მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევს (18,5 მ). დიზელის საწვავის

4 % - ზე მეტი შემცველობის გაზრდისას ხსნარში გავლა გვირგვინაზე არ იზრდება.

ნახ. 3 - ზე გამოსახულია თიხამცირე ხსნარის, რომელიც დამოკიდებულია კარბოქსილმეთილცელულოზით (KMLI), ზემოქმედება ალმასებიანი გვირგვინას საშუალო გავლაზე.



ნახ. 3 . თიხამცირე ხსნარში კარბოქსილმეთილცელულოზის შემცველობა

ნახ. 3 - ზე წარმოდგენილი მრუდიდან ჩანს, თუ რა სიდიდით იზრდება გავლა ალმასებიან გვირგვინაზე თიხამცირე ხსნარში კარბოქსილმეთილცელულოზის შემცველობის გაზრდისას. გავლა გვირგვინაზე მატულობს 17,5 მ-დე კარბოქსილმეთილცელულოზის 0,8 % - მდე კონცენტრაციის დროს. აღნიშნული რეაგენტის 0,8 % - ზე მეტი შემცველობის მომატებისას თიხამცირე ხსნარში გავლა გვირგვინაზე არ იზრდება.

ბოლნისის რაიონის პოლიმეტალურ საბადოზე ძვირფასი ლითონების დასაძიებელ ტერიტორიაზე საძიებო სვეტური ჭაბურღილების ბურღვისას ზემოთ აღნიშნული ჩატარებული კვლევის შედეგების მათემატიკურ - სტატისტიკური დამუშავებისას გამოყენებულ იქნა დისპერსიული და რეგრესიული ანალიზის

მეთოდები. დისპერსიული ანალიზის მეთოდის გამოყენებისათვის 4 – 4 - ჯერ ჩატარებულ იქნა საწარმოო ექსპერიმენტები. კერძოდ, პოლიმერული ხსნარებით ჭაბურღილები გაიბურღა და ამ სამუშაოების ჩატარებისას შესწავლილ იქნა CR – 650 პოლიმერული ფხვნილით (მისი შემცველობა 0, 09 %) დამუშავებული პოლიმერული ხსნარის ზემოქმედება ალმასებიანი გვირგვინების გავლაზე. იგივე ექსპერიმენტები ჩატარდა ემულსიური ხსნარებით, რომელშიც დამატებული იყო დიზელის საწვავიეფექტური კონცენტრაციით 4 % და თიხამცირე ხსნარები პოლიაკრილამიდის დამატებით, რომლის შემცველობა თიხამცირე ხსნარში იქნებოდა 0, 8 %.

ჩატარებული ექსპერიმენტებით მიღებული მონაცემები შეტანილია პირველ ცხრილში.

ცხრილი 1

ჩატარებული ექსპერიმენტებით მიღებული მონაცემები.

საბურღი ხსნარების სახეები	ჩატარებული ექსპერიმენტების რიცხვი	გავლა ალმასებიან გვირგვინაზე, მ.
პოლიმერული ხსნარი CR – 650 პოლიმერული ფხვნილით (ეფექტური შემცველობა 0,09 %)	4	20; 20,5; 21; 21,5;
ემულსიური ხსნარი დიზელის საწვავი (ეფექტური შემცველობა 4 %)	4	17; 17,5; 18; 18,5;
თიხამცირე ხსნარი (თიხის შემცველობა 4 %), კარბოქსილმეთილცელულოზა, (ეფექტური შემცველობა 0,8 %).	4	16,5; 17; 17,5; 18;

ცხრილი 1 - დან აღებული ალმასებიანი გვირგვინების გავლის მონაცემების მიხედვით განვსაზღვროთ:

$$\sum X = 20 + 20,5 + 21 + 21,5 + 17 + 17,5 + 18 + 18,5 + 16,5 + 17 + 17,5 + 18 = 222$$

$$\sum X^2 = 20^2 + 20,5^2 + 21^2 + 21,5^2 + 17^2 + 17,5^2 + 18^2 + 18,5^2 + 16,5^2 + 17^2 + 17,5^2 + 18^2 = 1476,5$$

$$X_{(ს.შ)} = 222 : 12 = 18,5$$

გადახრათა მნიშვნელობების კვადრატების ჯამს ზოგად საშუალო მნიშვნელობებიდან უწოდებენ ზოგად დისპერსიას ( $D^2$ ):

$$D^2 = \sum X^2 - (\sum X)^2 / n$$

ამ ფორმულიდან n წარმოდგენს ვარირებული ნიშნების X სიდიდეების რიცხვს:

$$D^2 = 4176,5 - (222)^2 / 12 = 4176,5 - 4107 = 69,5$$

ფაქტორივი ერთობლივი ნიშნების დაჯგუფების შემდეგ და თითოეულ ჯგუფში შედეგობრივი ნიშნის საშუალო მნიშვნელობის მოსაძებნად გამოითვლება შესაბამისი დისპერსია.

$$X_{1(ს.შ)} = \sum X_1 / n_1 = 83 / 4 = 20,75$$

$$X_{2(ს.შ)} = \sum X_2 / n_2 = 71 / 4 = 17,75$$

$$X_{3(ს.შ)} = \sum X_3 / n_3 = 68 / 4 = 17$$

ზოგადი დისპერსია დანაწევრებულია დისპერსიებად ფაქტორების გათვალისწინებით. მივიღებთ  $D_F^2$  ფაქტორულ დისპერსიას, რომელიც ჯგუფთაშორის დისპერსიის ანალოგიურია და ნარჩენ (შემთხვევით)  $D_0^2$  დისპერსიას, რომელიც ჯგუფის შიგა დისპერსიის ანალოგიურია.

ფაქტორული და შემთხვევითი დისპერსიები გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$D_F^2 = \sum (X_{i(ს.შ)} - X_{(ს.შ)})^2 \cdot n_i$$

$$D_0^2 = D^2 - D_F^2$$

სადაც  $X_{(საშ)}$  - ზოგადი საშუალოა;  $X_{i(საშ)}$  - ჯგუფური საშუალოა;  $n_i$  - ჯგუფების რიცხვია. გამოვიანგარიშოთ ფაქტორული დისპერსია:

$$\begin{aligned} D_F^2 &= (X_{1(საშ)} - X_{(საშ)})^2 \cdot n_1 + (X_2 - X_{(საშ)})^2 \cdot n_2 + (X_3 - X_{(საშ)})^2 \cdot n_3 = \\ &= (20,75 - 18,5)^2 \cdot 4 + (17,75 - 18,5)^2 \cdot 4 + (17 - 18,5)^2 \cdot 4 = \\ &= 5,06 \cdot 4 + 0,56 \cdot 4 + 2,25 \cdot 4 = 20,24 + 2,24 + 9,00 = 31,48 \end{aligned}$$

ნარჩენი (შემთხვევითი) დისპერსია გამოითვლება ფორმულით:

$$D_0^2 = 69,5 - 31,48 = 38,02$$

$D_F^2 / D_0^2$  შეფარდების სიდიდე  $31,48 / 38,02 = 0,83$  ახასიათებს ფაქტორული ნიშნის გავლენას ჩატარებული კვლევების პროცესზე. აღნიშნული დასკვნის სისწორის დასაბუთებისათვის წინასწარ განისაზღვრება დისპერსია თავისუფლების ერთ ხარისხზე  $\sigma^2$ . ერთფაქტორული კომპლექსის დროს ფაქტორული დისპერსია გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\sigma_F^2 = \sum (X_{i(საშ)} - X_{(საშ)})^2 \cdot f_i$$

აქ  $f_F$  თავისუფლების ხარისხის რიცხვია.

$$\begin{aligned} \sigma_F^2 &= [(X_{1(საშ)} - X_{(საშ)})^2 + (X_{2(საშ)} - X_{(საშ)})^2 + (X_{3(საშ)} - X_{(საშ)})^2] / f_F \\ f_F &= Z - 1 \end{aligned}$$

სადაც  $Z$  - განაწილების პარამეტრების რიცხვია  $Z = 3$ ,  $f_F = 3 - 1 = 2$   
ჩავსვათ რიცხვითი მნიშვნელობები:

$$\begin{aligned} \sigma_F^2 &= [(20,75 - 18,5)^2 + (17,75 - 18,5)^2 + (17 - 18,5)^2] / 2 = [2,25^2 + (-0,75)^2 + (-1,5)^2] / 2 = \\ &= (5,06 + 0,56 + 2,25) / 2 = 7,87 / 2 = 3,94 \end{aligned}$$

$$\sigma_0^2 = D_F^2 / D_0^2 = 31,48 / 38,02 = 0,83$$

შემდეგ ხდება ფიშერის კრიტერიუმის გამოთვლა:

$$F = \sigma_{F0}^2 / \sigma_0^2 = 3,94 / 0,83 = 4,74$$

დისპერსიული ანალიზით მიღებული მონაცემები წარმოდგენილა ცხრილში 2.

ცხრილი 2

დისპერსიული ანალიზის მეთოდის გამოყენებით მიღებული შედეგები

ვარიაციის წყაროები	გადახრის კვადრატების ჯამი	ხარისხობრივი თავისუფლების რიცხვი	დისპერსია ერთთა თავისუფლების ხარისხზე	F = 6 <sup>2</sup> F / 6 <sup>2</sup>	F <sub>x</sub> ალბათობისას	
					0,95	0,99
ფაქტორული	31,48	2	15,74	4,74	1,10	1,15
ნარჩენი	38,02	10	3,32			
ზოგადი	69,5	12				

როდესაც  $F > F^X$ , ამ შემთხვევაში ჩაითვლება, რომ საბურღი ხსნარში დამატებული CR – 650 პოლიმერული ფხვნილის (პოლიკრილამიდის), დიზელის საწვავის (სოლარის ზეთის) და კარბოქსილმეთილცელულოზის გავლენა საბურღი გვირგვინის გავლის გზაზე უტყუარია ( $F^X$  წარმოადგენს ცხრილებიდან აღებულ ფიშერის კრიტერიუმს):

$$4,17 > 1,15$$

რაც გვიჩვენებს, რომ ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგები სამართლიანია და უტყუარი.

ჩატარებული კვლევის შედეგები დამუშავდა აგრეთვე რეგრესიული ანალიზის მეთოდით, რომლის გამოყენებით

დადგინდა, რომ გვირგვინაზე გავლის მნიშვნელობებს საბურღი ხსნარებში დამატებულ პოლიმერების, სოლარის ზეთისა და ქიმიური რეაგენტების შემცველობასთან ანალოგიურ დამოკიდებულებებს ნახ. 1, ნახ. 2 და ნახ. 3 - დან გამომდინარე აქვს ჰიპერბოლური სახე, რაც გამოიხატება გამოსახულებით:

$$Y = a_0 - (a_1 / x)$$

სადაც  $Y = h$  (გავლა გვირგვინაზე, მ),  $X = C$  (საბურღი ხსნარში დამატებული დანამატის შემცველობა, კონცენტრაცია).

ზემოთ აღნიშნულ რეგრესიის ტოლობაში  $a_0$  და  $a_1$  კოეფიციენტები გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$a_0 = \frac{[n \sum 1/X^2 - \sum Y/X \sum 1/X] / [n \sum 1/X^2 - (\sum 1/X)^2]}{[n \sum Y/X - \sum 1/X \sum Y] / [n \sum 1/X^2 - (\sum 1/X)^2]}$$

$$a_1 = \frac{[n \sum Y/X - \sum 1/X \sum Y] / [n \sum 1/X^2 - (\sum 1/X)^2]}{[n \sum 1/X^2 - \sum Y/X \sum 1/X] / [n \sum 1/X^2 - (\sum 1/X)^2]}$$

აღნიშნული  $a_0$  და  $a_1$  ფორმულების გამოსაანგარიშებლად საჭირო გამოკვლევებით მიღებული საწარმოო ექსპერიმენტების მნიშვნელობები შეტანილია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

საწარმოო ექსპერიმენტებით მიღებული მნიშვნელობები

საბურღი ხსნარის სახეები და მათი დანამატები	დანამატების შემცველობა საბურღი ხსნარში, %	გავლა ალმასებიან გვირგვინაზე, მ.
პოლიმერული ხსნარი, CR – 650 პოლიმერული ფხვნილი, (ეფექტური შემცველობა 0,09 %).	0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9.	12; 18; 20; 21.
ემულსიური ხსნარი, დიზელის საწვავი (ეფექტური შემცველობა 4 %).	1; 2; 3; 4.	9; 15; 17,5; 18,5.
თიხამცირე ხსნარი, კარბოქსილმეთილცელულოზა (ეფექტური შემცველობა 0,8 %).	0,2; 0,4; 0,6; 0,8.	6; 13,5; 16; 17,5.

აქედან განისაზღვრება ალმასებიანი გვირგვინის გავლა CR – 650 პოლიმერული ფხვნილით დამუშავებული პოლიმერული ხსნარის ზემოქმედების შედეგად:

$$Y = 24,14 - (2,41 / X)$$

სადაც  $C > 0$ .

შემდეგ გამოითვლება ალმასებიანი გვირგვინის გავლა დიზელის საწვავით დამუშავებული ემულსიური ხსნარის გავლის შედეგად:

$$Y = 21,52 - (12,34 / X)$$

სადაც  $C > 0$ .

შემდეგ გამოითვლება ალმასებიანი გვირგვინის გავლა კარბოქსი მეთილცელულოზით დამუშავებული თიხამცირე ხსნარის ზემოქმედების შედეგად:

$$Y = 23,04 - 3,22 / X$$

სადაც  $C > 0$ .

მრავალრიცხოვანმა ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა დაადასტურა, რომ რეგრესიის ანალიზის მეთოდის გამოყენებით მიღებული გამოსახულებები სამართლიანია, რადგან მიახლოებითი სიზუსტით გვიჩვენებს საბურღი ხსნარის დანამატების შემცველობის გავლენას ალმასებიანი გვირგვინების საშუალო გავლაზე.

ზემოთ აღნიშნულიდან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ჩატარებული კვლევების საშუალებით შესწავლილი იქნა CR – 650 პოლიმერული ფხვნილის (პოლიაკრილამიდის) დამატებით მიღებული პოლიმერული ხსნარის, დიზელის საწვავის ფუძეზე დამზადებული ემულსიური ხსნარისა და კარბოქსილმეთილ-ცელულოზით დამუშავებული თიხამცირე ხსნარის გავლენა ალმასებიანი გვირგვინის გავლაზე. ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ პოლიმერული ხსნარის გამოყენება საბურღი სითხედ სამიერო სვეტური ბურღვის მეთოდით ჰაბურღილების გაყვანისას გავლა ალმასებიან გვირგვინებზე სხვა სახის საბურღი ხსნარებთან

შედარებით საგრძნობლად გაიზარდა და შეადგინა 22 მეტრი. საწარმოო პირობებში ჩატარებული კვლევების შედეგებს ჩაუტარდა მათემატიკურ-სტატისტიკური დამუშავება დისპერსიული და რეგრესიული ანალიზის მეთოდებით. დისპერსიული ანალიზის მეთოდით დადგინდა, რომ ჩატარებული ექსპერიმენტები სამართლიანი და უტყუარია, ხოლო რეგრესიული ანალიზის მეთოდით მიღებულ იქნა ფორმულები, რომლებიც მიახლოებით ზუსტად წარმოაჩენს საბურღი ხსნარების დანამატების შემცველობების გავლენას ალმასებიანი გვირგვინების გავლაზე.

**KHITARISHVILI V., JVARELIA N., KITOSHVILI M., BEZHUASHVILI I.**  
**EFFECT OF EFFECTIVE DRILLING SOLUTIONS ON CROWN PASSAGE AND MATHEMATICAL-STATIC PROCESSING OF RESEARCH RESULTS**

**ANNOTATION.** The paper discusses the influence of selected effective drilling solutions, namely polymer solution obtained with the addition of CR-650 polymer powder (polyacrylamide), emulsion solution made on the basis of diesel fuel (solar oil) and clay solution treated with carboxymethylcellulose on the average passage of diamond crowns. Through the conducted studies, it was determined that when using the polymer drilling solution obtained with the addition of CR-650 polymer powder (polyacrylamide), when drilling wells by the method of exploratory column drilling, the passage of diamond crowns compared to other types of drilling solutions increased significantly and amounted to 22 meters. Mathematical-static processing was carried out on the results of the studies in the received production conditions using the methods of dispersion and regression analysis. The method of variance analysis showed that the conducted experiments are fair and reliable, and the regression analysis method obtained formulas that show with approximate accuracy the influence of the additive content of drilling solutions on the passage of diamond crowns.

**KEY WORDS:** drilling solutions; additives; mathematical-statistical method; dispersion and regression analysis

**ლიტერატურა**

1. ნ. თევზაძე, გ. ლილუაშვილი, ვ. ხითარიშვილი. საძიებო სვეტური ბურღვა. ეკომობილი, თბილისი, 2001. 358 გვ.
2. Ганджумян Р.А. Практические расчеты в разведочном бурении. Недра, Москва, 1986. 253 с.
3. Шамшев Ф.А., Тараканов С.Н., Кудряшов Б.Б. и др. Технология и техника разведочного бурения. Недра, Москва, 1983. 565 с.

**ХИТАРИШВИЛИ В., ДЖВАРЕЛИЯ Н., КИТОШВИЛИ М., БЕЖУАШВИЛИ И.**  
**ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ НА ПРОХОДКУ КОРОНКИ И МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассматривается влияние отборных эффективных буровых растворов, в частности полимерных растворов, полученных добавлением CR-650 полимерных порошков (полиакриламида), эмульсионных растворов, приготовленных на основе дизтоплива и малоглинистых растворов, обработанных карбоксиметилцеллюлозой на среднюю проходку коронки. Проведенными исследованиями установлено, что с применением полимерных растворов, полученных добавлением CR-650 полимерных порошков (полиакриламида) при проводке скважин методом разведочного колонкового бурения проходка на алмазной коронке в сравнении с другими видами буровых растворов значительно выросло и составило 22 метра. В производственных условиях полученные результаты исследования были обработаны математико-статистическим методом с применением дисперсионного и регрессивного анализов. Дисперсионный анализ показал, что экспериментом полученные результаты достоверны и справедливы, а методом регрессивного анализа были получены формулы, которые с приближенной точностью показали влияние содержания и вида добавок в буровых растворах на среднюю проходку алмазной коронки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** буровые растворы; добавки; математико-статистический метод; дисперсионный и регрессивный анализ.

უპკ 622.647.2

**აპაღ. ღოქტ. ნ. იოლოღინი, აპაღ. ღოქტ. რ. იოლოღინი, აპაღ. ღოქტ.ზ. გუღავაქი, აპაღ. ღოქტ. ნ. ჯიღიღ, აპაღ. ღოქტ. ღ. კუღათაქი, ღოქტოღრანტი კ. ხურციღავღ**  
**ვღკუღღ ამღრღვეღჯღ კონსტრუქციულ - ტრიღოლოღიური გავღენიღ კვღეღვღ**

*ანოტაციღ. ნღშრომში მოღეღულიღ ლენტური კონვეიერის ამღრღვის ძირითადი მღჩვენებლებიღ: წეღის ფღქტორიღ, საკონტღქტო ზეღდღპრღების სღექსპლოღტაციო პღრღმეტრღების, სღმსღხურის ვღდის დღ ა.შ. მღთი პღროექტირღების, კონსტრუქციული სრულიყოღის დღ წღროღების (მშენებლოღის) პრობღღემეღი, რომღლითღც დღკღვეღულიღ სხვეღდღსხვე ქვეყენის მრღვღლი ფირმღ დღ სღწღრმო. მონღცემთღ ანღლიზით წეღის ფღქტორიღს გღზრღდის შესღძღლებლოღღ ჯღრ კიღდეღ არ ამოწურულღ,*

*მით უმეტეს, რომ ვღკუღღში ხღხუნის კოეფიციენტი მღღღღღღ დღ ამღსთღნ რეოლოღიური პირობების მიმღრთ სტღბიღლური; ზემოთქმულიღღღღ გღმომღღინღრე სტღნდღრტული პღრღმეტრღების მიხეღღვით ვღდღენთ დღ ვიკვღღვეთ ვღკუღღ-ამღრღვის ერთ-ერთ ზღზისურ მოღღელღს.*

*სღკვღნძმო სიტყვეღი: სღკუღთარი წეღის ფღქტორი; შეღდღრღებითი სიმშვიღდის რკღლი; დრღკღდი*

**სრიალის რკალი; რგოლური ჭვრითე; ვაკუუმ-დოლი; ავტონომიური ვაკუუმ მექანიზმი; მეტალშემცველობა; საკონტაქტო ზედაპირი; ამძრავი სადგური.**

მრეწველობისა და მეურნეობის მრავალ დარგებში დიდნაკადური ტვირთების გადაზიდვის ერთ-ერთ პერსპექტიულ სატრანსპორტო დანადგარს წარმოადგენს ლენტური კონვეიერი. მათი პროექტირების, სრულყოფის და წარმოების (მშენებლობის) პრობლემებით დაკავებულია სხვადასხვა ქვეყნის მრავალი ფირმა და საწარმო. პროექტირებისას დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს კონვეიერის გამოყენების არეს (პირობებს) და გადასაზიდი ტვირთების ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებს. მათი გათვალისწინებით უნდა მოხდეს საკონვეიერო დანადგარის ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა, სადაც უნდა ჩაიდოს ყველა ის ძირითადი მონაცემი, რომელიც საჭირო იქნება გაანგარიშებისა და მთლიანად პროექტის მკაფიოდ ჩამოყალიბებისათვის.

ლენტური კონვეიერის ამძრავის ძირითად მაჩვენებელს წარმოადგენს მაღალი წევის ფაქტორი, საკონტაქტო ზედაპირების მაღალი საექსპლუატაციო პარამეტრები, სამსახურის ვადა და ა.შ.

ცნობილია, რომ ლენტური კონვეიერის მაქსიმალური სიგრძე დამოკიდებულია: ამძრავის ტიპზე (წევის ფაქტორზე), ლენტის სიმტკიცეზე, მის საწყის დაჭიმულობაზე, ტვირთის სატრანსპორტო ტრასის პროფილზე და საჭირო სიმძლავრეზე. ამასთანავე მითითებულია, რომ ყველაზე მტკიცე რეზინ-გვარლიანი ლენტის სიმტკიცის ზღვარი ჩვეულებრივ შემოიფარგლება  $6000 \pm 6300$  დკნ/სმ. მისი შემდგომი გაზრდა კი ეკონომიკური და ტექნიკური თვალსაზრისით მიზანშეუწონელია. უფრო მტკიცე ლენტების წარმოებისას იზრდება მისი მასა და ღირებულება, ლენტის შეპირაპირების სიგრძე, დოლის დიამეტრი, რედუქტორის მგრები მომენტი, დგარის გაბარიტული ზომები და ლითონტევადობა და კონვეიერის სხვა მრავალი პარამეტრი.

ლენტური კონვეიერების მკვლევარები,  $e^{\mu\alpha}$  ამ სიმტკიცის ლენტების ეფექტური (როდესაც წევის ფაქტორი შედარებით დიდია) რეალიზაციისათვის გთავაზობენ მრავალდოლიან ამძრავებს შუალედურ და კუდის ამძრავებთან კომპლექსში. მათივე კვლევების შედეგების მიხედვით  $Q=4000$  ტ/სთ მწარმოებლობის ჰორიზონტალური კონვეიერის მაქსიმალური სიგრძე ერთდოლიანი ამძრავების შემთხვევაში არ აღემატება 850 მ, ორდოლიანისას კი 1300 მ. თუმცა, ლიტერატურულ წყაროებში მითითებულია 3,5 კმ სიგრძის კონვეიერის პროექტირების შესაძლებლობა ორდოლიანი ამძრავით. ასევე მითითებულია 10 კმ სიგრძის ერთდოლიანი კონვეიერის პროექტირების შეუძლებლობა დოლური ტიპის ამძრავებით, ვინაიდან პრობლემის გადაწყვეტისათვის საჭიროა 10000 დკნ/სმ და უფრო მეტი სიმტკიცის ლენტი. თანამედროვე ლიტერატურულ წყაროებში კი კონვეიერმშენებლობის მიღწევები ასე გამოიყურება: გერმანიის კარიერებზე “ფორტუნა” და “ხამბახი” ექსპლუატაციაში იყო 5 კმ სიგრძის ერთდოლიანი ლენტური კონვეიერი მწარმოებლობით  $Q=40000$  ტ/სთ, ლენტის სიგანით  $B=2,8$  მ და სიჩქარით  $V=7,5$  მ/წმ, ამძრავების საერთო სიმძლავრით  $N=6 \times 2000=12000$  კვტ [1-6].

ლაიპციგის საგამოფენო ბაზრობაზე 1977წ წარმოდგენილი იყო გერმანული ფირმა “ტაკრაფ“-ის

ამძრავი მექანიზმი ძრავის სიმძლავრით 1500 კვტ. ასეთი სამბლოკიანი მექანიზმით აკრეფილი ორდოლიანი ამძრავის ზაზაზე მიღებული კონვეიერის მწარმოებლობა  $Q=15400$  მ<sup>3</sup>/სთ-ია, ლენტის სიგანე  $B=2,5$  მ, სიჩქარე  $V=6,0$  მ/წმ, ამძრავების საერთო სიმძლავრე  $N=3 \times 1500=4500$  კვტ.

მსოფლიოში ყველაზე დიდი საკონვეიერო სისტემა დააპროექტა და დაამონტაჟა გერმანულმა ფირმა “კრუპ“-მა. მისი საერთო სიგრძე შეადგენდა 100 კმ-ს, განლაგებული იყო ესპანეთის საპარაში (ავრიკა) მაღარო “ბუკარა“-დან საზღვაო პორტამდე და ემსახურებოდა ფოსფატის ნედლეულის ტრანსპორტირებას. საკონვეიერო ტრასა შესდგებოდა 6,8-დან 11,7 კმ-მდე სიგრძის თერთმეტი კონვეიერისაგან 10 მლნ ტ/წ მწარმოებლობით. პორტში კონვეიერის განტვირთვის პუნქტი, საკონვეიერო სისტემის დატვირთვის პუნქტთან შედარებით 213 მ-ით დაბლა იმყოფებოდა. მთელ ტრასას ემსახურებოდა 51 ზაზისური ამძრავი მექანიზმი თითოეული სიმძლავრით 378 კვტ. ჯამური სიმძლავრე შეადგენდა 19278 კვტ-ს და ენერჯის ხარჯვის კოეფიციენტი შეადგენდა 0,0001 კვტ.სთ/ტმ. სათავისა და კუდის ამძრავები აღჭურვილი იყო (საკუთარი) დამოუკიდებელი დამჭიმი მოწყობილობებით. ლენტის სიჩქარე შეადგენდა 4,5 მ/წმ და საბადოდან პორტამდე ტვირთი ჩადიოდა 6,18 სთ-ში.

საკონვეიერო ტრანსპორტის განვითარებაში მნიშვნელოვან ნაბიჯს წარმოადგენს დიდი ბრიტანეთის შახტა `სელი-ს` დახრილ ჭაურში 1984-85 წწ. ერთდოლიანი 14930 მ სიგრძის,  $D=2,674$  მ დიამეტრის ერთამძრავდოლიანი ნახშირში კონვეიერის ექსპლუატაციაში შეყვანა. კონვეიერის პროექტი დაამუშავა ფირმებმა: `ანდერსონ სტარატკლაიდი` (დიდი ბრიტანეთი) და `რეალიზაციონ დე ექვიფემენტ ინდუსტრიი` (საფრანგეთი). ამძრავი განლაგებულია შახტის ზედაპირზე და მოძრაობაში მოდის ორი 5050 კვტ სიმძლავრის მუდმივი დენის ძრავით. ბრუნვის სიხშირე, პროგრამული ტექნიკის საშუალებით, 0-დან 60 წთ-1-მდე ნარნარი რეგულირებით იცვლება კონვეიერის დატვირთვის რეჟიმის მიხედვით. ამუშავების მომენტი, რომელიც 4-5 წთ მიმდინარეობს, დამყარებულ რეჟიმში მუშაობის მომენტის 106 % არ აღემატება. ტვირთიანი დამჭიმი მოწყობილობა განლაგებულია უშუალოდ ამძრავთან. აწევის ვერტიკალური სიმაღლე 1000 მ-ია. მწარმოებლობა 3200 ტ/სთ. გამოყენებულია ლენტი - ტიპი St-7100, რომლის სამსახურის ვადა გათვალისწინებულია 15 წელზე, ხოლო მთლიანად კონვეიერისა - 30 წელზე. ლენტის სიგანე 1,3 მ; მაქსიმალური სიჩქარე - 8,4 მ/წმ. აწევის ენერჯის ხარჯვის კოეფიციენტი - 0,00021 კვტ.სთ/ტმ.

თანამედროვე კონვეიერების დამჭიმი მოწყობილობა ლენტის საწყისი დაჭიმულობის ავტომატური რეგულირების მიზნით აღიჭურვება გადამწოდებით. ისევე კვლევის სტადიაშია დამჭიმი მოწყობილობის მუშაობის ავტომატური რეგულირების სისტემა, რომელიც პროგრამული ტექნიკის საშუალებით უზრუნველყოფს ლენტის საწყის დაჭიმულობას გარემო პირობების, ამძრავის საკონტაქტო ზედაპირების მდგომარეობისა და კონვეიერზე ტვირთნაკადის სიდიდის მიხედვით.

მოტანილი ტექნიკური მაჩვენებლები სახასიათოა და მინიმალურად ასახავს დანარჩენი გრძელდგარიანი ლენტური კონვეიერების მრავალსახა პარამეტრებს, რომელთა დიდი რაოდენობა ამჟამად მუშაობს მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში.

განხილული მაგალითები და სხვა არსებული დანადგარებიც წარმოადგენს იმის უტყუარ საბუთს, რომ წვეის ძალების რეალიზაცია ძირითადად ხორციელდება: ლენტის საწყისი დაჭიმულობის(SF) გაზრდით ან ამძრავზე მოქნილი საწვეი ორგანოს შემოხვევის კუთხის (α გ) მატების ხარჯზე მისი წვეის ფაქტორის (E<sup>μ</sup>გ) გაზრდით. უნდა აღინიშნოს, რომ პირველი ფაქტორი ზრდის დანადგარის ლითონტევადობას, ხოლო მეორე იწვევს მოქნილი საწვეი ორგანოს (ლენტის) დადლილობით ცვეთას, – გაშრევენას ან გვარლის მავთულების დაზიანებას და სიმტკიცის შესუსტებას. არსებობს სხვა პრობლემებიც, რომლებიც სრულადაა წარმოდგენილი შრომებში.

ამძრავის წვეის ფაქტორის (E<sup>μ</sup>გ) გაზრდის ერთ-ერთ ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს საკონტაქტო ზედაპირების ჩაჭიდების (ხახუნის) სტაბილური კოეფიციენტის მიღება-შენარჩუნება. ამ მიმართულებით შესრულებული კვლევითი სამუშაოები ითვალისწინებს: ამძრავი დოლის საკონტაქტო ზედაპირების, ან მისი ამონაგის (მალაფრიქციული მასალის ფუტურების) სხვადასხვა კონფიგურაციის (სწორკუთხა, შეგროსული და ა.შ.) ნაჭდეებს, ან სპეციალური ამძრავების გამოყენებას (ელექტრომაგნიტური, მაგნიტოელექტრული, მექანიკური-მიმჭერ მოწყობილობიანი, პნევმოკამერით, ვაკუუმური და სხვა).

ხახუნის მეცნიერული საფუძვლების ფუძემდებლად და ადრეული თეორიის შემქმნელად ითვლებიან: ლეონარდო და ვინჩი, ამონტონი, კულონი, დე ლია გირი, ტომლინსონი, პარენტი, ბელიდორი და ლეონარდ ეილერი. ამ უკანასკნელმა წინამორბედთა კვლევის შედეგების ახსნისათვის შეასრულა ზუსტი ანალიზის სერია. მან მიიღო ამძრავი მექანიზმებით (დოლით, ბორბლით) მწვე ორგანოზე (ბაგირზე, ლენტზე) ხახუნის ძალის მათემატიკური გამოსახულება. ამ მკვლევარების შემდგომ დიდი ხნის მანძილზე ხახუნის თეორიაში მნიშვნელოვანი სამუშაოები არ შექმნილა. ამ პერიოდის მეცნიერები ხახუნის კოეფიციენტის ანგარიშისას არ განიხილავდნენ არანაირი პირობების გავლენას და თვლიდნენ, რომ  $\mu = 0,25 \div 0,3$ .

ხახუნის თეორიის მოგვიანებითი მკვლევარები: ხარდი, ბირი, გუმბელი, ერნსტი, მერჩენტი და ბლოკი საკითხის შესწავლისას ითვალისწინებდნენ სტატიკურ და კინეტიკურ პირობებს, საკონტაქტო ზედაპირების მდგომარეობას (ტენიანობა, სიმქისე, ტემპერატურა) სრიალის სიჩქარეს და კუთრ წნევას, რაც სრულფასოვნადაა წარმოდგენილია შრომებში.

ლითონის, ელასტომერების და სხვა საკომპოზიციო მასალების ხახუნის ბუნების თანამედროვე შეხედულებები ჩამოყალიბდა მთელი რიგი დეტალური კვლევების საფუძველზე, რომელთა ავტორებიც არიან: კრაგელსკი, ჭიჭინაძე, გრინვუდი, ვილიამსონი, ხანტი, ბოუდენი, ტეიბორი, რაბინოვიჩი, კურტელი, ფრეიტაგო, არიანო, დერე, როტი, ტირიონი, შალამახი, ბარტენევი, რატნერი, გროში, დერიაგინი და სხვა მრავალნი. მათ კვლევებში ყურადღება გამახვილებულია ფაქტიური საკონტაქტო ფართობისა და შემზეთი ადსორბირებული შრის სისქის განსაზღვრაზე; ამჟამად ცნობილია რამდენიმე თვალსაზრისი გარეგანი ხახუნის ბუნებაზე და მისი განმარტებისათვის შემოტანილია ცნებები: მოხახუნე ზედაპირების ურთიერთ გადაფარვის კოეფიციენტის (ა. ჭიჭინაძის მიერ), ხახუნის ორმაგი ბუნების (მოლეკულურ-

მექანიკური), საკონტაქტო ზედაპირებს შორის მესამე - ხახუნის შრის; პლასტიკური, დრეკადი და დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციის; ადგეზიური, კოგეზიური, სიმშვიდის, სრიალისა და გორვის, სველი, ზღვრული და მშრალი ხახუნის, ჰისტერეზისის, მოლეკულური (შედულების) ბოგირაკების, მყარი ფაზის წაკვეთის, ზედაპირზე კავშირების მიმართული რეკომბინაციისა და სხვა მრავალი. ამგვარად ხახუნი დისიპაციური პროცესია და იგი შესაბამისად მიმდინერეობს წინაღობების გადალახვაში და საკონტაქტო ზედაპირების ფორმის ცვლილებებში და დამოკიდებულია მრავალ რეოლოგურ ფაქტორზე, ამიტომ ხშირად ავტორთა კვლევის შედეგები ურთიერთს სრულად არ ემთხვევა და იწვევს პოლემიკას. ასე მაგალითად, კვლევების მიხედვით ხახუნის კოეფიციენტი უმნიშვნელოდ იცვლება და ნორმალური ძალის 16-ჯერადი გაზრდა ხახუნის კოეფიციენტს ზრდის მხოლოდ ორჯერ. გერმანიასა და ჩეხოსლოვაკიაში შესრულებული კვლევითი სამუშაოების მიხედვით კი დოლისა და ლენტის საკონტაქტო ზედაპირებზე კუთრი წნევის 105-დან - 7x105 პა-მდე გაზრდით (დოლის საკონტაქტო ზედაპირის მალაფრიქციული სწორკუთხა ნაჭდევიანი რეზინით ამოგების მიუხედავად) ხახუნის კოეფიციენტი მცირდება 0,7-დან 0,46-მდე, ხოლო თუ საკონტაქტო ზედაპირები ამავდროულად სველდება და კალიუმის მარილების ან თიხის შემცველი ხსნარით ჭუჭყიანდება, მაშინ ხახუნის კოეფიციენტი 0,7-დან 0,11-მდე და უფრო მეტადაც. ხახუნის კოეფიციენტის ფუნდამენტალურ კვლევებში აღნიშნულია, რომ დაშვებები ლაბორატორიული ექსპერიმენტების დროს, რომელიც ითვალისწინებს მხოლოდ მოხახუნე სხეულების ბუნების გავლენას ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდეზე, არასაკმარისია და უფრო მეტად იგი დამოკიდებულია მოგვიანებითი და თანამედროვე კვლევებში მოტანილ ცნებებსა და პირობებზე, რომელსაც როგორც აღვნიშნეთ, ზოგადად რეოლოგიური ეწოდება.

ყურადსაღებია ერთი შენიშვნა: თუ მყარი ტანის ზედაპირი გათავისუფლებულია აფსკისაგან (რაც შეიძლება განხორციელდეს ვაკუუმში ან მკაცრ-განსაკუთრებულ რეჟიმში ხახუნისას), მაშინ გარეგანი ხახუნი გადადის შინაგანში, ზედაპირები ეჭიდებიან-დუღდებიან და ერთიმეორის მიმართ გადაადგილებისას მნიშვნელოვნად ზიანდებიან. ზოგჯერ ამ მოვლენას `სუფთა ხახუნს` უწოდებენ თუმცა მისი გარეგან ხახუნად განხილვა არსებითად არ შეიძლება. პარადოქსულია შარლოვა იაკობის 1912 წელს შესრულებული პირველი სამუშაოს შედეგები. ვაკუუმში ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა აღმოჩნდა ბევრად დაბალი ვიდრე ჰაერზე. შემდგომში მისი ცდის მეთოდის არასრულფასოვნება დადასტურდა. უახლესმა კვლევებმა უჩვენეს, რომ ვაკუუმში ხახუნი არ წარმოადგენს პრინციპულად ახალ პროცესს. იგი ემორჩილება იგივე ზოგად კანონზომიერებებს, რასაც ატმოსფერულ პირობებში. კერძოდ, ვაკუუმში ხახუნისათვის სრულიად მიზანშეწონილია ხახუნის მოლეკულურ-მექანიკური თეორია. ასევე მითითებულია, რომ ვაკუუმში ხახუნის ადგეზიური მდგენელი გაცილებით მაღალია ვიდრე ჰაერის გარემოში, შესაბამისად, დიდი უნდა იყოს ხახუნის კოეფიციენტიც.

ჩვენი ნაშრომი წარმოადგენს ლენტური კონვეიერების ვაკუუმური ამძრავების საკონტაქტო ზედაპირების ოპტიმალური პარამეტრების კვლევისადმი მიძღვნილ სამუშაოს, რომელიც ძირითადად ემყარება (სველი



ხახუნის პირობებში) ამრავის მოხახუნე ზედაპირების (ვაკუუმ-დოლი, საკონვეიერო ლენტის) სტანდარტულ პარამეტრებს ( $\mu, \alpha$ ) და ითვალისწინებს მთელ საკონტაქტო ზედაპირზე ვაკუუმის თანაბრად განაწილების უზრუნველყოფას, საკონვეიერო დაწნევა (P), გაგლეჯის ზღვარი ( $S_g$ ) და ა.შ.

ლიტერატურული მოკვლევის მიხედვით სამთა-მადნო საწარმოებში თანამედროვე მაგისტრალური საკონვეიერო ტრანსპორტის ლენტის მოძრაობის სიჩქარე იცვლება  $V=5\pm 8,4$  მ/წმ; ლენტის სიმტკიცის მარაგი (m) დინამიკური (სტატიკური) - რეზინქსოვილიანისათვის  $m=6,0$  (9,5), ხოლო რეზინგვარლიანისათვის  $m=6,3$  (10); ამრავი დოლის მაქსიმალური დიამეტრი  $D=2,45\pm 2,674$  მ; გამოყენებული მაქსიმალურად მტკიცე ლენტის ტიპი (2PTL-6000, St-6000, ან St-7100), გაგლეჯვის ზღვარი  $S_g=6000$  ან  $7100$  დკნ/სმ, სიგანე  $B=2,438$  მ (ლენტის მაქსიმალური სიგანე DIN-22102 გერმანული სტანდარტის მიხედვით  $B=3,2$  მ.

გემრანიაში ჩატარებულმა თეორიულმა კვლევებმა, რეზინგვარლიანი ლენტების სიმტკიცის თეორიულ ზღვრად ჩათვალა  $10\ 000$  და  $20\ 000$  დკნ/სმ, შესაბამისი საორიენტაციო მასებით  $84$  და  $152,5$  დკნ/მ<sup>2</sup>, ხოლო  $V=5,2$  მ/წმ სიჩქარისა და  $B=2,2$  მ ლენტის სიგანისას ამრავის მოთხოვნილი სიმძლავრე შესაბამისად  $10\ 700$  და  $23\ 500$  კვტ-ის ტოლად. ლენტის სიმტკიცის ეს თეორიული შესაძლებლობები გვაფიქრებინებს, რომ ამრავის წვეის ფაქტორის გაზრდის შესაძლებლობა ჯერ კიდევ არ ამოწურულა, მით უმეტეს, რომ ვაკუუმში ხახუნის კოეფიციენტი მაღალია და ამასთან სტაბილური;

ზემოთქმულის მიხედვით ვადგენთ ამრავის ბაზისურ მოდელს შემდეგი პარამეტრებით: St ტიპის ლენტის სიგანე  $B=3,2$  მ, დოლის დიამეტრი  $D=2,674$  მ; ლენტის მაქსიმალური სიჩქარე  $V=8,4$  მ/წმ, სიმტკიცის ზღვარი გაგლეჯვაზე  $S_g=7100$  დკნ/სმ (თეორიული

$10\ 000-20\ 000$  დკნ/სმ), სიმტკიცის მარაგის დინამიკური (სტატიკური) კოეფიციენტი  $m=6,3$  (10), მწარმოებლობა  $Q=40\ 000$  ტ/სთ ( $q=1323$  დკნ/მ), ამრავის დადგმული სიმძლავრე  $N_d=12\ 000\ 15\ 150$  კვტ.

ლენტის სიმტკიცის მარაგის დინამიკური კოეფიციენტის ( $m_{დინ}=6,3$ ) მიხედვით დოლზე ლენტის სწრაფობის წერტილში შესაძლო  $m_{დინ}$  მაქსიმალური მყისური დაჭიმულობა  $S_{სწ.დინ}=S_{გამგ}B/m_{დინ}=7100$  მსტატ $320/6,3=360\ 635$  დკნ.

ხოლო ლენტის სიმტკიცის მარაგის სტატიკური კოეფიციენტის ( $m_{სტატ}=10$ ) მიხედვით  $S_{სტატ}=m_{გამგ}B/m_{სტატ}=7100320/10=227\ 200$  დკნ.

### ლიტერატურა

1. Гаркунов Д.Н. Трибоника. Машиностроение, Москва, 1985. 424 с.
2. Дьячков В.К. Ленточные конвейеры большой протяженности. Подъемно-транспортное оборудование. ЦНИИЕЭИ Тяжмаш, вып.1. Москва, 1984. 45 с.
3. Дьячков В.К. Особенности проектирования ленточных конвейеров за рубежом. Обзор. ЦНИИЕЭИ Тяжмаш, Москва, 1986. 48 с.
4. Дьячков В.К. Современные конструкции узлов ленточных конвейеров. Подъемно-транспортное оборудование. №34. НИИинформ Тяжмаш, Москва, 1978. 50 с.
5. Дьячков В.К., Жариков В.С. Приводные устройства ленточных конвейеров Подъемно-транспортное оборудование. №29-30, НИИинформ Тяжмаш, Москва, 1972. 29 с.
6. Дьячков В.К. Приводы мощных ленточных конвейеров. Промышленный транспорт. №7, Москва, 1984. с. 14-16.

MOLODINI N., MOLODINI R., GUDAVADZE Z., JIQIA N., KUPATADZE D., KHURCILAVA P.  
STUDY OF STRUCTURAL- TRIBOLOGICAL INFLUENCE ON VACUUM ACTUATORS

МОЛОДИНИ Н., МОЛОДИНИ Р., ГУДАВАДЗЕ З., ДЖИКИА Н., КУПАТАДЗЕ Д., ХУРЦИЛАВА П.  
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИОННО-ТРИБОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ВАКУУМ-ПРИВОД

**ANNOTATION.** In this paper, there are mentioned about main parameters of the belt conveyor actuator. These parameters are the Operating parameters of control surfaces, the Period of operating and projecting, and problems related to construction completion and production, which are the main topic of companies worldwide. By analyzing the data, the possibility of increasing the drag factor is still not outdated, especially since the coefficient of friction in a vacuum is high and at the same time stable with respect to rheological conditions. Based on the statement mentioned above, we determine and study one of the basic models of the vacuum actuator according to the standard parameters.

**АННОТАЦИЯ:** В работе рассмотрены основные показатели трения привода ленточного конвейера: тяговый фактор, эксплуатационные параметры контактных поверхностей, срок службы и их конструктивное усовершенствование, проектирование и изготовление, которыми занимаются многочисленные фирмы различных стран. Анализ показал, что возможности увеличения тягового фактора еще не исчерпаны, при том, что коэффициент трения в вакууме высок и при этом реологические условия стабильны. Исходя из вышесказанного, согласно стандартным параметрам исследуем и определяем одну из базисных моделей вакуум-привода.

**KEY WORDS:** own traction factor; arc of relative calmness; arc of elastic slipping; ring crevice; vacuum drum; self-creative vacuum mechanism; intensity of metal content; contact surface; drive station.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** фактор собственной тяги; дуга сравнительного покоя; дуга упругого скольжения; кольцевая щель; вакуум-барабан; автономный вакуум механизм; металлоемкость; контактная поверхность; приводная станция.

უპკ: 553.3/4; 663.255 (076)

**აპად. დოქტორი მ. ტყეშელაშვილი, აპად. დოქტორი ნ. გვირატი, მაგისტრანტი მ. მამუკაძე, მაგისტრანტი თ. რუხაძე**  
**მდინარეების ჩოლოქის-ოჩხამურის აუზის თიხის**  
**საბადო-გამოვლინებები, მათი ტერიტორიული პარამეტრების კვლევა**

*ანოტაცია. სტატიაში მოცემულია მდინარეების ჩოლოქისა და ოჩხამურის აუზის ფარგლებში არსებული თიხის საბადო - გამოვლინებების გეოლოგიურ - ტექნოლოგიური კვლევის შედეგები. განხილულია მათი ჩამოყალიბების გეოლოგიური პირობები, ასაკობრივი და გენეტიური საკითხები. გაანალიზებულია ათეულობით ღარული სინჯი. ქიმიურ და მინერალურ შედგენილობასთან ერთად განსაზღვრულია ფიზიკურ-ტექნოლოგიური მახასიათებლები. შესწავლილი პარამეტრების მიხედვით, ზოგიერთი ადგილმდებარეობის თიხები ვარგისია კერამიკული ფილების საწარმოებლად.*

**საკვანძო სიტყვები:** საბადო, ლატერიტები, პლასტიურობა, წყალშთანთქმა, შეკლება, ფორიანობა.

დასახელებული ფართობი მიეკუთვნება ქობულეთის მინიციპალიტეტს, წარმოადგენს მის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილს, ჩრდილოეთიდან და აღმოსავლეთიდან ისაზღვრება მდინარე ჩოლოქით (სათავეს იღებს ჭახათის მთაზე). ტერიტორია მოიცავს მესხეთის ქედის ჩრდილო-დასავლეთ მთისწინეთს და ქობულეთის დაბლობის ნაწილს, აღნიშნული მდინარეების აუზის ფარგლებში, რომელიც ძლიერ დანაწევრებულია სხვადასხვა სიდიდის ხეობებით. აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ გორაკ-ბორცვიანი რელიეფი თანდათან გადადის შედარებით სწორ, ზღვის სანაპირო ზოლში.

აღნიშნულ ტერიტორიაზე თიხის რამდენიმე, მეტ-ნაკლებად ცნობილი საბადო და მადანგამოვლინებაა დაფიქსირებული. ისინი ხასიათდებიან გარკვეული მსგავსებით, ასევე განსხვავებიან მინერალოგიური თუ გენეტიური თვალსაზრისით. განსხვავებულია წარსულში მათზე ჩატარებული გეოლოგიურ - საძიებო სამუშაოების ხასიათი და მოტივაცია. დეტალური გეოლოგიური სამუშაოები ტარდებოდა გასული საუკუნის სხვადასხვა პერიოდში, ძირითადად 30 - 50 - იან წლებში, ზოგიერთზე 80 - იან წლებშიც. რამდენიმე მათგანის ექსპლუატაციაც ხდებოდა პერიოდულად. ეს საბადო-გამოვლინებები ტერიტორიული პრინციპით შესაძლებელია დავაჯგუფოდ ცალკეული ლოკაციების მიხედვით: ოჩხამური; ჯიხანჯური-ცეცხლაური; მუხა-ესტატი - წყავროკა; ლეღვა (სქური). ზოგიერთ ლოკაციაზე შესაძლებელია რამდენიმე დამოუკიდებელი უბნის გამოყოფა.

ჩვენ მათი შესწავლა მოგვიხდა საინსტიტუტო თემატიკის ფარგლებში, მათი ამჟამინდელი მდგომარეობის დასაფიქსირებლად, ასევე იმ თვალსაზრისითაც, რომ მიმდინარე პერიოდში მოთხოვნილება ასეთი ტიპის ნედლეულზე მნიშვნელოვნად შეცვლილია და შესაბამისად დღევანდელ მდგომარეობაზე მორგებული სხვა ტიპის პროდუქციის მასალად განიხილება. ჩვენი ქვეყნისათვის დღეს კრამიტი და თუნდაც ცეცხლაგამძლე აგური იმდენად აქტუალური აღარ არის, როგორც კერამოგრანტი ან სხვა ტიპის იატაკის თუ კედლის მოსაპირკეთებელი

ფილები, რომელიც ფართო მოხმარებით სარგებლობს და მთლიანად იმპორტულია.

ძირითადი ქანების შემდეგ, მნიშვნელოვან სტრატეგრაფიულ ერთეულს წარმოადგენს კონგლომერატები. ძველი ალუვიური კონგლომერატები ვრცელდება ფართო ზოლის სახით და დასავლეთით ის აღწევს ოჩხამურამდე. სხვადასხვა ზომის ნატეხები მეტწილად შეცემენტებულია თიხური მასით და ზოგან საკმაოდ შემკვრივებულია, ხშირად შეიცავს ქვიშის მცირე სიმძლავრის შუაშრებებსაც. ეს ჰორიზონტი მიშვლდება მხოლოდ მდინარეთა ხეობებში. კონგლომერატების სიმძლავრე, ისევე როგორც შემადგენელი ნატეხების ზომები დასავლეთის მიმართულებით მცირდება (აღნიშნული საბადო-გამოვლინებები, მოცემულ ფართზე, დაკავშირებულია წითელმიწა გამოფიტვის ქერქთან, რომელიც დიდი ფართობული გავრცელებით სარგებლობს, შავი ზღვის სანაპიროს გასწვრივ აჭარის, გურიის და სამეგრელოს რეგიონებში და წარმოდგენილია რკინის მინერალებით გამდიდრებული, სხვადასხვა ფერის თიხებით. ეს ტიპური ელუვიური წარმონაქმნია თუმცა ზოგან გვხვდება გადალეკილი - ალუვიური და დელუვიურიც) დანაშთი პროდუქტებისაგან გამდიდრებული, რომელიც გამორჩეულია მინერალური დანივითიერი შედგენილობით. ასეთ თავისებურ ფორმაციას (ლატერიტული მსგავსი), ანალოგი ძნელად მოემიხნება ასეთივე ტიპის წარმონაქმნებს შორისაც კი, მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში. მისი ინდივიდუალობა განპირობებულია გამოფიტვის ხასიათის, კლიმატის, რელიეფის, დედა ქანის სტრუქტურის, მინერალური შედგენილობის და სხვა ფაქტორების თავისებურებით. აღსანიშნავია, რომ ასეთი ტიპის წარმონაქმნების (ლატერიტები, ბოქსიტები და სხვა) ფორმირების, შედგენილობისა და ასაკის მიმართ გეოლოგიურ ლიტერატურაში ერთგვაროვანი დამოკიდებულება არ არის.

წითელმიწა გამოფიტვის ქერქი ამ რეგიონში განვითარებულია ზოგადად შუა ეოცენურ ვულკანოგენებზე და დათარიღებულია პლიოცენ-მეოტხეულად.

ჯიხანჯური - ცეცხლაურის ფართობი გეოლოგიურად გარდამავალ რგოლს წარმოადგენს მთისა და ბარის რელიეფს შორის, ამიტომ აქ თიხის გამოსავლების სიმძლავრე და შედგენილობა (ჭრილის სტრუქტურა) განსხვავდება დასავლეთით მდებარე მდინარე ოჩხამურის ხეობაში გაშიშვლებული ჭრილისაგან. თუმცა მთლიანობაში სხვადასხვა ფერისა და სიმძლავრის თიხური ნალექები უწყვეტად გრძელდება რკინიგზის სადგურ ოჩხამურამდე.

სხვადასხვა შეფერილობის და ხასიათის თიხური მასალის წარმომქმნელი დედაქანები მიშვლდება ფართობის ზედა ნაწილში, მთა ჯიხანჯურის მიდამოებში და უფრო ქვემოთაც, მდინარეების ჩოლოქის, ოჩხამურის და მათი შენაკადების ხეობებში. რეგიონის ამგები ძირითადი ქანები აქ წარმოდგენილია შუაეოცენური ვულკანოგენებით. ძირითადად გვხვდება ტუფქვიშაქვები, ტუფბრექჩიები, განსხვავებული სიდიდისა და გავ-

რცელების განფენები, ინტრუზივები, ძირითადად ანდეზიტური, შედარებით იშვიათად ბაზალტური, კიდევ უფრო იშვიათად ტრაქიტული ან დაციტული შედგენილობის. ქანები მუქი ნაცრისფერია, მომწვანო იერით, ხოლო ბაზალტები თითქმის შავი. მათი ნაგორები არის განსხვავებული ზომის, კარგად დამუშავებული ნატეხები, რომელთა სიმძლავრე ზოგჯერ 10 მ - მეტია (ჯიხანჯურ - ცეცხლაურის ფართზე).

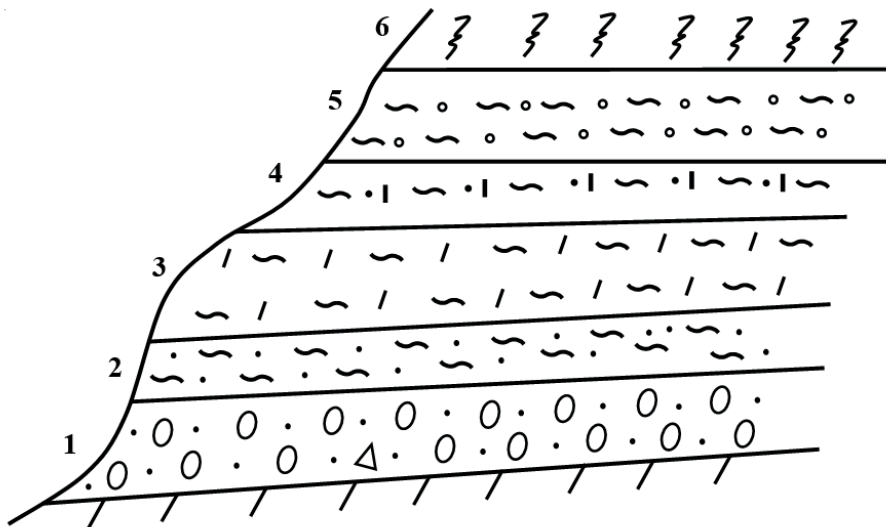
აღნიშნულ კონგლომერატებზე ზოგან განლაგებულია მოყავისფრო თიხური მასა, რომელსაც აღმავალ ჭრილში მოყვება წვრილდისპერსიული, პლასტიკური ნაცრისფერი თიხები, რომლებიც მათი თვისებებიდან და მახასიათებლებიდან გამომდინარე, ზოგიერთ უბანზე ისეთი სიმძლავრისაა, რომ სამრეწველო დანაგროვებს წარმოადგენს. ჯიხანჯურთან ორი სხესხვაობა გვხვდება - ღია და მუქი ნაცრისფერი თიხები, რომლებიც ერთმანეთში თანდათანობით გადასვლით ხასიათდებიან, მკვეთრი საზღვრის გარეშე, ზოგან მხოლოდ ერთ - ერთი გვხვდება. მათი სიმძლავრე 0,3 - 0,4 მ-დან 8 - 10 მ-მდეა, ზოგან საერთოდ ისოლება. საგულიხმია, რომ მათი დალექვა ტბიურ ან ლაგუნის პირობებში მოხდა, რომელსაც შესაძლებელია ასეთი წყვეტილი გავრცელება ჰქონოდა. ნაცრისფერი თიხები გვხვდება მდინარე ოჩხამურის ხეობაში, ბუნებრივ გაშიშვლებაზე - რკინიგზის ხაზსა და სადგურს შორის, ხილული სიმძლავრით 0,5 მ-მდე. ასეთივე თიხები შიშვლდება ჯიხანჯური-მუხა-ესტატეს საავტომობილო გზის გასწვრივ, ასევე კაკუჩას მიმართულებით, მდინარე შავი დელეს ხეობაში.

ნაცრისფერი თიხების ქიმიური და მინერალური შედგენილობა (იხ. შესაბამისი ცხრილები), მოცემული აუზის ფარგლებში, მნიშვნელოვნად არ იცვლება. სოფელ ლედვას ტეროტორიაზეც თითქმის იგივე შედგენილობისაა (ადგილმდებარეობის მიხედვით ფიქსირდება მაგალითად მონტმორილონიტის ან სხვა თიხური მინერალის უმნიშვნელო პროცენტული სხვაობა), რადგან ამ თიხების მასალის წყაროს წარმოადგენს მინდვრისშპატული ნედლეული და ზოგადად, საკმაოდ

ერთგვაროვანი ფაციესის ქანები, როლითაც აგებულია საძიებო და მიმდებარე ტერიტორია. მათი ფორმირების ძირითადი გზა არის დაშლა, გათიხება გადატანა ან ადგილზე გათიხება.

აღნიშნული თიხები ზოგან უშუალოდ კონგლომერატებზეა განლაგებული, როგორც ეს გვხვდება შავი დელეს ჭრილში, ზოგან მოყავისფრო თიხებზე, რომელთაც უმნიშვნელო სიმძლავრე აქვთ. გადასვლა თანდათანობითია - ჯერ მოვარდისფრო ფერს იღებს შემდეგ კი ნაცრისფერს.

ნაცრისფერ თიხებს აღმავალ ჭრილში აგრძელებს წითელი - მოყვითალო, ზოგან ყავისფერი ან ნარინჯისფერი თიხები, რომელთა გამოყოფა - ფერის მიხედვით, ცალკეული შრეების სახით, ზოგიერთ ჭრილში, შესაძლებელია. წითელი თიხების სიმძლავრე ლატერალზე ძალიან ცვალებადია, გვხვდება რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიდან რამდენიმე მეტრამდე. ზოგან წითელი თიხები უშუალოდ კონგლომერატებზეა განლაგებული ან შუაეოცენურ ძირითად ქანებზე (მაგ. სოფ. ლედვაში - ტუფობრექჩიაზე). ეს ე. წ. ლატერიტული გამოფიტვის ქერქი, სხვადასხვა პლასტიკურობისა და შედგენილობის თიხური მასა გამდიდრებული არის რკინის ქანგის ჰიდრატით (ოხრა). როდესაც რკინის ქანგის ჰიდრატში წყლის რაოდენობა დიდია (რკინის ქანგთან შედარებით 1 მოლზე მეტი) შეფერილობა ყვითელია. უწყლო რკინის ოქსიდის შემცველობა განაპირობებს წითელ ფერს. ყვითელის წითელ სახესხვაობაში გადასვლა შესაძლებელია წყლის დაკარგვით, რაც მცირე პროცენტით ჩვეულებრივ ტემპერატურაზეც ხდება. ეს მოვლენა განაპირობებს მრავალი გარდამავალი ტონალობების არსებობას. ფერი ასევე დამოკიდებულია თიხის მინერალურ შედგენილობასა და მინარევებზე. ცხადია, წითელი ფერის ყველა წარმონაქმნი ოხრას არ წარმოადგენს, რამდენადაც უმეტეს ადგილებში რკინის შემცველობა უმნიშვნელოა (იცვლება ადგილმდებარეობის მიხედვით ფართო დიაპაზონში 1 - 2 % - იდან 18 - 20 % - მდე) და მხოლოდ ფერს განსაზღვრავს.



ნახ. 1. თიხების განლაგების ზოგადი სქემა ცეცხლაური - ჯიხანჯურის ფართობზე:

- 1 - ძველი ალუვიური ქვიშაქვა კონგლომერატები; 2 - ყავისფერი თიხები; 3 - თეთრი - ნაცრისფერი თიხები; 4 - გარდამავალი - მოვარდისფრო თიხები; 5 - წითელი, ყავისფერი თიხები; 6 - ქვიშნარი, ნიადაგის საფარი

ზემოთ მოცემული სექმატური ჭრილი (ნახ. 1.) არ არის უნივერსალური, თუმცა თიხების განლაგება უმეტესად ჰორიზონტალურია. სოფელ ლედვას (სქური) ტერიტორიაზე ნაცრისფერ-მოთეთრო თიხები სოფელ ლედვას ტერიტორიაზე საატომობილო გზის გასწვრივ გვხვდება. თიხები წარმოდგენილია სხვადასხვა ფერის უბნებით - ცისფერი, იასამნისფერი, მოლურჯო. სავარაოდოა, რომ ეს არის ელუვიური წარმონაქმნი, რომლის ჩამოყალიბება გამოიწვია დედა ქანში განსხვავებული მინერალური შედგენილობის უბნების გათიხებამ.

კონგლომერატების ასაკი, რომელშიც ყველა შედგენილობის ქანის ქვამრგვალს ვხვდებით, რითაც

აგებულია შუაეოცენური ვულკანოგენები, სხვადასხვა ლიტერატურული წყაროს მიხედვით, შუა ან ზედა პლიოცენურია (კიმერიული? ან გურიის შრეები?). თუ განვიხილავთ, რომ კონგლომერატზე განლაგებული თიხების ფორმირება ლაგუნის გარემოში მოხდა, ალუვიურია გენეტურად და პლიოცენის შემდგომი - მეოთხეულია. ზემოთ აღწერილიდან გამომდინარე, რამდენადაც თიხები სხვადასხვა განლაგებაში გვხვდება, ისინი შესაძლებელია დანაშთიც იყოს ან მდინარეული, პირველადი ან მეორადი განლაგებით. აქედან გამომდინარე თეთრი და წითელი თიხების ერთმანეთში გადასვლა ზოგან მკვეთრია და ფაციესის ცვლილებას მიუთითებს (სურ. 2.).



სურ. 2. სხვადასხვა ფერის თიხების კონტაქტი სოფელ ჯიხანჯურთან

ჯიხანჯური-ცეცხლურის და ოჩხამური-კაკუჩას მიმართულებაზე თიხური მასალა შეიცავს სხვადასხვა ზომისა და შედგენილობის ქვამრგვალებს, რომელიც სხვადასხვა ხარისხით არის სახეცვლილი, მათი ტრანსპორტირება ასეთი სახით ვერ მოხდებოდა, ცხადია გათიხება მოხდა ადგილზე და ეს პროცესი მიმდინარეობს დღესაც.

სიმძლავრისა და მარაგებიდან გამომდინარე ნაცრის-ფერი და მოთეთრო თიხები განიხილება, როგორც ცეცხლგამძლე ნაკეთობათა ნედლეული. სხვადასხვა ტონალობის წითელი თიხები სააგურე, საკრამიტე მასალად, ხოლო ზოგიერთი ადგილი ოხრას საბადოდ, რომლებსაც წარსულ დროში იყენებდნენ კიდეც საღებავების წარმოებაში.



სურ. 3. თიხის გამოსავალი ჩანართებით, შავი დელეს ხეობა

**ანალიზი - АНАЛИЗ - ANALYSIS**

საძიებო ფართობიდან, თიხების გავრცელების ზოგიერთი ლოკაცია მჭიდროდაა დასახლებული (მუხა-ესტატე, ლელვა), ზოგან შესაძლებელია თავისუფალი და გამოუყენებელი ადგილების ხარჯზე (ოჩხამური - კაკუჩა, ცეცხლაური - ჯიხანჯური) საჭიროების შემთხვევაში, მნიშვნელოვანი მარაგების გამოყენება.

საძიებო ფართზე აღებული იქნა ღარული სინჯები შემდგომი კვლევებისათვის. შესწავლილი იქნა წარმოდგენილი სინჯების ნივთიერებრივი შედგენილობა. ჩატარდა ქიმიური (სილიკატური) და რენტგენო ფაზური ანალიზები. სინჯების ნაწილის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 1 და 2.

**ცხრილი 1**

**სილიკატური ანალიზის შედეგები**

სინჯის დასახელება	შემცველობა, %								
	სინესტე	ხურ. დან.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
ცეცხლაური - 1			50,67	18,46	9,60	0,39	0,56	0,11	0,84
ცეცხლაური - 2	3,8	3,1	51,4	22,8	3,70	0,6	1,4	0,6	1,4
ცეცხლაური - 3			46,73	22,26	5,50	0,49	0,63	2,53	1,14
ჯიხანჯური - 1	5,51	3,01	46,5	21,4	7,90	0,8	2,4	0,1	0,2
ჯიხანჯური - 2	5,93	4,46	40,37	22,8	12,20	0,4	2,1	0,3	5,6
ოჩხამური - 1	2,16	3,03	46,84	23,9	9,90	0,9	0,9	0,2	1,74
ოჩხამური - 2	3,99	3,32	44,41	22,4	11,2	0,6	0,7	0,5	3,30
კაკუჩა - 1	4,12	4,1	40,9	26,9	13,2	0,7	1,3	0,04	0,8
კაკუჩა - 2	3,35	2,62	51,2	22,4	1,20	0,4	0,9	0,1	0,4
კაკუჩა - 3	3,70	2,50	44,4	26,4	10,60	-	2,0	0,1	1,0
მუხა ესტატე	3,25	5,0	50,28	24,4	7,6	0,4	1,2	0,1	2,4
ლელვა I უბანი 1	6,62	2,24	41,7	22,9	13,5	1,0	2,4	0,14	2,5
ლელვა I უბანი 2	3,71	1,84	42,2	24,4	12,20	2,2	3,5	0,2	2,5
ლელვა I უბანი 3	2,30	2,00	42,8	24,1	13,00	0,6	1,3	0,1	0,7
ლელვა II უბანი 1	2,17	1,77	39,1	29,4	13,8	-	1,6	-	-
ლელვა II უბანი 2	2,03	2,52	39,1	29,1	15,20	-	1,6	-	0,5

რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგები

სინჯის დასახელება	ძირითადი შემადგენელი მინერალები
ცეცხლაური - 1	კვარცი ≈30%; Ca მონტმორილონიტი; კაოლინიტი
ცეცხლაური - 2	ამორფული თიხური ფაზა კაოლინიტ -ჰალუაზიტი; მინდვრის შპატი
ცეცხლაური - 3	ჰალუაზიტი; Ca მონტმორილონიტი; მინდვრის შპატი; კვარცის კვალი
ჯიხანჯური - 1	რენტგენამორფული თიხური ფაზა-ჰალუაზიტი; მინდვრის შპატი
ჯიხანჯური - 2	რენტგენამორფული თიხური ფაზა-ჰალუაზიტი
ოჩხამური - 1	რენტგენამორფული თიხური ფაზა-კაოლინიტი; კვარცის კვალი
ოჩხამური - 2	რენტგენამორფული თიხური ფაზა-კაოლინიტი; კვარცის კვალი
კაკუჩა - 1	ჰალუაზიტი; კვარცის კვალი
კაკუჩა - 2	რენტგენამორფული თიხური ფაზა-კაოლინიტი; კალიუმის მინდვრის შპატი
კაკუჩა - 3	რენტგენამორფული თიხური ფაზა ქლორიტ-კაოლინიტი; კვარცის კვალი
მუხა ესტატე	მინდვრის შპატი; კაოლინიტი
ლევა I უბანი 1	ჰალუაზიტი; კვარცის, მინდვრის შპატის და კლინოპტილოლიტის კვალი
ლევა I უბანი 2	ამორფული ფაზა; K მინდვრის შპატი; კაოლინიტ - ჰალუაზიტის კვალი
ლევა I უბანი 3	რენტგენამორფული ფაზა; მინდვრის შპატი; კაოლინიტ-ჰალუაზიტის კვალი
ლევა II უბანი 1	ცუდად დაკრისტალეზული კაოლინიტი; მინდვრის შპატის კვალი
ლევა II უბანი 2	ცუდად დაკრისტალეზული კაოლინიტი

პირველი ცხრილის მონაცემების მიხედვით, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ს შემცველობა წარმოდგენილ თითქმის ყველა სინჯში მერყეობს 20 – 29 %-ს ფარგლებში. ალუმინის ოქსიდის მაღალი შემცველობა სინჯებში განპირობებულია თიხური მინერალებით: კაოლინიტითა და ჰალუაზიტით (ცხრილი 2). თითქმის ყველა სინჯი მუქი შეფერილობისაა, რასაც განაპირობებს მღებავი ოქსიდის Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ძალიან მაღალი შემცველობა სინჯებში, რომელიც ძირითადად მერყეობს 8 – 15 %-ს ფარგლებში; გამონაკლისია კაკუჩას (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> =1,2 %) და ცეცხლაურის ორი სინჯი, სადაც Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ს შემცველობა შესაბამისად 3,7 და 5,5 %-ა.

მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ თიხური მინერალები წარმოდგენილია კაოლინიტ - ჰალუაზიტით, იშვიათად კალიუმის მონტმორილონიტით. ძირითადი ქანმამუნი

მინერალებია მინდვრის შპატი და კვარცი, რომელთა რაოდენობა სინჯებში მცირეა.

წარმოდგენილი ღარული სინჯებიდან, უბნების მიხედვით, შედგენილი იქნა ტექნოლოგიური სინჯები, რომელზედაც გაგრძელდა კვლევები, როგორც ფიზიკურ-მექანიკური, ასევე ტექნოლოგიური პარამეტრების დასადგენად. შესწავლილი იქნა ტექნოლოგიური სინჯების ფიზიკური თვისებები, განისაზღვრა პლასტიკურობა, თიხური მდგენელის შემცველობა, რომელიც მერყეობს 40-75 %-ს ფარგლებში.

სინჯების ფიზიკური თვისებებიდან განისაზღვრა ნაყარი სიმკვრივე ჩვეულებრივ და დატკეპნილ მდგომარეობაში და ჭეშმარიტი სიმკვრივე. შედეგები მოცემულია მესამე ცხრილში.

ფიზიკური თვისებები

სინჯის დასახელება	ნაყარი სიმკვრივე ჩვეულებრივ მდგომარეობაში, კგ/მ <sup>3</sup>	ნაყარი სიმკვრივე დატკეპნილ მდგომარეობაში, კგ/მ <sup>3</sup>	ჭეშმარიტი სიმკვრივე, გ/სმ <sup>3</sup>
ცეცხლაური	996	1181	2,5
ჯიხანჯური	893	999	2,5
ოჩხამური	978	1129	2,6
კაკუჩა	971	1168	2,6
მუხა ესტატე	970	1224	2,5
ლევა I-უბანი	901	1120	2,5
ლევა II-უბანი	853,5	1082	2,6

პლასტიკურობა წარმოადგენს თიხის თვისებას, ბზარების წარმოქმნის გარეშე, გარეგანი დატვირთვის შედეგად შეიცვალოს ფორმა და ზომა და შეინარჩუნოს იგი დატვირთვის მოხსნის შემდეგ.

პლასტიკურობა დამოკიდებულია მინერალურ შედგენილობასა და თიხის დისპერსულობაზე.

წარმოდგენილი სინჯების პლასტიკურობა განსაზღვრული იქნა ვასილიევ-ატერბერგის მეთოდით. რომელიც ეფუძნება მაქსიმალური და მინიმალური ოდენობის წყლის შეყვანას მასალაში. იგი შეესაბამება დენადობის ქვედა ზღვრისა და გაბრტყელების ზღვრის სინესტებს შორის სხვაობას.

ცხრილი 4

სინჯების პლასტიკურობის განსაზღვრის შედეგები

სინჯის დასახელება	დენადობის ქვედა ზღვრის სინესტე, %	გაბრტყელების ზედა ზღვრის სინესტე, %	პლასტიკურობის რიცხვი	შეფასება
ცეცხლაური	54,2	31,2	23,0	საშუალოპლასტიკური
ჯიხანჯური	69,8	39,4	30,4	მაღალპლასტიკური
ოჩხამური	67,2	36,7	30,5	მაღალპლასტიკური
კაკუჭა	65,0	37,0	28,0	მაღალპლასტიკური
მუხა ესტატე	62,9	32,0	30,9	მაღალპლასტიკური
ლედვა I- უბანი	59,4	31,3	28,1	მაღალპლასტიკური
ლედვა II- უბანი	65,8	36,7	29,1	მაღალპლასტიკური

რაც უფრო პლასტიკურია თიხა, მით უფრო დიდია სინესტებს შორის ინტერვალი, რომლის დროსაც თიხა ამჟღავნებს პლასტიკურობას. პლასტიკურობის განსაზღვრის შედეგები მოცემულია მეოთხე ცხრილში.

მე-4 ცხრილის მონაცემების მიხედვით ექვსი სინჯი მაღალპლასტიკურია, ხოლო ერთისა საშუალოპლასტიკური.

კერამიკული თვისებების შესასწავლად, წარმოდგენილი სინჯები მომზადდა ტექნოლოგიური კვლევებისთვის. პლასტიკური მეთოდით დაყალიბებული იქნა ფილები ზომით 50×50×10 მმ, ძელაკები 110×10×10 მმ და კონუსები, რომლებიც 3 დღე შრებოდა ჰაერზე. ფილებისა და ძელაკების შემდგომი გამოშრობა

მიმდინარეობდა თერმოსტატში 24 საათის განმავლობაში 105°C ტემპერატურაზე. განისაზღვრა ფილების საჭაერო შეკლება, რომელიც ხასიათდება ხაზოვანი ზომებისა და მოცულობის ცვალებადობით და არის იმ ფიზიკური პროცესების გავლენა, რომელიც მიმდინარეობს შრობისას 105°C ტემპერატურაზე.

ოპტიმალური ტემპერატურის დასადგენად ფილები გამოიწვა სხვადასხვა ტემპერატურაზე და განისაზღვრა მათი კერამიკული თვისებები: ცეცხლოვანი და საერთო შეკლება, წყალშთანთქმა, საშუალო სიმკვრივე, ფორიანობა. გამოცდის შედეგები მოცემულია ცხრილში 5.

გამომწვარი ფილების კერამიკული თვისებები

სინჯის დასახელება	გამოწვის T, 0C	ცეცხლოვანი შეკლება, %	საერთო შეკლება, %	წყალშთანთქმა, %	საშუალო სიმკვრივე, კგ/მ <sup>3</sup>	ფორიანობა, %
ცეცხლაური	1000	0,9	8,6	23,2	1642	38,0
	1050	5,1	12,8	20,4	1777	36,3
	1100	8,2	15,9	15,5	1896	29,4
	1150	9,1	16,8	13,2	1956	25,9
ჯიხანჯური	-	-	-	-	-	-
ოჩხამური	1000	4,9	14,7	19,2	1770	33,9
	1050	8,8	18,6	16,6	1823	30,3
	1100	14,9	24,7	6,7	2240	15,0
კაკუჩა	1000	4,4	14,5	22,5	1659	37,3
	1050	8,4	18,4	18,0	1767	31,9
	1100	14,0	24,1	9,2	2122	19,5
	1150	16,7	26,7	2,9	2370	6,8
მუხა ესტატე	1000	2,6	12,4	24,4	1670	40,7
	1050	4,4	14,2	20,8	1702	35,4
	1100	10,0	19,8	11,5	1993	22,8
ლეღვა I-უბანი	1000	3,7	12,4	19,7	1766	34,8
	1050	10,3	18,7	15,2	1837	27,9
	1100	14,3	22,8	5,9	2270	13,4
ლეღვა II-უბანი	1000	2,0	11,6	30,5	1513	46,1
	1050	6,3	15,5	29,4	1551	45,5
	1100	7,9	16,1	27,9	1582	44,1
	1150	დაიბზარა	-	-	-	-

ამრიგად მოცემულ სინჯებში თიხური მინერალი ძირითადად წარმოდგენილია კოლინიტ-ჰალუაზიტით. ძირითადი ქანმაშენი მინერალებია მინდვრის შპატი და კვარცი, რომელთა რაოდენობა სინჯებში მცირეა. ძალიან მაღალია რკინის ოქსიდის შემცველობა, რაც განაპირობებს სინჯების მუქ შეფერილობას. მაღალპლასტიკურია 6 სინჯი, ხოლო საშუალოპლასტიკური ერთი.

ოჩხამურისა და პირველი უბნის ლეღვას 1100 °C ტემპერატურაზე და კაკუჩას 1150 °C ტემპერატურაზე გამომწვარი ფილები წყალშთანთქმის მიხედვით აკმაყოფილებს სტანდარტის 13996-2019 კერამიკული

ფილები მოთხოვნებს შიგა კედლებისა და იატაკის მოპირკეთებისათვის.

ლიტერატურა

1. Вакалова Т.В., Погребенков В.М., Ревва И.Б. Исследование физико-механических и технологических свойств глинистого сырья. ТПУ, Томск, 2014. 36 с.
2. Иванова А.В., Михайлова Н.А. Технологические испытания глины. Издательство ГОУ-ВПО УГТУ-УПИ, Екатеринбург, 2005. 41 с.
3. ГОСТ 13996-2019. Плитки керамические, общие технические условия. (ISO 13006:2018.NEQ), СТАНДАРТИНФОРМ, Москва, 2019.

**TKEMALADZE M., GEGIA N., MAKADZE M., RUKHADZE T. DEPOSITS-MANIFESTATIONS WITHIN THE CHOLOKA AND OCHKHAMURI BASIN, INVESTIGATIONS OF THEIR TECHNOLOGICAL PARAMETERS**

**TKEMALADZE M., GEGIA N., MAKADZE M., RUKHADZE T. МЕСТОРОЖДЕНИЯ-ПРОЯВЛЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ БАСЕЙНА ЧОЛОКИ И ОЧХАМУРИ, ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ**

**ANNOTATION.** The article presents the results of the geological-technological research of the clay deposit - manifestations within the Choloki and Ochkhauri basins. The geological conditions of their formation, age and genetic issues are discussed. Dozens of trench samples were analyzed. Physico-technological characteristics are determined along with chemical and mineral composition. According to the studied parameters, the clays of some locations are suitable for the production of ceramic tiles.

**АННОТАЦИЯ.** В статье представлены результаты геолого-технологических исследований глинистых месторождений-проявлений в пределах бассейнов Чолоки и Очхамури. Обсуждаются геологические условия их формирования, возраст и генетические вопросы. Были проанализированы десятки проб траншей. Наряду с химическим и минеральным составом изучены физико-технологические характеристики. По изученным параметрам глины некоторых местонахождений пригодны для производства керамической плитки.

**KEY WORDS:** deposit; laterites; plasticity; water absorption; shrinkage; porosity.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** месторождение-проявление; латериты; пластичность; водопоглощаемость; усадка; пористость.



**აპაღ. დოქტორი ლ.ლელუაშვილი, მაგისტრანტი გ.ლელუაშვილი,  
ს. სტარიაკოვა  
ელექტროქიმიური კოროზიისაგან ანოდური დაცვის  
ახალი მოწყობილობა**

**ანოტაცია.** სტატიაში მოცემულია ანოდური დაცვის მოწყობილობა, რომელშიც ანოდის მასალის დაშლის შემცირება მიიღწევა ანოდის სახით მილსადენზე სპირალურად დახვეული ლითონის ლენტით, რომლის პოტენციალი შენარჩუნდება პასიური არის საზღვრებში რეგულატორის შედარების ელექტროდისა და კათოდის მეშვეობით

**საკვანძო სიტყვები:** ელექტროქიმიური კოროზია; კათოდი; ანოდი; ელექტროდი; პასივაცია.

ცნობილია რომ, ელექტროქიმიური კოროზიისაგან კათოდური დაცვის ძირითად ელემენტს წარმოადგენს ანოდური დამიწებელი, რომლის ელექტროლიზის შედეგად დაშლის ხარჯზე ხდება მიწისქვეშა და წყალქვეშა ლითონის ნაგებობებისა და კომუნიკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვა.

სტატიაში შემოთავაზებული ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის მოწყობილობის შედეგია ანოდური დამიწებლის მასალის დაშლის შეჩერება მისი პასიურ მდგომარეობაში შენარჩუნების გზით.

ცნობილია, რომ ლითონი კონტაქტში შედის აგრესიულ გარემოსთან, რის შედეგადაც იწყება კოროზიის პროცესი და ლითონის ზედაპირზე წარმოიქმნება მუდმივი ელექტრული პოტენციალი. ამ პოტენციალის განსაზღვრული დადებითი მნიშვნელობის დროს კოროზიის პროცესი შეიძლება მკვეთრად შემცირდეს. ეს მოვლენა ცნობილია, როგორც ლითონის პასიურობა, ხოლო პოტენციალის შეცვლა მითითებული მნიშვნელობის მხარეს - როგორც პასიური. ასეთ შემთხვევაში პოტენციალის მნიშვნელობის არეს უწოდებენ პასიურ არეს. ამარის აბსოლუტური მნიშვნელობა და ხანგრძლიობა დამოკიდებულია ლითონის ბუნებასა და გარემოზე. ა.გ. პოტენციალის შეცვლა პასიური არის მხარეს შესაძლებლობას იძლევა შეჩერდეს ლითონის კოროზიის პროცესი [1].

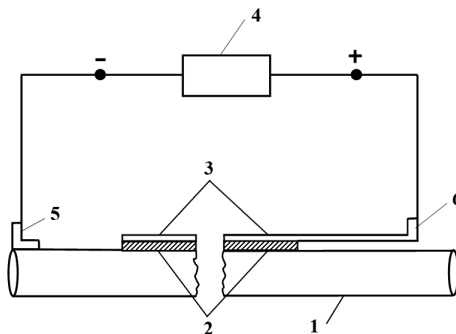
როგორც ცნობილია, ლითონის პასიურობა მოცემულ გარემოში შესაძლებელია მიღწეული იქნას ასევე სხვადასხვა კომპონენტების, პასივატორების დამატებით, რაც ხელს უწყობს მოცემულ გარემოში ლითონის პასივაციას. ამ ორი მეთოდის ერთად გამოყენება შესაძლებლობას

იძლევა უზრუნველყოთ ლითონის პასიურობა ნებისმიერ შემთხვევაში.

მთელ რიგ მოწყობილობა-დანადგარებში კოროზიის შესამცირებლად, რომლებიც შეიცავენ ელექტროგამტარ აგრესიულ გარემოს, იყენებენ ანოდური დაცვის მეთოდებს [3].

ეს მეთოდები საშუალებას იძლევიან მნიშვნელოვნად შემცირდეს მათი კოროზიის სიჩქარე. მაგალითად, როგორცაა: სარევი აგრესიული მასალით, რომელშიც კათოდის სახით გამოიყენება არა სარევი სპეციალურად შეყვანილი ელექტროდები (კათოდი), არამედ ისევე მენტი, რომელიც მასში იმყოფება (მაგალითად თვითონ სარევი), რომლის დაშლის შეჩერება ხდება მისი პასიურ მდგომარეობაში შენარჩუნების გზით ან მომწამვლელი აბაზანის კოროზიისაგან ანოდური დაცვის მეთოდი გრძელი ზომის ნაკვეთების დამუშავებისას, რომელიც შეიცავს აბაზანის კორპუსზე ანოდური პოტენციალის მიწოდებას და მის შენარჩუნებას ოპტიმალურ დონეზე რეგულატორის, ელექტროდისა და კათოდის მეშვეობით, ხოლო კათოდის სახით გამოიყენება დასამუშავებელი გრძელი ზომის ნაკეთობა. ამით მიიღწევა ნაკეთობის ლითონის დაკარგვის შემცირება და მომწამვლელი აბაზანის მუშაობის ხანგრძლივობის გაზრდა. აბაზანის პასიური მდგომარეობა შენარჩუნებულია მასში და გრძელი ზომის ნაკეთობაში პოლარიზებული დენის გავლის ხარჯზე. დაპასივების ოპტიმალური პოტენციალი შედარების ელექტროდსა და აბაზანის კორპუსს შორის დგინდება პოტენციალის რეგულატორის მავალბლის მიერ და შენარჩუნდება პოლარიზებული ანოდური დენის გადენის ხარჯზე. პოლარიზაციის ჩართვა და გამორთვა ხორციელდება ავტომატურად პოტენციალის რეგულატორის მიერ ზღვრული პოტენციალის მიღწევისას, რომელიც იმყოფება დასაცავი მომწამვლელი აბაზანის ლითონის პასიური არის საზღვრებში. კათოდთან მიერთებული დასამიწებელი გრძელი ზომის ნაკეთობა ფაქტობრივად ექცევა კათოდური დაცვის ქვეშ.

სტატის მიზანია იმის ჩვენება, თუ როგორ შეიძლება გაწეული ხარჯების შემცირება ანოდური დამიწებლის ნაგებობებზე და როგორაა შესაძლებელი ანოდური მასალის დაშლის პროცესის შეჩერება.



**ნახ. 1.** ელექტროქიმიური კოროზიისაგან ანოდური დაცვის მოწყობილობა, სადაც: 1 - ლითონის მილსადენი (კათოდი); 2 - საიზოლაციო მასალა, 3 - ლითონის ლენტი (ანოდი); 4 - მუდმივი დენის წყარო, 5 - კათოდური გამომყვანი, 6 - ანოდური გამომყვანი

სტატიაში შემოთავაზებულია ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვის ანოდური მოწყობილობა, რომელიც შეიცავს კათოდურ ელექტროდს ლითონის მილსადენის სახით და ანოდურ ელექტროდს, რომლისთვისაც გამოიყენება იზოლაციით დაფარული ლითონის მილსადენზე სპეციალურად დახვეული ლითონის ლენტი, რომლის დაპასივების ოპტიმალური პოტენციალი შენარჩუნდება პასიური არის საზღვრებში რეგულატორის მეშვეობით.

ანოდური დამნიჭებლის ნაგებობებზე ხარჯის შემცირება მიიღწევა იმით, რომ ანოდური ლითონის ლენტი წინასწარ ეხვევა მილსადენზე და უერთდება კათოდურ სადგურთან მისი მონტაჟის დროს, ხოლო ანოდური მასალის დაშლის შემცირება (შეჩერება) მიიღწევა იმით, რომ ანოდის პოტენციალი მოცემული გარემოსათვის შენარჩუნდება პასიური არის საზღვრებში.

ნახაზზე 1 ნაჩვენებია ელექტროქიმიური კოროზიისაგან ანოდური დაცვის მოწყობილობა, სადაც ლითონის მილსადენი 1 დაფარულია იზოლაციით 2, რომელზეც სპირალურად არის დახვეული ლითონის ლენტი 3, რომელიც დაკავშირებულია ანოდური გამომყვანით 6 მუდმივი დენის წყაროს 4 დადებით პოლუსთან, რომლის უარყოფითი პოლუსი დაკავშირებულია მილსადენ 1 კათოდურ გამომყვანთან 5.

ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის რეგულატორი და შედარების ელექტროდი.

ჩვენს მიერ დამუშავებული სქემის კონსტრუქციული შესრულება საშუალებას იძლევა მიწისქვეშა და წყალქვეშა ლითონის კომუნიკაციების ელექტროქიმიური კოროზიისაგან დაცვას მოცემული გარემოსათვის, ანოდის

**LELUASHVILI L., LELUASHVILI G., STERIAKOVA S.  
NEW DEVICE FOR ANODIC PROTECTION  
AGAINST ELECTROCHEMICAL CORROSION**

**ANNOTATION.** The article proposes the construction of an anode grounding, in which a decrease in the dissolution of the anode material and a decrease in the cost of anode grounding construction is achieved by using a metal tape wound spirally on the insulating coating of the pipeline as an anode, the potential of which is maintained within the passive region by means of a regulator.

**KEY WORDS:** electrochemical corrosion; cathode; anode; electrode; passivation.

პოტენციალის შენარჩუნებას პასიური არის საზღვრებში, რაც საიმედო გარანტიაა დაცვის სისტემის ეფექტური მუშაობისათვის მისი ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში. ამასთანავე მცირდება ანოდურ დამნიჭებელზე გაწეული ხარჯები და იზრდება დაცვის სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და ექსპლუატაციის საიმედოება, ელექტროქიმიური კოროზიისაგან ანოდური დაცვის ობიექტებია: მიწისქვეშა და წყალქვეშა ლითონის ნაგებობები და კომუნიკაციები: როგორებიცაა, ლითონის მილები; გაზისა და ნავთობის გარსაცმი და საექსპლუატაციო მილები; საკომპრესორო და სატუმბო სადგურების ლითონის მილსადენები; მიწისქვეშა ლითონის რეზერვუარები; მიწისქვეშა გაზსაცავები და სხვა [2].

**დასკვნა**

ანოდის მასალის დაშლის შემცირების მიზნით მისი პოტენციალი მოცემული გარემოსათვის შენარჩუნდება პასიური არის საზღვრებში, რაც შესაძლებლობას იძლევა შეჩერდეს მისი კოროზიის პროცესი.

**ლიტერატურა**

1. Тихомиров Е.Н. Монтаж, наладка и эксплуатация устройств электрохимической защиты. Недра, Ленинград, 1976. с.10.
2. Волков Б.Г., Тесов Н.И., Шувалов В.В. Справочник по защите подземных металлических сооружений от коррозии. Недра, Ленинград, 1975. 224 с.
3. Метод анодной защиты травильной ванны от коррозии. А.С. СССР № 969785.

**ЛЕЛУАШВИЛИ Л.В., ЛЕЛУАШВИЛИ Г.Л.,  
СТЕРЯКОВА С.И.  
НОВОЕ УСТРОЙСТВО АНОДНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ  
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ**

**АННОТАЦИЯ.** В статье предложено сооружение анодного заземления, в котором уменьшение растворения материала анода и уменьшение затрат на сооружение анодного заземления достигается тем, что в качестве анода используется, намотанная спирально на изоляционное покрытие трубопровода, металлическая лента, потенциал которой поддерживается в пределах пассивной области с помощью регулятора.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** электрохимическая коррозия; катод; анод; электрод; пассивация.

**საკად. დოქტორი ბ. ბალიაშვილი, ნ. სარჯველაძე  
ბატონოვა მაცნე ზემოქმედების ფაქტორების შესახებ**

ანოტაცია. ბეტონი, ექსპლუატაციის დროს, არც თუ ისე იშვიათად, ხდება ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტის და მთელი შენობა ნაგებობის დროზე ადრე მწყობრიდან გამოსვლა. ამიტომ ბეტონზე მოქმედი ფაქტორების დახასიათება, ზემოქმედების მექანიზმის ჩამოყალიბება, ბეტონის დამზადების დროს მათი გამოვლისწინების მიზნით, ერთ-ერთი, აუცილებელი, ამოვანაა. განხილული საკითხი აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს ბეტონის დამზადების და გამოყენების საქმეში. წარმოდგენილია ბეტონზე მავნე ზემოქმედების ფაქტორები, გარემო და მათი ზეგავლენის მექანიზმი.

საკვანძო სიტყვები: ბეტონი; დასველება; შრომა; გაყინვა; ლღობა; ცვეთა; ზემოქმედება.

**შესავალი**

ბეტონი, ექსპლუატაციის დროს, ხშირად იმყოფება, სხვადასხვა, მავნე, აგრესიული გარემოს და ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში. ამგვარი ზემოქმედების გამო ხდება ბეტონის სამშენებლო-კონსტრუქციული ელემენტების, ფიზიკურ-მექანიკური, თვისებების მნიშვნელობის, ძირითადად გამძლეობა-ხანმედეგობის, შემცირება და რღვევა.

ბეტონის მავნე ზემოქმედების, ფაქტორების დახასიათება, მექანიზმის დადგენა და გათვალისწინება ბეტონის დამზადების და ექსპლუატაციის დროს აუცილებელ ამოცანას წარმოადგენს.

სტატიაში განხილული საკითხი, თანამედროვე, სამეცნიერო-ტექნიკურ, აქტუალურ, პრობლემას და მისი გადაჭრის საქმეში, ჩვენი აზრით, ერთ, პატარა, წინ გადადგმულ ნაბიჯს წარმოადგენს.

**ძირითადი ტექსტი**

ქვემოთ წარმოდგენილია მავნე ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ბეტონის, ძირითადი, ნაგებობების, ფაქტორების და მათი ზეგავლენის მექანიზმის დახასიათება.

**მავნე ზემოქმედების ქვეშ მყოფი ბეტონის, ძირითადი, ნაგებობებიდან შეიძლება დასახელდეს შემდეგი:** ნაპირის დამცავი; ხიდის ბურჯი; წყლის რეზერვუარი; მილსადენი; ტროტუარის, საავტომობილო გზების და თვითმფრინავის ასაფრენ-დასაფრენი ზოლების საფარი; ზვავის დარტყმის ზემოქმედების საწინააღმდეგო ნაგებობა.

**ბეტონზე მავნე ზემოქმედების, ძირითადი, ფაქტორები შემდეგია:** 1-დასველება-შრობა. 2 - გაყინვა-ლღობა. 3 - ზვავის დარტყმა. 4 - ლოდნარ-კაჭარის დარტყმა. 5 - ავთოქმითი ტალღის დარტყმა. 6 - ზღვის ტალღის დარტყმა და 7 - აბრაზიული ცვეთა.

**ა - დასველება-შრობის ფაქტორი, ქიმიურად აგრესიულ და არა აგრესიულ თხევად გარემოში.**

თხევადი, აგრესიული გარემო წარმოადგენს მჟავების, ტუტეების, სულფატების და მარილების ხსნარს. თხევადი, არა აგრესიული გარემო არ შეიცავს ქიმურ, ზემოთ წარმოდგენილ, მინარევებს.

დასველება-შრობა ხდება ბეტონის კონსტრუქციის, პერიოდულად სველ და მშრალ გარემოში, ექსპლუატაციის დროს. დასველება გამოწვეულია წყლის, შრობა მზის სხივების ზემოქმედებით.

დასველება-შრობის ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად ხდება ბეტონის გამოფიტვა.

თავის მხრივ, გამოფიტვის შედეგად ხდება ბეტონის გამძლეობა - ხანმდეგობის მნიშვნელობების, შემცირება და რღვევა.

თხევადი, აგრესიული, გარემოს, ერთ-ერთ, ძირითად, ნივთიერებას წარმოადგენს ნატრიუმის სულფატი. ნატრიუმის სულფატის ხსნარი აჩქარებს სულფატის იონების ტრანსპორტირებას ბეტონში. დასველების დროს,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ხსნარის შეწოვის და გაჯერების შემდეგ, სულფატის იონები მიგრირებენ ბეტონის ღრმა ნაწილებში, კონცენტრაციის გრადიენტით გამოწვეული დიფუზიური ეფექტის გამო. მიგრაციის დროს ხდება რეაქტიები ცემენტის დამატენიანებელ პროდუქტებსა და სულფატის იონებს შორის, რომლებიც წარმოქმნიან ეროზიულ პროდუქტებს [1].

გაშრობის დროს ბეტონიდან ტენის აორთქლება იწვევს ფორებში მარილის კრისტალიზაციას ზედაპირიდან და შიგნიდან. კრისტალების გაფართოების შედეგად იზრდება წნევა ბეტონის ზედაპირზე, რაც იწვევს მის რღვევას.

აგრესიული გარემოს ზემოქმედება მნიშვნელოვანია, როდესაც ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტი ერთ-დროულად ექვემდებარება დასველება-შრობის ციკლებისა და სულფატების ზემოქმედების ერთობლივ ეფექტს. როდესაც ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტი მუდმივად განთავსებულია სულფატის შემცველ აგრესიულ გარემოში, ამ დროს არ ხდება შრობის ზემოქმედება, მისი ეფექტი

შედარებით დაბალია. სულფატები გვხვდება ნიადაგსა და მიწისქვეშა წყლებში [2].

ბეტონში წყლის ცემენტთან შეფარდების (წ/ც) მაღალი მნიშვნელობა აჩქარებს სულფატის იონების დიფუზიას სველ მდგომარეობაში. მშრალ მდგომარეობაში, ფორების უკეთესი შეერთების გამო, უფრო ადვილია კრისტალიზაციის პირობების მიღწევა, რაც აჩქარებს ბეტონის დაზიანების პროცესს. მაღალი კონცენტრაციის  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ზემოქმედების დროს, ბეტონის ეროზიის ფენის სულფატის იონების შემცველობა, შედარებით მაღალია და დაზიანების ხარისხი დიდია [1].

აგრესიული გარემოს ზემოქმედება შედარებით დაბალია, თუ ბეტონი მთლიანად განთავსებულია მიწაში, მიწისქვეშა წყლების არხის გარეშე [2].

გამოფიტვის შედეგად, ქიმიურად არა აგრესიულ გარემოში, ხორციელდება ბეტონის ზედაპირიდან, ფორებიდან, ჰიდრატებიდან, წყლის აორთქლება განსაკუთრებით მისი გამყარების ფაზაში. ამის გამო ხდება ცემენტის პასტის მოცულობის შემცირება, გამჭიმავი მიკრო ბზარების წარმოქმნა და რღვევის დაწყება. ხელახლა დასველებისას, ხდება მიკროსტრუქტურის წყლით გაჯირჯევა. თუმცა, ზოგიერთი ცვლილება, რომელიც მოხდა პირველი გაშრობისას, შეუქცევადია [3, 4].

**ბ - გაყინვა-ლღობის ფაქტორი.**

ბეტონის კონსტრუქციის ექსპლუატაციის გაყინვა-ლღობის ფაქტორი ზემოქმედებას ახდენს ტენიან და  $-5^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალი ჰაერის ტემპერატურის მქონე ატმოსფერულ პირობებში.

გაყინვა ხდება  $-5^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალი ჰაერის ტემპერატურის, ლობა ამ ტემპერატურაზე მაღალ პირობებში.

ბეტონზე გაყინვა - ლღობის ზემოქმედების მექანიზმი შეიძლება ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად. წყლის გარემოში გამყარებული ბეტონის მიერ შეწოვილი წყალი  $-5^{\circ}\text{C}$ -ზე დაბალი ჰაერის ტემპერატურის პირობებში იყინება, ყინული ფართოვდება და იწყება მიკრო ბზარების წარმოქმნა. შემდეგი ციკლების ზემოქმედების შედეგად ხდება მიკრო ბზარების გაზრდა, გაერთიანება, ბეტონის ზედაპირზე ხილული ბზარების გამოჩენა და ბოლოს ბეტონის რღვევა [5].

იმ შემთხვევაში, თუ გაყინვა - ლღობის ციკლების ზემოქმედება მიმდინარეობს ბეტონის ნარევი, როდესაც ჰიდრატაციის პროცესი არ არის დასრულებული, ხშირად ხდება ნარევი გამოყენებული, აუცილებელი, წყლის რაოდენობის შემცირება. ამის გამო ვერ განხორციელდება ცემენტის ჰიდრატაციის სათანადო დონეზე შესრულება. გარდა ამისა არ განხორციელდება: კრისტალური გელების სრულად ჩამოყალიბება; ბეტონის ყველა შემადგენელი მასალის გელით გაპოხვა და თხელი გარსით სრულად დაფარვა; ბეტონის ინგრედიენტების სათანადოდ შეკავშირება; ბეტონის პლასტიკური ნარევის ჩამოყალიბება; ნარევის სათანადო ტრანსპორტირება სამშენებლო ყალიბამდე; ყალიბში განთავსება და შეკავშირება-გამყარება. ყოველივე ამის გამო, არ მიიღება საპროექტო მოთხოვნების შესაბამისი ბეტონი. რაც გამოიწვევს მისი გამძლეობა-ხანმდეგობის შემცირებას, რღვევას და დროზე ადრე ექსპლუატაციიდან გამოსვლას [5].

**გ - ზვავის დარტყმითი ფაქტორი.**

ზვავის დარტყმითი ფაქტორი წარმოადგენს ბეტონის კონსტრუქციაზე მის დარტყმას თავისი უარყოფითი შედეგებით.

ზვავი, კლასიკური განმარტებით, წარმოადგენს მთის ფერდობზე სწრაფად მოძრავ თოვლის მასას. ზვავი, ხშირ შემთხვევაში, არ შეიცავს მხოლოდ თოვლს.

თოვლის მასა, მოძრაობის დროს, გლეჯავს ხეებს, მსხვილნატეხოვან გრუნტს (ლოდი, კაჭარი, კენჭი, ღორღი, ხრეში, ხვინჭა) და სხვა სხეულებს. ამგვარად გაერთიანებული თოვლის და სხვადასხვა სხეულების ნარევის მასა, დიდი სიჩქარით, ეჯახება-ერთყმება ბეტონის ზვავსაწინააღმდეგო, ან სხვა შენობა-ნაგებობას.

ამ დროს ადგილი აქვს დარტყმით დატვირთვას, ყველა თავისი უარყოფითი ზემოქმედებით, ბეტონის კონსტრუქციასა და მთელ ნაგებობაზე.

თუ ბეტონი ამგვარი ზემოქმედების გამკლავებადი არ არის, კონსტრუქციულ ელემენტებში ჩნდება ბზარები, რომლებიც ერთიანდებიან, ყალიბდება მაგისტრალური ბზარი, რაც იწვევს მის რღვევას და მწყობრიდან გამოსვლას.

**დ - ლოდნარ-კაჭარის დარტყმითი ფაქტორი.**

ფაქტორს წარმოადგენს სხვადასხვა მიზეზით, ლოდების, კაჭრების მასის ფერდობიდან მოგლეჯვა, დიდი სიჩქარით, ენერგიით, დაქანება და ბეტონის დამცავ, ან სხვა ნაგებობაზე დარტყმა.

მთის ფერდობი, ხშირად, ლოდნარის და კაჭარის გარდა, შეიცავს კენჭს, ღორღს, ხრეშს, ხვინჭას, თიხის, ქვიშის ნაწილაკებს და ნიადაგს. დაქანებულმა ლოდნარმა და კაჭარმა შეიძლება გამოიწვიოს მათი მოთხრა, მოგლეჯვა და გაერთიანება ერთ მოძრავ მასაში, რომელიც ახდენს დარტყმას ბეტონის ნაგებობაზე. ლოდნარ-კაჭარის ბეტონზე ზემოქმედების მექანიზმი ზვავის ფაქტორის, თითქმის, იდენტურია. ამიტომ აქ არ არის წარმოდგენილი. აღსანიშნავია, რომ, ამ შემთხვევაში დარტყმა უფრო დიდი სიჩქარით, ენერგიით და მაღალი რღვევის ეფექტით ხასიათდება.

**ე - აფეთქებითი ტალღის დარტყმითი ფაქტორი.**

აფეთქებითი ტალღის დარტყმითი ფაქტორი წარმოადგენს აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ტალღის ზემოქმედებას ბეტონის კონსტრუქციაზე. ფაქტორის ზემოქმედება დამოკიდებულია წარმოქმნილი ტალღის ფრონტსა და ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტის, ან მთელ შენობა-ნაგებობას, შორის მანძილზე, მის შემადგენლობაზე, სიჩქარეზე და სხვა. ზემოქმედების მექანიზმი ზემოთ წარმოდგენილი დარტყმითი ფაქტორების იდენტურია.

**ვ - ზღვის, ტალღის დარტყმითი ფაქტორი.**

ზღვის ტალღის ბეტონის კონსტრუქციაზე დარტყმის შედეგად ხდება ფიზიკურ-მექანიკური ზემოქმედება. ზღვის ტალღა, ქარისმიერი (არსებობს სხვა წარმოშობის), წარმოადგენს ზღვის ზედაპირზე ქარის ზემოქმედების შედეგად წარმოქმნილი წყლის დიდ მასას.

ზღვის ტალღა იწვევს დინამიკურ დარტყმას. აფეთქების ტალღისგან განსხვავებით, შეიცავს წყლის დიდ მასას, რომლის დარტყმის შედეგად წარმოქმნილი ძალა, თითქმის, თანაბრად ნაწილდება ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტის შემხებ ზედაპირზე.

ზღვის ტალღის, ბეტონის კონსტრუქციული ელემენტის, ან მთელი ნაგებობის შემხებ ზედაპირზე, დარტყმის ზემოქმედების მექანიზმი, ზემოთ წარმოდგენილი დარტყმითი ფაქტორების ზემოქმედების მექანიზმის, ძირითადად, იდენტურია.

**ზ - აბრაზიული ცვეთის ფაქტორი.**

**აბრაზიული ცვეთის ფაქტორის** ზემოქმედებას ადგილი აქვს ტროტუარის, მდინარის ნაპირსამაგრის ასაფრენ - დასაფრენი ზოლების ბეტონის საფარის ექსპლუატაციის დროს. ამ დროს აბრაზიული ცვეთის პროცესი მიმდინარეობს მყარი, აბრაზიული და არა აბრაზიული სხეულების ზემოქმედებით. ადგილი აქვს სრიალს, ხახუნს, დარტყმას და სხვა დინამიკურ ზემოქმედებას. პროცესი შეიძლება მიმდინარეობდეს ისეთ ფაქტორების ზემოქმედებასთან ერთად, როგორცაა თხევადი აგრესიული გარემო, დასველება-შრობა და გაყინვა-ლღობა.

აბრაზიული ცვეთის ფაქტორის ზემოქმედების მექანიზმი, დაახლოებით, წარმოადგენს ზემოთ მოყვანილი მექანიზმების კომბინაციას.

**დასკვნა**

**ბეტონზე მავნე ფაქტორების ზემოქმედების მექანიზმი:**

**ა - დასველება-შრობის,** ქიმიურად აგრესიულ და არა აგრესიულ, თხევად, გარემოში, დასველების დროს, Na-2SO4 ხსნარის შეწოვის და გაჯერების შემდეგ, სულფატის იონები მიგრირებენ ბეტონის ღრმა ნაწილებში. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება ეროზიული პროდუქტები. ტენის აორთქლება ფორებში იწვევს მარილის ხსნარის კრისტალიზაციას. კრისტალების გაფართოების შედეგად იზრდება წნევა ბეტონის ზედაპირზე, რაც იწვევს მის რღვევას.

**ბ - გაყინვა-ლღობის** დროს წყლის გარემოში, გამყარებული ბეტონის მიერ შეწოვილი წყალი, - 5°C-ზე დაბალი ჰაერის ტემპერატურის პირობებში იყინება. ყინული ფართოვდება, იწყება მიკრო ბზარების წარმოქმნა, გაზრდა, გაერთიანება, ხილული ბზარების გამოჩენა და ბეტონის რღვევა.

**გ - ზვავის, ლოდნარ-კაჭარის, აფეთქებითი და ზღვის, ტალღის** დარტყმითი ფაქტორის ზემოქმედების დროს, ბეტონის კონსტრუქციულ ელემენტებში მიმდინარეობს ბზარების წარმოქმნა, გაერთიანება, მაგისტრალური ბზარის ჩამოყალიბება, მათი და მთელი ნაგებობის რღვევა და მწყობრიდან გამოსვლა.

**დ - აბრაზიული ცვეთის** მექანიზმი დარტყმის, დასველება-შრობის, გაყინვა-ლღობის და აგრესიული სითხეების მავნე ზეგავლენის მექანიზმების იდენტურია.

**ლიტერატურა**

1. Fang Liu, Zhanping You, Rui Xiong, and Xu Yang. Effects of Sodium Sulfate Attack on Concrete Incorporated with Drying-Wetting Cycles.
2. Concrete in Aggressive Environment <https://www.slideshare.net/GauravHTandon/concrete-in-aggressive-environment>.
3. Types and Causes of Concrete Deterioration. [http://www.cement.org/docs/default-source/fc\\_concrete\\_tech-nology/durability/is536-types-and-causes-of-concrete-deterioration.pdf](http://www.cement.org/docs/default-source/fc_concrete_tech-nology/durability/is536-types-and-causes-of-concrete-deterioration.pdf)
4. Katherine Hong Cyclic Wetting and Drying and its Effects on Chloride Ingress in Concrete. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Applied Science Graduate Department of Civil Engineering. University of Toronto.
5. ACI 212.3R-91 Chemical Admixtures for Concrete Reported by ACI Committee 212 (Reapproved 1999) (MANUAL OF CONCRETE PRACTICE).

BALIASHVILI G., SARJVELADZE N.  
ON THE FACTORS OF HARMFUL EFFECTS ON  
CONCRETE

БАЛИАШВИЛИ Г.Я., САРДЖВЕЛАДЗЕ Н.В.  
О ФАКТОРАХ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА  
БЕТОН

**ANNOTATION.** Concrete is the most common building material today. During exploitation, it is not uncommon for a concrete structural element and the entire building to fail ahead of the exploitation period. Therefore, the characterization of the factors affecting concrete, the establishment of the mechanism of action, in order to take them into account in the preparation of concrete, is one of the necessary tasks. The issue under discussion is an actual problem in the production and use of concrete. The factors of harmful effects on concrete, the environment and the mechanism of their influence are presented. The definition of terms used in the production and operation of concrete is given.

**KEY WORDS:** concrete; wetting; drying; freezing; thawing; wear; impact.

**АННОТАЦИЯ.** Бетон – самый распространенный строительный материал на сегодняшний день. В процессе эксплуатации, не так уж редко, бетонный конструктивный элемент и все здания выходят из строя раньше срока эксплуатации. Поэтому характеристика факторов, воздействующих на бетон, установление механизма воздействия, с целью их учета при приготовлении бетона, является одной из необходимых задач. Обсуждаемый вопрос является актуальной проблемой в производстве и использовании бетона. Представлены факторы вредного воздействия на бетон, окружающей среды и механизм их влияния. Приведено определение терминов, используемых при производстве и эксплуатации бетона.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** бетон; смачивание; сушка; замерзание; оттаивание; износ; воздействие.

შპს 697.9 : 622.4

საპაღ. ღოაღტორი თ. ჳირცხალავა  
მრავალღონიანი მიწისქვეშა ავტოსადღომების ატმოსფეროში  
მავნე ღივთიერებების ემისიის განსაღარღობა

*ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია მრავალღონიანი მიწისქვეშა ავტოსადღომების სავენტილაციო სისტემების დაპროექტებისას გადასაჭრელი სანიტარულ-ჰიგიენური და ეკოლოღიური უსაღრთხოების მოთხოვნების დაცვის აქტუალური საკითხები. ავტოსადღომის მუშაობის პროცესში გამოყოფილი მავნე აირების მოცულობის გასაანგარიღებლად გამოყენებული იქნა საქართველოს ნორმატიული დოკუმენტები, რომლებიც ადგენენ ჰაერის ხარისხის სტანდარტს. მოცემულია მიწისქვეშა ავტოსადღომის მუშაობის პროცესში გამოყოფილი მავნე აირების მოცულობის განსაღარღობის საანგარიღო ალღორითი.*

*საკვანღო სიტყვები: მიწისქვეშა ავტოსადღომი; ატმოსფერული ჰაერის დაცვა; მავნე აირების ემისია; ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია; საანგარიღო ალღორითი.*

დიდი ქალაქების ეკოლოღიური მდღომარეობის გაღარღება ძირითადად ავტომობილების რაოდენობის სწრაფი ჳრდით არის გამოწვეული. მასობრივი თავშეყრის კომპლექსებსა და ცალკეულ შენობებთან მრავალღონიანი მიწისქვეშა ავტოსადღომების აგება ქმნის ავტომობილების განთავსების წინაპირობას ქალაქის იმ განსაკუთრებულად მნიშვნელოვან უბნებში, სადაც, ქალაქგანაშენიანების დაგეგმარების პირობებიდან გამომდინარე, დაუშვებელია საერთოდ ნებისმიერი ნაგებობების მშენებლობა - მაღალითად, მოედნის ცენტრში ან ქუჩის სავალ ნაწილზე. ამჟამად თბილისის ცენტრალურ ნაწილში ავტომანქანების მოზღვავებულმა ნაკადმა ტროტუარებზე, საბავშვო მოედნებსა და დასვენებისათვის განკუთვნილ ჳონებში შეაღწია. შექმნილი მძიმე სიტუაცია რეღულირებას ექვემდებარება. მრავალსართულიანი მიწისქვეშა

ავტოსადღომები არსებული ქუჩების სტრუქტურის მოდერნიზაციის გაღრევე გააღმჯობესებენ ქალაქის ბირთვის ეკოლოღიურ მდღომარეობას, გამორიცხავენ სატრანსპორტო ქსელის გადატვირთვას და მის პარალიზებას პიკის საათებში.

მრავალღონიანი მიწისქვეშა ავტოსადღომის (ნახ. 1) დაპროექტებისას მკაცრად უნდა იქნას დაცული სანიტარულ-ჰიგიენური და ეკოლოღიური უსაღრთხოების მოთხოვნები მოქმედი ნორმატივების შესაბამისად [1, 2]. აღნიშნული ობიექტების დაპროექტებისას გადაწყვეტილი უნდა იქნეს შემდეგი ამოცანები: ნაგებობის შიგნით ჰაერის ნორმატიული პარამეტრების უზრუნველყოფა; ხანძარ და აფეთქებაუსაღრთხოების უზრუნველყოფა; ღონისძიებების გატარება, რომლებიც მიმართულია გაღრემოს დაცვაზე. მიწისქვეშა ავტოსადღომების სავენტილაციო სისტემები (ნახ. 2) ასრულებენ შემდეგ ძირითად ფუნქციებს: უზრუნველყოფენ მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციებს ჳღვრულად დასაშვებ ღონეზე; გამორიცხავენ ადვილადდაღებადი აირების აფეთქებადასაშიში კონცენტრაციების წარმოქმნას.

ობიექტების ატმოსფეროს შედგენილობის და მისი შეფასებისას გამოდიან მედიკობიოლოღიური მოთხოვნებიდან, ითვალისწინებენ მავნე მინარეგების კონცენტრაციებს, მათი მოქმედების მიმართულებას, ტოქსიკურობის ხარისხს. ავტოსადღომებზე ატმოსფერული ჰაერის დაცვის საკითხები რეღულირდება „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონით და მისი მოთხოვნებიდან გამომდინარე მიღებული კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტებით [3-7].



ნახ. 1. მიწისქვეშა ავტოსადგომის ფრაგმენტები [2]: ა) პორტალი; ბ) გვირაბის რამპა; ვ) ავტოსადგომის იარუსი



ნახ. 2. მიწისქვეშა ავტოსადგომის სავენტილაციო მოწყობილობების ფრაგმენტები [2]: ა) ჰაერუმწოვი მილები მიწის ზედაპირზე; ბ) სართულური ჰაერსატარი; ვ) ჰავლური ვენტილატორი

გარემოს დაცვითი სტანდარტები ადგენენ გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის მონიტორინგს და განსაზღვრავენ ჰაერში ადამიანის ჯანმრთელობისათვის და გარემოსათვის სახიფათო ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ, ცხრილი 1). ავტოსადგომის დაპროექტების ეტაპზე, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებების პროგნოზირებისას, უნდა სრულდებოდეს შემდეგი პირობა

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

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

დასახლებული პუნქტების და ავტოსადგომის სამუშაო ზონაში ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები [3]

ცხრილი 1

მავნე ნივთიერებათა დასახელება	ზდკ, მგრ/მ <sup>3</sup>		
	დასახლებულ პუნქტებში		სამუშაო ზონაში
	მაქსიმალური ერთჯერადი	საშუალო დღე-ღამური	
აზოტის დიოქსიდი, NO <sub>2</sub>	0,085	0,04	2
აზოტის ოქსიდი, NO	0,4	0,06	5
გოგორდის დიოქსიდი, SO <sub>2</sub>	0,5	0,05	10
ნახშირბადის ოქსიდი, CO	5	3	20

ატმოსფერულ ჰაერში  $i$ -ური მავნე ნივთიერების ემისია ( $M_{ik}$ , პიკური დატვირთვის დროს, ან დღე-ღამური) გამოყოფილი  $k$ -ური ტიპის ავტომობილების მიერ, როდესაც ცნობილია მათი შიგაწვის ძრავას მუშაობის ჯამური ხანგრძლივობა ( $t_k$ , სთ) შესაბამის პერიოდში, იანგარიშება ფორმულით [7]

$$M_{ik} = q_{ik} \times g_k \times t_k, \quad (2)$$

სადაც  $q_{ik}$  არის ატმოსფერულ ჰაერში  $i$ -ური გაფრქვეული მავნე ნივთიერებების ემისიის კუთრი გამოყოფის კოეფიციენტი  $k$ -ური ტიპის ავტომობილების მიერ (ცხრილი 2), გრ/კგ;  $g_k$  -  $k$ -ური ტიპის ავტომობილების მიერ საწვავის საშუალო საათური ხარჯი

(მიიღება ქარხანა-დამამზადებელის საექსპლუატაციო დოკუმენტების თანახმად), კგ/სთ.

ატმოსფერულ ჰაერში  $i$ -ური მავნე ნივთიერების  $G_i$  - ჯამური მნიშვნელობა ავტოსადგომში ერთდროულად მომუშავე ყველა ავტომობილიდან იანგარიშება ფორმულით

$$G_i = \sum_{k=1}^n M_{ik} = \sum_{k=1}^n q_{ik} \times g_k \times N_k \times t_k, \quad (3)$$

სადაც  $N_k$  არის  $k$ -ური ტიპის ავტომობილების რაოდენობა, რომლებიც მუშაობენ ერთდროულად.

ცხრილი 2

ავტოსატრანსპორტო საშუალებებიდან მავნე ნივთიერებათა კუთრი გამოყოფის კოეფიციენტები 1 ტ თხევადი საწვავის წვისას [7]

შიგაწვის ძრავას სახეობა	გამოყენებული სათბობის დასახელება	მავნე ნივთიერების დასახელება	$q_{ik}$ - კუთრი გამოყოფის კოეფიციენტი
კარბიურატორიანი ძრავა	ბენზინი	ნახშირჟანგი, CO	0,44
		ნახშირწყალბადები, Cx Hy	0,08
		აზოტის დიოქსიდი, NO2	0,025
		ჰვარტლი, C	0,6
		გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, SO2	0,002
		ბენზ(ა)პირენი, C20 H12	0,23 gr
		ნახშირორჟანგი, CO2	3,180
დიზელის ძრავა	დიზელის საწვავი	ნახშირჟანგი, CO	0,125
		ნახშირწყალბადები, Cx Hy	0,055
		აზოტის დიოქსიდი, NO2	0,035
		ჰვარტლი, C	0,015
		გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, SO2	0,02
		ბენზ(ა)პირენი, C20 H12	0,31 gr
		ნახშირორჟანგი, CO2	3,140

ავტოსადგომის ექსპლუატაციის პროცესში, როგორც წესი, დაპროექტების სტადიაზე გაუთვალისწინებული გარემოებების გამო, მოსალოდნელია ატმოსფერულ ჰაერში მომუშავე ავტომობილებიდან მავნე ნივთიერებების ემისიამ მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს გაანგარიშებულს. მაგალითად, კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების სრული ემისია დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: ავტომობილის მოძრაობის რეჟიმზე, გადაადგილების სიჩქარეზე, გარბენზე (ცვეთის ხარისხზე), ავტომობილის მასაზე, საწვავის ხარისხზე, ტემპერატურულ რეჟიმზე და სხვ. [8-12]. მიწისქვეშა ავტოსადგომის სავალი სისტემის მახასიათებლების გამსაზღვრელ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს ავტომობილების რაოდენობა, რომლებიც ერთდროულად გადაადგილდებიან მის ტერიტორიაზე. მრავალსართულიანი საცხოვრებელი სახლების და სავაჭრო ცენტრების ავტოსადგომების ერთდროულად მოძრაი სატრანსპორტო საშუალებათა რიცხვი მერყეობს 3-5 %-ს ფარგლებში. სულ სხვა სიტუაცია იქმნება სპორტული ობიექტების, კინოსაკონცერტო დარბაზების და აეროპორტების ავტოსადგომებში. აქ პიკის საათებში ერთდროულად მოძრაი სატრანსპორტო საშუალებათა რიცხვი მერყეობს 15-20 %-ს ფარგლებში. ცალკეული ავტომობილის გადაადგილების დრო ვარირებს 1-10 წუთის ფარგლებში (დამოკიდებულია ობიექტის გაბარიტებზე, ავტომობილების რაოდენობაზე და მოძრაობის ორგანიზაციის სქემაზე). სხვადასხვა შემომავალი და გამომავალი ავტომობილების ავტოსადგომზე გადაადგილების დრო. შემომავალი ავტომობილები მოძრაობენ ცხელი ძრავით 5-8 კმ/სთ სიჩქარით, გამომავალი ავტომობილები, კი პირიქით, ცივი ძრავით და დაბალ გადაცემაზე.

აღნიშნულის გამო  $q_{ik}$  და  $g_k$  პარამეტრები უნდა დაზუსტდეს სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე:

### ლიტერატურა

1. Воропаев Л. Ю. Принципы проектирования автостоянок в жилых комплексах: автореф. дис. канд. наук. «МАРХИ», Москва, 2015. 24 с.
2. <https://ru.depositphotos.com/45686051/stock-photo-underground-parking-lot-with-cars.html>
3. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბერის დადგენილება №408 „ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის ნორმების გაანგარიშების ტექნიკური რეგლამენტი“. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2187592>
4. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 3 იანვრის დადგენილება №8 „არახელსაყრელ მეტეოროლოგიურ პირობებში ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ტექნიკური რეგლამენტი“. <http://eiec.gov.ge/Temebi/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N8.aspx>
5. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 6 იანვრის დადგენილება №42 „ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სტაციონარული წყაროების ინვენტარიზაციის ტექნიკური რეგლამენტი“. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2189559>
6. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბერის დადგენილება №448 „ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების ინდექსის გამოთვლისა და ატმოსფერული ჰაერის მავნე

$$q_{ik}^{st} = \sum_{j=1}^n q_{jik}^{st} \times t_{jk} / \sum_{j=1}^n t_{jk}, \quad (4)$$

სადაც  $q_{jik}^{st}$  არის ავტოსადგომის ატმოსფეროში  $i$ -ური გაფრქვეული მავნე ნივთიერების ემისიის კუთრი გამოყოფის კოეფიციენტი  $k$ -ური ტიპის ავტომობილისა  $j$ -ური რეჟიმზე მუშაობისას დადგენილი ექსპერიმენტულად;  $t_{jk}$  -  $k$ -ური ტიპის ავტომობილისა  $j$ -ური რეჟიმზე მუშაობის ხანგრძლივობა დადგენილი ექსპერიმენტულად.

სტატისტიკური მეთოდის გამოყენებით ცალკეული  $k$ -ური ტიპის ავტომობილისათვის საწვავის საშუალო საათური ხარჯი შეიძლება გავიანგარიშოთ  $K_m$  დამაზუსტებელი კოეფიციენტის გათვალისწინებით

$$g_{jik}^{st} = g_{ik} \left( 1 + \sum_{m=1}^n K_m \right), \quad (5)$$

სადაც  $g_{ik}^{st}$  არის ცალკეული  $k$ -ური ტიპის ავტომობილისათვის საწვავის საშუალო საათური ხარჯი  $j$ -ური რეჟიმზე მუშაობისას დადგენილი ექსპერიმენტულად.

წარმოდგენილი შედეგები შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს საქართველოს ტერიტორიაზე მრავალდონიანი მიწისქვეშა ავტოსადგომების სავალი სისტემათა დაპროექტებისას ჰაერის რაოდენობის გასაანგარიშებლად, რომელიც საჭიროა ავტომობილების მრავებიდან გამონაბოლქვი მავნე აირების განზავებისათვის ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე.

ნივთიერებებით დაბინძურების დონეების მიხედვით განსაკუთრებით დაბინძურებული, მაღალი დაბინძურების, დაბინძურებული და დაბინძურების არმქონე კატეგორიის რეგონებისათვის ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების ინდექსების სიდიდეების ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე“.

<http://eiec.gov.ge/Temebi/Air/Legislation/Regulation/mtavrobis-dadgenileba-N448.aspx>

7. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბერის დადგენილება №435 ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე: „დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტორივი რაოდენობის განსაზღვრის ინსტრუმენტული მეთოდის, დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტორივი რაოდენობის დამდგენი სპეციალური გამზომ-საკონტროლო აპარატურის სტანდარტული ჩამონათვალისა და დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ტექნოლოგიური პროცესების მიხედვით ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტორივი რაოდენობის საანგარიშო მეთოდიკის შესახებ“. <https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/2186008>
8. Пирцхалава Т. Г. О вентиляции подземных помещений для обслуживания транспортных средств. «Горный



- журнал», № 10-11, Тбилиси, 2003. с. 44-46.
9. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომთა ჰაერშიმომცვლის გაანგარიშების შესახებ. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №10-12, თბილისი, 2003. გვ. 63-66.
  10. Пирцхалава Т. Г. К определению расчетного значения газовой нагрузки подземных автостоянок. «Горный журнал», № 1 (12), Тбилиси, 2004. С. 36-38.
  11. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომებში

- ავოტისა და ნახშირბადის ჟანგულთა გამოტყორცნის ინტენსივობის დაზუსტება ავტომობილების მოძრაობის რეჟიმის გათვალისწინებით. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №10-12, თბილისი, 2004. გვ. 63-67.
12. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომთა ვენტილაციისათვის საჭირო დროში ცვალებადი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშების დაზუსტება. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №7-9, თბილისი, 2007. გვ. 47-50.

**PIRTSKHALAVA T.  
CALCULATION OF EMISSIONS OF HARMFUL  
SUBSTANCES INTO THE ATMOSPHERE OF MUL-  
TILEVEL UNDERGROUND CAR PARKS**

**ANNOTATION.** The paper deals with topical issues of atmospheric air pollution in multi-level underground parking lots with emissions of toxic gases during the operation of internal combustion engines of cars. To assess the degree of polluting impact of toxic gases released during the storage of cars on the quality of the atmospheric air of the car park, as well as to calculate their emissions, the Georgian regulatory documents that establish the air quality standard were used. An algorithm is presented for calculating the emission of toxic gases released during the operation of internal combustion engines of cars into the atmosphere of an underground parking lot.

**KEY WORDS:** underground car parks; emission of toxic gases; dust emission; maximum permissible concentration; calculation algorithm.

**ПИРЦХАЛАВА Т.Г.  
РАСЧЕТ ЭМИССИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
В АТМОСФЕРУ МНОГОУРОВНЕВЫХ  
ПОДЗЕМНЫХ АВТОСТОЯНОК**

**АННОТАЦИЯ.** В работе рассмотрены актуальные вопросы загрязнения атмосферного воздуха многоуровневых подземных автостоянок выбросами токсических газов при работе двигателей внутреннего сгорания автомобилей. Для оценки степени загрязняющего воздействия токсичных газов, выделившихся при хранении автомобилей, на качество атмосферного воздуха автостоянки, а также для расчета их эмиссии были использованы нормативные документы Грузии, которые устанавливают стандарт качества воздуха. Приведен алгоритм для расчета эмиссии токсичных газов, выделившихся при работе двигателей внутреннего сгорания автомобилей в атмосферу подземной стоянки.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** подземные автостоянки; эмиссия токсичных газов; загрязнение атмосферного воздуха; предельно допустимая концентрация; алгоритм расчета.

შპს 669.18.543.27

**ტაძ. ვაცნ. ღოქტორი, ჰროფესორი ზ. სვანიძე  
მკიფე ლითონების (Cd, Pb) მიგრაციის ფორმები გუნებრივ წყლებში**

**ანოტაცია.** წარმოდგენილ ნაშრომში განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს კადმიუმისა და ტყვიის როლის შეფასება წყლისა და გარემოს კომპონენტების დაჭუჭყიანებაში, რადგან ისინი სხვა მავნე ლითონებს შორის გამოირჩევიან მაღალი ტოქსიკურობით და რაც მთავარია, გარემომცველ ბუნებას სიცოცხლისათვის საშიში ფორმით აჭუჭყიანებენ. ნაშრომში განხილული მძიმე ლითონების მიგრაციის ფორმების განაწილების შესწავლა კვლევის ობიექტს არ წარმოადგენს. ამ საკითხის შესახებ წარმოდგენილი ზოგადი მიმოხილვა დღეს არსებული მეცნიერული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზეა მოცემული და მიზნად ისახავს ბუნებრივ წყლებში მათი კომპლექსური ნაერთების თანაარსებობის ფორმების მრავალგვარობის ჩვენებას, რაც თავის მხრივ საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნას აღნიშნულ ობიექტებში მიკროელემენტების განსაზღვრის თანამედროვე, მაღალგრძნობიარე მეთოდები, რომელიც მითითებულია მრავალ მეცნიერთა ნაშრომში. ზემოაღნიშნული კი უფლებას გვაძლევს ვიქონიოთ წარმოდგენა ბუნებრივ წყლებში მიკროელემენტების (Cd, Pb) არსებობის ფორმებზე, რაც მხედველობაშია მიღებული მათი კონცენტრირების მეთოდების დამუშავების დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** მიგრაციის ფორმები; ბუნებრივი წყლები; მძიმე ლითონები.

წარმოდგენილ ნაშრომში მძიმე ლითონთა შორის განხილულია კადმიუმი და ტყვია, მათი ბუნებაში გავრცელებისა და, რაც მთავარია, მაღალი ტოქსიკურობის გამო.

როგორც ცნობილია, წყალი წარმოადგენს დედამიწის ქერქში მძიმე ლითონების მიგრაციის ძირითად გარემოს. წყლებში მძიმე ლითონების მიგრაციის შესაფასებლად გამოყენებულია მიგრაციის კოეფიციენტი (K), რომელიც ტოლია წყლის მინერალურ ნაშთებში ქიმიური ელემენტების შემცველობის ფარდობისა მის შემცველობასთან დედამიწის ქერქის ამგებ ქანებში.

ბუნებრივ წყლებში, მიკროელემენტების, მათ შორის ნაშრომში განხილული მძიმე ლითონების (Cd, Pb) მიგრაციის ფორმების განაწილების შესწავლა ჩვენი კვლევის ობიექტს არ წარმოადგენს. ამ საკითხის შესახებ ქვემოთ მოტანილი ზოგიერთი მიმოხილვა დღეს არსებული მეცნიერული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზეა მოცემული და მიზნად ისახავს ბუნებრივ წყლებში მათი კომპლექსური ნაერთების თანაარსებობის ფორმების მრავალგვარობის ჩვენებას, რაც თავის მხრივ, საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას

ბუნებრივ წყლებში მიკროელემენტების განსაზღვრის თანამედროვე, მაღალმგრძობიარე, მეთოდები, რომელიც მითითებულია მრავალ მეცნიერთა ნაშრომში.

წყალში მძიმე ლითონების კონცენტრაციის დამაბალებელი ფიზიკურ-ქიმიური ინტენსივობა განისაზღვრება მათი მიგრაციული ფორმების თვისებებით.

ცნობილია, რომ ქიმიური მიკროელემენტების, წყალში, მიგრაციის უნარი, უპირველეს ყოვლისა, განისაზღვრება მათი ვალენტობით: რაც უფრო მაღალია ამა თუ იმ კომპონენტის ვალენტობა, მით უფრო ნაკლებად გადადის იგი ბუნებრივ წყლებში, რადგან თითქმის უცვლელი რჩება გარემომცველი ბუნების შემადგენლობაში, ამის გამო, ცხადია, დაბალია მისი მიგრაციის უნარი [1]

წყალში ელემენტ-დამაჭუჭყიანებელის მიგრაციის უნარი დამოკიდებულია იონურ წყაროზე, რაც უფრო მეტია კომპონენტის იონური წონა, მით უფრო ძლიერადაა იგი დაკავშირებული გარემომცველ გარემოსთან, ნაკლებად გადადის წყალში და უფრო ინტენსიურად გამოილეკება. დამაჭუჭყიანებელი ელემენტების წყალში მიგრაციის დამოკიდებულება იონურ რადიუსთან გაცილებით რთულია, მაგრამ ამ შემთხვევაში დაცულია შემდეგი წესი: რაც უფრო მეტია ელემენტის იონური რადიუსი, მით უფრო ადვილად გადადის იგი წყალში და მთ უფრო დიდია მისი მონაწილეობა გახსნის პროცესში (განსაკუთრებით მიწისქვეშა წყლებში არსებული ელემენტების ზეგავლენა ქანებზე).

დამაჭუჭყიანებელი ელემენტების მიგრაციაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ბუნებრივი წყლების ქიმიური შედგენილობა, რადგან მასზეა დამოკიდებული მკვრივ და მიკრო-ელემენტების ხსნადობის უნარი.

ბუნებრივად ფორმირებული მიკროელემენტების ფართო გავრცელება წყლებში მძიმე ქიმიური ელემენტების ინტენსიური მიგრაციის შესაძლებლობის მაჩვენებელია. აღსანიშნავია, რომ მიკროელემენტების მაღალი კონცენტრაცია შეინიშნება ნაკლებად მინერალიზებულ წყლებში.

წყლებში, ბუნებრივად ფორმირებული მიკროელემენტების მიგრაციის ანალოგიურად, მიმდინარეობს ანთროპოგენური წარმოშობის მძიმე ლითონების მიგრაციაც. ისინი მიგრირებენ მნიშვნელოვან მანძილებზე, აღწევენ ქანების ღრმა ჰორიზონტებს და ხანგრძლივად ინახებიან წყალში. ჩვეულებრივ, ამგვარი წარმოშობის მძიმე ლითონები გვხვდებიან ორგანული და არაორგანული კომპლექსების სახით და იწვევენ მათი შემცველი წყლის მნიშვნელოვან დაჭუჭყიანებას. ბუნებრივ წყლებში მიგრაციული პროცესების წარმართვისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ისეთ ფაქტორებს, როგორცაა  $\varphi$ ნაგვა-აღდგენითი პოტენციალი და მჟავა-ფუძოვანი (pH) პირობებში.

მძიმე ლითონების და, კერძოდ კადმიუმისა და ტყვიის წყლებში მიგრაციის ფორმები შედარებით სუსტადაა შესწავლილი, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ცნობილია, რომ მიკროელემენტ-დამაჭუჭყიანებლების კომპლექსური იონები სწრაფად მიგრირებენ ბუნებრივ წყლებში და ხელს უწყობენ მათ დაჭუჭყიანებას დასაშვები ნორმების ზევით.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ბუნებრივი წყლების ექსპერიმენტალური კვლევის შედეგის თანახმად, მძიმე ლითონების კონცენტრაციის დამაბალებელი ფიზიკო-ქიმიური ინტენსივობა განისაზღვრება მისი მიგრაციული ფორმების შედგენილობით [2].

წარმოდგენილი ნაშრომის განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს კადმიუმისა და ტყვიის როლის გარკვევა წყლისა და გარემოს სხვა კომპონენტების დაჭუჭყიანებაში, რადგან

ისინი, სხვა მძიმე ლითონებს შორის, გამოირჩევიან მაღალი ტოქსიკურობით და, რაც მთავარია, გარემომცველ ბუნებას სიცოცხლისათვის საშიში ფორმებით აჭუჭყიანებენ.

კადმიუმი (II). ბუნებაში წყლების ტოქსიკურობა განისაზღვრება არა მარტო კადმიუმის საერთო შემცველობით, არამედ მისი არსებობის ფორმებითაც [3-5]. ცნობილია, რომ კადმიუმის იონური ფორმა პრაქტიკულად უფრო ტოქსიკურია, ვიდრე კომპლექსნაერთებში [6, 7] ელემენტების ფორმების ფარდობა განსაზღვრავს აგრეთვე მათ მიგრაციულ თვისებებსაც გარემო ობიექტებსა და ქიმიურ პროცესებში. (ექსტრაცია, სორბცია, თანდალეკვა, კონცენტრირება). სხვადასხვა შედგენილობის ბუნებრივ არაორგანულ ლიგანდებთან კადმიუმის თანაარსებული ფორმების პროგნოზირება ხდება თეორიული გათვლების საფუძველზე. თეორიული ანგარიშის მონაცემები საკმაოდ კარგად ეთანადება კადმიუმის ფორმების რეალურ ფარდობას მდინარეების სინჯის ექსპერიმენტალური მონაცემებისას, რომლებიც შეიცავს ძალზე მცირე გახსნილ ორგანულ ნივთიერებათა რაოდენობას. კადმიუმის კათიონური ფორმების წილი ზოგიერთი მდინარის წყალში შეადგენს 22-30%-ს, ხოლო იონური ფორმებისა 1-2%-ს [8].

თეორიული გათვლების საფუძველზე ირკვევა, რომ ტბის წყლებში ფულვატური კომპლექსების მდგრადობის მუდმივობის გამოყენებით, კადმიუმის თანაარსებულ ფორმებს შორის დომინირებს  $Cd^{2+}$  [9].

ტყვია Pb(II). ბუნებრივ წყლებში ტყვიის გავრცელება და მიგრაციის თავისებურება განპირობებულია დალექვის, ორგანული და არაორგანული ლიგანდებთან კომპლექსების წარმოქმნის ინტენსივობით. ტყვიის გეოქიმიური მგრადობა კი დამოკიდებულია მისი კომპლექსების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე [10].

ტყვიის მოპოვებისა და მიგრაციის თავისებურება ბუნებრივ წყლებში განპირობებულია დალექვით და კომპლექსწარმოქმნით ორგანულ და არაორგანულ ლიგანდებთან, ამიტომ გახსნილი ტყვიის კონცენტრაცია, უმეტეს, ბუნებრივი წყლის სისტემაში, არ აჭარბებს 10მკგ/ლ-ს.

ტყვიის მიგრაციის ფორმების შესწავლიდან ჩანს, რომ მდინარის წყლებში ტყვიის მთელი რაოდენობის 45%-მდე დაკავშირებულია შეწონილ ფორმებთან.

მონაცემები [11], ტყვიის მდინარეებში განაწილების შესახებ, გვამცნობს, რომ ტყვიის წილი დაკავშირებული მყარ შეწონილ ნივთიერებასთან იცვლება 15-დან 83%-მდე. სასმელ წყლებში ტყვიის ფიზიკურ-ქიმიური ფორმები, პრაქტიკულად, მათი თავისუფალი იონების არყოფნით ხასიათდებიან.

მიკროელემენტების მიგრაციის ფორმების განაწილების ზოგადი კანონზომიერებანი საქართველოს წყლებში თანხვედრია დედამიწის ზედაპირული წყლების მიკროქიმიური შედგენილობის. აღსანიშნავია, რომ მსგავსება შემთხვევითი არ არის, რადგან საქართველოში წარმოდგენილია თითქმის ყველა კლიმატურ-გეოგრაფიული ზონა [12].

ზემოაღნიშნული უფლებას გვაძლევს ვიქონიოთ წარმოდგენა ბუნებრივ წყლებში მიკროელემენტების (Cd, Pb) არსებობის ფორმებზე, რაც მხედველობაშია მიღებული მათი კონცენტრირების მეთოდების დამუშავების დროს.

## ლიტერატურა

1. Прокофьев А.К. Химические формы ртути, кадмия, цинка в природных водных средах. Успехи химии. т. 50. Вып. 1. Москва. 1981. с. 54-78.

2. Богдановский Г.А. Химическая экология. Изд. МГУ, Москва 1994. 238 с.
3. Варшал Г.М. О Состоянии минеральных компонентов в поверхностных водах. Методы анализа природных и сточных вод, под. ред. М.М. Сенявина. Наука, Москва, 1977. с. 95-107 (Сер. Пробл. аналитич. химии).
4. Варшал Г.М., Велюханова Т.К., Кошеева И.Я., Дорофеева В.А., Буачидзе Н.С., Касимова О.Г., Махарадзе Г.А. Изучение химических форм элементов в поверхностных водах. Ж. Аналит. химии. Москва, т 38. т.9. 1983. с. 1590-1600.
5. Варшал Г.М., Кошеева И.Я., Сироткина И.С., Велюханова Т.К., Инцкирвели Л.И, Замокина Н.С. Изучение органических веществ поверхностных вод и их взаимодействия с чонами металлов. Геохимия. Москва, т. 4, 1979. с. 598-607.
6. Florence T.M., Batley G.E. Chemical specification in natural waters. CRC Crit. Rew. Anal. Chem. vol. 2. 1980. p. 2/9-296.
7. Florence T.M., Batley G.E. Determination of differentiate

**SVANIDZE Z.  
MIGRATION FORMS OF HEAVY METALS (CD,  
PB) IN NATURAL WATERS**

**ANNOTATION.** In the presented paper, the assessment of the role of cadmium and lead in the pollution of water and environmental components is of particular interest, because they are highly toxic among other harmful metals and, most importantly, pollute the environment in life-threatening ways. The study of the distribution of migration forms of heavy metals discussed in the paper is not the object of the research. The following general review of this issue is based on the analysis of the scientific literature available today and aims to show the variety of forms of coexistence of their complex compounds in natural waters, which in turn allows the use of modern, highly sensitive methods for the determination of microelements in the mentioned objects, which is indicated in the works of many scientists. The above allows us to have an idea of the forms of presence of microelements (Cd, Pb) in natural waters, which is taken into account during the development of their concentration methods.

**KEY WORDS:** forms of migration; natural waters; heavy metals.

- between the various, chemical forms of trace metals in natural water with special reference to cooper, lead, cadmium and zinc Talanta, vol 24. No 3, 1977. p. 151-158.
8. Рахманов У. Формы миграции ртути, цинка, кадмия и кобальта в природных водах аридной зоны. Авторе. дис. канд. хим. наук. Гидрохимический институт Госкомгидромета СССР, Ростов-на-Дону, 1987. 21 с.
9. Линник М.П., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах. Гидрометеониздат, Ленинград, 1986. 296 с.
10. Мур Дж.В. Раммамурти С.Б. Тяжелые металлы в природных водах. Мир, Москва, 1987. 285 с.
11. Wilson A.L. Concentrations of trace metals in river waters, a review. Technical Report, No. 16. Water Research Centre, Medmenhan Laboratory and Stevenage Laboratory. U.K. 1976.
12. გ.დ. სუპატაშვილი საქართველოს მტკნარი წყლების ქიმიური გამოკვლევა. სადისერტაციო მაცნე. ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1993. 51 გვ.

**СВАНИДЗЕ З.  
МИГРАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ (CD, PB) В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ**

**АННОТАЦИЯ.** В представленной работе особый интерес представляет оценка роли кадмия и свинца в загрязнении воды и компонентов окружающей среды, так как среди других вредных металлов они отличаются высокой токсичностью и, главное, при жизнедеятельности загрязняют окружающую среду угрожающими жизни формами. В рассмотренной статье изучение распространения миграционных форм тяжелых металлов не является предметом исследования. Общий обзор, представленный по данному вопросу, основан на анализе доступной на сегодняшний день научной литературы и имеет целью показать многообразие форм сосуществования их комплексных соединений в природных водах, что в свою очередь позволяет использовать современные высокочувствительные методы определения микроэлементов в указанных объектах, что указывается в работах многих ученых. Вышеизложенное позволяет иметь представление о формах присутствия микроэлементов (Cd, Pb) в природных водах, что учитывается при разработке методов их концентрирования.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** формы миграции; природные воды; тяжелые металлы.

## სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე პროფესორ რევაზ სტურუას სახელობის აუდიტორია გაიხსნა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილებით, სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის 312-ე აუდიტორიას, სამთო-საინჟინრო და სამეცნიერო საზოგადოების თვალსაჩინო წარმომადგენლის, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორისა და პოეტის რევაზ სტურუას სახელი მიენიჭა.



ნიშანდობლივია, რომ აუდიტორიისთვის სახელის მინიჭების ღონისძიება 18 ივნისს გაიმართა - ამ დღეს რევაზ სტურუას დაბადებიდან 82 წელი შეუსრულდებოდა.

რევაზ (რეზო) სტურუა იყო გამოჩენილი მეცნიერი სამთო დარგში. მისი ხელმძღვანელობით შექმნილია მთელი რიგი სამეცნიერო მიმართულებები, რომლის მიზანია მყარი სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების ახალი ტექნოლოგიების შექმნა და არსებული ტექნოლოგიური სქემების სრულყოფა. მისი ხელმძღვანელობით ჩატარებულია მრავალმხრივი კომპლექსური კვლევები: საქართველოს წიაღისეულ საბადოთა მანგანუმის, ბარიტშემცველი, პოლიმეტალური, თუთიის, ოქროსშემცველი მადნების, ნახშირების, კვარციტების გამდიდრების კომბინირებული მეთოდების და რაციონალური ტექნოლოგიური სქემების შემუშავების მიმართულებით.

პროფ. რ. სტურუა არის 150-ზე მეტი ნაშრომის, მათ შორის 28 გამოგონების, 3 მონოგრაფიისა და 4 სახელმძღვანელოს ავტორი. მისი ხელმძღვანელობით დაცულია ათეულობით საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციები.

რ. სტურუა იყო საქართველოს საინჟინრო აკადემიის, რუსეთის სამთო აკადემიის, რუსეთის საინჟინრო აკადემიის, ინფორმატიკის საერთაშორისო აკადემიის, ა.შ.შ.-ს სამეცნიერო კვლევითი საზოგადოება „სიგმა X-ის“, ევროპის მეცნიერებათა აკადემიის და ხელოვნების აკადემიის წევრი. სამეცნიერო ანალიტიკური „სამთო ჟურნალის“ დამფუძნებელი და გამომცემელი. სიცოცხლის ბოლომდე იყო საქართველოს სამთო საზოგადოების პრეზიდენტი. მრავალი საერთაშორისო სამეცნიერო გამოცემის რედაქტორის წევრი. წლების განმავლობაში ხელმძღვანელობდა სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრების კათედრას, იყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის პრორექტორი სადამოსა და დაუსწრებელი სწავლების დარგში (1988-

1991 წწ), ხოლო 1991 წლიდან 2004 წლამდე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირველი პრორექტორი.

რ. სტურუას დაჯილდოებული იყო „საპატიო ნიშნის“ (1988 წ.) და ღირსების ორდენით (1998 წ.), ხოლო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მიმართ გაწეული პედაგოგიური, მეცნიერული და ორგანიზაციული საქმიანობისათვის სტუ-ის უმაღლესი ჯილდოთი - გ. ნიკოლაძის მედლით.

აქტიურ მეცნიერულ მოღვაწეობასთან ერთად რ. სტურუას მიერ გამოცემულია რამდენიმე შესანიშნავი პოეტური კრებული. კრებულისათვის „ლექსები“ მიენიჭა გალაკტიონ ტაბიძის, ხოლო კრებულისათვის „გაღმა სოფელში ასკილი ყვავის“ -აკაკი წერეთლის ლიტერატურული პრემიები.

რევაზ სტურუას სახელობის აუდიტორია, მეცნიერისა და პოეტის შვილიშვილებთან ერთად გახსნა და შეკრებილ საზოგადოებას, რომელთა შორის იყვნენ რ. სტურუას მეგობრები, თანამშრომლები, ფაკულტეტების დეკანები, სტუდენტები და ოჯახის წევრები, სიტყვით მიმართა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორმა აკადემიკოსმა დავით გურგენიძემ.



რევაზ სტურუას ცხოვრებისა და მოღვაწეობის შესახებ ისაურა სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანმა პროფ. ანზორ აბშილავაძემ. მოგონებებით გამოვიდნენ: რ. სტურუას ყოფილი სტუდენტი, ქველმოქმედი ბიძინა სონღულაშვილი; საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის მინისტრის მოადგილე სოლომონ პავლიაშვილი; პროფ. გოგი სალუქვაძე; გრ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის დირექტორი პროფ. ნიკოლოზ ჩიხრაძე, პროფ. ალექსანდრე ბეჟანიშვილი, გაერთიანებული სასწავლო-საკვლევო ლაბორატორიის ხელმძღვანელი იური ჯანიაშვილი, პროფ. ნაზი კუციავა.

სადამოს დასასრულს შეკრებილ საზოგადოებას, აგრეთვე უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობას მადლობა გადაუხადა რევაზ სტურუას ვაჟმა ვანო სტურუამ.



**ედგარ მატარაძე**  
**EDGAR MATARADZE**  
**ЭДГАР МАТАРАДЗЕ**

ღვაწლმოსილ მეცნიერს, სამთოელთა მრავალი თაობის აღმზრდელს, სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის მთავარ მეცნიერ თანამშრომელს

**ბატონ ედგარ მატარაძეს 29 აგვისტოს დაბადებიდან  
85 წელი შეუსრულდება**

გულითადად ვულოცავთ ბატონ ედგარს დაბადების დღეს, ვუსურვებთ ხანგრძლივ სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას და შემოქმედებით წარმატებებს.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



**დავით ცანავა**  
**DAVID TSANAVA**  
**ДАВИД ЦАНАВА**

სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი გულითადად ულოცავს სამთო ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილეს, საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების და პროექტირების სამეცნიერო ცენტრის კოორდინატორს ბატონ დავით ცანავას დაბადებიდან 75 წლისთავს. უსურვებს ხანგრძლივ სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას, წარმატებებს საქმიანობაში და აფხაზეთში ერთად დაბრუნებას.

*გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



## ლეონ მახარაძე

LEON MAKHARADZE

ЛЕОН МАХАРАДЗЕ

ქართულმა სამთო-საინჟინრო და სამეცნიერო საზოგადოებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა. გარდაიცვალა გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიის ყოფილი ხელმძღვანელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის პროფესორი, ცნობილი მეცნიერი და პედაგოგი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს ფიზიკა-მათემატიკის და საინჟინრო აკადემიების ნამდვილი წევრი **ლეონ მახარაძე**.

დაიბადა 1938 წელს ქ. თბილისში. 1956 წელს, საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ, სწავლა განაგრძო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე, რომლის დამთავრების შემდეგ, 1961 წელს შრომითი საქმიანობა დაიწყო საპროექტო ინსტიტუტში „საქეიპროშახტი“.

1962 წლიდან ლეონ მახარაძე სამეცნიერო მოღვაწეობას ეწეოდა გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში, სადაც განვლო გზა რიგითი ინჟინრიდან ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილემდე სამეცნიერო ნაწილში. 1968 წელს წარმატებით დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. მომდევნო წლებში სამთო ინსტიტუტში ხელმძღვანელობდა ჰიდრო-აერომექანიკის, ჰიდრომექანიზაციის და მილსადენი ტრანსპორტის ლაბორატორიებს, შემდეგ კი - ტრანსპორტის სპეციალურ სახეობათა, ტექნიკური დიაგნოსტიკის და საიმედოობის, კომპლექსური მექანიზაციის ლაბორატორიებს.

ლეონ მახარაძის სამეცნიერო მოღვაწეობის სფერო საკმაოდ ფართო იყო და მოიცავდა სადაწნეო მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების გაანგარიშების, დაპროექტების და ექსპლუატაციის აქტუალური პრობლემების კვლევას და შესწავლას. მისი უშუალო ხელმძღვანელობით და მონაწილეობით ფუნდამენტური გამოკვლევები იყო შესრულებული სადაწნეო მილსადენ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში გარდამავალი რეჟიმების და არასტაციონარული პროცესების, მათი სტაბილიზაციის მეთოდებისა და საშუალებების შექმნის, მილსადენების და ცენტრიდანული ტუმბოების ჰიდრო-აბრაზიული ცვეთის, მათ სიმტკიცეზე გაანგარიშების საკითხების გადაწყვეტის მიზნით. იგი, როგორც მსოფლიოში აღიარებული სპეციალისტი, იყო მაგისტრალური ნავთობ-სადენების ბაქო-სუფსა, ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის და შაჰდენიზ-თბილისი-ერზერუმის



გაზსადენების პროექტების სახელმწიფო საექსპერტო კომისიების თავმჯდომარე. აქტიურად მონაწილეობდა ამ სისტემების მშენებლობის მონიტორინგშიც.

სამეცნიერო საქმიანობის პარალელურად ბატონი ლეონი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ნაყოფიერ პედაგოგიურ მოღვაწეობას ეწეოდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე სამთო მანქანების, მადაროს სტაციონარული დანადგარებისა და ტრანსპორტის კათედრაზე. 1970-1986 წლებში იგი იყო კათედრის დოცენტი, ხოლო 1986 წლიდან - პროფესორი. 2015 წელს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილებით, ხანგრძლივი, ნაყოფიერი პედაგოგიური და სამეცნიერო მოღვაწეობისთვის მიენიჭა საპატიო პროფესორის - ემერიტუსის აკადემიური წოდება. იგი სიცოცხლის ბოლომდე განაგრძობდა აქტიურ სამეცნიერო და პედაგოგიურ მოღვაწეობას.

ბატონი ლეონ მახარაძე 400-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორია, მათ შორისაა სამეცნიერო სტატიები, მონოგრაფიები, სახელმძღვანელოები და მეთოდური მითითებები უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლებისათვის. მის მიერ ქართულ ენაზე გამოქვეყნებულია 14 სახელმძღვანელო და დამხმარე სახელმძღვანელო. იგი 127 გამოგონების ავტორია, რომელთა ორიგინალურობა და სარგებლიანობა დაცულია საავტორო მოწმობებით და პატენტებით. იყო საქართველოს დამსახურებული გამომგონებელი.

პროფ. ლეონ მახარაძე მრავალი საერთაშორისო და ადგილობრივი კონგრესის, კონფერენციის, სიმპოზიუმის მონაწილე იყო. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებული და დაცულია ნაშრომები ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატისა და ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხების, აგრეთვე მაგისტრის და დოქტორის აკადემიური ხარისხების მოსაპოვებლად.

დარგობრივ მეცნიერებაში შეტანილი უდიდესი წვლილისათვის ლეონ მახარაძეს მინიჭებული ჰქონდა: სამთო ტექნოლოგიების დარგში - ელიზბარ მინდელის სახელობის პრემია (2013 წ.), სამთო მექანიკის დარგში - არჩილ ძიძიგურის სახელობის პრემია (2014 წ.), სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების და გადამუშავების დარგში - გრიგოლ წულუკიძის სახელობის პრემია (2018 წ.).

ბატონი ლეონი მრავალი წლის განმავლობაში იყო სამეცნიერო, ანალიზური, რეფერირებადი „სამთო ჟურნალის“ მთავარი რედაქტორი.

პროფ. ლეონ მახარაძე დიდი ავტორიტეტით სარგებლობდა თავის კოლეგებსა, მოწაფეებსა და ფართო საზოგადოების წარმომადგენელთა შორის. გამოირჩეოდა ღრმა განსწავლულობით, შრომისმოყვარეობით, პრინციპულობით, საქმისადმი დიდი პასუხისმგებლობით.

შესანიშნავი მეცნიერის და პედაგოგის ლეონ მახარაძის ნათელი ხსოვნა სამუდამოდ დარჩება მისი კოლეგების, მეგობრების და მოწაფეების გულეებში.

ღმერთმა ნათელი და სასუფეველი დაუმკვიდროს მის უკვდავ სულს.

*საქართველოს სამთო საზოგადოება,  
სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, საქართველოს  
ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორატი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანატი  
და პროფესორ-მასწავლებლები,  
„სამთო ჟურნალის“ სარედაქციო კოლეგია*



გურამ ლომსაძე

GURAM LOMSADZE

ГУРАМ ЛОМСАДЗЕ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის/სტუ-ის პროფესორ-მასწავლებელთა რიგებს სულ ახლახანს გამოაკლდა ერთ-ერთი ღვაწლმოსილი პიროვნება, ამაგდარი პედაგოგი და კეთილშობილი ადამიანი სტუ-ის ემერიტუსი, პროფესორი **გურამ ლომსაძე**.

ბატონი გურამი დაიბადა 1933 წელს ქ. თბილისში. 1957 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის/სპი-ის მეტალურგიის ფაკულტეტი, ხოლო 1964 წელს სპი-ის ამავე ფაკულტეტის შავი ლითონების მეტალურგიის ასპირანტურა. 1957-1959 წლებში მუშაობდა უკრაინაში, ქ. მაკეევკის მეტალურგიულ ქარხანაში ოსტატად, 1959-1961 წლებში ქ. რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში ცვლის უფროსად, შემდეგ მუშაობა გააგრძელა კაზმის მომზადებისა და გადამუშავების საპრობლემო ლაბორატორიაში უმცროს მეცნიერ თანამშრომლად. 1961 წელს ჩაირიცხა სპი-ის მეტალურგიის ფაკულტეტის შავი ლითონების მეტალურგიის კათედრის ასპირანტურაში, 1967 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და 1968 წელს მიენიჭა უფროსი მეცნიერ თანამშრომლის წოდება. 1970-75 წწ.-ში, იყო სპი-ის მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფსაბჭოს თავჯდომარე, 1977 წლიდან მუშაობდა სპი-ის წარმოების ეკონომიკისა და ორგანიზაციის 49-ე კათედრაზე დოცენტად, ხოლო 1982 წელს მიენიჭა დოცენტის სამეცნიერო წოდება. 1986 წელს დაინიშნა, ხოლო 1989 წელს კონკურსით დაიკავა ამავე კათედრის გამგის თანამდებობა, ხოლო 1991 წლიდან კათედრების არსებობის ბოლო დრომდე იყო სამთო-გეოლოგიური და ქიმი-მეტალურგიული წარმოების ეკონომიკისა და ორგანიზაციის კათედრის გამგე. 2002 წელს მიენიჭა პროფესორის წოდება. მისი სამეცნიერო მოღვაწეობის ძირითადი თემატიკა იყო ეკონომიკისა და მენეჯმენტის პრობლემები მეტალურგის, ქიმიისა, სამთო საქმისა და გეოლოგიის დარგში. გამოქვეყნებული აქვს 100-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, მ. შ. სახელმძღვანელოები, მეთოდური მითითებები. სპი-ის სახელით მონაწილეობდა შემდეგ სამეცნიერო კონფერენციებში: ბულგარეთი, სოფია, 1969 წ.; საკავშირო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია მეტალურგიის პრობლემებზე. თბილისი. 1970 წ.; საკავშირო კონფერენცია. დნეპროპეტროვსკი, 1973 წ.; მენეჯმენტის ევროპული

კონგრესი. ჩეხოსლოვაკია, პრაღა, 1990 წ. მიღებული აქვს სამი საავტორო მოწმობა გამოგონებაზე. მრავალი წლის მანძილზე კითხულობდა ლექციებს მეტალურგიისა და ქიმიის საწარმოთა ეკონომიკასა და მართვაში. მის მიერ აღზრდილი თაობებიდან მრავალი ცნობილი მეცნიერი და სპეციალისტია. ბატონი გურამი იყო შრომისმოყვარე და პრინციპული საქმიან ურთიერთობებსა და პროფესიულ ასპარეზზე, გამორჩეული და ერთგული მეგობარი, ახალგაზრდა თაობათა ღირსეული აღმზრდელი და მათთვის ცხოვრების გზის გამკვალავი, გულისხმიერი და შესანიშნავი ოჯახის მზრუნველი მამა.

ბატონმა გურამმა დატოვა კეთილშობილი და სათნო მეუღლე ქალბატონი მედეა ჩაგუნავა, რომელიც პროფესიით ქიმიკოსი მრავალი წლის განმავლობაში ეწეოდა პედაგოგიურ მოღვაწეობას საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში და ორი ვაჟიშვილი ლევანი და გიორგი, რომლებიც წარმატებულად საქმიანობენ თავიანთ პროფესიულ ასპარეზზე ჟურნალისტიკის და სხვადასხვა საზოგადოებრივი მიმართულებით.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორ-მასწავლებლები და თანამშრომლები გულისტკივილით თანაუგრძნობს ბატონ გურამ ლომსაძის ოჯახს, მეგობრებს და კოლეგებს. მისი სახელი მუდამ ემახსოვრება მშობლიურ უნივერსიტეტს, რომელსაც დიდი პასუხისმგებლობისა და მოვალეობის ღრმა შეგნებით უერთგულა.

პროფესორი გურამ ლომსაძე ეკუთვნის იმ ღვაწლმოსილ, ჭეშმარიტ ქართველ პატრიოტთა რიცხვს, ვინც ღირსეულად იცხოვრა და ვალმოხდილი აღესრულა, დატოვა წარუშლელი კვალი ყველას გულში, ვინც კი მას იცნობდა და ჰქონდა საქმიანი თუ პიროვნული ურთიერთობა.

ღმერთმა ნათელი და სასუფეველი დაუმკვიდროს, იქ სადაც მართალნი განისვენებენ, კეთილშობილი მამულიშვილის და ღირსეული პიროვნების, ბატონ გურამის უკვდავ სულს!

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის და  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები  
ჟურნალების „სამთო ჟურნალი“*



**გურამი აბაშიძე**  
**GURAM ABASHIDZE**  
**ГУРАМ АБАШИДЗЕ**

გარდაიცვალა გამოჩენილი მეცნიერი და ღირსეული მოქალაქე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გურამ აბაშიძე, რომლის სამეცნიერო მოღვაწეობის ხანგრძლივი პერიოდი სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტს უკავშირდება.

გურამ აბაშიძე დაიბადა 1936 წელს. მისი შრომითი საქმიანობა იწყება 1959 წლიდან, როცა იგი ამთავრებს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური და კვების ტექნოლოგიის ფაკულტეტს და, როგორც ინჟინერ-ტექნოლოგი, მუშაობას იწყებს საშენ მასალათა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში.

ბატონი გურამი 1961-1965 წლებში ყოფილი საბჭოთა კავშირის მშენებლობისა და არქიტექტურის ინსტიტუტის (ქ. მოსკოვი) ასპირანტია, სადაც წარმატებით იცავს დისერტაციას მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად, ბრუნდება სამშობლოში და მუშაობას იწყებს თბილისის სპეციალური საკონსტრუქტორო და ტექნოლოგიური ბიუროს განყოფილების გამგედ.

1966 წელს ბატონი გურამი ინიშნება პოლიმერების გადამუშავებისა და გამოყენების სპეციალური საპროექტო-საკონსტრუქტორო ბიუროს ქიმიურ-ტექნოლოგიური განყოფილების ხელმძღვანელად, სადაც საბოლოოდ ფორმირდება მისი სამეცნიერო საქმიანობის პრიორიტეტები: მიწისქვეშა ნაგებობების დაცვა კოროზიისაგან და მასალათმცოდნეობა. ამ პრობლემების სისტემურ კვლევას იგი იწყებს 1975 წლიდან საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიასა და გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში და წარმატებით აგრძელებს გარდაცვალებამდე, როგორც მიწისქვეშა ნაგებობების კოროზიისაგან დაცვის ლაბორატორიის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, შემდეგ კი განყოფილების ხელმძღვანელი და მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისა და წიაღისეულის დამუშავების განყოფილების მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი. 1993 წელს იგი იცავს დისერტაციას ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად და აგრძელებს მუშაობას სხვადასხვა სახისა და დანიშნულების მქონე პოლიმერული კომპოზიტების მიღების ტექნოლოგიის დამუშავებისა და თვისებების

კვლევის მეთოდების დახვეწის მიმართულებით.

ბატონი გურამის ხანგრძლივი და ნაყოფიერი სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის შედეგები ასახულია სხვადასხვა ენაზე გამოქვეყნებულ 150-ზე მეტ სამეცნიერო ნაშრომში და მოხსენებულ იქნა მრავალ საერთაშორისო კონფერენციასა თუ სიმპოზიუმზე. ბატონი გურამის მიერ შექმნილია სასწავლო სახელმძღვანელო ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტებისთვის, თანაავტორია რიგი ინსტრუქციებისა და შრომის უსაფრთხოების ნორმებისა მშენებლობასა და ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის სფეროში. იგი ბრძანდებოდა სამშენებლო განმარტებითი ლექსიკონისა და სამშენებლო ენციკლოპედიური ლექსიკონის სარედაქციო კომისიის წევრი.

ბატონი გურამი განსაკუთრებულად ზრუნავდა და დიდ მნიშვნელობას ანიჭებდა ახალგაზრდა კადრების აღზრდას, გამოირჩეოდა სტუდენტების მიმართ განსაკუთრებული ყურადღებით. მუდმივად ცდილობდა ახალ თაობაში მეცნიერებისადმი ინტერესის გაღვივებასა და მოტივაციის გაზრდას სხვადასხვა სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობით დაინტერესების თვალსაზრისით, ყოველმხრივ უწყობდა ხელს ახალგაზრდა თანამშრომლებს კვალიფიკაციის ამაღლებაში და კარიერულ განვითარებაში. შესაბამისად, ნებისმიერი ახალგაზრდისათვის, მასთან მუშაობა ასოცირდებოდა წარმატებული სამეცნიერო კარიერის საწყისად. ბატონი გურამი განსაკუთრებით დააკლდება სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის, ფეთქებადი მასალების ექსპერტიზის, აფეთქებისგან დამცავი სტრუქტურების და მაღალტექნოლოგიური კომპოზიტების განყოფილების, პოლიმერული კომპოზიტების და მაღალტექნოლოგიური მასალების ლაბორატორიის ახალგაზრდა მკვლევართა ჯგუფს, რომელთა კარიერულ წინსვლაში მას განსაკუთრებული წვლილი მიუძღვის. გურამ აბაშიძე იგი იყო უაღრესად კეთილშობილი და სიკეთით სავსე პიროვნება. სამთო ინსტიტუტის თანამშრომლები დიდად აფასებდნენ მის პროფესიონალიზმს, შრომისმოყვარეობას და პასუხისმგებლობის გრძნობას. მისი ნათელი ხსოვნა მარად დარჩება მისი კოლეგების, მეგობრებისა და აღზრდილთა გულეში.

**სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის  
დირექცია და თანამშრომლები,  
„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 რედკოლეგიის 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 კიდეტან.

**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, ინტერვალის 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, ინტერვალის - 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** должна 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 **ANNOTATION** 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).**