

ISSN 1512-407X



საბთო

სამეცნიერო

საინჟინრო

საინფორმაციო

ანალიზური

რეფერირებადი

MIRACLE

საბთო

2(35)

Mining Journal
Горный Журнал

2015

ბეოლოგია

8. შარბაძე, რ. პაატაშვილი, ზ. სურამილაშვილი, ა. ალაშიანი
თხილისისპირა რაიონის ზედაცარცული ქანების ნაპრალოვანი სისტემები.....4

3. ნადირაძე
ბანივი ლინეამენტების როლი საქარტველოს მეთალოვანებაში.....10

შ. ბაგია
ოკრივის აზიების პროდუქტიული ბარიტის მინერალიზაციის ლოკალიზაციის ფაქტორები.....15

სამთო მრეწველობის პრობლემები

დ. ჩოხახია, მ. ხასიაძე, ლ. ბიბილაშვილი
სამთო მრეწველობა-ენერგეტიკის განვითარების საფუძველი.....19

მიწისქვეშა ნაგებობათა მშენებლობა

თ. ფიცხალაშვილი
ამონაღების ფარდის მდგრადობის გან- ბარიშება სრიალის მრგვალიცილინდრული ზედაპირის მეთოდით.....22

საბადოთა წიაღისეულის გამდიდრება

რ. ინაბაილი, ა. შიშილაძე
საქართველოს ფლოტაციის პროცესის მათემატიკური მოდელის ანალიზი.....25

სამთო ელექტრომექანიკა

2. წერეთელი, ნ. მახარაშვილი, მ. ონიანი
მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავის კონსტრუქციული მქანიკური მახასიათებელი.....28

3. სილაგაძე, მ. ჯანაშია, ს. სტერიაკოვა
სს „მადნეულის“ გამდიდრებელი ფაბრიკის სადრენაშო ზუმეფების მიმდებარე ტერი- ტორიის მყარი ნაღებებისაგან გამწვანდლი ჰიდრავლიკური სქემის სრულყოფა.....31

სამთო მანქანები და ტრანსპორტი

ლ. მახარაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. ბელაშვილი
მავისტრალურ მილსადენებში ტრანსპორტირე- გული ნედლი ნავთობის ფიჭიკურ-მქანიკური თვისებების ტრანსპორტირების გარემოსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის კვლევა სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მარეწვებლე- ზზე და ექსპლუატაციის სანიმდლოვანზე მათი გავლენის მიზნით.....36

ლ. მახარაძე, ვ. ბელაშვილი, ს. სტერიაკოვა
მავისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების ექსპლუატაციის სანიმდლოვანის ანალიზი საქარტველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემების მახალითზე.....41

თ. კუჭუშია, ვ. ხითარიშვილი, ა. მანსურაძე
საბურღი ხსნარების შარევა ტექნოლოგიური თვისებებისა და უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნების მათემატისწინებით.....48

6. იაშვილი
მადნის გადაზიდვისათვის სატვირთო ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების შესახებ.....52

6. იაშვილი
საბაბირო გზის ვაგონებში ტვირთის მასის განსაზღვრის მოწყოვილოვა.....54

6. მოლოდინი, ბ. მარაძე, რ. მოლოდინი
სამთო მრეწველობის სანარეწვებში უწყვეტი და ციკლური რეჟიმის ტრანსპორტის გამოყენ- ების ანალიზი.....57

აფეთქების ენერგიის გამოყენება

ზ. კუჭუშია, ა. აფრიაშვილი, ბ. პასუტაშვილი, ბ. შატბერაშვილი, ბ. თხელიძე, ი. სახარაძე
დამცავი აფეთქებადი ნივთიერებების ანტიგრიჭული თვისებები.....59

ანალიზი

ა. ჩიქოვანი, დ. თევზაძე
ტემპერატურისა და ტენიანობის გავლენა ზემოთის სიმტკიცის ფორმირებაზე.....65

ლ. მარტიშვილი, ჯ. კაკულია, შ. მალაშვილი, ნ. ლომიძე, მ. კანდელაკი, ლ. ჩოჩია, ნ. ჩხუბაძე
გიოტამელოგიის გამოყენების შესახებ- ზლოვები კალიუმის შიმცველი არამადნეული ნედლეულიდან კალიუმის ნაერთების მისაღებად.....68

დ. ბლუაშვილი, ძ. ბანაშვილი, შ. ჯანაშვილი
ზემო სვანეთის ჰერცინულ წარმონაქმნებთან გარეგნობის მიქროსკოპული ოქროს მადნეამოვლების ბეოლოგიურ-განეტური მოდელი.....72

დ. ბლუაშვილი, ძ. ბანაშვილი, ნ. ინანაშვილი, შ. ჯანაშვილი
ზემო სვანეთის თვითნაბადი ოქროს მარცვლების მიქროსკოპული შესწავლის და რენტგენოფლუორესცენტული კვლევის შედეგები.....74

უსაფრთხოების ტექნიკა

ა. ბაქანიშვილი, დ. ტალახაძე, ა. აზილაშვილი
ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები მადნეული და არამადნეული წიაღისეულის გამდიდრებელი, მახარისხებელი და საბ- გლომირაციო ფაბრიკების ტრანსპორტის და ელექტროტექნიკური დანადგარებისათვის.....81

ო. ლანაშვილი, ბ. ნოვაძე, ნ. არუღაშვილი
მოკლედ საავტომობილო გვირაბებში ფაბა- ლური ხანძრების ანალიზი და პრევენციის ღონისძიებები.....85

ეკოლოგია

დ. თევზაძე, მ. თევზაძე
ეკოლოგია და გარემოს დაცვა.....89

ГЕОЛОГИЯ

ШАРИКАДЗЕ М.З., ПААТАШВИЛИ Р.В., СУРАМЕЛАШВИЛИ З.Р., АДАМЯН А.Э.

ТРЕЩИНОВАТЫЕ СИСТЕМЫ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИТБИЛИССКОГО РАЙОНА 9

НАДИРАДЗЕ В.В.

РОЛЬ ПОПЕРЕЧНЫХ ЛИНЕАМЕНТОВ В МЕТАЛЛОГЕНИИ ГРУЗИИ 15

ГЕГИА Ш.А.

ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОГО БАРИТА ОКРИБСКОГО ПОДНЯТИЯ..... 18

ПРОБЛЕМЫ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЧОМАХИДЗЕ Д.И., БАСИЛАДЗЕ М.А., БИБИЛАШВИЛИ Л.В.

ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ – ОСНОВА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ..... 22

СТРОИТЕЛЬСТВО ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

ПИРИХАЛАВА Т.Г.

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ МЕТОДОМ КРУГЛОЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ 25

ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ЭНАГЕЛИ Р.П., ШЕКИЛАДЗЕ А.И.

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ МЕДИ..... 28

ГОРНАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

ЦЕРЕТЕЛИ М.В., МАХАРАШВИЛИ Н.З., ОНИАНИ М.Ш.

КОРРЕКТИРОВАННАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ 31

СИЛАГАДЗЕ В.А., ДЖАНГИДЗЕ М.В., СТЕРЯКОВА С.И.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ОТ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ДРЕНАЖНЫМ ЗУМПАМ ТЕРРИТОРИИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АО «МАДНЕУЛИ»..... 35

ГОРНЫЕ МАШИНЫ И ТРАНСПОРТ

МАХАРАДЗЕ Л.И., ХУНДАДЗЕ Н.Ш., ГЕЛАШВИЛИ В.Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАННЫХ ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ СЫРОЙ НЕФТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И НАДЕЖНОСТЬ ЭТИХ СИСТЕМ..... 40

МАХАРАДЗЕ Л.И., ГЕЛАШВИЛИ В.Д., СТЕРЯКОВА С.И.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ И НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ НА ПРИМЕРЕ ПРОХОДЯЩИХ ПО ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ СИСТЕМ 48

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

ВЫБОР БУРОВЫХ РАСТВОРОВ С УЧЕТОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ 52

ИАШВИЛИ Н.Г.

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РУДЫ..... 54

ИАШВИЛИ Н.Г.

УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА В ВАГОНЕТКЕ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ 56

МОЛОДИНИ Н.Ш., МАЧАИДЗЕ Г.Л., МОЛОДИНИ Р.Н.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА НЕПРЕРИВНОГО И ЦИКЛИЧНОГО РЕЖИМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ 59

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ВЗРЫВА

КУЧУХИДЗЕ З.К., АПРИАШВИЛИ А.Г., БАХУТАШВИЛИ Г.Г., ШАТБЕРАШВИЛИ Г.Г., ТХЕЛИДЗЕ Г.З., САМХАРАДЗЕ И.Ш.

АНТИГРИЗУТНЫЕ СВОЙСТВА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ..... 64

АНАЛИЗ

ЧИКОВАНИ А.Б., ТЕВЗАДЗЕ Д.Н.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА..... 67

КАРТВЕЛИШВИЛИ Л.Г., КАКУЛИЯ Д.В., МАЛАШХИЯ Ш.А., ЛОМИДЗЕ Н.Н., КАНДЕЛАКИ М.Ш., ЧОЧИЯ Л.Ш., ЧХОБАДЗЕ Н.Е.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ ИЗ КАЛИЙ-СОДЕРЖАЩЕГО НЕРУДНОГО СЫРЬЯ..... 71

БЛУАШВИЛИ Д.И., БЕНАШВИЛИ К.Г., ДЖАНАШВИЛИ Ш.Г.

ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТА ПРИУРО-ЧЕННЫЕ К ГЕРЦИНСКИМ ОБРАЗОВАНИЯМ ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИ..... 74

БЛУАШВИЛИ Д.И., БЕНАШВИЛИ К.Г., ИНАНАШВИЛИ Н.М., ДЖАНАШВИЛИ Ш.Г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНО-ФЛЮОРЕС-ЦЕНТНОГО АНАЛИЗА САМОРОДНЫХ ЗЕРЕН ЗОЛОТА ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ 80

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., ТАЛАХАДЗЕ Д.Г., АБШИЛАВА А.В.

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ, СОРТИРОВОЧНЫХ И АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ФАБРИК РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ..... 84

ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч., АРУДАШВИЛИ Н.Н.

АНАЛИЗ ФАТАЛЬНЫХ ПОЖАРОВ ДЛЯ КОРОТКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ИХ ПРЕВЕНЦИИ 89

ЭКОЛОГИЯ

ТЕВЗАДЗЕ Д.Н., ТЕВЗАДЗЕ М.Н.

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 92

GEOLOGY

SHARIKADZE M., PAATASHVILI R., SURAMELASVILI Z., ADAMYAH A.
NEAR TBILISI REGION FRACTURED SYSTEMS OF THE
UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS..... 9

NADIRADZE V.
THE ROLE OF TRANSVERSE LINEAMENTS IN
METALOGENY OF GEORGIA..... 15

GEGIA SH.
FACTORS OF PRODUCTIVE BARITE MINERALIZATION
OF OKRIBA RAISE 18

PROBLEMS MINING INDUSTRY

CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M., BIBILASHVILI L.
THE MINING INDUSTRY AS A BASIS FOR ENERGY
DEVELOPMENT 22

UNDERGROUND BUILDING CONSTRUCTION

PIRTSKHALAVA T.
OF THE CALCULATION OF SLOPE STABILITY CIRCULAR
CYLINDRICAL SLIDING SURFACE..... 25

PROCESSING

ENAGELI R., SHEKILADZE A.
THE ANALYSIS OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE
COPPER FLOTATION PROCESS..... 28

MINING ELEKTROMECHANICS

TSERETELI M., MAKHARASHVILI N., ONIANI M.
ADJUST OF MECHANICAL OSCILLATION OF AN ASYNCHRO-
NOUS MOTOR WITH SQUIRREL-CAGE ROTOR..... 31

SILAGADZE V., JANGIDZE M., STERYAKOVA S.
IMPROVED HYDRAULIC CIRCUIT CLEANING FROM SOLID
RESIDUES ADJACENT TO THE DRAINAGE SUMP AREA
DRESSING PLANT JSC “MADNEULI” 35

MINING MACHINES END TRANSPORT

MAKHARADZE L., KHUNDADZE N., GELASHVILI V.
RESEARCH OF CRUDE OIL PHYSICAL-MECHANICAL
CHARACTERISTICS UNSTEADINESS IN MAIN PIPELINES
DURING THE TRANSPORTING, WHILE DEPENDING ON
NATURAL ENVIRONMENT TEMPERATURE, ON PURPOSE
OF ITS IMPACT ON TECHNICAL-ECONOMICAL
CHARACTERISTICS OF THE SYSTEM AND RELIABILITY
OF EXPLOITATION 40

MAKHARADZE L., GELASHVILI V., STERYAKOVA S.
RELIABILITY ANALYSES OF MAIN PIPELINES AND OIL
PRODUCT PIPELINES EXPLOITATION, AFTER THE
EXAMPLE OF EXISTING SYSTEMS THROUGH THE
TERRITORY OF GEORGIA..... 48

KUNCHULIA T., KHITARISHVILI V., MAISURADZE A.
SELECTION OF DRILLING FLUIDS BASED ON CONSIDER-
ATION OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES AND
SAFETY ASPECTS OF DRILING OPERATIONS 52

IASHVILI N.
ABOUT THE OPTIMAL DISTRIBUTION OF TRUCKS FOR
THE TRANSPORTATION OF ORE..... 54

IASHVILI N.
DEVICE DETERMINING THE MASS OF CARGO TROLLEY
CABLEWAY..... 56

MOLODINI N., MACHAIDZE G., MOLODINI R.
ANALYSIS OF CONTINUOUS REGIME USE ON THE
ENTREPRISES OF MINING INDUSTRY 59

APPLICATION OF EXPLOSIVE ENERGY

KUCHUKHIDZE Z., APRIASHVILI A., BAKHUTASHVILI G.,
SHATBERASHVILI G., TKHELIDZE G., SAMKHARADZE I.
ANTI-GRISONITY PROPERTIES OF SAFETY
EXPLOSIVES..... 64

ANALYSIS

CHIKOVANI A.B., TEVZADZE D.N.
IMPACT OF TEMPERATURE AND MOISTURE ON
FORMATION OF CONCRETE STRENGTH 67

KARTVELISHVILI L., KAKULIA ZH., MALASHKHIA SH., LOMIDZE N.,
KANDELAKI M., CHOCHIA L., CHKHOBADZE N.
POSSIBILITIES FOR USE OF TECHNOLOGY FOR
PRODUCING POTASSIUM COMPOUNDS FROM
POTASSIUM-CONTAINING NONMETALLIC FEED 71

BLUASHVILI D., BENASHVILI K., JANASHVILI SH.
GEOLOGICAL-GENETIC MODEL OF THE GOLD OCCUR-
RENCES RELATED TO HERCINIAN FORMATIONS OF THE
UPPER SVANETI..... 74

BLUASHVILI D., BENASHVILI K., INANASHVILI N., JANASHVILI SH.
THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF MICROSCOPIC
ANS X-RAY FLUORESCENCE STUDY OF NATIVE GOLD
GRAINS FROM THE UPPER SVANETI..... 80

SAFE TECHNICS

BEZHANISHVILI A., TALAKHADZE D., ABSHILAVA A.
REQUESTS OF TECHNICAL SAFETY FOR TRANSPORT
AND ELECTROTECHNICAL INSTALLATIONS OF
CONCENTRATING, SORTING AND SINTERING
PLANTS OF ORE AND NON-METALLIC MINERAL
RESOURCES 84

LANCHAVA O., NOZADZE G., ARUDASHVILI N.
ANALIZE OF FATAL FIRES IN ROAD TUNNELS AND
MEASURES OF ITS PREVENTING 89

ECOLOGY

TEVZADZE D.N., TEVZADZE M.N.
ECOLOGY AND ENVIRONMENT PROTECTION 92

გაიულ-მინერ. მიცნ. დოქტორი მ. შარიძე, დოქტორანტი რ. პაატაშვილი, ზ. სურამიაშვილი, ა. ადამიანი
თბილისისპირა რაიონის ზედაცარცული ქანების ნაპრალოვანი სისტემაში

ნაშრომში განხილულია თბილისისპირა რაიონის ზედაცარცული წარმონაქმნების ნაპრალოვანების საკითხი ამ ქანებში განვითარებული ნაპრალოვანი სისტემების სავარაუდო მოდელის შექმნის მიზნით. შესწავლილია ზედაპირული გამიშვლებები აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის და ართვინ-ბოლნისის ბელტის ფარგლებში, კერძოდ, ზედაცარცულ ეულკანოგენურ-დანალექ და კარბონატულ წყებებში არსებული მიკრონაპრალები – მათი სიხშირე, გავრცელება, გახსნა, მორფოლოგია, ნაპრალოვანების ძირითადი პარამეტრების კავშირი ქანების ლითოლოგიასთან, სტრუქტურასთან (მარცვლების ზომებთან), შრის სისქესთან, დიასტროფიზმის ხასიათთან და ხარისხთან. ამ მიზნით გამოყენებულია აგრეთვე მანავის და დასავლეთი რუსთავის ფართობების ჭაბურღილებიდან აღებული ზედაცარცული ქანების შლამები (ჭაბურღილები: მანავი №№11, 12 და კუმისი №1). გაკეთებულია დასკვნები თბილისისპირა რაიონის ზედაცარცული ნალექების ნაპრალოვანების კანონზომიერებების შესახებ.

1. საპითხის უმსჯავლის მოკლე ისტორია

მონაცემები თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთი სეგმენტის მეზო-კაინოზოურ ნალექებში გავრცელებული ნაპრალების შესახებ ერთობ მწირია [1-4]. თბილისისპირა რაიონისა და აჭარა-თრიალეთის ზედაცარცული ნალექების ნაპრალოვნება ზედაპირულ გამიშვლებებსა და კერძულ მასალაში შესწავლილი აქვთ ე. გამყრელიძესა და შ. კიტოვანს [1,2,4,5]. ეს საკითხი ნაწილობრივ არის გაშუქებული აგრეთვე მანავის და დასავლეთ რუსთავის ფართობებზე გაბურღული ჭაბურღილების გეოლოგიურ ანგარიშებში [6].

ი. გამყრელიძის მიხედვით, აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონისა და ამიერკავკასიის მთათაშუა ოლქის მეზო-კაინოზოურ ნალექებში განვითარებულია შრეობრიობის სიბრტყის მართობული პლანეტარული ნაპრალები, რომლებიც ლოკალურ ტექტონიკურ ფორმებს უკავშირდებიან და ორთოგონალურ და დიაგონალურ სისტემებს ქმნიან. ამ რეგიონებში ფიქსირდება ნაპრალების ოთხი სისტემა, რომელთა მიმართულებების აზიმუტების საშუალო მნიშვნელობები არის: 1) 3-5°; 2) 275-265°; 3) 48-46°; 4) 323-318°. ნაპრალების ორიენტაციაში არსებითი განსხვავება არ შეინიშნება ქანების ასაკთან დაკავშირებით.

შ. კიტოვანი და ავტორები აჭარა-თრიალეთის ქედის ჩრდილო ბორტის ზედაცარცულ კირქვებსა და მერგელებში (მდ. თეძმის ხეობა) გამოპყოფენ ნაპრალოვან სისტემებს, რომელთა მიმართულებებია (ქანების გეოლოგიური ასაკის მიხედვით):

- ტურონულში: 1) 20-30°; 2) 40-50°; 3) 90-270°; 4) 310-320°.
- კონიაკურში: 1) 40-50-70°; 2) 280-300-330°; 3) ქაოტური ნაპრალები.
- სანტონურში: 1) 0-180°; 2) 20-40-50°; 3) 300-340°.

- კამპანურ-მასსტრიხტულში: 1) 0-10°; 2) 30-60°; 3) 80-90°; 4) 300-340°.

ამ მონაცემთა გასაშუალებული მნიშვნელობები იქნება:

- 1) 0-20°; 2) 40-50°; 3) 80-90°; 4) 300-340°.

ნაპრალოვანი სისტემებში დომინირებს ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართულება, დამორჩილებულ როლს ასრულებს ჩრდილო-დასავლეთი მიმართების ნაპრალოვანი სისტემა. როგორც ვხედავთ ეს მნიშვნელობები დიდად არ განსხვავდება ე. გამყრელიძის მონაცემებისგან [1, 2].

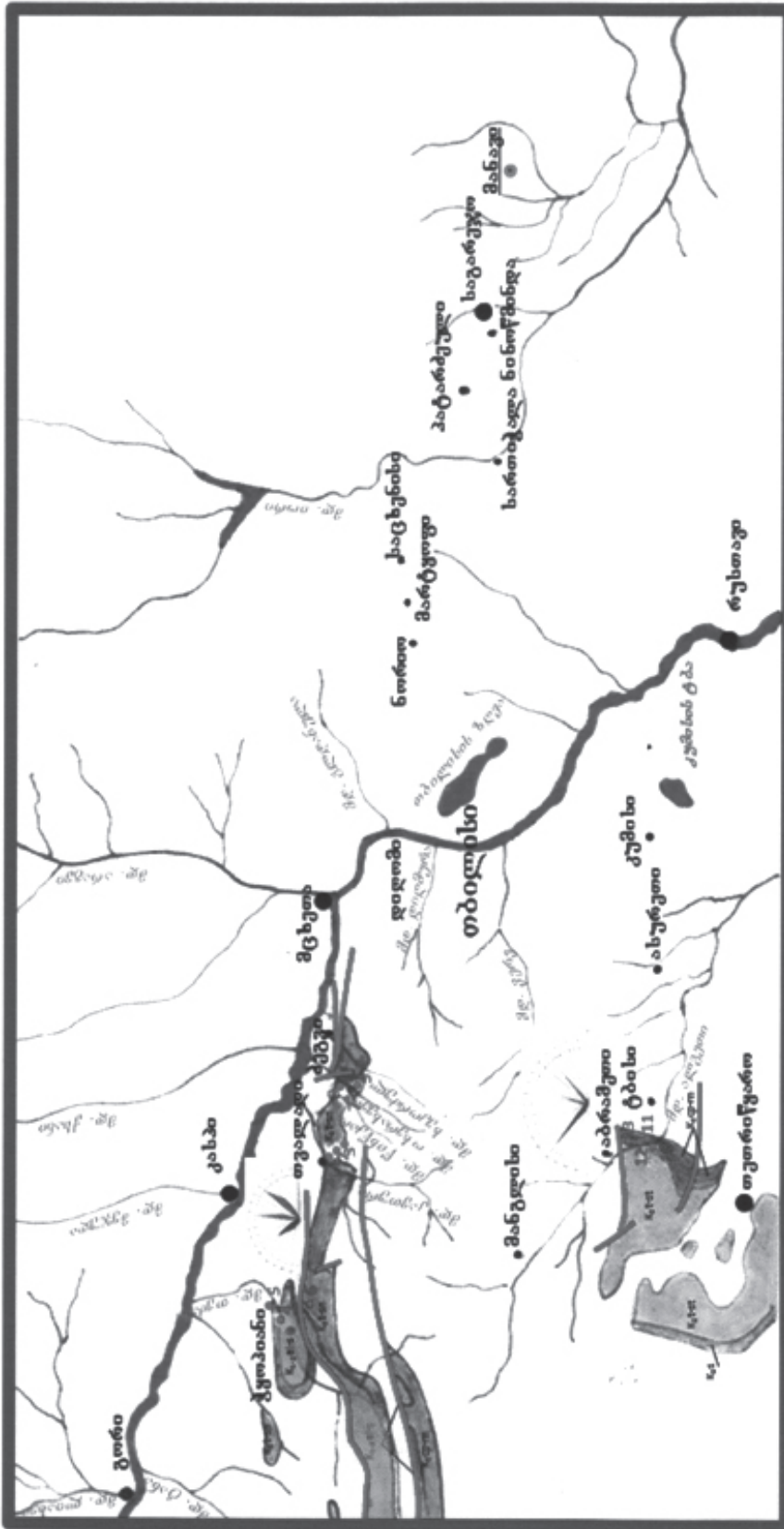
ჩვენს მიერ ჩატარებული მანავის №№11, 12 და კუმისი №1 ჭაბურღილების შლამების მიკროსკოპული ანალიზის მიხედვით, შეიძლება აღინიშნოს, რომ: 1) ზედაცარცული კირქვები უფრო დანაპრალებულია, ვიდრე ტუფები; 2) ნაპრალოვანი შედარებით ხშირი ქსელია №11 ჭაბურღილის მიერ გაჭრილ კირქვებში. ყველაზე სუსტადაა დანაპრალებული კუმისი №1 ჭაბურღილში არსებული ზედაცარცული ქანები.

2. საველე-გეოლოგიური დაკვირვებებისა და ბურღვის მონაცემები

ზედაპირული გეოლოგიური დაკვირვებები ჩატარდა თრიალეთის ქედის აღმოსავლეთი დაბოლოების ჩრდილო ფერდობზე, მდინარეების თეძმის, კავთურის და წინწყარის ხეობებში, აგრეთვე სამხრეთ საქართველოში, მდ. ალგეთის შუა წელის ხეობაში (იხ. ნახ. 1). ტექტონიკური თვალსაზრისით პირველი მათგანი აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის აღმოსავლეთი სეგმენტის ჩრდილოეთ ბორტზე მდებარეობს, მეორე კი ართვინ-ბოლნისის ბელტის (სუსტად დანაოჭებული ზონის) უკიდურეს ჩრდილოეთ ნაწილში. ზედაცარცული (სენომაზურ-მასსტრიხტული) ქანების ზედაპირულ გამიშვლებებში, 13 დგომის (დაკვირვების) წერტილში, ვიზუალურად შესწავლილი იქნა 800-მდე მიკრონაპრალი (სიხშირე, მიმართება, მორფოლოგია, გახსნა). ქანების ლითოლოგია და ნაპრალოვანი მინერალური შემადგენელი გამორკვეული იქნა ვიზუალურად და მიკროსკოპულად. ქანების ზუსტი დათარიღების მიზნით შეგროვებული და განსაზღვრული იქნა მოლუსკების განამარხებული ნიმუშები. გარდა ამისა, სტერეოსკოპური მიკროსკოპით გამოკვლეული იქნა ქანების ათამდე ნიმუში მიკრონაპრალების შესწავლის მიზნით. გამოყენებული იქნა აგრეთვე მანავის №№11, 12 და კუმისი №1 ჭაბურღილების შლამებში (ზედაცარცულ ქანებში) განვითარებული მიკრონაპრალების კვლევის საკუთარი მონაცემებიც.

3 . ანალიზი

შესწავლილი რაიონების ზედაცარცულ ნალექებში ფიქსირდება სხვადასხვა მიმართების, სიხშირის, გახსნის და მორფოლოგიის მქონე ნაპრალები, რომლებიც ხშირად კანონზომიერ დაჯგუფებებს – სისტემებს ქმნიან. მიკ-



ნახ. 1. თბილისისპირა რაიონის მიმოხილვითი რუკა ცარცული ნალექების ზედაპირული გამოსავლების წევნებით

- | | | | |
|--|---|--|--|
| | ცარცული სისტემა, ალბურ-სენომანური საართულები | | ზედა ცარცი, კამპანურ-მასსტრიხტული საართულები |
| | ზედა ცარცი, სენომანური საართული | | ტექტონიკური რღვევის ხაზები |
| | ზედა ცარცი, ტურონულ-კონიაკურ-სანტონური საართულები | | დაკვირვების წეტილები |

რონაპრალთა შორის უმთავრესია II რიგის ტექტონიკური ნაპრალები. ისინი ერთ შრეშია განვითარებული და მეტწილად შრეობრიობის მართობულ ან სუბვერტიკალურ სიბრტყეშია ორიენტირებული. მეორე ადგილზეა I რიგის ნაპრალები, რომლებიც რამდენიმე შრეს (ანუ დასტას) კვეთენ, შრეობრიობისადმი მართობულად ან გარკვეული კუთხით არიან განლაგებული. მესამე ადგილზეა შრეობრიობის სიბრტყის სუბპარალელური ანუ თანხმობითი ნაპრალები. რაც შეეხება დიაგონალურ და ქოტურ ნაპრალებს, ისინი შედარებით იშვიათია.

ნაპრალობა პარამეტრებს შორის დიდი მნიშვნელობა აქვს (განსაკუთრებით ნავთობის მრეწველობაში) შემდეგ ძირითად მახასიათებლებს: მიმართულებას, სიხშირეს, გასხნას და მდგომარეობას – ღიაა თუ ამოვსებული. ჩვენ მათ მოკლედ დავახასიათებთ ამავე თანამიმდევრობით

3. 1. ნაპრალობა მიმართება

გამოკვლევული ტერიტორიების ზედაცარცულ ქანებში განვითარებულია მიკრონაპრალობა ოთხი სისტემა, რომლებიც მეტწილად დიაგონალურ, შედარებით იშვიათად კი ორთოგონალურ სისტემებს ქმნიან. ნაპრალობა სისტემების მიმართულების გასაშუალებელი მნიშვნელობები (ქანების ნივთიერი შემადგენლობისაგან დამოუკიდებლად) შემდეგია (იხ. ნახ. 2, 3):

- I. ჩრდილოეთი-ჩრდილო-აღმოსავლეთი, 10-15°;
- II. ჩრდილო-აღმოსავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთი, 44-62°;
- III. აღმოსავლეთ-დასავლეთი, 85-90°.
- IV. ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი, 318-321°.

ამათ შორის მთავარია II და IV მიმართულებები, განსაკუთრებით პირველი მათგანი. აღსანიშნავია, რომ ნაპრალობა უდიდეს ნაწილს შრეობრიობის მართობული ან მასთან მიახლოებული ორიენტაცია აქვს.

3. 2. ნაპრალობა სიხშირე

როგორც ლიტერატურული წყაროების ანალიზი და ჩვენი გამოკვლევები ადასტურებენ, ამ პარამეტრის მნიშვნელობა მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ამათგან

ერთ-ერთია ნაპრალობა სიხშირის კავშირი ქანის სტრუქტურასთან და სიმტკიცესთან. ზედასენონური პელიტომორფული მკვრივი კირქვების (მდინარეები წინწკარის, კავთურის, ალგეთის ხეობები) II რიგის მაკრონაპრალების ხაზოვანი სიხშირე რამდენჯერმე აღემატება მდინარეები თემისა და ალგეთის ვულკანოგენურ წარმონაქმნებში განვითარებულ შესაბამის მაჩვენებელს.

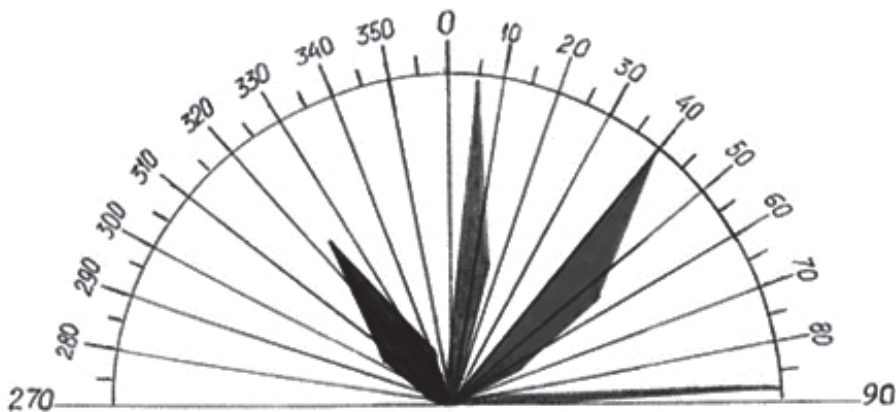
ამ მხრივ საინტერესოა ჩვენს მიერ შუაეოცენურ ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების შლამების მიკროსკოპული შესწავლის დროს შემჩნეული კანონზომიერება – მიკრონაპრალობა სიხშირე გაცილებით მეტია მინისებრ (ვიტროფირულ) მტკიცე სახესხვაობებში ტუფების მსხვილმარცვლოვან ლითოტიპებთან შედარებით. ამრიგად, შეიძლება ზოგადად დავასკვნათ: რაც უფრო წვრილმარცვლოვანი და მტკიცეა (მყიფეა) ქანი, მით მეტია მისი დანაპრალების ხარისხი.

ნაპრალების გაზრდილი კონცენტრაცია შეინიშნება ნაოჭების მცირე რადიუსის მქონე გადაღუნულ ნაწილებში (კლიტეებში, ფლექსურებში) და მათ მიმდებარე უბნებში. აქ ნაპრალების რაოდენობა 1.5-2-ჯერ მეტია, ვიდრე სტრუქტურების ფრთებზე (ნახ. 4, ა).

ნაპრალების ხაზოვანი სიხშირე იზრდება ტექტონიკური რღვევის ზონებთან უშუალოდ მიმდებარე უბნებში, მაგალითად, მდ. წინწკარის ხეობაში (დ.წ.7), ნასხლეტის ხასიათის რღვევის ზონასთან მიმდებარე ქვედა ბაგის ზედასენონური კირქვების შრის 1 გრძივ მეტრში განვითარებულია ერთი სისტემის 60 ნაპრალი, რღვევის ზონიდან 3 მ-ის დაცილებით კი, ამავე შრეში (1 მ-ში) – 36 ნაპრალი.

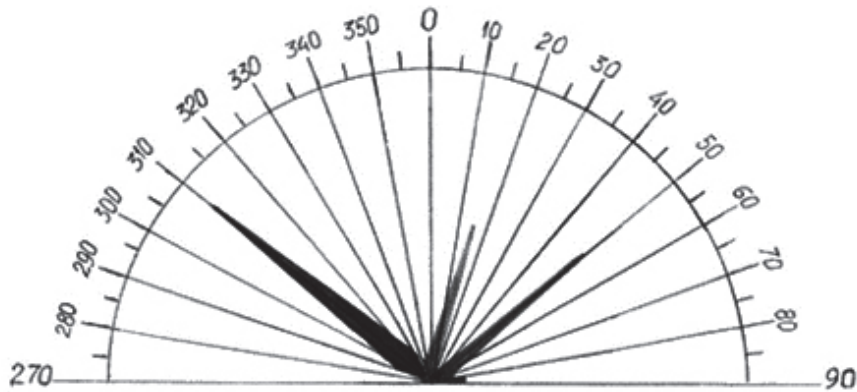
ზემოთქმულთან დაკავშირებით საინტერესოა აღინიშნოს, რომ ჭაბურღილების ბურღვის პროცესში, ჩვენს მიერ შლამების მიკროსკოპული შესწავლის მონაცემებით, ტექტონიკური რღვევის ზონასა და მის მახლობლად განლაგებულ ინტერვალებში მკვეთრად მატულობდა ქანების დანაპრალების ხარისხი, შლამში იზრდებოდა კალციტისა და სხვა მინერალების ძარღვების ფრაგმენტების რაოდენობა (ზოგჯერ 3-5-ჯერ და მეტადაც არადისლოცირებულ ინტერვალებთან შედარებით).

ნაპრალების კონცენტრაცია უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია შრის სისქესთან მიმართებაში – ერთი და იგივე ნივთიერი შემადგენლობის და სტრუქტურის მქონე



ნახ. 2.

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის აღმოსავლური სეგმენტის (თემისა და ხეკორბულის შუამდინარეთი) ზედაცარცული ქანების ნაპრალოვნების სხივური დიაგრამა



ნახ. 3.

ართვინ-ბოლნისის ტექტონიკური ზონის ჩრდილოეთი სეგმენტის (ალგეთის ხეობა) ზედაცარცული ქანების ნაპრალოვნების სხივური დიაგრამა

ქანებში ნაპრალოვნების ხარისხი იზრდება სიმძლავრის შემცირების შესაბამისად. ეს კანონზომიერება შემჩნეული გვაქვს კავთურის და ალგეთის ხეობების ზედასენონური კირქვების შრეებში.

სუბპროზონტალური და მცირე კუთხით დახრილი, საერთოდ კი სუსტად დისლოცირებული ქანები ნაკლებად არის დანაპრალებული. აქ, ძირითადად, განვითარებულია შრეობრიობის სიბრტყეში ორიენტირებული და, ნაწილობრივ, დიაგონალური (გამკვეთი) ნაპრალები (კავთურისა და ალგეთის ხეობები).

3. 3. ნაპრალოთა ბაზსნა

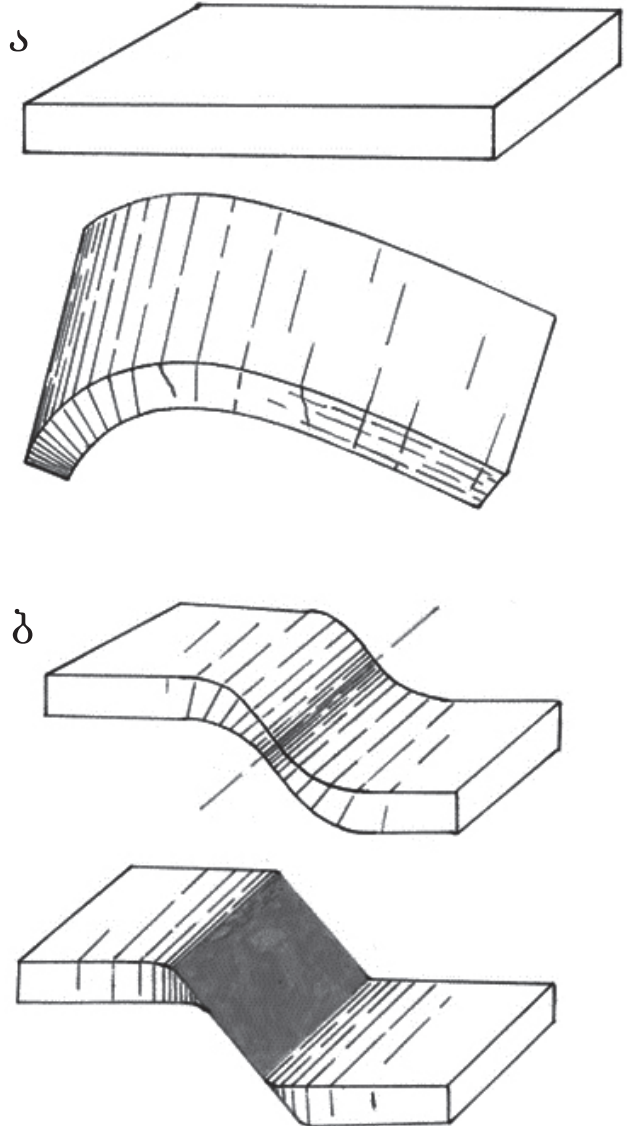
მაკრონაპრალოთა გახსნა დიდ დიაპაზონში ცვალებადობს, საშუალოდ 0.2 მმ-დან 1.5-2 მმ-მდე მერყეობს, თუმცა იშვიათად შეინიშნება 6-8 მმ და 3.5 სმ-მდე გახსნილი ნაპრალებიც. საერთოდ, ნაპრალოთა გახსნა მატულობს ქანის მარცვლების ზომების გაზრდის შესაბამისად.

ასეთი კანონზომიერება კარგად შეინიშნება კავთურის ხეობაში, მე-3 ღვამის წერტილში გაშიშვლებულ კირქვის ბრეჩია-კონგლომერატის შრეში. აქ ნაპრალოთა საერთო რაოდენობა მცირეა, სამაგიეროდ მათი გახსნა 8 მმ-მდე იზრდება. ასევე, თეძმის ხეობის ალბსენომანურ უხეშნატეხოვან ტუფობრეჩიებში და ალგეთის ხეობის ქვედასენონურ ვულკანოგენებში ნაპრალოთა გახსნის სიდიდე ზოგჯერ 3-4 სმ და მეტიც არის.

საერთოდ, I რიგის ნაპრალები უფრო მეტადაა გახსნილი, ვიდრე II რიგის ნაპრალები.

3. 4. ნაპრალების შემავსებლები

მაკრონაპრალების (განსაკუთრებით II რიგის ნაპრალების) უდიდესი ნაწილი ამოვსებულია მინერალური ნივთიერებებით, დანარჩენი მეტწილად ღიაა. კირქვებში განვითარებული ნაპრალების შემავსებელი ძირითადად კალციტია, ხოლო ტუფებში, ტუფოქვიშაქვებსა და ტუფობრეჩიებში – ცეოლითები, იშვიათად კვარცი და კალციტი. ზოგიერთი ნაპრალი (განსხვავებით დიდი გახსნის მქონე ნაპრალებისგან) მთლიანად არ არის ამოვსებული მინერალური ნივთიერებით და მათში განვითარებულია მეორადი სიციარილები. მსგავსი რამ შეიმჩნევა აგრეთვე მანავის №№11 და 12 ჭაბურღილების ზედაცარცულ



ნახ. 4.

ნაპრალოვანი სისტემების განვითარების სქემა ძლიერი ტექტონიკური დისლოკაციის (სტრესის) უბნებში:

ა) შრეების მკვეთრი (მცირერადიუსიანი) გადაღუნვის ზონაში;

ბ) რღვევითი დისლოკაციის (ნახსლეტის) ზონაში.

კირქვებსა და ნინოწმინდის შუაეოცენურ ტუფებში (შლა-მურ ნატეხებში) განვითარებულ მიკრონაპრალებში. ასეთი მიკრონაპრალები ზოგჯერ ბიტუმით არის ამოვსებული.

4. დასკვნები

• შესწავლილი რაიონის ზედაცარცულ ნალექებში განვითარებულია, ძირითადად, II რიგის, შედარებით იშვიათად I რიგის ტექტონიკური მაკრონაპრალები, რომლებიც ოროთოგონალურ და დიაგონალურ სისტემებს ქმნიან და მეტწილად შრეობრიობის სუბვერტიკალურ სიბრტყეში არიან ორიენტირებული. შეინიშნება აგრეთვე დიაგონალური, შრეობრიობის სუბპარალელური (თანხმობითი) და ქაოტური ნაპრალები.

* საველე-გეოლოგიური დაკვირვებების საფუძველზე ირკვევა, რომ რაიონის ზედაცარცულ ქანებში განვითარებულია ოთხი ძირითადი მიმართულების ნაპრალობა სისტემა:

1. ჩრდილოეთი-ჩრდილო-აღმოსავლეთი (სუბმერიდიანული) – 10-15°;
2. ჩრდილო-აღმოსავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთი – 44-62°;
3. აღმოსავლეთ-დასავლეთი (სუბგანედური) – 85-90°;
4. ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი – 318-321°.

ამათ შორის მთავარია ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი, შემდეგ კი ჩრდილო-აღმოსავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთი მიმართულებები.

• ტექტონიკური რღვევების, კერძოდ კი ნასხლეტის ტიპის რღვევის მიმდებარე უბნებში (გაჭიმვის ზონაში) ნაპრალობა უმეტესობის მიმართება მეტნაკლებად ემთხვევა რღვევის სიბრტყის მიმართებას.

• ნაპრალობა ძირითადი მიმართულებები მეტწილად დაკავშირებული არ უნდა იყოს ნაოჭების ელემენტებთან;

• ნაპრალობა ხაზოვანი სიხშირე ძირითადად დამოკიდებულია: ქანის ნივთიერ შემადგენლობაზე, მის სტრუქტურაზე, პოსტდიაგენეზური გარდაქმნის ხარისხზე, სისქეზე, დიასტროფიზმის ხასიათზე და ხარისხზე. კერძოდ, ნაპრალობა სიხშირე იზრდება:

- ა) ტექტონიკური ზონების უშუალო სიახლოვეს;
- ბ) ქანების მცირერადიუსიანი გადაღუნვის ადგილებში (ვიწრო კლიტებში);
- გ) უშუალოდ უთანხმოების (ეროზიული) ზედაპირის ქვეშ განლაგებულ ქანებში.

• როგორც მაკრო – ასევე მიკრონაპრალობა რაოდენობა კირქვებში მეტია, ვიდრე ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებში.

• რაც უფრო წვრილმარცვლოვანი და მტკიცეა (მყიფეა) ქანი, მით მეტია მისი დანაპრალების ხარისხი (დაახლოებით ერთნაირი სისქის შრეებში).

• ერთი და იგივე ნივთიერი შემადგენლობის, მარცვლების ზომის და სტრუქტურულ პირობებში არსებულ ქანებში დანაპრალების ხარისხი იზრდება შრის სისქის შემცირების პროპორციულად.

• II რიგის ნაპრალობა სიხშირე აღემატება I რიგის ნაპრალობა სიხშირეს.

• მცირედ დაქანებული, საერთოდ კი სუსტად დისლოცირებული ქანები ნაკლებად არიან დანაპრალებული; აქ ძირითადად განვითარებულია შრეობრიობის სიბრტყის სუბპარალელური, ნაწილობრივ კი დიაგონალური ნაპრალები.

• მაკრონაპრალობა გახსნა საშუალოდ მერყეობს 0.2 მმ-დან 1.5-2.0 მმ-მდე, იშვიათად – 6-8 მმ და 3-5 სმ-საც აღწევს ზოლმე.

• ნაპრალობა გახსნის სიდიდე მატულობს ქანის მარცვლების ზომის გაზრდის შესაბამისად.

• I რიგის ნაპრალები უფრო მეტად არის გახსნილი, ვიდრე II რიგის ნაპრალები; სამაგიეროდ ისინი მეტწილად ღიაა.

• ნაპრალების დიდი ნაწილი დახშულია. კირქვებში არსებული ნაპრალები ძირითადად კალციტით არის ამოვსებული, ვულკანოგენური ქანების ნაპრალები – ცეოლითებით, ქლორიტით, კალციტით, პირიტით, კვარცით.

• მიკრონაპრალობა ხაზოვანი სიხშირე მნიშვნელოვნად აღემატება მაკრონაპრალობა სიხშირეს. მათი გახსნა ზოგჯერ 0.01 მმ-ზე ნაკლებია, საშუალოდ 0.01-0.03 მმ-ია, იშვიათად 0.07-0.5 მმ.

• მანავის ზედაცარცულ კირქვებში განვითარებული მიკრონაპრალები ზოგჯერ მთლიანად არ არის ამოვსებული მინერალური ნივთიერებებით (კალციტით) და ამგვარად წარმოშობილი მეორადი სივარცელები მყარ ბიტუმებს შეიცავენ. მანავის №№11 და 12 ჭაბურღილების შლამების მიკროსკოპული ანალიზის მიხედვით ზედაცარცულ კირქვებში განვითარებული უნდა იყოს მიკრონაპრალობა ორი ურთიერთგადამკვეთი სისტემა. ამასთან ერთად, №11 ჭაბურღილის მიერ გაჭრილი კირქვები, როგორც ჩანს, ტექტონიკური რღვევის ზონის მახლობლად მდებარეობენ და უფრო მეტადაა დანაპრალებული, ვიდრე №12 ჭაბურღილის მიერ გაბურღული ანალოგიური ქანები.

• შლამების ანალიზის მიხედვით, ნინოწმინდის შუაეოცენურ ქანებში შეინიშნება ნაპრალობა ორი ურთიერთგადამკვეთი სისტემა, რომლებიც ერთმანეთთან ქმნიან 75-110°-იან კუთხეებს. ჭარბობს ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი (სავარაუდოდ, 305-322°) და ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთი (სავარაუდოდ, 37-55°) მიმართულებები. ეს მონაცემები ძირითადად ემთხვევა თბილისისპირა რაიონის ზედაპირულ გაშიშვლებებში არსებულ, ერთის მხრივ, შუაეოცენური და, მეორეს მხრივ, ზედაცარცული ქანების მთავარი ნაპრალოვანი სისტემების მიმართულების მნიშვნელობებს.

• ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საკვებით დასაშვებია თბილისისპირა რაიონის ზედაცარცულ ქანებში (ზედაპირულ გაშიშვლებებში) დაფიქსირებული ნაპრალოვანი სისტემები განხილული იქნას როგორც მოდელი და მისი ძირითადი პარამეტრები და კანონზომიერებები შეიძლება გავავრცელოთ მანავის ზედა ცარცის ნაპრალოვანი სისტემებზე. სახელდობრ, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ:

ა) მანავის ზედაცარცულ ქანებში გავრცელებული უნდა იყოს ნაპრალობა ორი ძირითადი ურთიერთგადამკვეთი სისტემა – ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-აღმოსავლეთი და ჩრდილო-დასავლეთ-სამხრეთ-დასავლეთი;

ბ) ნაპრალობა მაქსიმალური კონცენტრაციით უნდა ხასიათდებოდეს ნაოჭის ყველაზე მეტად გადაღუნული ნაწილი (თალი) და ტექტონიკური რღვევების მიმდებარე

ზონები;

გ) ყველაზე მეტი გახსნის მქონე ნაპრალები ნაოჭის ფარგლებში არსებული ნასხლეტის ტიპის რღვევის ზონების მახლობლად უნდა იყოს განვითარებული. ამასთან ერთად, ნაპრალობა ძირითადი ნაწილის აზიმუტების საშუალო მნიშვნელობა ახლოს უნდა იყოს რღვევის სიბრტყის მიმართების აზიმუტთან.

• ჰორიზონტალური ან დახრილ – მიმართული ბურღვის შემთხვევაში ჭაბურღილის ლულის ტრაექტორია, სასურველია, სუბგანედური მიმართების (აღმოსავლურ-დასავლური ან პირიქით) იყოს, ვინაიდან ასეთ პირობებში ჭაბურღილი ნაპრალობა მაქსიმალურ რაოდენობას გადაკვეთს.

ლიტერატურა

1. გამრელიძე ი.პ. О первичной трещиноватости пород Тrialetского хребта и ее роли в процессе деформации. Сообщения АН Груз. ССР, т.59, №2, Тбилиси, 1970. с.369-372.

2. გამრელიძე ი. П. Планетарная трещиноватость дислоцированных толщ и связанные с ней явления. Геотектоника, №6, Москва, 1972. с. 45-54.

3. Кириллова И. В. Некоторые вопросы механизма складкообразования. Труды Геофиз. института АН СССР, №6 (133). Издательство АН СССР, Москва, 1949. с. 69-74.

4. Китовани Ш.К. и др. Комплексное изучение палеогеновых и меловых отложений восточной части Аджаро-Тrialetской складчатой системы в связи с поисками нефти и газа. Москва, 1970. с. 23-50.

5. Китовани Ш.К., Беглецова М.Е., Глonti Н.Н., Каличава К.П., Спарсиашвили И.А. и др., Изучение физических свойств нефтей и коллекторских свойств пород нефтяных месторождений и разведочных площадей Грузии. Отчет по теме 103/78. Фонды «Грузнефть», 1980. с. 34-64.

6. მ. შარიკაძე, ი. თავდუმბაძე, რ. პატაშვილი. მანავის №№11, 12 და კუმისი №1 ჭაბურღილების გეოლოგიური ანგარიშები და ბურღვის მასალები. შპს „კანარგო ჯორჯია-ს“ ფონდები, თბილისი, 2004-2007.

SHARIKADZE M., PAATASHVILI R., SURAMELASVILI Z., ADAMYAN A. NEAR TBILISI REGION FRACTURED SYSTEMS OF THE UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS

ШАРИКАДЗЕ М.З., ПААТАШВИЛИ Р.В., СУРАМЕЛАСВИЛИ З.Р., АДАМЯН А.Э.

ТРЕЩИНОВАТЫЕ СИСТЕМЫ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИТБИЛИССКОГО РАЙОНА

В статье рассмотрен вопрос о трещиноватости верхнемеловых пород притбилисского района, с целью создания модели развитых в них трещиноватых систем. Изучены поверхностные обнажения в пределах Аджара – Тrialetской складчатой зоны и Артвино – Болнисской глыбы, в частности, существующие макротрещины в верхнемеловых вулканогенно – осадочных и карбонатных свитах – их густота, распространение, открытость, морфология, связь основных параметров трещиноватости с литологией пород, структурой (с размерами зерен), толщиной пород, с характером и качеством диастрофизма. Используются также шламы верхнемеловых отложений, взятые со скважин площадей Манави и Зап. Рустави (Манави №№ 11,12 и Кумиси № 1). Сделаны выводы о закономерностях трещиноватости верхнемеловых пород притбилисского района.

SHARIKADZE M., PAATASHVILI R., SURAMELASVILI Z., ADAMYAN A.

NEAR TBILISI REGION FRACTURED SYSTEMS OF THE UPPER CRETACEOUS SEDIMENTS

The aim of the named work is to create an understanding of the fractures of the Upper Cretaceous rocks in order to create probable model for the fractured systems generated in them. We have studied the surface outcrops of the Adjara-Trialeti folded area and Artvin-Bolnisi belt with the purpose of creating a possible model of the fracture systems developed in the named area. The micro-fractures of the volcanic-sedimentary and carbonaceous layers of the Upper Cretaceous were observed through the field studies concentrating on their frequency, distribution, penetration, morphology, connection of the main fracture parameters with the lithology of the rocks, structure (grain size), layer thickness, diastrophism properties and quality. Microscopic analysis of the series of cuttings from the Upper Cretaceous sediments of Manavi and West Rustavi (Manavi wells M11 and M12 and Kumisi well no.1) were also incorporated in the study. Conclusions were made in the final report on the pattern of fractures in the Upper Cretaceous formations of the near-Tbilisi area.

აკად. ლოქტორი ვ. ნადირაძე

ბანივი ლინეამენტების როლი საქართველოს მეტალოგენეზში

ნაშრომში განხილულია გლობალური მასშტაბის, ე.წ. შატსკის მერიდიანული ამალღობა, რომელიც საქართველოს ტერიტორიაზე ამ სისტემის რამდენიმე სტრუქტურითაა გამოსახული. მათზე ხანგრძლივი, მრავალჯერადი გადაადგილებებია დაფიქსირებული. დადგენილია განივი და, მათ შორის მერიდიანული სტრუქტურების, მნიშვნელოვანი როლი მაგმატურ, ჰიდროთერმულ და სეისმურ პროცესებში. სასარგებლო წიაღისეულის, მათ შორის ნავთობისა და გაზის, საბადოების განლაგებას ტექტონიკური კვანძები განსაზღვრავენ, რომლებიც კავკასიური და განივი მიმართების სტრუქტურების გადაკვეთით წარმოიქმნებიან. განხილულია ბარიტ-პოლიმეტალური და სპილენძ-კოლჩედანური მადნების წარმოშობის მექანიზმები.

ლინეამენტები მიწის ქერქის უნიკალური ობიექტებია, რომლებიც დედამიწის ზედაპირზე საკმაოდ დამაჯერებლად გადმოცემენ ინფორმაციას სხვადასხვა მასშტაბის სიღრმულ არაერთგვაროვნებაზე, რაც გამოიყენება როგორც გეოლოგიურ თეორიაში, ასევე პრაქტიკაში. გეოლოგიურ თეორიაში ლინეამენტები, როგორც მიწის ქერქის სიღრმული დანაწევრების ბუნებრივი ინდიკატორები, წარმოადგენენ საიმედო ინსტრუმენტს თანამედროვე გეოდინამიკის შეცნობაში. გეოლოგიურ პრაქტიკაში ლინეამენტებს შეუძლიათ გამოსახონ სხვადასხვა ფლუიდების მოძებნის არხები და შეუძლიათ იქცნენ მთავარ ინდიკატორებად სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა პროგნოზირებასა თუ ძებნაში.

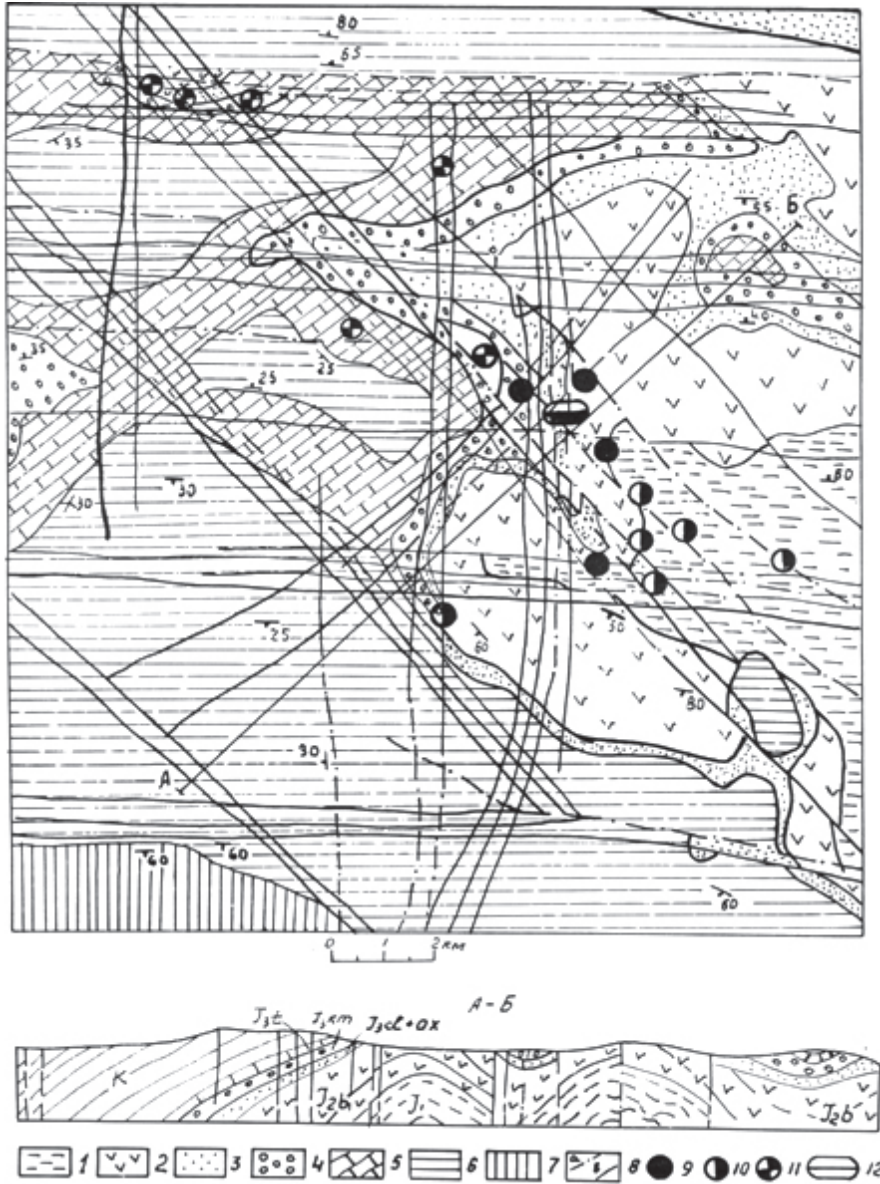
საქართველოს ტერიტორიაზე ჩატარებული კვლევების შედეგად ვლინდება, რომ რღვევითი სტრუქტურები ორთოგონალურ-დიაგონალური სისტემების ბაღეს ჰქმნიან, ისინი სწორხაზოვანი არიან, თითოეული მათგანი რამდენიმე (ძირითადად 3-4) ელემენტისაგან შედგება და, როგორც წესი, დაბალი რანგის სტრუქტურა მალაღობის რანგის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს. აღნიშნული სისტემებიდან საქართველოს ტერიტორიაზე უმთავრესად განვითარებულია განედური და დიაგონალური - ჩრდილო-დასავლეთი მიმართების ლინეამენტები. ისინი დომინირებენ ნაოჭა სისტემების შექმნაში და სტრუქტურულ-ფაქციალური ზონების ფორმირებაში. მერიდიანული და ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართების რღვევები გამკვეთი, განივი ხასიათის არიან და, როგორც წესი, ბლოკურ სტრუქტურებს ქმნიან. ნაოჭა სტრუქტურები მათთან ნაკლებად არიან დაკავშირებული. ჩვენი შესწავლის საგანს მერიდიანული სტრუქტურები წარმოადგენენ.

კავკასია და, შესაბამისად საქართველოს ტერიტორია, გლობალური მასშტაბის, ე.წ. შატსკის მერიდიანული ამალღობის ზონაშია მოქცეული [1], რომელიც მთელ ევრაზიის კონტინენტს კვეთს თეთრი ზღვიდან ხმელთაშუა ზღვამდე (იხ. ნახ. 1). ამ მნიშვნელოვანი სტრუქტურის ელემენტები მ. კაშკაისა და გ. თამრაზიანის მიერ [2] კავკასია-ყირიმის რეგიონში არიან გამოყოფილები მერიდიანული დისლოკაციის ზონების სახით, ასევე მრავლად არიან დაფიქსირებული სომხეთის ტერიტორიაზე [3] და კავკასიონის



ნახ. 1.

ტრანსკავკასიური ლინეამენტის (შატსკის ამალღობის) აგებულება კოსმოსური სურათების დემოფირირებით (ვ. ა. ბუშის მიხედვით): 1 - ტრანსკონტინენტური ლინეამენტის შემქმნელი ხაზოვანი სტრუქტურები კოსმოსურ სურათებზე; 2 - დემოფირირებით მიღებული სხვა ხაზოვანი სტრუქტურები; 3 - 5 - რღვევების მორფოლოგიური თავისებურებები გეოლოგიური მონაცემებით და დემოფირირების მონაცემებით: 3 - ნახსლეულები, 4 - შეცოცებები, 5 - ნაწევები



ნახ. 2.

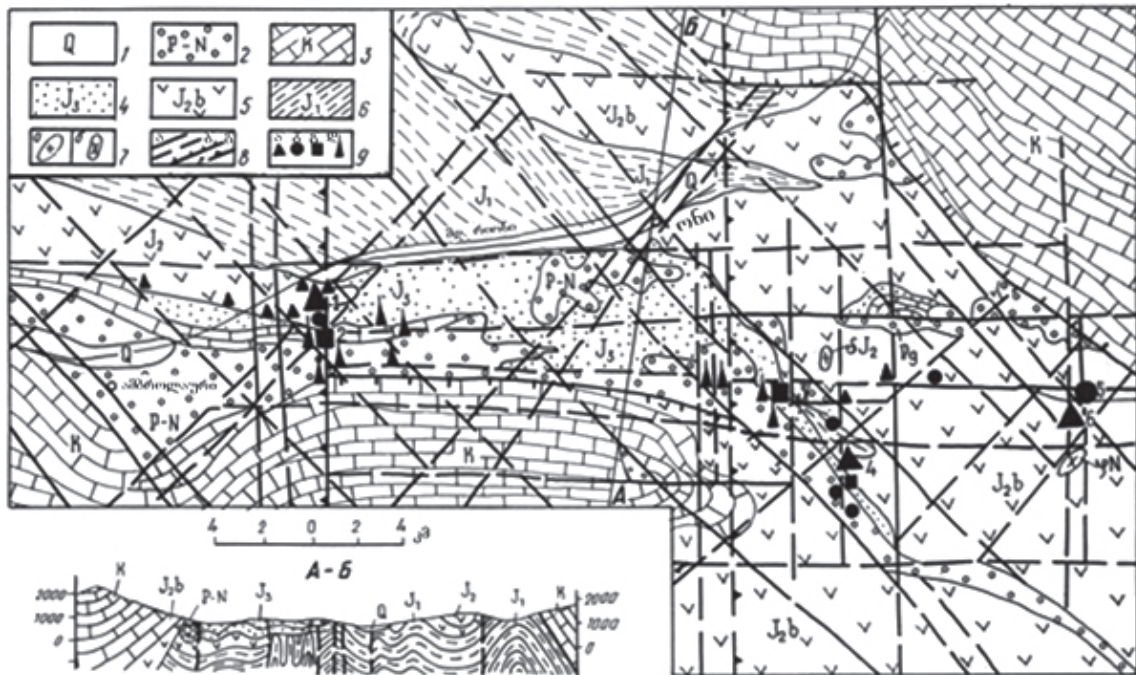
აფხაზეთის მადნეული რაიონის სტრუქტურულ-გეოლოგიური რუკა: 1 - ქვედაიური თიხოვანი და არკოზული ქვიშაქვები; 2 - ბაიოსის ტუფოგენური ქვიშაქვები, ტუფობრეჩნიები, ტუფოკონგლომერატები და პორფირიტები; 3 - კალციური, ოქსიდურ-ლუნიტანური თიხები, ალევროლიტები, ქვიშაქვები, დოლომიტიზირებული რიფოგენული კირქვები და ქვიშიანი კირქვები; 4 - კიმერიჯის ქვიშაქვები, თიხები, მერგელოვანი კირქვები; 5 - ტიტონის დოლომიტები, დოლომიტიზირებული კირქვები, მერგელები; 6 - ნეოკომის კირქვები და მერგელები; 7 - პალეოგენის მერგელები; 8 - რღვევები: (ა - დადგენილი, ბ - გამოვლენილი აეროდემიფირირებით); 9-12 - საბადოები და მადანგამოვლენები (9 - ბარიტის, 10 - ბარიტ-ტყვია-ცინკის, 11 - ტყვია-ცინკის, 12 - ბარიტის საბადო აფშრა)

ჩრდილო ფერდობზე. აღნიშნული ზონები საქართველოს ტერიტორიასაც მოიცავენ, თუმცა არსებულ გეოლოგიურ რუკებზე სათანადოდ არ არიან ასახულები.

საქართველოს ტერიტორიაზე ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევებით მერიდიანული სისტემის რამდენიმე მძლავრი სტრუქტურა გამოვლენილი. ერთი მათგანი აფხაზეთის ტერიტორიაზე, აფშრის მიდამოებში, რამდენიმე ელიმენტიდან შედგება და ამ რღვევებით გაგრა-ჯავის ზონა დასავლეთით საფეხურისებრად იძირება ცარცული კარბონატული ქანების ქვეშ (იხ. ნახ. 2).

მერიდიანული მიმართების მძლავრი ტექტონიკური

ზონა ვლინდება სამეგრელოში, მთა კვირას ტერიტორიაზე. აქ ბაიოსის ვულკანოგენებში ფიქსირდება 20-30 მ სიძლიერის დისლოცირებული ზონები თაბაშირის ძარღვებით, რომლებიც ართულევენ კიდურა დისლოკაციების მორფოლოგიას. ოკრიბის მიდამოებში ასევე გამოყოფილია მერიდიანული ამალღებული ბლოკი, რომელიც დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან რღვევებითაა შემოსაზღვრული. ბლოკში ფუნდამენტის ქანები ერთი კილომეტრითაა ამოზიდული და გეოფიზიკური მეთოდებით იდენება როგორც სამხრეთით (ქუთაისის მიდამოები), ასევე ჩრდილოეთით [4]. მერიდიანული ტექტონიკური ბლოკი ფიქსირდება



ნახ. 3.

რაჭის მდნეული რაიონის სტრუქტურულ-გეოლოგიური რუკა: 1 – მეოთხეული ნალექები; 2 – პალეოგენ-ნეოგენური თიხები, კარბონატული, თაბაშირიანი თიხები, ქვიშაქვები, კონგლომერატები; 3 – ცარცული ქვიშაქვები, მერგელოვანი კირქვები, მასიური კირქვები, თიხები; 4 – ზედაიურული თიხები, თიხოვანი ქვიშაქვები, კირქვები და ორგანოგენული კირქვები; 5 – შუაიურული, ბაიოსური ტუფები, ტუფობრექჩიები, ლავობრექჩიები, ბაზალტები და პორფირიტები; 6 – ქვედაიურული თიხაფიქლები და ქვიშაქვები; 7 – ინტრუზიული სხეულები: ა) შუაიურული გაბრო-დიორიტი, ბ) ნეოგენური ალბიტოფირი; 8 – რღვევები: ა) დადგენილი, ბ) დეშიფირებული აეროფოტომეთოდით, გ) შეცოცებები, დ) ამალღების საზღვარი; 9 – საბადოები (დიდი ნიშანი), და გამოვლენები (მცირე ნიშანი): ა) ბარიტის, ბ) პოლიმეტალბის, გ) თაბაშირის, დ) ნავთობის; საბადოები: 1 – წესი (ბარიტი); 2 - წესი (თაბაშირი); 3 - ბაჯიხევი; 4 - ჩორდი; 5 - კვაისა; 6 - ხარდისარა

რაჭაში, რაჭა-ლეჩხუმის სინკლინის მიდამოებში. ბლოკი გეოლოგიურად ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, ზედა იურიდან მიოცენამდე, განიცდიდა კლავიშისებრ მოძრაობას, ძირითადი და მძლავრი აღზევება ზედა იურის წინ ხდებოდა, რის შედეგადაც მძლავრი (3,5 კმ-მდე) ვულკანოგენური წყება ამალღების მიმართულებით თითქმის მთლიანად ისოლებოდა. შემდგომი მოძრაობების დინამიკა კლებულობს და გადაადგილებები ასეული მეტრებით იზომება (იხ. ნახ. 3). ასევე მძლავრი ტექტონიკური ზონა ფიქსირდება კვაისის მიდამოებში, რომელიც დასავლეთიდან საზღვრავს კვაისის საბადოს და მკვეთრად ცვლის მდ. ჯეჯორის მიმართულებას. აღნიშნულ ტექტონიკური ზონა, სავარაუდოდ, ასალქალაქის მერიდიანული რღვევების ჩრდილო გაგრძელებას უნდა წარმოადგენდეს. ამ სისტემის მძლავრი ტექტონიკური ზონა ჩვენს მიერ იყო დაფიქსირებული ნახივანის რაიონში (აზერბაიჯანი), რომელსაც ჩრდილოეთით, სომხეთის ტერიტორიაზე, ვულკანური აპარატების მწკრივი უკავშირდება, ხოლო საქართველოს ტერიტორიაზე ეს ღრმული სტრუქტურა, ჩვენი ვარაუდით, აღმოსავლეთიდან აჭარა-თრიალეთის ზონას უნდა საზღვრავდეს. მის ერთ ერთ ელემენტთან, დაკავშირებულია მდ. მტკვრის დინების მკვეთრი შეცვლა განედურიდან მერიდიანულზე ქ. თბილისის მიდამოებში.

ფაქტიური მასალების საფუძველზე დგინდება განივი სტრუქტურების მნიშვნელოვანი როლი მაგმატური წარ-

მონაქმნების ფორმირებაში, მეტალოგენიაში, ჰიდროთერმულ პროცესებში, სეისმურობის ხასიათში, ხშირად მათთანაა დაკავშირებული ნავთობის გამოვლენები. მაგმატური წარმონაქმნების ლოკალიზაციას და საერთოდ სასარგებლო წიაღისეულის განლაგებას მნიშვნელოვანწილად ტექტონიკური კვანძები განსაზღვრავს, რომლებიც წარმოქმნილი არიან განივი და ე.წ. კავკასიური მიმართების სტრუქტურების გადაკვეთით.

სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა შესწავლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს იმ პროცესების გამოვლენა წარმოადგენს, რომლებიც მიწის ქერქში მდნეული მასების კონცენტრაციას განაპირობებენ. ამ პროცესებში ძირითადი ფაქტორი სტრუქტურულ-ტექტონიკურია. მეტალოგენიური საკითხების განხილვისას ჩვენ ვეფუძნებით მიმართულებას, რომელიც დამყარებულია გამჭოლი მანამაკონცენტრირებელი სტრუქტურების ცნებებზე [5]. აღნიშნული სტრუქტურები ეკუთვნიან გამჭოლ რღვევათა სისტემების კლასს, რომელთა შორის განსაკუთრებული პროგნოზულ-მეტალოგენიური მნიშვნელობით გამოირჩევიან ის ერთეულები, რომელთა სიმძლავრეც რამდენიმე ათეულ კილომეტრს შეადგენს. ამ სტრუქტურების მნიშვნელოვან თავისებურებას წარმოადგენს დიდ მანძილებზე მათი ფარული ხასიათი და განვითარების დიდი დრო. ზოგიერთი მათგანი ჩასახული იყო კამბრიულის წინა ხანაში და შემდგომში, სხვადასხვა ტექტონიკურ პერიოდებსა და

რეჟიმებში განიცდიდნენ ტექტონო-მაგმატურ აქტივიზაციას, შესაბამისად აკონტროლებენ სხვადასხვა ტიპის მადანთა საბადოებს.

საქართველოს ტერიტორიის მეტალოგენიას ქმნიან სხვადასხვა ტიპის ფერადი, იშვიათი და კეთილშობილი მეტალების საბადოები. საბადოების და მადანგამოვლენების აბსოლუტური უმრავლესობა უკავშირდება დიაგენალურ, ჩრდილო-დასავლეთის ლინეამენტთა სისტემას, რომელიც ირანის ტერიტორიიდან უკრაინის ფარამდე გაიდევნება. საქართველოს ტერიტორიაზე ტექტონიკური ზონის ცენტრალურ, დერბულ ნაწილს ბარიტ-პოლიმეტალური ფორმაციის საბადოები იკავებენ. იშვიათი და კეთილშობილი მეტალების საბადოები ძირითადად კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე არიან განლაგებული განედური მიმართების რღვევებისა და განივი სტრუქტურების გადაკვეთით წარმოშობილ რთულ ტექტონიკურ კვანძებში. გამკვეთი სტრუქტურები ძირითადად მერიდიანული მიმართებისაა. ამ მხრივ მნიშვნელოვანი არიან სტრუქტურები, რომლებიც კავკასიონის ამალღებულ ბლოკს საზღვრავენ დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან. პირველი ნათლად არის გამოხატული გაგრა-ჯავის ზონის დასავლეთის კიდურა ნაწილში ერთეული რღვევებისა და ბლოკების სახით. ეს მძლავრი სტრუქტურა აკონტროლებს ბარიტის საბადო აფშრას, პოლიმეტალურ გამოვლენებს - ბრძიშხა, ძიშრა, ამთხელი, სპილენძ-კოლჩედანურ გამოვლენა ადანგეს და ვერცხლისწყლის საბადოებს - ავანხრა, ახეი. ერთეული მერიდიანული სტრუქტურებით კონტროლირდებიან ზემო სვანეთის მცირესულფიდური ოქროს გამოვლენები, რომლებიც განედური სტრუქტურების გასწვრივ არიან განლაგებული.

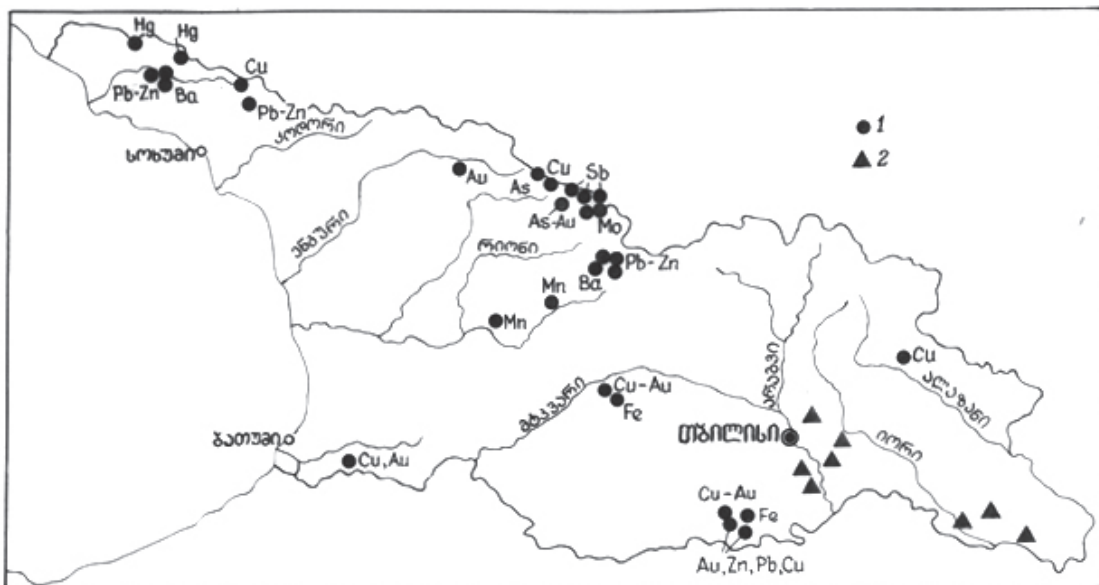
უფრო მნიშვნელოვანია მერიდიანული მიმართების ლინეამენტების სისტემა, რომელიც ამალღებას აღმოსავლეთიდან საზღვრავს. ისინი აკონტროლებენ იშვიათ და კეთილშობილ მეტალთა, პოლიმეტალთა, ბარიტის, რკინის და მანგანუმის საბადოებს და გამოვლენებს. ჩხალთალაილის სტრუქტურულ ზონაში განლაგებულია დარიშხ-

ანის საბადოები: ცანა, კოდისძირი და ლუხუნი (ოქროთი), ანთიმონიუმის ზოფხითო (ოქროთი), სვრელიეთო, კირტიშო, კვარძახეთი, მოლიბდენის კარობი, ვოლფრამის ნოწარა. სამხრეთით, გაგრა-ჯავის ზონაში - ბარიტის საბადოები ჩორდი, ხარდისარი, კვაისა, წესი, პოლიმეტალური კვაისა, სკატიკომი, რაზდარანკომი და ამ მეტალთა დიდი რაოდენობის მადანგამოვლენები (ონჭევი, თელნარი, ირი, დაღვერილა, დონჟინი, ლესორა, თედელეთი, მეფის-სადგომი და სხვა), თაბაშირის საბადოები ბაჯიხევი, მუხლი, მანგანუმის საბადო შქმერი.

სამხრეთით, მერიდიანული სისტემის სფეროში, საქართველოს ბელტზეა მანგანუმის ჭიათურის საბადო, ხოლო აჭარა-თრიალეთის ზონაში რკინის საბადო ძამა, სპილენძ-პოლიმეტალური ოქროთი ღართა და მრავალი გამოვლენა.

ბოლნისის ჯგუფის საბადოები და გამოვლენებიც რთულ ტექტონიკურ კვანძს უკავშირდებიან, წარმოქმნილს ერთის მხრივ სომხეთ-ყარაბახის ზონის გაგრძელებაზე განვითარებულ ჩრდილო-დასავლეთი მიმართების ლინეამენტთა ზონით, აგრეთვე დიაგენალური ჩრდილო-აღმოსავლეთი და მერიდიანული სისტემის ლინეამენტებით. ისინი ცალკეული რღვევებით არიან გამოსახულები.

რაც შეეხება ნავთობისა და გაზის საბადოებს და გამოვლენებს, ისინი განედური და მერიდიანული სტრუქტურების გადაკვეთით წარმოქმნილ ტექტონიკურ კვანძებს უკავშირდებიან. პირველ რიგში ეს ეხება თბილისის რეგიონში განვითარებულ ნავთობის საბადოთა ჯგუფს, რომლებიც არპაჩეჩნეთის მერიდიანულ რღვევათა სისტემის ზონის გავლენის სფეროში არიან განლაგებული [6]. ეს ტენდენცია უფრო მცირე მასშტაბში, მაგრამ ნათლად, აისახება რაჭის მადნეულ რაიონში. განედური და მერიდიანული სტრუქტურების გადაკვეთის კვანძებში ლოკალიზდებიან ბარიტის, პოლიმეტალების, თაბაშირის საბადოები და გამოვლენები, ნავთობის გამოვლენები, რაც კიდევ ერთხელ მიუთითებს ამ სასარგებლო წიაღისეულის კავშირს მერიდიანულ სტრუქტურებთან.



ნახ. 4.

საქართველოს ტერიტორიაზე მეტალების და ნავთობის საბადოთა განლაგების სქემატური რუკა: 1 - მეტალების საბადოები; 2 - ნავთობის საბადოები

არსებულ მეტალოგენიურ რუკებზე, საბადოები და მადანგამოვლენები მეტალოგენიურ ზონებში არიან გაერთიანებული, რომლებიც ძირითადად კავკასიური მიმართების სტრუქტურულ-ფაქციურ ზონების კონფიგურაციას იმეორებენ. ამ ზონებში საბადოთა განაწილება არათანაბარია და კვანძურ ხასიათს ატარებს (იხ. ნახ. 4), რაც საეჭვოს ხდის მათ კავშირს ხსენებულ ზონებთან.

საქართველოში ბარიტ-პოლიმეტალური ფორმაციის საბადოების ძირითადი რაოდენობა შუა იურის ვულკანოგენურ ქანებს უკავშირდება, თუმცა მათი ზედა მესამეული ასაკი მრავალი ფაქტიური მასალითაა გამყარებული, შესაბამისად ამ ფორმაციის სივრცული კავშირი ვულკანოგენურ ზონებთან ახსნას მოითხოვს.

ოკეანეებში სპრეინგის ზონებისა და რიფტების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ აქტიურ სტრუქტურებში ინტენსიურად მიმდინარეობენ ჰიდროთერმულ-ექსგალაციური პროცესები და ფსკერზე ხდება დიდი რაოდენობით ენდოგენური ნივთიერებების მოდინება, მათ შორის ბარიუმისა და ტყვია-ცინკის. წითელი ზღვის ცენტრალურ ნაწილში მდებარე ნალექები ლოკალიზდებიან ღრმულებში, საშუალო კონსისტენციის კოლოიდურ მასის სახით, ერთ პროცენტამდე ბარიუმის შემცველობით და მცირე სიმძლავრის (7-10 სმ) ბარიტის ნალექების სახით, სადაც აღინიშნება სტრონციუმის ჟანგისა და ცინკის მაღალი კონცენტრაცია [7].

სავარაუდოდ კავკასიაში, შუა იურულ ვულკანოგენურ ზონებში, მათი რიფტული განვითარების საწყის სტადიაზე, წითელი ზღვის რიფტის ანალოგიურად, ხდებოდა ბარიუმისა და პოლიმეტალების წათხებისა და გაბნეული მინერალიზაციის დაგროვება. შემდგომში, ზედა მესამეულში, ტექტონო-მაგმატური აქტივობის შედეგად მერიდიანულ სტრუქტურების გასწვრივ მოხდა ამ ნივთიერებათა გადაშენება, კონცენტრაცია, გადატანა ზედა ჰორიზონტებზე და საბადოთა წარმოქმნა, სადაც ბარიტის მასა რამდენიმე მილიონობით ტონით განისაზღვრება, ხოლო მისი შემცველობა 90-95 %-ს აღწევს.

კავკასიონის სამხრეთ ფერდზე იშვიათი და კეთილშობილი მეტალების, საბადოები განედური მიმართების მთავარ შეცოცებასა და მის პარალელურ რღვევათა გასწვრივ არიან განლაგებული, მათი ასაკი ზედა მესამეულია. როგორც ცნობილია, კავკასიონის მთავარი ტექტონიკური განვითარება პალეოგენიდან დაიწყო და ეს პროცესი მუდმივი შეკუმშვის პირობებში მიმდინარეობდა. ამ პირობებში გასწვრივი ლინეამენტები, ჩვენის აზრით, მადანმარეგენირებელი სტრუქტურები ვერ იქნებოდნენ, რის გამოც ამ ფუნქციის მატარებლები განივი სტრუქტურები, კერძოდ კი მერიდიანულიები არიან. ეს სტრუქტურები ზედა მესამეულში გაჭიმვას განიცდიან და აქტიური მაგმატური მოქმედებებით ხასიათდებიან. მათთან ინტენსიური ვულკანური პროცესებია დაკავშირებული, შესაბამისად ისინი მანტიური სითბური ნაკადების, მეტალმატარებელ ფლუიდების მომყვან არხებს წარმოადგენდნენ და საქართველოს მეტალოგენიაში ძირითად როლს ასრულებდნენ. მათ გასწვრივ ვერტიკალურ ზონალობას ჰქონდა ადგილი, რაც ლატერალურ ზონალობაშია გამოხატული. ჩრდილოეთის აზიდულ ბლოკებში სპილენძ-კოლჩედანური და იშვიათ მეტალთა ფორმაციის გამადნება წარმოდგენილი, რომელიც სამხრეთით, დაძირულ ბლოკებში, იცვლება

ბარიტ-პოლიმეტალურით და კიდევ სამხრეთით მანგანუმის ჰიდროთერმულ-დანალექი საბადოებით.

განსაკუთრებული განხილვის ღირსია ადანგესა და ხესსოს სპილენძ-კოლჩედანური მადანგამოვლენები, რომლებზედაც მრავალი წლების განმავლობაში მიმდინარეობდა ძებნა-ძიებითი სამუშაოები, მაგრამ დადებითი შედეგები ვერ იქნა მიღებული. ეს გამოვლენები კავკასიონის მთავარ შეცოცების ზონას უკავშირდებიან და წარმოდგენილი არიან გამადნებული ბლოკების (ზოგჯერ კოლოსალური სიდიდის) სახით. ეს გამოვლენებიც, მესამეული ასაკის გამადნების მსგავსად, კავკასიონის შეკუმშვის პროცესს არ შეიძლება დაუკავშიროთ. სპილენძ-კოლჩედანური მინერალიზაცია უნდა უკავშირდებოდეს იმ პერიოდს, როცა კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე იურაში გაჭიმვადი, რიფტისმაგვარი პროცესები ვითარდებოდა [8], რაც გამადნების ასაკითაც დასტურდება. შემდგომში კავკასიონის ტექტონიკური ჩამოყალიბების პროცესმა მდებარე სხეულების დესტრუქცია გამოიწვია, რაც მთავარი შეცოცების გასწვრივ, თანამედროვე ზედაპირზე, ტექტონიკური ბლოკების გამოტანით გამოისახა. ამავე რეგიონში გვხვდება ახალგაზრდა სპილენძ-კოლჩედანური გამოვლენები, ზოგიერთი მათგანი მერიდიანული მიმართების სტრუქტურებს უკავშირდება, მაგალითად შოუ-დიდი.

ლიტერატურა

1. Шатский Н.С. О глубоких дислокациях, охватывающих и платформы и складчатые области (Поволжье и Кавказ). Изв. АН СССР. Серия геологическая, № 5, Москва, 1948. с. 39-66.
2. Кашкай М.А., Тамразян Г.П. Поперечные (антикавказские) дислокации Крымско-Кавказского региона, их роль в магматизме и закономерностях размещения полезных ископаемых. Недра, Москва. 1967. 76 с.
3. Назаретян С.Н. Глубинные разломы территории Армянской ССР. Издательство АН Армянской ССР. Ереван, 1984. 138 с.
4. ნადირაძე ვ. ოკრიბის ამაღლების ტექტონიკური აგებულების და გამადნების თავისებურებები. "სამთო ურნალი", 1(32), თბილისი, 2014. გვ. 14-19.
5. Томсон И.Н., Фаворская М.А. Рудоконцентрирующая структура и принципы локального прогнозирования эндогенного оруденения. Советская Геология, №10, Москва, 1968. с.7-13.
6. Надирадзе В.В. Роль линеаментов в геологическом строении и распределении месторождений полезных ископаемых Кавказа. Сборник трудов Геологического Института АН Грузии, Новая серия. Выпуск 119, Тбилиси, 2004. с. 122-129.
7. Розанова Т.В. Барий в гидротермальных осадках в зонах спрединга мирового океана. Барит. Наука, Москва, 1986. с. 29-45.
8. Надирадзе В.В. Морфология линеаментных структур Кавказа и их роль в распределении полезных ископаемых. НАН Азербайджана. Материалы посвящённые 100-летию со дня рождения Акад. Ш.А. Азизбекова, Баку, 2006. с. 71-85.

НАДИРАДЗЕ В.В.

РОЛЬ ПОПЕРЕЧНЫХ ЛИНЕАМЕНТОВ В МЕТАЛЛОГЕНИИ ГРУЗИИ

Глобального масштаба т.н. Меридиональное поднятие Шатского на территории Грузии выражено рядом структур этой системы. Установлена роль поперечных, в т.ч. меридиональных структур в магматических, гидротермальных и сейсмических процессах. Расположение месторождений полезных ископаемых, включая нефть и газ, определяют тектонические узлы, образующиеся пересечением структур кавказского и поперечного направлений. Рассмотрен механизм образования барит-полиметаллических и медно-колчеданных руд.

NADIRADZE V.

THE ROLE OF TRANSVERSE LINEAMENTS IN METALOGENY OF GEORGIA

The global scale promotion of the so called Schatski meridian on the territory of Georgia is expressed by a range of structures of this system. Long-term recurrent relocations have been recorded on them. It has been asserted that transverse, including meridian, structures play an important role in magmatic, hydrothermal and seismic processes. Dispersion of mineral deposits, including oil and gas, is determined by tectonic knots which are formed by transecting of Caucasian and transverse structures. The mechanism of originating of barite-polymetallic and copper-colchedan ores is discussed.

შპპ 551.2

დოქტორანტი შ. გვიგია

ოკრიბის აზიზების ჰროდუქტიული ლოკალიზაციის ფაქტორები

ბარიტის მინერალიზაციის

სტატიაში განხილულია ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძის, რომლის შემადგენლობაში შედის ლველი-ლაჩეპიტას, ხვამლის, მექვენის, ჟონეთის, კიროვის, ზუბის, თხმორი-ვათეთრას მადნიანი ველები, გეოლოგიური აგებულება და მისი პერსპექტიულობა. კვანძის ფარგლებში გამოყოფილია წყვეტილი აშლილობების და ნაოჭა სტრუქტურების სივრცული ორიენტაცია, მათი ჩასახვის და განვითარების საკითხები და ამ სტრუქტურებთან დაკავშირებული პროდუქტიული ბარიტის მინერალიზაციის ლოკალიზაციის ფაქტორები.

მრავალირცხოვანი ვიწრო და ღრმა ხეობებით ძლიერ დანაწევრებულ რეგიონს.

საქართველოს მთათაშუეთის და კავკასიის ნაოჭა (ნაოჭა-ზეწრული) სისტემის კონტაქტმა, დანაოჭების ფაზების და სხვადასხვა ორიენტაციის რღვევების სიმრავლემ გამოიწვია ოკრიბის მადნიანი კვანძის რთული მოზაიკური აგებულება.

მადნიანი კვანძის გეოლოგიურ აგებულებაში მონაწილეობს იურიული ასაკის ბაიოსის ვულკანოგენ-დანალექი წყება, რომელიც პერიფერიულ ნაწილებში გადაფარულია ბათური ასაკის „ფურცელა ფიქლებით“, ზედა იურიული ასაკის კიმერიჯული ე.წ. „ფერადი წყებით“ და ქვედა ცარცული ასაკის კარბონატული ქანებით.

ბაიოსის პორფირიტული წყება ტერიტორიის 85 %-ს მოიცავს. ეს ვულკანოგენ-დანალექი წარმონაქმნები ხასიათდება ხშირი ფაციალური გადასვლებით, სიმძლავრეთა ცვალებადობით, ცალკეული ფენების გამოსოფლით. მთლიანად ოკრიბის მადნიანი კვანძის ფარგლებში პორფირიტულ წყებაში გამოყოფილია 14 ჰორიზონტი, რომელთაგან აღმოსავლეთ პერიფერიებზე თხმორი-ვათეთრას მადნიან ველზე შიშვლდება VI, VII, VIII, IX, X და XI ჰორიზონტები.

ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძის გეოლოგიური აგებულების, მადნის ლოკალიზაციის ფაქტორების, მისი პერსპექტიულობის და კიდევ მრავალი საკითხის გადასაწყვეტად მადნიანი კვანძის მთელ ტერიტორიაზე ორ ეტაპად, 1975-76 და 1986-87 წლებში, ჩატარდა 1:10000 მასშტაბის სპეციალიზებული გეოლოგიური აგებულება 300 კმ² ფართობზე. ამ სამუშაოების საფუძველზე შედგა შესაბამისი გეოლოგიური რუკები, როგორც მადნიანი კვანძის დასავლეთი ნაწილისათვის (210 კმ²) ისე აღმოსავლეთ პერიფერიისათვის (80 კმ²).

ოკრიბის კვანძის დასავლეთ უბანზე გამოყოფილია მესამე და უფრო დაბალი რიგის (ნიკიფოროვის მიხედვით) 70 ნაოჭი და 67 რღვევითი აშლილობა. მათი უმრავლესობა კარგად ფიქსირდება აეროფოტოაგეგმვითაც. მათი მდებარეობის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს ექვსი ჯგუფი: 1. რღვევები დასავლეთ – ჩრდილო-დასავლეთი მიმართების 270-300°, ციცაბო დახრის კუთხით 60-80°; 2. ჩრდილო-დასავლეთი მიმართება 300-330°, ციცაბო დახრის კუთხით 70-80°; 3. ჩრდილო – ჩრდილო-დასავლეთი მიმართების 330-360° დახრის კუთხე 60-85°. დანარჩენი სამი 4, 5, 6 ჯგუფის რღვევები ჩრდილო – ჩრდილო-აღმოსავლეთი მიმართებისა 0-30°, 30-60°, 60-

ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძი გეოტექტონიკურად შედის საქართველოს მთათაშუეთის (ბელტის) ოკრიბა-ხრეთის ზონაში და მიეკუთვნება საქართველოს მთათაშუეთის მეტალოგენიური პროვინციის ოკრიბა-ლეჩხუმის მადნიანი რაიონის ოკრიბა-საჩხერის მადნიან ზონას.

ოკრიბის მადნიანი კვანძის შემადგენლობაში გამოიყოფა: ლველი-ლაჩეპიტას, ხვამლი, მექვენის, ჟონეთის კიროვის, ზუბის, თხმორი-ვათეთრას მადნიანი ველები, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია გაუმაღლებელი ტერიტორიებით.

გეომორფოლოგიურად კვანძი წარმოადგენს ორი დიდი მდინარის, რიონისა და ცხენისწყლის შუაწელის

90⁰ და ხასიათდება შეზღუდული გავრცელებით.

ნაოჭების საერთო-კავკასიური მიმართების ფონზე რაიონში გამოიყოფა ორი ანომალური ბლოკი ოკრიბის კვანძის დასავლეთ ნაწილში – გორმაღალა და ნამოხვანი, რომელთა ფარგლებში ნაოჭები იღებენ ჩრდილო-აღმოსავლეთ მიმართებას, ამასთან აღსანიშნავია, რომ საკმაოდ გამჭიმავი საერთო-კავკასიური ორიენტაციის ნაოჭა ფორმები ამ ბლოკებთან შეხებისას რამდენადმე იცვლიან მიმართულებას, თითქოსდა შემოედინებიან ამ ბლოკებს, რაც ჩვენი აზრით გამოწვეული უნდა იყოს ამ ბლოკების ფუნდამენტის ახევეებით. ანალოგიური სურათი შეინიშნება აღმოსავლეთ ნაწილის ერთ-ერთ ბლოკში, რომელშიც ჩვენს მიერ დადგენილი იქნა იმავე საერთო-კავკასიური ორიენტაციის 21 ნაოჭი და 32 რვევეითი აშლილობა.

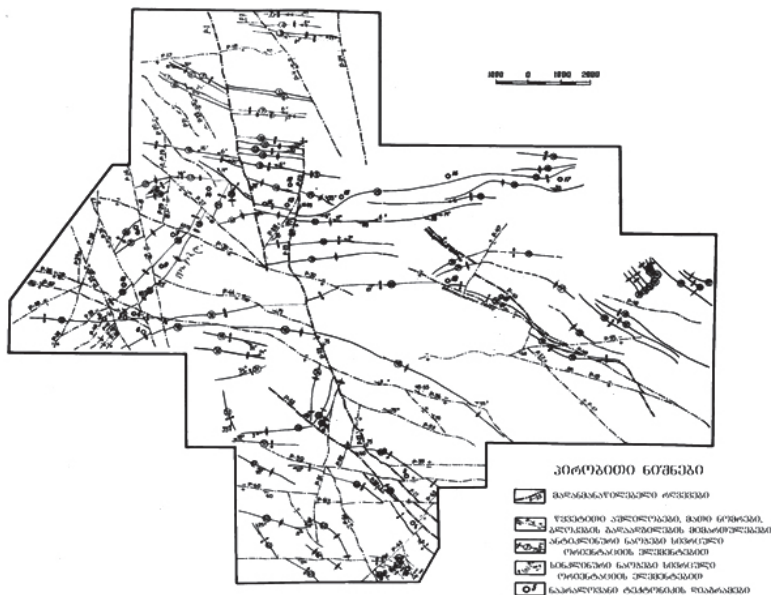
ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძის დასავლეთი ნაწილის ფარგლებში, რომელიც მოიცავს ღვედის, ლაჩეპიტას, ხვამლი-მექენის, ჟონეთის და კიროვის მადნიან ველებს დადგენილი იქნა 110 მადნიანი უბანი, რომლებშიც დაფიქსირებულია 300-მდე დიდი, საშუალო და მცირე ზომის ბარიტის და კალციტის მარღვები. ისინი კვეთენ ბაიოსის ყველა ჰორიზონტს მეთოთხმეტე ჰორიზონტის გარდა. თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ პროლუქტიული ბარიტის დიდი უმრავლესობა ლოკალიზებულია ზედა ბაიოსის ქვედა ჰორიზონტებში.

მადნეული სხეულების ლოკალიზაციასა და სივრცეში განაწილებას განაპირობებს სტრუქტურული და ლითოლოგიური ფაქტორები, თუმცა წამყვანი როლი მაინც სტრუქტურულ ფაქტორებს ენიჭება. გ. ბაგრატიშვილმა გამოყო ბარიტის მადნების ძირითადი მინერალური ასოციაციები, ესენია: 1. არსებითად მონომინერალური ბარიტული; 2. ბარიტ-კალციტიანი; 3. ბარიტ-კვარციანი; 4. ბარიტ-სულფიდური და 5. ბარიტ-თაბაშირიანი. თუმცა, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, გვხვდება საკუთრივ კალციტიანი, მონომინერალური კვარციანი და პირიტიზირებული ზონები. ამათგან ყველაზე გავრცელებულია პირველი ორი ტიპი, ხოლო ყველაზე იშვიათია ბარიტ-თაბაშირიანი. ბარიტული მარღვების სიბრცობრივი განაწილების

შესახებ ნათელ წარმოდგენას იძლევა ცხრილი 1, რომელიც შედგენილია ცალკეული სამრეწველო ბარიტული მადნიანი სხეულების მიხედვით.

დიაგრამებისა და ცხრილის ანალიზი საშუალებას იძლევა ავლენოთ, რომ ოკრიბის ბარიტის შემცველი მარღვების მიმართებები ფიქსირდება ჩრდილო აზიმუტებში, მაგრამ მერყეობს დიდ ფარგლებში დასავლურიდან აღმოსავლურამდე. შეიძლება დავასკვნათ, რომ ყველა მადნიანი ველისთვის ძირითადია ის მარღვები, რომელთა მიმართებებიც ჩრდილო-დასავლეთ კვადრანტში ხვდება.

ცხრილიდან კარგად ჩანს, რომ ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძისთვის შეიძლება გამოიყოს სამრეწველო ბარიტის მარღვების ორიენტაციის ხუთი ჯგუფი: **1. დასავლეთ – ჩრდილო-დასავლეთი** მიმართების აზიმუტით 270-300⁰. ამ მიმართების მარღვები რაოდენობრივად და სამრეწველო მნიშვნელობით მეორე ადგილზეა (22%), ციკაბო ვარდნის კუთხით (60-85⁰) დახრილი ჩრდილო-აღმოსავლეთით, ზოგჯერ სამხრეთ-დასავლეთით. **2. ჩრდილო-დასავლეთი** მიმართების აზიმუტით 300-330⁰, მას თავისი მნიშვნელობით წამყვანი ადგილი უჭირავს და ხასიათდება ციკაბო დაქანებით, დაქანების აზიმუტით ჩრდილო-აღმოსავლეთით სამხრეთ-დასავლეთით უკანასკნელის უპირატესობით. ასეთი ორიენტაციის მარღვები განვითარებულია მთელი მადნიანი კვანძის ფარგლებში, მაშინ როცა ჩრდილო-დასავლეთი დაქანება ფიქსირდება ჟონეთის და მექენის მადნიან ველებზე. **3. ჩრდილო – ჩრდილო-დასავლეთი** მიმართების აზიმუტით 330-360⁰ თავისი მნიშვნელობით მესამე ადგილზეა (საერთო რაოდენობის 18 %) გვხვდება მთელ ტერიტორიაზე ჟონეთის მადნიანი ველის გარდა. **4. ჩრდილო-აღმოსავლეთი** მიმართება 0-15⁰, განვითარებულია მხოლოდ მექენის მადნიან ველზე. **5. აღმოსავლეთ – ჩრდილო-აღმოსავლეთი** მიმართებით 60-80⁰ აღნიშნული ორიენტაციის მარღვები გავრცელების მხრივ ბოლო ადგილზეა მადნიანი კვანძის ფარგლებში და დამახასიათებელი მხოლოდ ჟონეთის მადნიანი ველისათვის, სადაც დაფიქსირებულია ორი ასეთი სამრეწველო მნიშვნელობის მარღვი.



ნახ. 1.

ოკრიბას ბარიტის შემცველი კვანძის ტექტონიკური აგებულების სქემა

ოკრობის ბაროტისშემცველი კვანძის წვეტიანი აშლილობების ძირითადი სისტემები

| | | მადნიანი ველები | | | | | | | | | | | |
|---------|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|---|--|--|
| სისტ. № | ლეღის | | ლაჩეიტას | | სვამლი-მეცენის | | ფონეის | | კიროვის | | | | |
| | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | მიმართება და სიმჭიდროვე გრადუსებში და % | ლაქანების აზიმუტი და დახრის კუთხე გრადუსებში | |
| 1. | დ.რ.დ. 283-308 4-5 | ს.დ. 195-218 75-80 რ.ა. 17-22 65-76 | - | - | დ.ს.დ. 282-292 4 | რ.ა. 12-23 60-68 | დ.რ.დ. 289-298 4 | რ.ა. 19-20 72-78 | დ.რ.დ. 285-296 3 | რ.ა. 15-20 66-80 | | | |
| 2. | რ.დ. 308-333 4 ან 5 | ს.ა. 229-243 74-81 რ.ა. 38-54 66-74. | რ.დ. 310-330 3-4 | რ.ა. 40-60 55-80 | - | - | რ.დ. 308-316 3-4 | რ.ა. 38-46 72-78 | რ.დ. 302-307 9 | ს.დ. 212-217 72-77 | | | |
| 3. | - | - | - | - | რ.რ.დ. 339-355 4 | რ.ა. 69-85 72-80 | რ.რ.დ. 330-337 4 | რ.ა. 60-67 75-82 | რ.რ.დ. 328-334 6 | რ.ა. 58-64 69-82 | | | |
| 4. | რ.რ.ა. 5-15 6 | რ.დ. 275-285 53-58 | რ.რ.ა. 10-25 4 | დ.ს.დ. 280 60 ან ა.ს.ა. 110-115 60-80 | - | - | - | - | - | - | | | |
| 5. | რ.ა. 42-54 3-4 | რ.დ. 315-324 72-78 ს.ა. 132-144 55-62 | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |
| 6. | ა.რ.ა. 56-72 4 | რ.დ. 326-342 44-46 | - | - | - | - | - | - | - | - | | | |

ბარიტის ძარღვების ასეთი სივრცობრივი განაწილების გამოწვევები მიზეზების დადგენას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია, ვინაიდან ყოველი მადნიანი ველისთვის იგი საშუალებას იძლევა სწორად წარიმართოს ძებნა-ძიებითი სამუშაოები, განსაკუთრებით ბრმა სხეულების შესწავლის დროს კონკრეტული მადნიანი ველის ფარგლებში.

აღნიშნული სივრცული ორიენტაციის ხუთი ჯგუფის ბარიტის ძარღვები, ნაოჭების ღერძებთან მიმართებაში შემდეგნაირადაა ორიენტირებული: 1. მასვილი კუთხით, რომლებიც ქმნიან მადნიანი სხეულების დიაგონალურ სისტემას და დაკავშირებული არიან ნაწევებთან. ისინი ფართოდაა წარმოდგენილი ყველა ველზე და მოიცავენ ოკრიბის კვანძის სამრეწველო ძარღვების 58 %, 2. ნაოჭის ღერძის ჯვარედინად – ამ ჯგუფის ძარღვები დაკავშირებულია მოწყვეტის ნაპრალებთან და ქმნიან სამრეწველო სხეულებს ხვაძლი-მეჩეკენის და ღვედის მადნიან ველებზე. მათი წილი 30 %-მდეა. 3. ნაოჭის ღერძის პარალელურად – აღნიშნული ორიენტაციის ძარღვების დამორჩილებული როლი აკისრიათ.

ზემოთქმულიდან შეიძლება დავასკვნათ: 1. ოკრიბის კვანძის მთელი ტერიტორია აგებულია ძირითადად მძლავრი (5კმ-მდე) ბაიოსური წყების ვულკანოგენ-დანალექი წარმონაქმნებით, რომლებიც იყოფა 14 ჰორიზონტად, აქედან აღმოსავლეთ პერიფერიაზე თხმორი-ვათეტრას მადნიან ველზე შიშვლდება VI, VII, VIII, IX, X, და XI ჰორიზონტები, რომლებიც ასაკობრივად შეესაბამება ზედა ბაიოსს. 2. ნაოჭების ჩასახვა და განვითარება უკავშირდება ფუნდამენტის ბლოკების (ქვედა სტრუქტურული სართულის) დიფერენცირებულ გადაადგილებას, რომელიც მიმდინარეობდა ბათური და ლარამეული ოროგენების დროს. სხვადასხვა ორიენტაციის დიფერენციალურ გადაადგილებებს უკავშირდება დასავლეთ ნაწილში სამხურის სამხრეთ-დასავლეთით ერთი ანომალური ბლოკის წარმოქმნა. 3. მადნიელი სხეულების სივრცული მდებარეობა და მორფოლოგიური თავისებურება განისაზღვრება მადან-

მაკონტროლებელი და კონკრეტული მადანმალოკალიზებული რღვევების შინაგანი აგებულებით, აგრეთვე ქანების ლითოლოგიით. სტრუქტურულ და ლითოლოგიურ ფაქტორებს შორის რომლებიც განსაზღვრავენ გამადნების ინტენსიურობას, წამყვან როლს ასრულებს პირველი. 4. მთელი ოკრიბის ბარიტის შემცველი კვანძისთვის გამადნების თვალსაზრისით უპირატესი მნიშვნელობა გააჩნია ანტიკლინების თალურ ნაწილს და მათთან შეუღლებულ სხლეტის იმ ნაპრალებს, რომლებიც ნაოჭის შეზნექილ ფრთაშია განლაგებული. როგორც ჩანს ძალებმა, რომლებმაც გამოიწვიეს ნაოჭის ღერძის გაღუნვა განაპირობეს ნაოჭთან შეუღლებული სხლეტის ნაპრალების იმ ნაწილის გახსნა, რომელიც შეზნექილ ფრთაში იყო განლაგებული.

ლიტერატურა

1. Вахания Е.К. Юрские отложения Грузии (в связи с нефтеносностью), Мин. геол. СССР. Труды ВНИГНИ, груз.отд-ние, вып. 207. Тбилиси, 1976. с. 107-117, 193-201.
2. Джапаридзе М.Н., Кахадзе Р.Е., Гагნიძე М.Р., Джапаридзе М.М. Некоторые структурные особенности локализации рудных тел и обогащенных участков Меквенского баритового месторождения. Труды ГПИ им. В.И. Ленина, №1(202), Тбилиси, 1978, с.41-48.
3. Кушнарев И.П. Методы изучения разрывных нарушений. «Недра», Москва, 1977. с. 145-219.
4. Джапаридзе М.М. Структурные условия формирования баритовых месторождений кутаисской группы (окрибского узла), Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Тбилиси, 1983. с.127-151.

**ГЕГია შ.ა.
ФАКТОРЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ
МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОГО
БАРИТА ОКРИБСКОГО ПОДНЯТИЯ**

В статье рассмотрены вопросы геологического строения и перспективности Окрибского баритового узла в состав которого входят; рудные поля: Гведи-лачепита; Хвамли, Меквена, Жонети, Киров, Зуби, Тхмори-Ватетра, а также пространственная ориентация разрывных нарушений и складчатых структур данного узла, вопросы их зарождения и развития, связанные с ними факторы локализации минерализации продуктивного барита.

**GEGIA SH.
FACTORS OF PRODUCTIVE BARITE
MINERALIZATION OF OKRIBA RAISE**

In the article the geological structure and perspectives of Okriba barite bearing ore unit are considered covering Gvedi-Lachepita, Khvamli, Mekvena, Joneti, Kirov, Zubi, Tkhmori-Vatetra ore fields. The questions of detached within ore unit rupturing failure and folded structures spatial orientation, their origin and development, connected with these structures productive barite mineralization localization are considered also.

ეკონ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი დ. ჩოხახიძე, მ. ხასიაძე,
ეკონ. აკადემ. დოქტორი ლ. ზიზილაშვილი

სამთო მრეწველობა-ენერგეტიკის განვითარების საფუძველი

სტატიაში, საქართველოს სინამდვილიდან გამომდინარე, დასაბუთებულია სამთომოპოვებითი მრეწველობის როლი ენერგეტიკის განვითარებაში. დახასიათებულია ენერგეტიკული წიაღისეულის მოპოვების დონე და დინამიკა. ჩამოყალიბებულია წინადადებები ენერგეტიკის განვითარებაში სამთომოპოვებითი მრეწველობის როლის ამაღლებისათვის. ამ თვალსაზრისით საუბარია ნახშირის, ნავთობის, ბუნებრივი გაზის, თერმული წყლების მოპოვების გაზრდის პოტენციალზე, აგრეთვე ენერგეტიკული რესურსების რაციონალურად გამოყენებაზე.

სამთო მრეწველობა წარმოადგენს სამრეწველო წარმოების გრძელი ჯაჭვის საწყის რგოლს, რომელზეც მთლიანადაა დამოკიდებული არა მხოლოდ მთლიანი მრეწველობის განვითარება, არამედ ქვეყნის ეკონომიკის მდგომარეობა. მრეწველობის დარგებიდან სამთო მრეწველობაზე და მთლიანად მოპოვებით მრეწველობაზე ისე მჭიდროდ არცერთი დარგი არ არის დამოკიდებული, როგორც ენერგეტიკა. ამდენად შემთხვევითი არ იყო, რომ საბჭოთა დროინდელ სტატისტიკაში ჰიდროენერგეტიკა შედიოდა მოპოვებით მრეწველობაში. აქვე ცალკე იყო გამოყოფილი სათბობი რესურსის მრეწველობა, სადაც გაერთიანებული იყო ნავთობის და ნახშირის მოპოვება, ხოლო ენერგეტიკის სხვა დარგები, თბოენერგეტიკა და ნავთობგადამუშავება – დამამუშავებელ მრეწველობაში.

ამჟამად საერთაშორისო სტატისტიკაში სათბობი რესურსის მრეწველობა კვლავ მოპოვებით მრეწველობაშია, ხოლო ჰიდროენერგეტიკა შედის ცალკე სექციაში – „ელექტროენერჯის, გაზის და წყლის წარმოება-განაწილება“.

საქართველოს სინამდვილეში ენერგეტიკის პროლუქციაში სამთომოპოვებითი მრეწველობა წარმოდგენილია ენერგეტიკული წიაღისეულის მოპოვებითა და ჰიდროენერჯის წარმოებით (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილიდან 1 ჩანს, რომ 2012 წელს საქართველოს ენერგეტიკაში წარმოებული იქნა 1022,3 მლნ ლარის პროდუქცია, აქედან კი 126,6 მლნ ლარი, ანუ 12,4 % მოდიოდა ენერგეტიკულ წიაღისეულზე – 5,0 % ნახშირის და 7,4 % ნავთობის მოპოვებაზე. ენერგეტიკა მოიხმარს სამთო მრეწველობაში მოპოვებული ლითონური წიაღისეულის მნიშვნელოვან რაოდენობას, კერძოდ, შავი ლითონების 20-25 %-ს და ფერადი ლითონების 18-20 %-ს. გარდა ამისა, ელექტროენერგეტიკულ სექტორში, სადაც წარმოებულ იქნა 9,5 მლრდ კვტ.სთ (770,8 მლნ ლარი) 75,2 % ეკუთვნის ჰიდროენერჯას. ეს კი ღირებულებით გამოსახულებაში არის 578,1 მლნ ლარი. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით გამოდის, რომ მთლიანად სამთო მოპოვებით მრეწველობაზე მოდის 704,7 მლნ ლარი, ანუ მთელი ენერგეტიკული პროდუქციის თითქმის 69 %. დაახლოებით იგივე ტენდენციაა სხვა წლებშიც.

ცხრილი 1

საქართველოს ენერგეტიკის პროდუქცია 2000-2013 წლებში (მლნ ლარი) [1]

| წლები | სულ | მათ შორის | | | | | | |
|-------|--------|-------------------------|---------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------|-------|
| | | ენერგეტიკული წიაღისეული | აქედან | | ნავთობ-პროდუქტების წარმოება | ელექტრო-ენერჯია და გაზი | აქედან | |
| | | | ნახშირი | ნავთობი და გაზი | | | ელექტრო-ენერჯია | გაზი |
| 2000 | 415,4 | 36,7 | 0,3 | 36,4 | 2,2 | 376,5 | 366,8 | 9,7 |
| 2001 | 439,6 | 28,9 | 0,2 | 28,7 | 7,1 | 393,6 | 382,7 | 10,9 |
| 2002 | 439,5 | 20,9 | 0,2 | 20,7 | 2,8 | 415,8 | 407,6 | 8,2 |
| 2003 | 488,8 | 43,7 | 0,3 | 43,4 | 6,0 | 439,1 | 430,5 | 8,6 |
| 2004 | 492,8 | 39,1 | 0,7 | 38,4 | 18,3 | 435,4 | 407,2 | 28,2 |
| 2005 | 535,3 | 42,3 | 0,6 | 41,8 | 1,3 | 491,7 | 457,1 | 34,6 |
| 2006 | 566,6 | 49,0 | 0,8 | 48,2 | 0,1 | 517,5 | 481,6 | 35,9 |
| 2007 | 691,5 | 87,7 | 2,3 | 85,4 | - | 603,8 | 552,7 | 51,1 |
| 2009 | 706,3 | 47,9 | 17,3 | 30,6 | 2,6 | 655,8 | 571,1 | 84,7 |
| 2011 | 765,6 | 107,9 | 40,1 | 67,8 | 2,6 | 655,1 | 570,4 | 84,7 |
| 2012 | 1022,3 | 126,6 | 51,0 | 75,6 | 0,5 | 895,2 | 770,8 | 124,4 |
| 2013 | 1077,5 | 120,4 | 42,0 | 78,4 | 1,5 | 955,6 | 811,8 | 143,8 |

ცხრილის მონაცემები აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ 2000-2012 წლებში სამთო ენერგეტიკული პროდუქციის წარმოება გაიზარდა 245 %-ით, ხოლო მთლიანად ენერგეტიკის ზრდა შეადგენდა 146 %-ს. მასასადამე, სამთო ენერგეტიკული პროდუქციის წარმოება აღნიშნულ პერიოდში უფრო მაღალი ტემპით ხასიათდება. შესაბამისად იზრდება მისი კუთრი წონაც. კერძოდ, 2000 წელს მხოლოდ ენერგეტიკული წიაღისეულის წილი ენერგეტიკის მთლიან წარმოებაში შეადგენდა 8,8 %-ს, 2012 წელს კი აღნიშნული მაჩვენებელი გაიზარდა 12,4 %-მდე.

ბუნებრივია მომავალში სამთომოპოვებითი მრეწველობის ჯეროვანი განვითარება საქართველოს ენერგეტიკის წინსვლის მყარი საფუძველი იქნება. პირველ რიგში, ეს ეხება ნახშირის, განსაკუთრებით ნავთობისა და ბუნებრივი გაზის მოპოვების მასშტაბების გაზრდას.

როგორც ცნობილია, ნახშირის მოპოვების შედარებითი „აღორძინება“ საქართველოში 2009 წლიდან დაიწყო და ამ პერიოდში (2009-2013 წ.წ.) იგი ჯერ 3-ჯერ და მეტად გაიზარდა [2], ახლო მომავალში კი ეს ზრდა კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი იქნება. მის საფუძველზე ნავარაუდებია ტყიბულში ახალი თბოელექტროსადგურის მშენებლობა. იგი საქართველოს ენერგოსისტემას 150 ათას კვტ სიმძლავრეს და წლიურად ერთ მილიარდზე მეტი კვტ.სთ ელექტროენერგიას შემატებს. უნდა შევძლოთ ნახშირის სხვა საბადოების ათვისებაც. მართალია, საქართველო საკუთარ მოთხოვნილებას ელექტროენერგიაზე ძირითადად იკმაყოფილებს, მაგრამ მთლიანობაში ქვეყნის ენერგეტიკული ბალანსი ტრადიციულად ღრმად დეფიციტურია. თითქმის მთლიანად გარედან ხდება საჭირო ბუნებრივი გაზისა და ნავთობპროდუქტების (იხ. ცხრილი 2) შემოტანა.

2013 წელს შემოტანილი იქნა 966,5 ათასი ტონა ნავთობი და ნავთობპროდუქტები და 1537,5 ათასი ტპს (1995,6 მლნ მ³) ბუნებრივი გაზი. მთლიანობაში ქვეყანამ მოიხმარა (შიდა მიწოდება) 4145,8 ტპს და აქედან ადგი-

ლობრივი წარმოების იყო მხოლოდ 1428,7 ტონა, ანუ 37,1 %. აქედან გამომდინარე ნავთობისა და ბუნებრივი გაზის მოპოვების მნიშვნელოვანი გაზრდა ნახშირთან ერთად საქართველოსათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელია.

თუმცა საჭიროების საპირისპიროდ ჩვენთან ნავთობ-მოპოვებაში ბოლო წლებში შემცირების ტენდენციაა. 2000 წელთან შედარებით, 2013 წელს საქართველოში ნავთობის მოპოვება 2-ჯერ და მეტად შემცირდა – 110 ათასი ტონიდან 47,9 ათას ტონამდე. მიუხედავად იმისა, რომ ამჟამად საქართველოში ნავთობმოპოვებას ადგილობრივ მეწარმეებთან ერთად უცხოური 12 კომპანია ახორციელებს, ხელშესახები შედეგები არ არის. ქვეყანაში ნავთობის ძიებასა და მოპოვებას ახორციელებენ აშშ-ის, დიდი ბრიტანეთის, ინდოეთის, ჩინეთის, ისრაელის, ავსტრალიის, რუმინეთის კომპანიები. ეს ფაქტი კი გარკვეულ იმედებს იძლევა დარგის შემდგომი განვითარებისათვის. ამასთან, მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ ქვეყანაში ნავთობისა და გაზის პერსპექტიულ ფართობებს მიეკუთვნება მთელი ტერიტორიის თითქმის ნახევარი. აქედან 26,5 ათასი მ² ხმელეთზეა და 6 ათასი მ² – შავი ზღვის აკვატორიის ფარგლებში. ნავთობის საწყისი ჯამური რესურსები 580 მლნ ტონას შეადგენს. აქედან 383 მლნ ტონა ხმელეთზეა, ხოლო თითქმის 200 მლნ ტონა შავი ზღვის აკვატორიაშია [1].

ქვეყნისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბუნებრივი გაზის მრეწველობის განვითარება. ცნობილია, რომ ამ სფეროში ჯერ კიდევ ბევრი მოსაგვარებელი საკითხია. პირველ რიგში, გაფართოებას საჭიროებს გაზომომარაგების არეალი. კვლავ მწვავე საკითხად რჩება უსაფრთხოების პრობლემა და, რაც ყველაზე მთავარია, მომხმარებლის უზრუნველყოფა ადგილობრივად მოპოვებული გაზით. როგორც ითქვა, ამჟამად საქართველოში გაზი თითქმის მთლიანად იმპორტირებულია. სამწუხაროდ, ბუნებრივი გაზის სამრეწველო მნიშვნელობის დიდი საბადო საქართველოში ჯერ-ჯერობით არ აღმოჩენილა,

ცხრილი 2

საქართველოს 2013 წლის ენერგეტიკული ბალანსი [3]

| მაჩვენებლები | ათასი ტონა ნავთობის ეკვივალენტი |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| წარმოება | 1428,7 |
| იმპორტი | 2831,5 |
| ექსპორტი | 110,8 |
| შიდა მიწოდება | 4145,8 |
| ტრანსფორმირების სექტორში შემავალი | 1116,8 |
| ტრანსფორმირების სექტორში წარმოება | 864,9 |
| ენერგეტიკული სექტორის მოხმარება | 19,0 |
| საბოლოო მოხმარება | 3726,3 |
| მათ შორის: | |
| მრეწველობა | 654,1 |
| ტრანსპორტი | 963,1 |
| სხვა | 1812,5 |
| არაენერგეტიკული მიზნებისათვის | 296,6 |

თუმცა საძიებო ბურღვის დროს რამდენჯერმე იყო გაზის გამოვლენის შემთხვევა. მაგალითად, ჯერ კიდევ 1967 წლის თებერვალში ბუნებრივი გაზის მძლავრმა ნაკადმა იფეთქა თბილისის აღმოსავლეთის გაზშემცველ ჰორიზონტზე (2712 მეტრ სიღრმეზე) 11 საძიებო ჭაბურღილის ჭავლი დღე-ღამეში 250 ათას კუბურ მეტრამდე გაზს იძლეოდა, მაგრამ ჭაბურღილმა მხოლოდ 3 დღე-ღამე იმოქმედა. მანამდე, 1954-1963 წლებში კი თბილისის სამ ჭაბურღილში შემჩნეული იყო გაზის ფრიად ინტენსიური გამოვლენა. 11 ჭაბურღილში გაზის შადრევანი არ შეიძლება ჩაითვალოს შემთხვევითად და ერთეულ მოვლენად. ჭაბურღილებით მიღებული მონაცემები, სტრუქტურების ხელსაყრელი აღნაგობა, მათი დახურული ხასიათი და მნიშვნელოვანი ფორიანობა მოწმობს, რომ თბილისის მახლობლად მდებარე ფართო რაიონი პერსპექტიულია ბუნებრივი გაზის შემცველობის მხრივ. სპეციალისტთა გაანგარიშებით, რასაც საფუძვლად დაედო საწყისი მარჯვნივლების მინიმალური მნიშვნელობები, ბუნებრივი გაზის პროგნოზული მარაგი აქ ასეულ მღრდ კუბური მეტრის რაოდენობით განისაზღვრება.

ექსპერტული შეფასებით, გაზოვანი ფენების აღმოჩენა მოსალოდნელია საქართველოს ბევრ სხვა რაიონშიც.

საქართველოსათვის ენერგეტიკული წიაღისეულის მოპოვების თვალსაზრისით პერსპექტიულია თერმული წყლების მოპოვება. ამ ენერგეტიკული რესურსის ათვისება ჩვენთან ჯერ კიდევ XX საუკუნის 90-იან წლებში განხორციელდა. მოიპოვებოდა დაახლოებით 10 მღრდ მ³ მაღალტემპერატურული თერმული წყალი. ამჟამად კი მისი მოპოვების მასშტაბები ერთობ მცირეა.

საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური შესწავლის თანამედროვე ეტაპზე თერმული წყლების საერთო პროგნოზული მარაგი (წყლის ტემპერატურა 50-110 °C) შეადგენს 250 მლნ კუბურ მეტრს. მისი სრული გამოყენებით, როგორც ამას ენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა საქართველოს სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მონაცემები გვიჩვენებს, წლიურად შეიძლება დაიზოგოს 1,5-2 მლნ ტონა პირობითი სათბობი. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 90-იან წლებში მარაგის სახელმწიფო კომისიის მიერ დამტკიცებული იყო თერმული წყლების მარაგი დღე-ღამეში 200 ათასი კუბური მეტრის ოდენობით, ხოლო 1990 წლის დასაწყისში კი რესპუბლიკის განკარგულებაში იყო 59 წყალშემკრები ჭაბურღილი, რომელთა საერთო სიმძლავრე დღე-ღამეში 60 ათასი კუბურ მეტრზე მეტი იყო.

საბჭოთა კავშირის დაშლის წინ საქართველოში თერმული წყლების 23 საბადოდან დამუშავებაში იყო 17, კერძოდ, კინდლა-მოქვის, რეჩნის, საბერიოს, ზუგდიდ-ცაიშის, ქვალონის, მენჯის, სამტრედიის, ვანის, თბილისის, ბიჭვინთის, ხარაკაულის, ალაზნის, კარდანახის, ჭანდარის, ყვარლისა და ენისელისა.

თბოენერგეტიკული მიზნით თერმული წყლები გამოიყენებოდა კომუნალურ მეურნეობაში (თბილისი, ზუგდიდი, საბერიო, რეჩნი, კინდლა), სასათბურე კომბინატებში (ოზურე, კინდლა, ანარა, ვანი, კოდორი), ტექნოლოგიური საჭიროებისათვის ჩაის მრეწველობაში (კინდლა, ზუგდიდი), ბალნეოლოგიურ კურორტებზე (თბილისი, ნაქალაქევი,

უჯარმა, მენჯი, სიმონეთი, ყვარელი), მეღორეობის ფერმებში (ხობი, მცხეთა) და სხვა.

ენერგეტიკისათვის, და შესაბამისად, სამთო მრეწველობისათვის მნიშვნელოვანი პრობლემა ენერგორესურსების რაციონალური და ეკონომიკური გამოყენება. რესურსების ეკონომია ამცირებს მოთხოვნებს როგორც საკუთრივ თავის თავზე, ისე მომსახურე დარგებში (სამთო მრეწველობაში) საჭირო დანახარჯებზე. ამავე დროს, საშუალებას იძლევა შემცირდეს კაპიტალური დაბანდებები ნედლეულის მოპოვებასა და მომპოვებელი მრეწველობისათვის საჭირო მოწყობილობების წარმოებაზე, ხოლო დაზოგილი სახსრები შეიძლება გამოყენებული იქნეს საჭიროებისამებრ.

ენერგოდაზოგვის თვალსაზრისით საქართველო ერთ-ერთი ჩამორჩენილი ქვეყანაა მსოფლიოში. მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი ენერგობალანსი ღრმად დეფიციტურია, ენერგეტიკული რესურსების მოხმარება პროდუქციის ერთეულზე მეტისმეტად მაღალია. საკმარისია ითქვას, რომ საქართველოში მთლიანი შიგა პროდუქტის 1 დოლარზე იხარჯება (2011 წ.) 0,4 კვპს, მაშინ, როცა ანალოგიური მაჩვენებელი საშუალოდ მსოფლიოში 0,25-ს, ხოლო აშშ-ში – 0,17 შეადგენს, ანუ შესაბამისად ჩამოვრჩებით 1,6-ჯერ და 2,3-ჯერ [4].

ენერგეტიკის არასაკმარისი განვითარების გამო საქართველოში 1 სულ მოსახლეზე იწარმოება მხოლოდ 0,249 ტპს, მსოფლიოში კი საშუალოდ 1,897 და აშშ-ში 5,721 ტონა პირობითი სათბობი. ეს კი თავის პირდაპირ ასახვას პოულობს ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებაზე და საბოლოო ანგარიშში – ცხოვრების დონეზე. კერძოდ, საქართველოში 1 სულ მოსახლეზე აღნიშნულ წელს წარმოებული იქნა 1962 აშშ დოლარი, ხოლო სხნებულ ქვეყნებში შესაბამისად 7543 და 42387 დოლარი [4].

ენერგეტიკაც და სამთო მრეწველობაც ეკონომიკის ერთ-ერთი ყველაზე მაღალი შრომატევადი და კაპიტალტევადი დარგებია. ორივე მათგანი მოითხოვს ინტენსიურ და უწყვეტ დაფინანსებას. დამატებითი ინვესტიციების მოზიდვის საჭიროება განსაკუთრებით მაშინ ხდება, როცა აუცილებელია სულ უფრო ძვირი ენერგორესურსების ათვისება და მკაცრდება ეკოლოგიური მოთხოვნები.

მაღალგანვითარებული სამთო მრეწველობა უზრუნველყოფს ენერგეტიკის საჭირო სიცოცხლისუნარიანობას მაკროეკონომიკური გარემოს მოთხოვნათა შესაბამისად.

ლიტერატურა

1. დ. ჩომახიძე. საქართველოს ენერგეტიკა: რეგულირება, ტერმინოლოგია, სტატისტიკა. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2014. 187 გვ.
2. დ. ჩომახიძე, მ. ბასილაძე. საქართველოს სამთო მრეწველობის განვითარების ტენდენციები, „სამთო ჟურნალი“, 1(32), თბილისი, 2014. გვ. 37-41.
3. „საქსტატი“, საქართველოს ენერგეტიკული ბალანსი. თბილისი, 2014.
4. მსოფლიო ენერგეტიკის სტატისტიკური კრებული. ენერგეტიკის საერთაშორისო სააგენტო, პარიზი, 2012. გვ. 45-57.

ЧОМАХИДZE Д.И., БАСИЛАДZE М.А.,
 БИБИЛАШВИЛИ Л.В.
**ГОРНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ – ОСНОВА
 РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ**

CHOMAKHIDZE D., BASILADZE M.,
 BIBILASHVILI L.
**THE MINING INDUSTRY AS A BASIS FOR
 ENERGY DEVELOPMENT**

В статье, учитывая существующая на сегодняшний день реальность положения в Грузии, обоснована роль добывающей промышленности в развитии энергетики. Охарактеризован уровень добываемых энергетических полезных ископаемых и динамика их развития. Разработаны предложения по повышению роли горнодобывающей промышленности. В этом отношении речь идёт о повышении потенциала добычи угля, нефти, природного газа, термических вод, а также об их экономическом и рациональном использовании.

The article, based on the reality of Georgia, substantiates the role of mining industry in energy development. The levels and dynamics of energy extraction are defined. On option has been expressed to refer hydropower to mining industry. The suggestions for the promotion of the mining industry in energy development have been formed. From this point of view, it's spoken to increase production potential of coal, oil, natural gas, thermal waters, as well as economical and rational use of energy resources.

საპაღ. ღოქტორი თ.ჭირცხალავა
ამონალღვის ფერღოს მღგრადღვის გაანგარიღვა სრიაღის
მრგვალციღინღრული ზეღაღრის მეთოღით

საპ 622.271

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ღღვისათვის ამონალღვის ფერღოს მღგრადღვის გაანგარიღვა სრიაღის მრგვალციღინღრული ზეღაღრის მეთოღის სზვადასზვა ზერზის გამოყენებით, ფართოდ არის გავრცეღებული მსოფლიოს სამშენებლო პრაქტიკაში. მეთოღის არსი მღგომარეობს ფერღოს მცოცავი პრიზმის სრიაღის ზეღაღრის მრუღწირის O_{min} – ცენტრის აღვიღმღებარეობის გრაფიკულანალიზური წესით განსაზღვრაში, რომელსაც შეესაბამება ფერღოს მღგრადღვის კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა $k_{st} = k_{st}^{min}$. ამასთან ამოხსნიღია გრუნტების მექანიკის ბრტყელი ამოცანა, ე. ი. გაანგარიღებისას განზიღება უსასრულო ფერღოს 1 მ სიღანის ნაწიღი. მოცემულია ჯანბუს გრაფიკულანალიზური მეთოღის აღვორითი და მისი გამოყენებით ამოხსნიღია სრიაღის მრგვალციღინღრული ზეღაღრის ბრუნვის O_{min} – ცენტრის აღვიღმღებარეობის განსაზღვრის კონკრეტული ამოცანა.

მღგრადღვის გაანგარიღვა ზღება ცნობიღი მეღღების გამოყენებით, კერძოდ: ფელენიუსის, ბიშოფის, პეტერსონის, ჯანბუს, მორგენშტერნისა და პრაისის, სპენსერის, მაკღიზისა და სიღის, ნიუმარკის. სზვა მეთოღების გამოყენებისას, პროექტის განმარტებით ბართში აუციღებელია გაანგარიღების აღვორითის განზიღვა, მიღებული შეღეღები კი შეღარებული იქნეს მონაცემებთან, რომლებიც მიღებულია გაანგარიღების ცნობიღი მეთოღებით [6, 7].

ფერღოს მღგრადღვის გაანგარიღების ყვეღა მეთოღი ეფუნება ზღვრული წონასწორობის თეორიას, რომელიც განზიღავს გრუნტის მასივის ზღვრულად დაძაბულ მღგომარეობას. ზღვრული წონასწორობის მეთოღით ფერღოს მღგრადღვის შეფასება ზღება მღგრადღვის კოეფიციენტით k_{st} [4], რომელიც წარმოადღენს რიცზვს, რომელზეც უნდა გაიყოს გრუნტის სიმტკიცის ამოსავალი მახასიათებლები φ და c , რათა სრიაღის ზეღაღრით შემოფარღული მცოცავი პრიზმის მასივი მოვიღეს ზღვრული წონასწორობის მღგომარეობაში. სზვავარად, n ნორმალური და τ_{max} მაქსიმალური მზები ძაღვების თანაფარღობა უნდა აქმაყოფიღებღეს გრუნტების მექანიკის კულონი-მორის კანონის პირობას

$$\tau_{max} = \sigma_n \operatorname{tg} \varphi_1 + c_1, \tag{1}$$

საღაც $\varphi_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg}(\operatorname{tg} \varphi) / k_{st}$ და $c_1 = c / k_{st}$ - შესაბამისად გრუნტის შიღა ხაზუნის კუთხე და კუთრი შეჭიღუღების კრიტიკული მნიშვნეღობები, რომლის დროსაც ზღება ფერღოს შესაძლო ჩამოქცევის პრიზმის (მცოცავი პრიზმის) მასივის დაძვრა [7].

მცოცავი პრიზმის სრიაღის ზეღაღრის ფორმა და მასივიში მისი განღავების აღვიღი დამოკიღებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის შრეობრიობაზე, ნაპრალღვნებაზე, ტექტონიკურ რღვევებზე და ფერღოში მათი განთავსების ეღემენტებზე, ქანების მექანიკურ მახასიათებლებზე, ფერღოს დაზრის კუთხეზე და სიმაღლეზე. სრია-

ღია წესით მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის დაპროექტებისას ამონალღვის ფერღოს კეღლების მღგრადღობის უზრუნვეღყოფა, გრუნტის სრული დაძაბეღების პროცესში და შემღგომ პერიოღში, უმნიშვნეღოვანეს ამოცანას წარმოადღენს. ფერღოს მღგრადღობის უეცარი დაკარღვის გამო, ავარიების შეღეღების სიმძიმე მკვეთრად მატუღობს. აღნიშნულ სიტუაციღაში, როგორც მსოფლიო პრაქტიკა გვიჩვენებს, ქვაბუღის (ტრანშეის) დაპროექტებისას დაშვებული შეცღომები მნიშვნეღოვნად აფერზებენ სამთო-სამშენებლო სამუშაოების წარმოებას, ქლაქის აზღომღებარე ობიექტების ექსპლუატაციას. ცაღკეულ შემთხვევებში შესაძლოა გამოიწვიონ მათი ნგრევა, თანმზღები ტრამვატიზმით [1, 2, 3]. აღნიშნული საკითხის გაღაწეღვა თბიღისის მჭიღრო განაშენიანების პირობებში განსაკუთრებულ აქტუღალურობას იღენს.

ღღესღღობით არსებობს მრავაღი მეთოღიკა, რომელთა მეშვეღობით შეიღება ამოიხსნას ფერღოს მღგრადღობის ამოცანა [4, 5]. როგორც წესი, ამონალღვის ფერღოს

ლის ზედაპირს შეიძლება გააჩნდეს მრგვალი ცილინდრული ან პოლიგონური ფორმა.

ჩამოქცეული ფერდოს და ფერდობების შესწავლის მსოფლიო გამოცდილების საფუძველზე დადგენილია, რომ გრუნტის მასივის გადაადგილების ტრაექტორია ერთგვაროვან შეჭიდებულ ქანებში უახლოვდება მრგვალი ცილინდრულს, ფხვიერ ქანებში კი – წრფივს [1, 2].

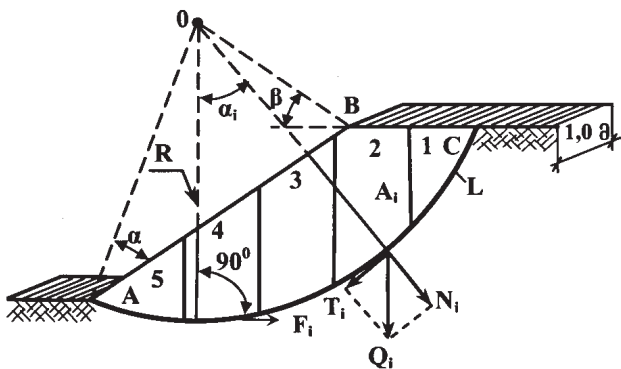
ამონაღების ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება, მრგვალი ცილინდრული მეთოდის სხვადასხვა ხერხის გამოყენებით, ფართოდ გავრცელებულია მსოფლიო სამშენებლო პრაქტიკაში. აღნიშნულის გამო, მას გააჩნია მრავალი დასახელება: ნაკვეთურების შეველური მეთოდი; ფილენიუსის მეთოდი; ტერცაგის მეთოდი; ტერცაგი-კრეის მეთოდი; პეტერსონის მეთოდი; ვერტიკალური ელემენტების მეთოდი; ივანოვ-ტილორის მეთოდი; სვენ გულტენის მეთოდი და სხვ. [1].

მეთოდის არსი მდგომარეობს სრიალის ზედაპირის ცენტრის (იხ. ნახ. 1, წერტილი O_{min}) ადგილმდებარეობის გრაფიკულ-ანალიზური წესით განსაზღვრაში, რომელსაც შეესაბამება ფერდოს k_{st} მდგრადობის კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა [4]. ამასთან ამოიხსნება გრუნტების მექანიკის ბრტყელი ამოცანა, ე. ი. გაანგარიშებისას განიხილება უსასრულო ფერდოს 1 მ სიგანის ნაწილი.

ABC მკოცავი პრიზმა იყოფა რამდენიმე ნაკვეთურად. ნაკვეთურებს შორის ვერტიკალურ სიბრტყეებში ურთიერთქმედების ძალები მხედველობაში არ მიიღება. გრუნტის წონა Q_i ფერდოს i -ურ ნაკვეთურში იშლება ორ მდგენელად: მხები (T_i), მიმართული სრიალის წირის თანხვედრილად და ნორმალურად (N_i) – მხები ძალების თარაზულად. საჭიროების შემთხვევაში გასათვალისწინებელია სხვა ზემოქმედებებიც (ფილტრაციული, სეისმური ძალები და სხვ.).

გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება შემდეგი ძირითადი პარამეტრები:

გრუნტის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები (γ – კუთრი წონა, კნ/მ³; φ – შიგა ხახუნის კუთხე, გრად; c – კუთრი შეჭიდულობა, კპა); ფერდოს გეომეტრიული პარამეტრები (H – ფერდოს სიმაღლე, მ; A_i – ნაკვეთურის ფართობი, მ²; l_i – სრიალის მრუდწირის i -ური მონაკვეთის სიგრძე, მ); ძალოვანი პარამეტრები (Q_i – ნაკვეთურის წონა, კნ/მ; T_i – ძვრის ძალა, კნ/მ; N_i – ნორმალური ძალა, კნ/მ; F_i –



ნახ. 1.

ფერდოს მდგრადობის საანგარიშო სქემა სრიალის მრგვალი ცილინდრული ზედაპირების მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში

ხახუნის ძალა, კნ/მ).

პრაქტიკული გათვლებისას ძირითადი სირთულე მდგომარეობს იმაში, რომ ბრუნვის O -ცენტრის ადგილმდებარეობა და R – რადიუსი, რომელიც შეესაბამება სრიალის ზედაპირის ყველაზე საშიშ მდგომარეობას, ცნობილი არ არის. აღნიშნულის გამო, აუცილებელია ჩატარდეს გაანგარიშებათა სერია, ბრუნვის ცენტრის სხვადასხვა ადგილმდებარეობის და R – რადიუსის სხვადასხვა მნიშვნელობისას. ფერდოს გადაადგილების ზედაპირის ყველაზე სასიფათო მდგომარეობის დადგენის ერთ-ერთი

ხერხი განხილულია [4] ნაშრომში. k_{st}^{min} განსაზღვრავს ყველაზე სასიფათო გადაადგილების ზედაპირის განლაგებას. გაანგარიშებისას k_{st}^N -ს მნიშვნელობა მიიღება ნორმატიული რეკომენდაციების საფუძველზე [СП 11-105-97, СНиП 2.02.01-83, СНиП 22-02-2003, СНиП 2.02.02-85]. თუ $k_{st}^{min} \geq k_{st}^N$, ფერდობის მდგრადობა უზრუნველყოფილია.

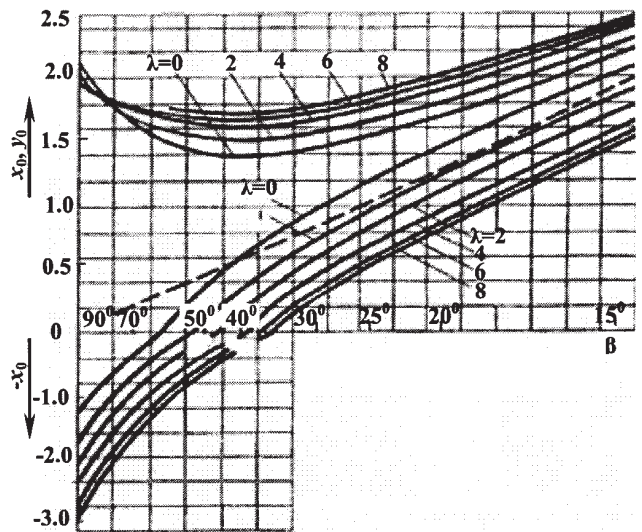
ნახაზზე 2 წარმოდგენილია გრაფიკი ბრუნვის O_{min} -ცენტრის ადგილმდებარეობის და R – რადიუსის დასადგენად, რომელიც შეესაბამება ფერდოს სრიალის ზედაპირის ყველაზე საშიშ მდგომარეობას [8]. მოცემულ ხერხში ფერდოს დახრის კუთხის β და λ – ზოგადი მჩვეულების

$$\lambda = \gamma H t \gamma \varphi / c \quad (2)$$

მიხედვით, ნახაზზე 2 მონახება ბრუნვის O_{min} -ცენტრის ფარდობითი x_0 და y_0 კოორდინატები. O_{min} -ცენტრის x და y კოორდინატების აბსოლუტური მნიშვნელობები ტოლია

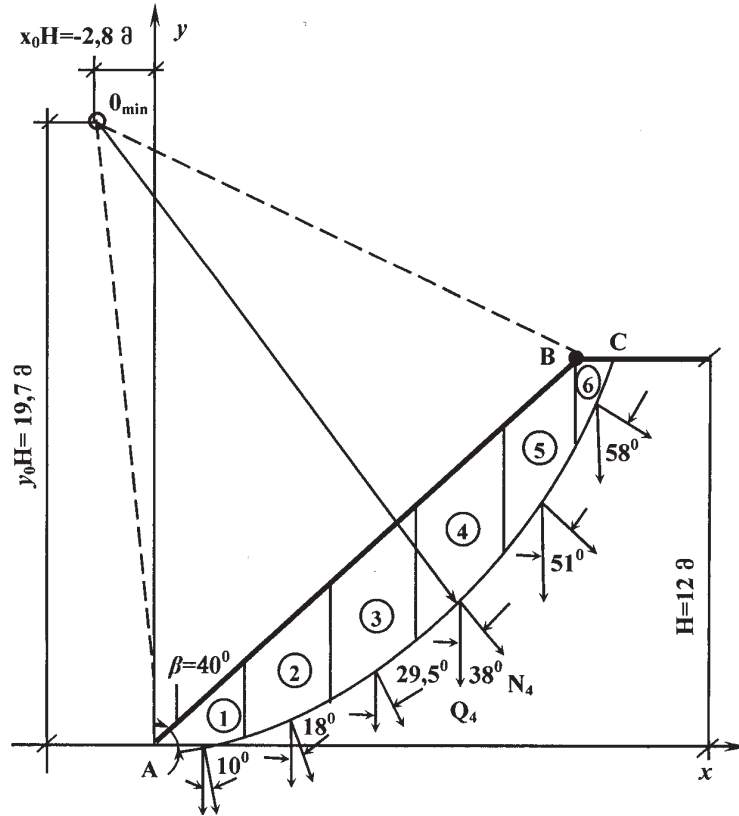
$$x = x_0 H, y = y_0 H. \quad (3)$$

გრუნტის მკოცავი მასივი განიხილება, როგორც არადეფორმირებადი მონაკვეთი, რომლის ყველა წერტილი მონაწილეობას იღებს საერთო მოძრაობაში. მდგრადობის k_{st}^{min} - კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგი დამოკიდე-



ნახ. 2.

ჯანბუს გრაფიკი სრიალის მრგვალი ცილინდრული ზედაპირის ბრუნვის O -ცენტრის ადგილმდებარეობის განსაზღვრად



ნახ. 3.

ფერდოს მდგრადობის საანგარიშო სქემა, ჯანბუს გრაფიკის გამოყენებით, სრიალის მრგვალი ცენტრული ზედაპირის ბრუნვის O_{min} - ცენტრის ადგილმდებარეობის განსაზღვრად

ბულებით

$$k_{st}^{min} = \frac{M_{sr}}{M_{sa}}, \quad (4)$$

სადაც M_{sr} და M_{sa} - ბრუნვის O_{min} - ცენტრის მიმართ ყველა ძალთა მომენტები, რომლებიც შესაბამისად აკავებენ და გადაადგილებენ გრუნტის მონაკვეთს [4].

კონკრეტული მაგალითი. ფერდოს სიმაღლე $H=12$ მ, დახრის კუთხე $\beta=40^\circ$, გრუნტი წარმოდგენილია თიხებით: $c = 40$ კპა; $\gamma = 20,5^\circ$ და კუთრი წონით $\gamma = 19,9$ კნ/მ³ :

$k_{st}^N=1,2$. საჭიროა შეფასდეს ფერდოს მდგრადობა, ე. ი. დადგინდეს $k_{st}^{min} \geq k_{st}^N$ პირობის შესრულების საკითხი. გაანგარიშების სქემა წარმოდგენილია ნახაზზე 3.

გაანგარიშების თანმიმდევრობა. ფერდოს ფუძისა და ზედაპირის წრფეების გადაკვეთის წერტილიდან x აბსცისისა ღერძი მიმართულია მარჯვნივ, y ორდინატთა ღერძი კი - ვერტიკალურად ზემოთ. ფორმულა (2)-ს თანახმად

$$\lambda = \gamma H \tan \varphi / c = 19,9 \cdot 12 \cdot 0,84 / 40 = 5,01.$$

ნახაზი 2 -ის მიხედვით, $x_0 = -0,23$ და $y_0 = 1,64$. მაშინ, ფორმულა (3)-ის თანახმად, ბრუნვის O_{min} - ცენტრის x და y აბსოლუტური მნიშვნელობები ტოლია:

$$x = x_0 H = -0,23 \cdot 12 \approx -2,8 \text{ მ}; \quad y = y_0 H = 1,64 \cdot 12 \approx 19,7.$$

R რადიუსის მნიშვნელობის დასადგენად, რომელიც შესაბამეა ფერდოს სრიალის ზედაპირის ყველაზე საშიშ მდგომარეობას, მასშტაბში შესრულებულ ნახაზზე

(იხ. ნახ. 3) გაიზომება $O_{min}A$ მანძილი ($R=24,8$ მ). რადიუსით $R=24,8$ მ ბრუნვის O_{min} - ცენტრიდან გაივლება მცოცავი პრიზმის სრიალის რკალი, სიგრძით $L=35,6$ მ-ს. პრიზმაში გამოიყოფა 6 ნაკვეთური ($n=6$) და განისაზღვრა სრიალის ზედაპირის l_i სიგრძე თითოეული i -ური ნაკვეთურისათვის, აგრეთვე α_i კუთხეთა მნიშვნელობები. P_i , N_i და Q_i პარამეტრების მიხედვით, M_{sr} და M_{sa} ძალთა მომენტების მნიშვნელობები, გაანგარიშებული იქნა ნაშრომში [4] მოცემული მეთოდით ($M_{sr} = 39,7$ მეგნ · მ და $M_{sa} = 21,4$ მეგნ · მ).

ფორმულა (4)-ის თანახმად $k_{st}^{min} = 39,7 / 21,4 = 1,86 > k_{st}^N = 1,2$, ე. ი. ფერდოს მდგრადობის პირობა შესრულებულია.

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

ლიტერატურა

1. Крушина Н. В. Устойчивость откосов. «КузГТУ», Кемерово, 2012. 126 с.
2. Конюхов Д. С. Строительство городских подземных сооружений мелкого заложения. «Архитектура», Москва, 2005. 298 с.
3. ლ. ჯაფარიძე, ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობისას „კელედი-გრუნტში“ ტექნოლოგიის გამოყენების შესახებ. „სამთო ჟურნალი“, №2(31), თბილისი, 2013. გვ. 25-29.
4. ნ. კუკულაძე, თ. ფირცხალავა. ამონაღების ფერ-

დოს მდგრადობის გაანგარიშების საკითხისათვის. „სამთო ჟურნალი“, №2(29), თბილისი, 2012. გვ. 9-11.

5. თ. ფირცხალავა. ფერდოს მდგრადობის გაანგარიშება სეისმური ზემოქმედების გათვალისწინებით. „სამთო ჟურნალი“, №1(32), თბილისი, 2014. გვ. 48-50.

6. ОДМ 218. 2.026-2012. Методические рекомендации по расчету и проектированию свайно-анкерных сооружений инженерной защиты авто-

мобильных дорог. «Росавтодор», Москва, 2012. 82 с.

7. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения основания и фундаменты. «ЦИТП Госстроя СССР», Москва, 1988. 128 с.

8. Тер-Мартirosян З. Г. Механика грунтов. Издательство Ассоциации строительных вузов, Москва, 2005. 488 с.

**PIRЦXALAVA T.G.
РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ
МЕТОДОМ КРУГЛОЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
ПОВЕРХНОСТИ СКОЛЬЖЕНИЯ**

В работе показано, что в настоящее время расчет устойчивости откосов выемок методом круглоцилиндрической поверхности скольжения, широко распространен в мировой строительной практике и применяется с помощью самых различных методов. Суть метода заключается в отыскании графо-аналитическим способом точки O_{min} - центра вращения для наиболее опасной поверхности скольжения призмы обрушения, которой соответствует минимальное значение коэффициента устойчивости откоса $k_{st} = k_{st}^{min}$. При этом, рассматривается плоская задача механики грунтов, т. е. толщина расчетного откоса по направлению его протяженности принимается 1 м. Приведен алгоритм графо-аналитического способа Джанбу, с помощью которого решена конкретная задача отыскания положения точки O_{min} - центра вращения, для наиболее опасной поверхности скольжения призмы обрушения массива грунта откоса выемки.

**PIRTSKHALAVA T.
OF THE CALCULATION OF SLOPE STABIL-
ITY CIRCULAR CYLINDRICAL SLIDING
SURFACE**

It is shown that the current calculation method of slope stability recesses circular cylindrical sliding surface, is widespread in the global building practice and used by a variety of techniques. The method consists in finding the graph-analytical method point position O_{min} - the center of rotation for the most dangerous sliding surface sliding wedge, which corresponds to the minimum value of the coefficient of slope stability. In this case, consider the plane problem of soil mechanics, i. e. the thickness calculated slope in the direction of its length is taken 1 m. An algorithm graph-analytical method Janbu, by which solved the problem of finding a specific point position O_{min} - the center of rotation, for the most dangerous sliding surface of array soil cut slope.

**საქად. დოქტ. რ. ენაგელი, საქად. დოქტ. ა. შუყილაძე
სპილენძის ფლოტაციის პროცესის მათემატიკური მოდელის ანალიზი**

სტატიაში მოცემულია მადნეულის მამდიდრებელი ფაბრიკის სპილენძის ფლოტაციის პროცესის მათემატიკური მოდელის ანალიზი. მოდელი აგებულია ფაბრიკის ტექნოლოგიური პროცესის შესახებ არსებული სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე. დადგენილია ფლოტაციის პროცესის ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი, რომელიც ითვალისწინებს მაქსიმალური რაოდენობის კონდიციური პროდუქტის მიღებას, აგრეთვე მმართველი ზემოქმედებების (რეაგენტის ზარვის) დასაშვები ცვალებადობის ზღვრები. მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია მოხდეს პროცესის ოპტიმიზაცია.

მიზნისა და შეზღუდვის ფუნქციებისაგან, ასევე მმართველი ზემოქმედებების ცვალებადობის ზღვრებისაგან. შედეგად განსაზღვრულია [1, 2]:

მიზნის ფუნქცია

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 8.38 \cdot 10^{09} q_1^{-3.192} q_2^{-0.29} q_3^{0.4} e^{0.00146q_1 + 0.00033q_2 - 0.027q_3}; \quad (1)$$

შეზღუდვის ფუნქცია

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = a + 5.71 \cdot 10^{-0.4} q_1^{0.218} q_2^{1.317} q_3^{-0.225} \alpha^{0.268} Q^{0.142}; \quad (2)$$

რეაგენტების ცვალებადობის ზღვრები:

$$2050 \leq q_1 \leq 2250, 300 \leq q_2 \leq 1500, 5.6 \leq q_3 \leq 40. \quad (3)$$

მადნეულის სპილენძის მამდიდრებელი ფაბრიკის ფლოტაციის პროცესის კვლევისა და ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე აგებული იქნა მათემატიკური მოდელი, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს შესავალ და გამოსავალ სიდიდეებს. პროცესის მართვის მიზნით შერჩეულია ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი, რომელიც შედგება

მათი საშუალო მნიშვნელობები:

$$q_1=2158.9; \quad q_2=865.9; \quad q_3=20.1. \quad (4)$$

სადაც β (%) – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა კონცენტრატში; γ (%) – კონცენტრატის გამოსავალი; Q – ფლოტაციის პროცესში მადნის ხარჯი; α – სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა; q_1 – კირის რძე, გრ/ტ; q_2 – ბუთილის ქსანტატი; q_3 – T-80 (ამქაფებელი), მლ/ტ; δ – პულპის სიმკვრივე.

მიზნის ფუნქციის (1) ანალიზის და q_1, q_2 და q_3 რეაგენტების ხარჯებზე γ გამოსავლის დამოკიდებულებებით იცვლებოდა q_2 და q_3 . დაუშვით, რომ $q_2 = q_2 = 865.9$, $q_3 = q_3 = 20.1$, აღნიშნული ცვლილებების გათვალისწინებით მიზნის ფუნქცია იღებს სახეს

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 3.0266 \cdot 10^9 q_1^{-3.1918} e^{3.1617 q_1}. \quad (5)$$

ანალოგიური ცვლილებები განვხორციელებულია კონცენტრატის ხარისხის განტოლებაშიც. დაუშვით, რომ

$$\alpha = \bar{\alpha} = 0.356, \quad Q = \bar{Q} = 100.5. \quad (6)$$

ამ ცვლილებების გათვალისწინებით კონცენტრატის ხარისხის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = 0.356 + 4.66q_1 0.2177. \quad (7)$$

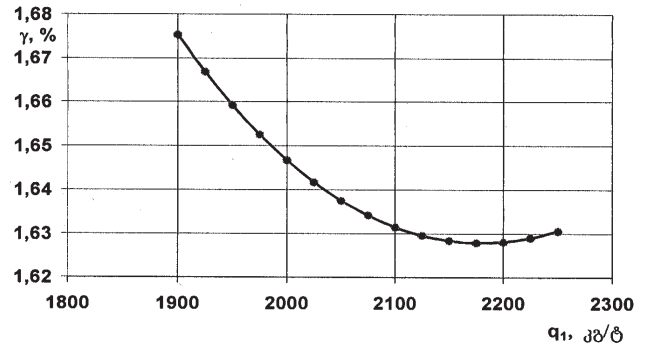
მიღებული (5) და (7) ფუნქციური დამოკიდებულებების საფუძველზე აგებულია ტექნოლოგიური პროცესის მაჩვენებლების β, γ -ს q_1 რეაგენტის ხარჯზე დამოკიდებულების გრაფიკები. (იხ. ნახ. 1-7). როგორც ამ გრაფიკებიდან ჩანს, q_1 რეაგენტის ხარჯის ზრდას მაჩვენებლებზე საპირისპირო გავლენა აქვს: თუ კონცენტრატის ხარისხი მატულობს, მისი გამოსავალი კლებულობს, მაშასადამე, ტექნოლოგიური პროცესი უნდა წარიმართოს კონცენტრატის დავალეული ხარისხის მიხედვით. რეაგენტი q_1 არის კირის რძე (არის რეგულატორი და პირიტის დეპრესორი), რომელიც განსაზღვრავს გასამდიდრებელ პულპაში წყალბადიონების კონცენტრაციას, ანუ pH-ს. მისი სიდიდე დადგენილია პროცესის ტექნოლოგიური რუკით. ამ გრაფიკებიდან ერთად თუ განვიხილავთ ნახაზზე 3 მოცემულ სტატიკურ მახასიათებელს pH-სა და β -ს შორის, მიზანშეწონილია აიგოს pH-ის სტაბილიზაციის სისტემა, რომელიც შემაფოთებელი ზემოქმედებების ცვალებადობის გათვალისწინებით მოახდენს მისი სიდიდის პროგრამულ დონეზე შენარჩუნებას.

როცა $q_1 = q_1 = 2158.9$, $q_3 = q_3 = 20.1$, მიზნის ფუნქცია იღებს სახეს:

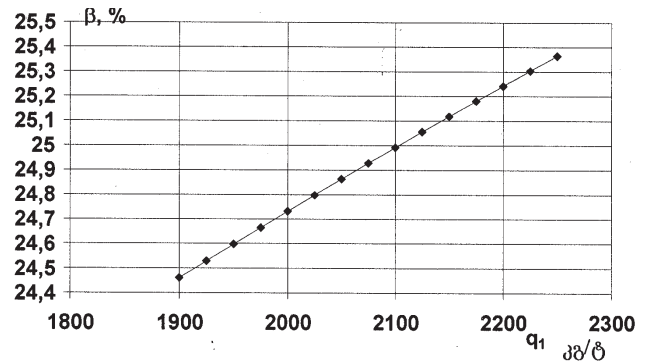
$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 8.695q_2^{-0.2903} e^{11.07q_2}. \quad (8)$$

კონცენტრატის ხარისხის განტოლებაში ანალოგიური ცვლილებების საფუძველზე ვლტულობთ რომ

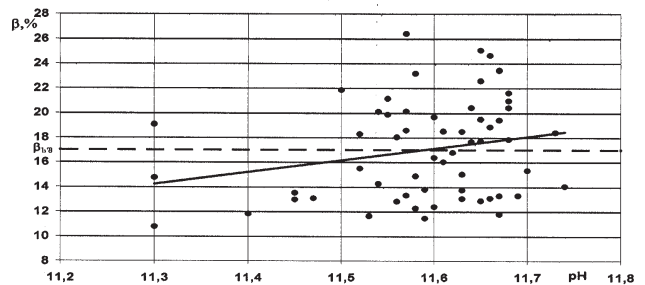
$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = 0.356 + 2.17 \cdot 10^{-3} q_2^{1.317}. \quad (9)$$



ნახ. 1. კონცენტრატის გამოსავლის ცვალებადობის დამოკიდებულება კირის რძის ხარჯისგან $\gamma = f(q_1)$



ნახ. 2. კონცენტრატის ხარისხის ცვალებადობის დამოკიდებულება კირის რძის ხარჯისგან $\beta = f(q_1)$



ნახ. 3. კონცენტრატის ხარისხის დამოკიდებულება წყალბადიონების კონცენტრაციისგან $\beta = f(PH)$

ნახაზებზე 1-7 (8) და (9) ფუნქციური დამოკიდებულებების საფუძველზე აგებულია ტექნოლოგიური პროცესის მაჩვენებლების q_2 -ს რეაგენტის ხარჯზე დამოკიდებულების გრაფიკი. q_2 რეაგენტის ხარჯის ზრდა იწვევს კონცენტრატის ხარისხის გაზრდას. კონცენტრატის გამოსავალი ამ დროს იკლებს q_2 რეაგენტის (ბუთილის ქსანტატი) ხარჯის საშუალო მნიშვნელობამდე, შემდეგ კი მკვეთრად მატულობს q_2 ხარჯის სიდიდეც. ამიტომაც, q_2 -ის ცვალებადობის უზნის დასადგენად გამოყენებულია $\gamma - q_2$ დამოკიდებულება. ნახაზიდან 4 ჩანს, რომ $\gamma - q_2$ დამოკიდებულება არაწრფივია, აქვს მინიმუმი და q_2 -ის საკმაოდ დიდ ფარგლებში გამოსავალი რჩება მინიმალური. ამავე დროს $q_{2 \min} - q_2$ უბანზე რეაგენტის ხარჯის გაზრდით გამოსავალი მცირდება, ხოლო $q_2 - q_{2 \max}$ უბანზე – მატულობს. ამდენად ვირჩევთ q_2 რეაგენტისთვის მისი ხარჯის ცვალებადობის უბანს – $850 \leq q_2 \leq 1300$ და ბოლოს, ვუშვებთ, რომ $q_1 = q_1 = 2158.9$, $q_2 = q_2 = 865.9$ მაშინ მიზნისა და შეზღუდვის ფუნქციას ექნება სახე:

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 0.8441q_3^{0.3995} e^{-0.5419q_3}; \quad (10)$$

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = 0.356 + 49.6q_2^{-0.2245}. \quad (11)$$

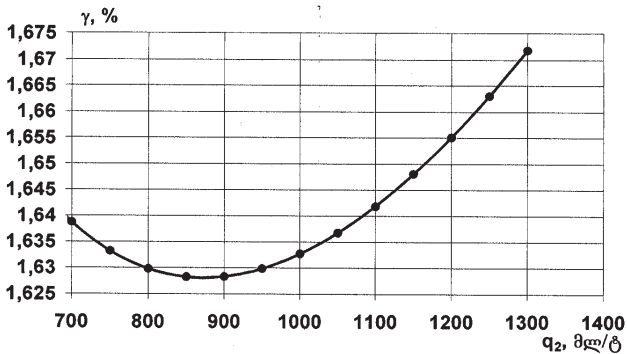
(10) და (11) განტოლებების საფუძველზე აგებულია ტექნოლოგიური პროცესის მაჩვენებლების q_3 რეაგენტის ხარჯზე დამოკიდებულების გრაფიკი. q_3 რეაგენტის ხარჯის გაზრდა იწვევს β კონცენტრატის ხარისხის კლებას, დამოკიდებულება არა წრფივია (იხ. ნახ. 6), ამიტომაც მაღალი ხარისხის კონცენტრატის მისაღებად სასურველია q_3 რეაგენტის ხარჯის შენარჩუნება $q_3 - q_{3\min}$ ფარგლებში, $\gamma - q_3$ დამოკიდებულება კი ექსტრემალურია (იხ. ნახ.7). ბუნებრივია, გამოსავლის მაქსიმალური მნიშვნელობის შესანარჩუნებლად საჭიროა q_3 რეაგენტის ხარჯი იცვლებოდეს საშუალო მნიშვნელობის ზონაში.

გასათვალისწინებელია, რომ ექსპერიმენტით მიღებული წერტილების სიმჭიდროვე $\gamma - q_3$ დამოკიდებულების (იხ. ნახ. 6) მაქსიმუმის ორივე მხარეს თანაბარია. აქედან გამომდინარე, ტექნოლოგიური პროცესის მაჩვენებლების მაქსიმალურად მაღალი მნიშვნელობების შესანარჩუნებლად საჭიროა q_3 რეაგენტის ხარჯი იცვლებოდეს ფარგლებში $6 \leq q_3 \leq 25$. როგორც ანალიზიდან ჩანს, მანულის მამდიდრებელი ფაბრიკის პირველი სექციის პირობებში ფლოტაციის პროცესის ოპტიმალური მართვისათვის საჭიროა მოვახდინოთ pH-ის სტაბილიზაცია კირის რძის ხარჯის რეგულირებით, ხოლო ბუთილის ქსანტატის (რეაგენტი q_2) და T-80-ის (რეაგენტი q_3) ხარჯი უნდა იცვლებოდეს ისე, რომ მიღებული იქნეს დასახული ხარისხის სპილენძის კონცენტრატის მაქსიმალური რაოდენობა. ამის შესაბამისად უნდა მოხდეს მიზნის და შეზღუდვის ფუნქციების კორექტირება [2].

თუ შევიტანთ ორივე ფუნქციაში q_1 რეაგენტის საშუალო მნიშვნელობას $q_1 = 2158.9$ და მოვახდენთ შესაბამის გარდაქმნებს, შედეგად მივიღებთ მიზნის და შეზღუდვის ფუნქციებს:

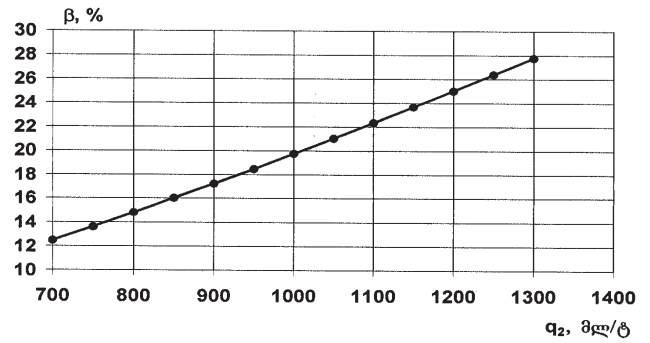
$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 4.51q_2^{-0.29} q_3^{0.4} e^{0.00033q_2 - 0.027q_3}; \quad (12)$$

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = a + 3.04 \cdot 10^{-0.3} q_2^{1.317} q_3^{-0.225} \alpha^{0.268} Q^{0.142}. \quad (13)$$



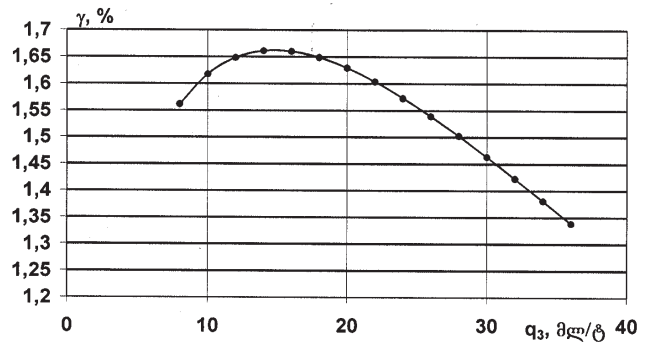
ნახ. 4.

კონცენტრატის გამოსავლის ცვალებადობის დამოკიდებულება ბუთილის ქსანტატის ხარჯისგან $\gamma = f(q_2)$



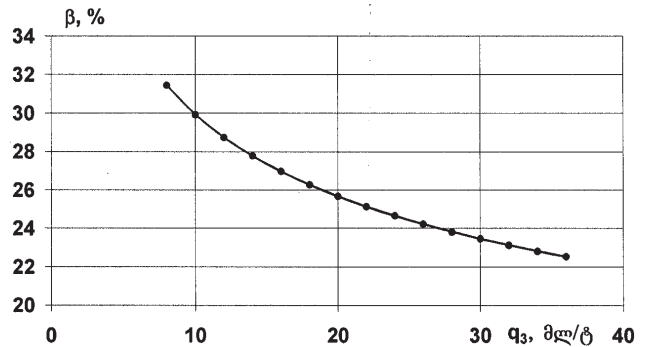
ნახ. 5.

კონცენტრატის ხარისხის ცვალებადობის დამოკიდებულება ბუთილის ქსანტატის ხარჯისგან $\beta = f(q_2)$



ნახ. 6.

კონცენტრატის გამოსავლის ცვალებადობის დამოკიდებულება T-80-ის ხარჯისგან $\gamma = f(q_3)$



ნახ. 7.

კონცენტრატის ხარისხის ცვალებადობის დამოკიდებულება ბუთილის ქსანტატის ხარჯისგან $\beta = f(q_3)$

მასასადამე, მანულის საფლოტაციო ფაბრიკის პირობებში ფლოტაციის პროცესისათვის საბოლოოდ დადგენილი იქნა ოპტიმიზაციის კრიტერიუმი, რომელიც მოიცავს მიზნის ფუნქციის მაქსიმიზაციის მოთხოვნას

$$\gamma(q_1, q_2, q_3) = 4.51q_2^{-0.29} q_3^{0.4} e^{0.00033q_2 - 0.027q_3} \rightarrow \max;$$

შეზღუდვის ტოლობას

$$\beta(q_1, q_2, q_3, \alpha, Q) = a + 3.04 \cdot 10^{-0.3} q_2^{1.317} q_3^{-0.225} \alpha^{0.268} Q^{0.142} = \beta_0;$$

რეაგენტების დასაშვები ცვალებადობის ზღვრებს:

$$850 \leq q_2 \leq 1300, \quad 6 \leq q_3 \leq 25.$$

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე კვლევის შემდგომი ამოცანა მდგომარეობს გასამდიდრებელი მადნის α ხარისხზე და მის Q რაოდენობაზე q_2 და q_3 რეაგენტების ხარჯების ისეთი დამოკიდებულების დადგენაში, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროცესის ოპტიმალურობას (12) და (13) დამოკიდებულების შესაბამისად.

**ЭНАГЕЛИ Р.П., ШЕКИЛАДЗЕ А.И.
АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ МЕДИ**

В статье дается анализ математической модели процесса флотации медной руды для условий маднелульской обогатительной фабрики. Модель построена на основе существующих данных. Установлен критерий оптимизаций процесса флотации, который предусматривает получение максимального выхода кондиционного продукта. установлены пределы изменений управляющих воздействий (расходы реагентов). Полученные результаты дают основу для оптимизации процесса.

ლიტერატურა

1. რ. ენაგელი, ა. შეკილაძე, ნ. სამხარაძე. სპილენძის მადნის ფლოტაციის პროცესის მათემატიკური მოდელი. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №4-6, თბილისი, 2012. გვ. 45-50.
2. Буцхрикидзе Г. Д. Модель влияния управляющей величины на показатели технологического процесса обогащения. Труды ГПИ Горная электромеханика и автоматика, № 9 (230), Тбилиси, 1980. с. 5-10.

**ENAGELI R., SHEKILADZE A.
THE ANALYSIS OF A MATHEMATICAL MODEL
OF THE COPPER FLOTATION PROCESS**

The article presents the analysis of a mathematical model of the copper flotation process at the Madneuli processing plant. The model is built on the basis of the existing statistical data concerning plant technological process. It has been established criterion for optimization of the flotation process, which provides for a maximum quantity of commercial product. The acceptable limits of variation of control actions (reagent consumption) have been identified. Based on the obtained results the process will be optimized.

უპკ 622.625.57

**აკად. დოქტორი ვ. წარეთელი, აკად. დოქტორი ნ. მახარაშვილი,
აკად. დოქტორი ვ. ონიანი
მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავას კორექტირებუ-
ლი მუშაობის მახასიათებელი**

ნაშრომში განხილულია მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავას მექანიკური მახასიათებლის აღმწერი, ე.წ. კლოსის ფორმულის ძირითადი ნაკლი: შეუსაბამობა ფორმულით გამოთვლილ ამუშავების მომენტის სიდიდესა და რეალურ, კატალოგში მოცემულ მნიშვნელობას შორის. მოცემულია ემპირიული ფორმულა, რომლის საშუალებითაც ზუსტად განისაზღვრება ძრავას კატალოგში მოცემული ამუშავების მომენტის სიდიდე.

მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავას მექანიკური მახასიათებლის ასაგები გრაფიკული და გრაფიკული ანალიზური მეთოდები, რომლებიც სახელმძღვანელოებსა და მეთოდურ მითითებებშია მოცემული, ძალზე რთული და არასაკმაოდ ზუსტია. მათი გამოყენება კი იმიტომაა აუცილებელი, რომ არსებული მექანიკური მახასიათებლის ასაგები (ე.წ. კლოსის) ფორმულა არ ასახავს რეალურ დამოკიდებულებას ძრავას მომენტსა და ბრუნთა რიცხვებს შორის მახასიათებლის არამდგრად შტოზე. კერძოდ, ამუშავების დასაწყისში, როდესაც ძრავა ავითარებს ამუშავების მომენტს, ეს უკანასკნელი არ ემთხვევა კლოსის ფორმულით გამოთვლილ ამუშავების მომენტის მნიშვნელობას [2].

მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავას მექანიკურ მახასიათებელს, როგორც წესი, კლოსის ფორმულით აგებენ

$$M_{kl} = \frac{2M_m \left(1 + S_{m0} \frac{R_1}{R'_2}\right)}{\frac{S_{m0}}{S} + \frac{S}{S_{m0}} + 2S_{m0} \frac{R_1}{R'_2}} \quad (1)$$

სადაც M_{kl} - ძრავას მიერ განვითარებული მომენტი, ნ.მ; M_m - ძრავას მაქსიმალური მომენტი, ნ.მ; S_{m0} - მაქსიმალური მომენტის შესაბამისი მაქსიმალური სრიალი ბუნებრივ მექანიკურ მახასიათებელზე; $S=1-0$ - სრილის მიმდინარე მნიშვნელობა; R_1 - სტატორის ფაზის აქტიური წინაღობა, ომი; R'_2 - სტატორის ძაბვასა და სინშირეზე დაყვანილი როტორის ფაზის აქტიური წინაღობა, ომი.

თუ ძრავას სიმძლავრე 10-5 კვტ-ს აღემატება, სტატორის ფაზის აქტიურ წინაღობას უგულებელყოფენ მისი სიმცირის გამო და იყენებენ კლოსის გამარტივებულ ფორმულას, როდესაც $R_1 \approx 0$

$$M_{kl} = \frac{2M_m S_{m0} S}{S_{m0}^2 + S^2} \quad (2)$$

თუკი სრილის მნიშვნელობა $S=1$, ძრავა ავითარებს ამუშავების მომენტს

$$M_a = \frac{2M_m S_{m0}}{S_{m0}^2 + 1} \quad (3)$$

ამ ფორმულით მიღებული M_a სიდიდე იშვიათად ემთხვევა ძრავას კატალოგში მოცემულ ამუშავების მომენტის მნიშვნელობას, ხოლო სპეციალური ტიპის ძრავებში (ღრმა ღრმულებიანი, ორმაგი ციყვის ბორბლის, ბუშეროს ტიპის და სხვ.), სადაც ამუშავებისა და მაქსიმალური მომენტები დაახლოებით ერთმანეთის ტოლია, როცა $M_a \approx M_m$ კი საერთოდ არ ემთხვევა ერთმანეთს.

ეს შეუსაბამობა განსაკუთრებით თავს იჩენს ძრავას გარდამავალი რეჟიმების ანალიზისას.

როგორც ცნობილია, ღრმა ღრმულებიან და ორმაგ ციყვის ბორბლიან მოკლედ შერთულ როტორიან ასინქრონულ ძრავებში, როტორის აქტიური წინაღობის ხელოვნური გაზრდით, ძრავას ამუშავებისას იზრდება მაქსიმალური სრიალი და შესაბამისად ამუშავების მომენტი.

ძრავას გაქანებასთან ერთად მცირდება ძრავას დენი და მისი სიხშირე, შესაბამისად როტორის აქტიური წინაღობა და მაქსიმალური სრიალი იმ დონემდე მცირდება, რომ ნომინალურის ტოლი ხდება.

სპეციალური ტიპის მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავების მექანიკური მახასიათებლის ასაგები ფორმულის გამოყენებისას აუცილებელია იმ დამატებითი წინაღობის გათვალისწინება, რომელიც ზემოთ იყო აღნიშნული.

მაქსიმალური სრილის მნიშვნელობა, რომელიც უზუნველყოფს ძრავას ამუშავების მომენტის კატალოგში მოცემულ სიდიდეს $M_a = M_{akat}$, ადვილად გამოითვლება დამოკიდებულებიდან (3) ($S_{m0} = S_{ma}$), როდესაც

$$S_{ma} = k_a - \sqrt{k_a^2 - 1}, \quad (4)$$

$$\text{სადაც } k_a = \frac{M_m}{M_{akat}}$$

ასევე, დამოკიდებულებიდან (2), თუ სრილის მნიშვნელობა ნომინალურის ტოლია, $S = S_n$, მაშინ $M_{kl} = M_n$, და მაქსიმალური სრიალი ბუნებრივ მახასიათებელზე ტოლი იქნება

$$S_{m0} = S_n (b_m + \sqrt{b_m^2 - 1}), \quad (5)$$

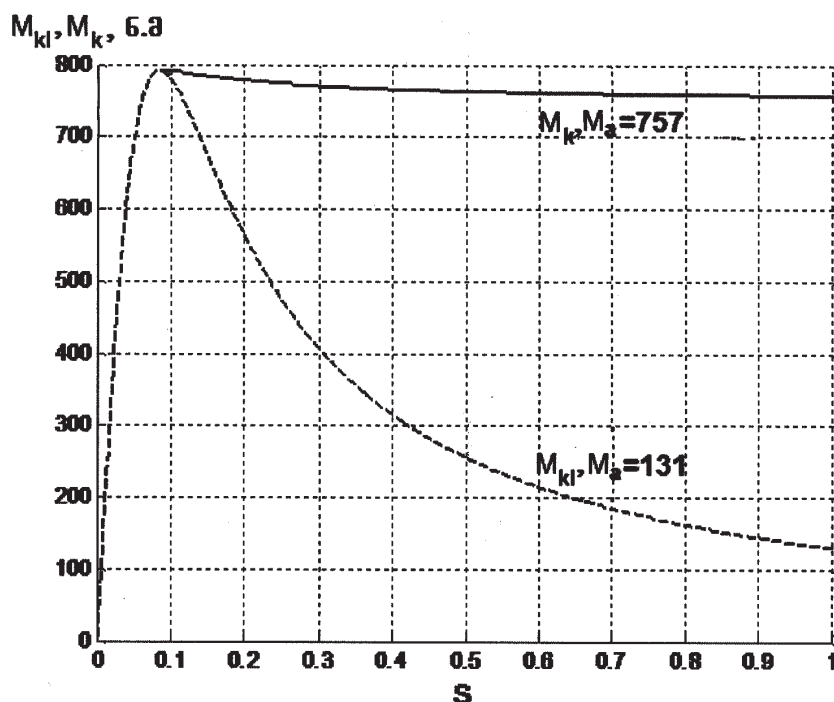
სადაც $b_m = \frac{M_m}{M_n}$, $S_n = 1 - \frac{n_n}{n_0}$, ხოლო n_n და n_0 - ძრავას ნომინალური და სინქრონული ბრუნთა რიცხვებია.

შესაბამისად, როტორის წინაღობასთან დამოკიდებულებით, ამუშავების დასაწყისში, როდესაც $S = 1$

$$S_{ma} = \frac{R'_2 + R'_{2x}}{X_m} \quad (6)$$

ძრავას გაქანების დამთავრების შემდეგ, როდესაც $S \approx 0$ [1]

$$S_{m0} \approx \frac{R'_2}{X_m} \quad (7)$$



ნახ. 1.

კლოსის (M_{kl} - წვევტილი ხაზი) და კლოსის კორექტირებული (M_k - მთლიანი ხაზი) ფორმულებით აგებული ძრავას მექანიკური მახასიათებლები

სადაც X_m არის მოკლედ შერთვის ინდუქციური წინაღობა, ომი, ხოლო R'_{2x} იმ წინაღობის სიდიდე, ომი, რომელიც კატალოგში მოცემულ ამუშავების M_{akat} მომენტს უზრუნველყოფს.

თუ გავყობთ (6) გამოსახულებას (7)-ზე და განვსაზღვრავთ R'_{2x} -ს, გვექნება

$$R'_{2x} = R'_2 \frac{S_{ma} - S_{m0}}{S_{m0}} \quad (8)$$

და თუ გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ [2]

$$R'_2 = \frac{S_n n_n}{1040.4 \cdot n_0} \frac{U_n^2}{P_n} \quad (9)$$

ადვილად გამოითვლება დამატებითი წინაღობის სიდიდე R'_{2x} (U_n – ძრავას ნომინალური ხაზური ძაბვა (ვ) და P_n – ძრავას ნომინალური სიმძლავრე, კვტ).

თუ მაქსიმალურ სრიალის მიმდინარე მნიშვნელობას აღვნიშნავთ S_{mk} -ით და წარმოვადგენთ

$$S_{mk} = \begin{cases} S_{m0} + (S_{ma} - S_{m0}) \frac{S - S_{m0}}{1 - S_{m0}}, & \text{როცა } S = 1 - S_{m0}; \\ S_{m0}, & \text{როცა } S = S_{m0} - 0, \end{cases} \quad (10)$$

გამოსახულებით, მივიღებთ კლოსის კორექტირებულ ფორმულას

$$M_k = \frac{2M_m S_{mk} S}{S_{mk}^2 + S^2} \quad (11)$$

ავილოთ კონკრეტული შემთხვევისათვის კლოსის კორექტირებული ფორმულით აგებული მექანიკური მახასიათებელი და შევადაროთ კლასიკურს, როდესაც: $M_n = 360.56$ მ; $S_{m0} = 0.0832$; $b_n = \frac{M_m}{M_n} = 2.2$; $M_m = b_n M_n = 2.2 \cdot 360.5 \approx 793$ მ; $m_a = \frac{M_{akat}}{M_n} = 2.1$; $M_{akat} = m_a \cdot M_n = 2.1 \cdot 360.5 \approx 757.6$ მ;

$$k_a = \frac{M_m}{M_{akat}} = \frac{b_n}{m_a} = \frac{2.2}{2.1} = 1.04762; \quad S_{ma} = k_a - \sqrt{k_a^2 - 1} =$$

$$= 1.04762 - \sqrt{1.04762^2 - 1} = 0.7354;$$

კლოსის ფორმულით - $M_{kl} = \frac{2M_m S_{m0}}{S_{m0}^2 + S^2} S = \frac{2 \cdot 793 \cdot 0.0832}{0.0832^2 + S^2} S;$

კლოსის კორექტირებული ფორმულით - $M_k = \frac{2M_m S_{mk}}{S_{mk}^2 + S^2} S = \frac{2 \cdot 793 \cdot S_{mk}}{S_{mk}^2 + S^2} S.$

მექანიკური მახასიათებლების ასაგებად გამოვიყენოთ დაპროგრამების სისტემა "MATLAB"-ი.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, კლოსის კორექტირებული ფორმულით აგებული მექანიკური მახასიათებლის

ამუშავების მომენტის მნიშვნელობა ზუსტად ემთხვევა კატალოგში მოცემულ ამუშავების მომენტს

$$M_{ak} = \frac{2M_m S_{ma}}{S_{ma}^2 + 1^2} \cdot 1 = \frac{2 \cdot 793 \cdot 0.7354}{0.7354^2 + 1^2} \cdot 1 \approx 757,$$

ხოლო კლოსის ფორმულით ამუშავების მომენტის მნიშვნელობა

$$M_{akl} = \frac{2M_m S_{m0}}{S_{m0}^2 + 1^2} \cdot 1 = \frac{2 \cdot 793 \cdot 0.0832}{0.0832^2 + 1^2} \cdot 1 \approx 131.$$

უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის, გავიანგარიშოთ კლოსისა და კლოსის კორექტირებული ფორმულებით მოკლედ შერთული როტორიანი ასინქრონული ძრავას ამუშავების დროის მნიშვნელობა უქმ სვლაზე [1]:

კლოსის ფორმულით

$$t = -\frac{Jw_0}{2M_m} \int_{S_1}^{S_2} \frac{S_{m0}^2 + S^2}{S_{m0} S} dS = -\frac{T_0}{2} \int_{S_1}^{S_2} \frac{S_{m0}^2 + S^2}{S_{m0} S} dS, \quad \text{ანუ}$$

$$\frac{2t}{T_0} = \Theta_{KL} = -\int_{S_1}^{S_2} \frac{S_{m0}^2 + S^2}{S_{m0} S} dS.$$

კლოსის კორექტირებული ფორმულით

$$t = -\frac{T_0}{2} \int_{S_1}^{S_2} \frac{S_{mk}^2 + S^2}{S_{mk} S} dS, \quad \text{ანუ}$$

$$\frac{2t}{T_0} = \Theta_k = -\int_{S_1}^{S_2} \frac{S_{mk}^2 + S^2}{S_{mk} S} dS.$$

ორივე ინტეგრალის ამოსნით მიიღება, რომ კლოსის ფორმულით გამოთვლილი ძრავას უქმ სვლაზე ამუშავების დროის ფარდობითი მნიშვნელობა დაახლოებით 3-ჯერ მეტია $\left(\frac{\Theta_{KL}}{\Theta_k} \approx 3\right)$, ვიდრე რეალური.

ლიტერატურა

1. Чиликин М.Г., Соколов М.М., Терехов В.М., Шинянский А.В. Основы автоматизированного электропривода. «Энергия», Москва, 1974 . 568 с.
2. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода. «Энергоиздат», Москва, 1981. 386 с.
3. Симоненко А. С. Электропривод. Часть 1 - лабораторный практикум для студентов специальности 110302 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства», - 2-е изданное, переработанное и дополненное. Кострома, 2008. 344 с.

ЦЕРЕТЕЛИ М.В., МАХАРАШВИЛИ Н.З.,
ОНИАНИ М.Ш.
КОРРЕКТИРОВАННАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА АСИНХРОННОГО
ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ
РОТОРОМ

TSERETELI M., MAKHARASHVILI N.,
ONIANI M.
ADJUST OF MECHANICAL OSCILLATION
OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR WITH
SQUIRREL-CAGE ROTOR

Рассмотрена отрицательная сторона так называемой формулы Кlossа, описывающая механическую характеристику асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Выявлен ее основной недостаток - несоответствие величины пускового момента двигателя вычисленного по формуле с данными каталога. Получена эмпирическая формула по которой более точно можно определить значение искомого параметра.

This manuscript discusses the pros and cons of the Kloss equation of mechanical oscillation of an asynchronous motor with squirrel-cage rotor. It points out that main disadvantage of the equation is a significant discrepancy between the value calculated from the formula and the value measured directly from the parameters provided by the catalog. The manuscript provides a simple empirical formula, which allows the calculations of the starting torque of the motor.

უპკ 658.265

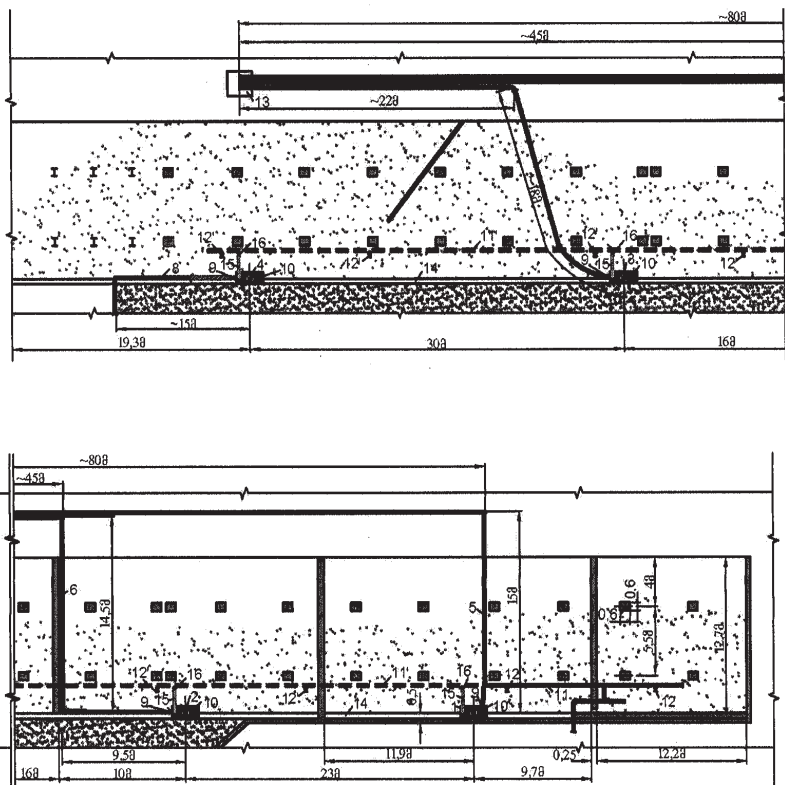
**ტაძე მ. მ., დოქტორი ვ. სილაგაძე, აკად. დოქტორი მ. ჯანაშია,
ს. სტარიაკოვა
სს „მადნეულის“ გაბრიკიანი ფაბრიკის სადრენაჟო უზრუნველყოფის
ვიმპარტი ტერიტორიის მხარე ნაღებებისაგან გამწვანდი ჰიდროპლი-
კური სქემის სრულყოფა**

ნაშრომში განალიზებულია სადრენაჟო უზრუნველყოფის მიმდებარე ტერიტორიის მხარე ნაღებების მომრეცხი და გადატუმბი მოწყობილობების განლაგების არსებული სქემა. გამოვლენილია მისი არაადაპტაციული ფუნქციონირების მიზეზები და დასახულია გაუმჯობესების გზები. კერძოდ, საკვალოების გამოყენებით დადგენილია ვერტიკალური ჩაყვინთული ПВП 160/20 ტიპის ტუმბო-აგრეგატების და მათი შესაბამისი გარე ქსელების ნორმალური მუშაობის უზრუნველყოფი ჰიდრონარევის ლიმიტირებული ხარჯი. განსაზღვრულია მხარე დალექილი მასალების მოსარეცხი მოწყობილობების განლაგების ადგილები და გაანგარიშებულია ნაცმის ოპტიმალური ზომები. დატუმბულია სადრენაჟო უზრუნველყოფაში ახალდალექილი მხარე მასალების (ძირითადად ფლოტაციის გამდიდრების კულების) შესამღვრევი მოწყობილობა და დადგენილია შემღვრევისათვის წყლის საჭირო ხარჯი. შემუშავებულია და რეკომენდებულია იატაკზე დალექილი მხარე მასალების მორეცხვისა და უზრუნველყოფაში მათი შემღვრევის პროცესების წარმოების სწორი ორგანიზება.

ფებისაკენ, გზად ანაგვიანებს მათ მიმდებარე ტერიტორიას და ამასთანავე ახდენს სადრენაჟო უზრუნველყოფის დალაშქვას (ამოვსებას). გარდა ამისა, მუშაობის ჩვეულებრივ პირობებში, მამდიდრებელი ფაბრიკის სამრეწველო ჩამდინარე წყლებს შეადგენს აგრეთვე შემკრებებიდან და ღარებიდან გადმონადენები, მოწყობილობებზე და იატაკზე დაცვნილი მშრალი მხარე მასალის მოსარეცხი და მთავარი სატუმბი დანადგარის უზრუნველყოფის გასარეცხი წყლები. აღნიშნული ნაკადების მიმართაც ხდება სადრენაჟო უზრუნველყოფისაკენ.

ფაბრიკის სადრენაჟო უზრუნველყოფისა და მხარე ნაღებების მომრეცხი და გადატუმბი მოწყობილობების განლაგების სქემა მოცემულია ნახაზზე 1. როგორც ნახაზიდან 1 ჩანს, სადრენაჟო უზრუნველყოფიდან ჩამდინარი მასების გადატუმბვა მთავარი სატუმბი დანადგარის უზრუნველყოფაში წარმოებს სამი ვერტიკალური ჩაყვინთული ПВП 160/20 ტიპის ტუმბოს საშუალებით, ხოლო ერთი, იგივე ტიპის ტუმბო ახდენს ჩანადენის გადატუმბვას ავარიული აუზისაკენ. აღნიშნული სქემის ანალიზმა და ადგილზე დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რომ მისი მუშაობა არაადაპტაციულია და საჭიროებს სრულყოფას. კერძოდ, მოცემულ (მხარე მასალით დალაშქვლ) ტერიტორიაზე არ არის მოწესრიგებული წყალმომარაგების ქსელის და მასთან მიერთებული მოსარეცხი მოწყობილობების რაციონალური განლაგება; სადრენაჟო უზრუნველყოფის მოცულობა და გაბარიტები არ შეესაბამება მოცემული ტუმბოს პასპორტით გათვალისწინებულ დაყენებისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს; უზრუნველყოფაში შესამღვრევი მოწყობილობების უქონლობის გამო გართულებულია მათში დალექილი მასალის (რომელიც შეიცავს საკმაო რაოდენობით მხარე ნაწილაკების მსხვილ ფრაქციებსაც) ჰიდროტრანსპორტირება; და ბოლოს, როგორც ჩვენს მიერ ტუმბოების მოცემულ გარე ქსელებზე რეჟიმების განსაზღვრისათვის ჩატარებულმა გაანგარიშებებმა და უშუალოდ დაკვირვებებმაც გვიჩვენა, არსებულ პირობებში ვერ ხდება ტუმბოების მიწოდების უზრუნველყოფა საჭირო რეჟიმული ხარჯებით [3, 4]. გაანგარიშე-

სს „მადნეულის“ ფაბრიკიდან ფლოტაციის გამდიდრების კულების შემცველი ჰიდრონარევის ტრანსპორტირება და მოლექვა კულებსაცავში ხდება ცენტრიდანული გრუნტის ტუმბოების საშუალებით [1, 2]. ექსპლუატაციის პერიოდში რიგ შემთხვევებში, წინასწარ გაუთვალისწინებელი მიზეზების გამო, წარმოებაში ადგილი აქვს ელექტროენერგიის მიწოდების მოულოდნელ შეწყვეტას, რაც იწვევს ფაბრიკის მუშა დანადგარების და მათ რიცხვში გრუნტის ტუმბოების გაჩერებასაც. ამის შედეგად გამდიდრების ციკლიდან მოდინებული და ნაწილობრივ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემიდან დაბრუნებული ჰიდრონარევენი გადმოიდვრება მთავარი უზრუნველყოფაში. ჰიდრონარევის ძირითადი ნაწილი ფაბრიკის იატაკზე დახრილი ღარების საშუალებით მიემართება ავარიული აუზისაკენ, ხოლო ნაწილი მოძრაობს რა სადრენაჟო უზრუნველ-



ნახ. 1.

ფაბრიკის სადრენაჟო ზუმპებისა და მყარი ნალექების მომრეცხი და გადატუმბი მოწყობილობების განლაგების სქემა: 1, 2, 3, 4 - №1, №2, №3 და №4 ვერტიკალური სატუმბი დანადგარები შესაბამისად; 5, 6, 7, 8 - №1, №2, №3 და №4 სატუმბი დანადგარების გარე ქსელები შესაბამისად; 9 - საკვალთები; 10 - სადრენაჟო ზუმპები; 11, 11' - წყალმომარაგების არსებული და რეკომენდებული სისტემა შესაბამისად; 12, 12' - არსებული და რეკომენდებული ონკანები შესაბამისად; 13 - მთავარი სატუმბი დანადგარის ზუმპი, 14 - სადრენაჟო არხი; 15 - რეზინის შლანგები;

ბით მიღებული ჰიდრონარევის ხარჯები შემდეგია:

- №1 როცა $D_{\text{გ}}=0,1$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=107$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის) ტუმბოსათვის, და $Q_{\text{რეჟ.}}=125$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად გლუვი მილისათვის); როცა $D_{\text{გ}}=0,125$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=160$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის).
- №2 როცა $D_{\text{გ}}=0,1$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=120$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის) ტუმბოსათვის, და $Q_{\text{რეჟ.}}=140$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად გლუვი მილისათვის); როცა $D_{\text{გ}}=0,125$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=180$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის).
- №3 როცა $D_{\text{გ}}=0,1$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=150$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის) ტუმბოსათვის, და $Q_{\text{რეჟ.}}=170$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად გლუვი მილისათვის); როცა $D_{\text{გ}}=0,125$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=210$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის).
- №4 როცა $D_{\text{გ}}=0,1$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}=220$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის) ტუმბოსათვის, და $Q_{\text{რეჟ.}}>220$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად გლუვი მილისათვის); როცა $D_{\text{გ}}=0,125$ მ, $Q_{\text{რეჟ.}}>>220$ მ³/სთ (ჰიდრავლიკურად მქისე მილისათვის).

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ოთხივე ტუმბოს დაუტვირთავი მუშაობის გამო ხდება მათი სწრაფად გამოსვლა მწყობრიდან.

სწორედ ზემოთ ჩამოთვლილმა არსებული სქემის უარყოფითმა მხარეებმა განაპირობა წინამდებარე სამუშაოს ჩატარება.

ჩვენს წინაშე მდგომი ამოცანების გადასაწყვეტად უპირველეს ყოვლისა გამოვედით იმ მოსაზრებიდან რომ, ვინაიდან მოცემული ტუმბოების ზემოთ აღნიშნული უმეტესი ხარჯებით უზრუნველყოფა ძალიან არაეკონომიური და ზოგ შემთხვევებშიც არამიზანშეწონილია (რადგან ნაწილობრივ №2 და №3, №4 ტუმბოებისათვის მუშა რეჟიმები სამრეწველო გამოყენების ზონის ზღვრულ მნიშვნელობაზე მეტია. ПВП 160/20 ტიპის ტუმბოსათვის სამრეწველო გამოყენების ზონის ზღვრული მწარმოებლობები კი შემდეგია $80 \text{ მ}^3/\text{სთ} \leq Q_{\text{ნომ.}} \leq 160 \text{ მ}^3/\text{სთ}$), ამიტომ შეიქნა საჭიროება იმისა, რომ ლიმიტირება გაგვეკეთებინა მოსარეცხად და შესამღვრევად გამოყენებული წყლის ხარჯებისათვის ისე, რომ ტუმბოების ნორმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად განკუთვნილი ჰიდრონარევის ჯამური ხარჯი არ ყოფილიყო $100 \text{ მ}^3/\text{სთ}$ -ზე მეტი $S=0,15$ ($\rho_{3,5}=1255 \text{ კგ/მ}^3$) ნამდვილი მოცულობითი კონცენტრაციის დროს. ამ მიზნით ტუმბოების დამჭირბნ მილსადენებზე გათვალისწინებული გვაქვს ლუღლოს ტიპის საკვალთები. საკვალთების გაღება-დაკეტვის სხვადასხვა მნიშვნელობებზე ($h/D_{\text{გ}}=1,0; 0,8;$

0,7; 0,6; 0,5; 0,4, სადაც h არის საკვალთის გაღების სიმაღლე მ-ში, ხოლო D_0 - მილის შიგა დიამეტრი, მ-ში). ტუმბოების გარე ქსელების გაანგარიშებამ [3, 5] და რეჟიმული წერტილების განსაზღვრამ გვიჩვენა, რომ ჰიდრონარევის ლიმიტირებული ხარჯის ($Q_{რეგ}=100$ მ³/სთ) მნიშვნელობა მიიღწევა საკვალთების $h/D_0=0,5; 0,4$ მნიშვნელობებს შორის შემთხვევებისათვის. მართალია ამ დროს ტუმბოების მუშაობის მ.კ.კ. შედარებით დაბალია $\eta = 0,54; \eta = 0,6$ -ის ნაცვლად, მაგრამ ანგარიშის გარეშეც ნათელია, რომ მოცემული ტუმბოების გამოყენების შემთხვევაში არსებულ პირობებში ეს მიდგომა ეკონომიკურად უფრო ხელსაყრელია.

როგორც ცნობილია, ფაბრიკაში ფლოტაციის გაძიდირების კუდების მოსაცილებელი სატუმბო სადგურის წყლით მომარაგების სისტემა უნდა ითვალისწინებდეს წყლის მისაწოდებელი ონკანების მოწყობასაც, რომლებზეც უნდა მოხდეს იატაკის მყარი ნალექისაგან მოსაწმენდი და სადრენაჟო არხების გასაწმენდი მოწყობილობების (ბრანდსპოიტების) მიერთება [6]. აღნიშნული მოთხოვნა არსებული სქემისათვის განხორციელებულია მხოლოდ №1 ტუმბოს სიახლოვეში (იხ. ნახ. 1, 11). ამიტომ საჭიროა წყლის მისაწოდებელი მილების 11' გაყვანა და მათზე №2, №3 და №4 ტუმბოების სიახლოვეში ონკანების 12' დაყენება, რომლებზეც მიუერთდება იატაკზე განლაგებული ნალექის მოსაწმენდი მოწყობილობები (შლანგები, ალჭურვილი ბოლოებში დამაგრებული ნაცმებით). გაანგარიშებული ნაცმი მოცემულია ნახაზზე 2.

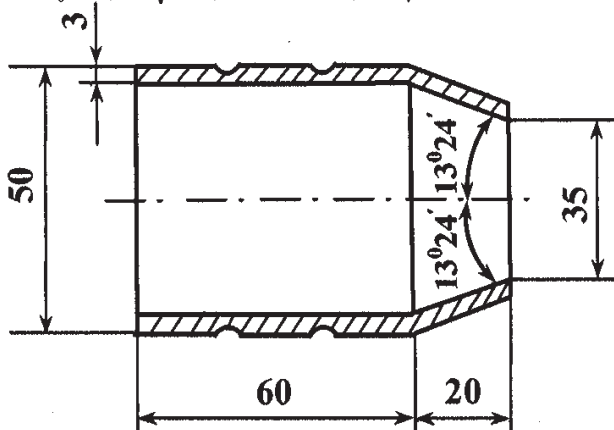
ნაცმის ჰიდრავლიკურ გაანგარიშებას ვახდენთ შემდეგნაირად [7]. ნაცმიდან ნაკადის გამოღინების სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით

$$V_0 = \varphi \sqrt{2gH_0}, \quad (1)$$

სადაც φ არის სიჩქარის კოეფიციენტი; მიიღება $\varphi=0,92 - 0,96$. ვიღებთ $\varphi=0,94$; g - სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²; $g = 9,81$ მ/წმ²; H_0 - ნაცმის წინ მუშა წნევა, მ წყ.სვ. ჩვენს შემთხვევაში $H_0 = 30 - 35$ მ წყ.სვ. ვიღებთ $H_0 = 35$ მ წყ.სვ.

მიღებული მნიშვნელობების შეტანით (1) ფორმულაში, გვექნება

$$V_0 = 0,94 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 35} = 24,8, \text{ მ/წმ.}$$



ნახ. 2. ნაცმი

ნაცმიდან გამოღინებული წყლის ხარჯი ტოლია:

$$Q_0 = \mu \omega_0 v_0, \text{ მ}^3/\text{წმ}, \text{ ან } Q_0 = \mu \cdot 0,785 d_0^2 v_0, \text{ მ}^3/\text{წმ}. \quad (2)$$

სადაც $\omega_0 = \frac{\pi d_0^2}{4}$ არის ნაცმის განივკვეთის ფართობი, მ²;

d_0 - ნაცმის გამოსასვლელის დიამეტრი, მ; μ - ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც აიღება ცხრილის მიხედვით [7]. ვიღებთ $\alpha=13^\circ 24'$ -ის მნიშვნელობის დროს $\mu=0,945$, რადგანაც α -ს ამ მნიშვნელობის დროს არის ნაცმში ყველაზე მცირე ჰიდრავლიკური დანაკარგები. შერჩეული მნიშვნელობების შეტანით (2) ფორმულაში მივიღებთ:

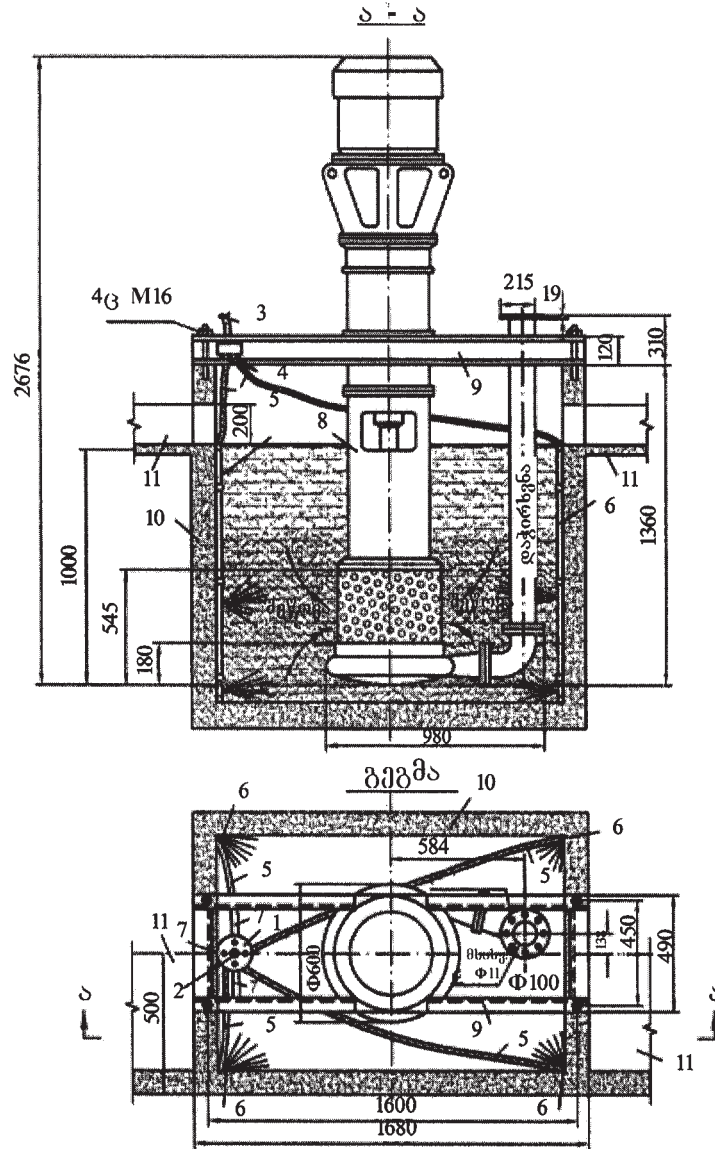
$$Q_0 = 0,945 \cdot 0,000962 \cdot 24,8 = 0,0224 \text{ მ}^3/\text{წმ} = 80,6 \text{ მ}^3/\text{სთ}.$$

ვინაიდან სადრენაჟო ზუმპების სიახლოვეში ბეტონის იატაკზე ახლად დალამული ფლოტაციის ნარჩენები (კუდები) მორეცხვის თვალსაზრისით მიეკუთვნება მეტად ადვილად მოსარეცხ მასალებს, ამიტომ სპეციალურ გაანგარიშებებს მათი მორეცხვის შესაძლებლობაზე აღარ ვატარებთ.

მყარი მასალისაგან (ძირითადად ფლოტაციის გაძიდირების კუდები) ამოვსებულ სადრენაჟო ზუმპებში მოთავსებულ ტუმბოების ნორმალური მუშაობის უზრუნველსაყოფად (უძმაგრესად გაშვების მომენტში შეწოვაზე) საჭირო შეიქნა დანალექის შესამღვრევი მოწყობილობის გამოყენება. სადრენაჟო ზუმპებში ჩვენს მიერ დამუშავებული ახალ დალექილი მყარი მასალების შესამღვრევი მოწყობილობის დადგმის სქემა ტუმბოსთან ერთად მოცემულია ნახაზზე 3, ხოლო მისი კონსტრუქციული დამუშავება მოცემულია სამუშაოში [3]. ნახაზის 3 მიხედვით აღნიშნული მოწყობილობა შედგება წყლის მანაწილელისაგან 1, რომელიც დამჭერებით 7 მიმაგრებულია ტუმბოს ჩარჩოზე 9. მანაწილებელი ზედა მხრიდან დადულეული შტუცერის 2 და შლანგის 3 საშუალებით მიერთებულია წყლის მაგისტრალზე დაყენებულ ონკანთან, ხოლო ქვედა მხარეზე მიდულეული შტუცერების 4 და შლანგების 5 დახმარებით უერთდება მილს 6, რომელიც სადრენაჟო ზუმპების კუთხეებშია ჩამაგრებული და შეიცავს $\Phi 4$ მმ - ის ნახვრეტებს (თითო მილს აქვს 6 ნახვრეტი) მყარი ნალექების შემღვრვისათვის. ამ მილების ბოლოები, რომლებიც იდება ზუმპების ძირებზე, დახურულია სახშოებით. მოცემული მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: წყლის მაგისტრალიდან გარკვეული დაწნევის წყალი (ჩვენს შემთხვევაში 35 მ წყ.სვ.) შლანგის 3, შტუცერის 2, წყლის მანაწილელის 1, მასთან მიდულეული შტუცერების 4 და მათზე მიმაგრებული შლანგების 5 დახმარებით მიედინება მილებისაკენ 6. მილებზე არსებული ნახვრეტებიდან გამოღინებული წყალი ახდენს ზუმპებში არსებული დალექილი მყარი მასალის შემღვრვას და ამით აადვილებს მათ შეწოვას და გადატუმბვას.

შესამღვრევიად გამოყენებული, თხელ კედელში არსებული სვრეტიდან თავისუფალი ჩაყვინთული ჭავლის გამოღინების ხარჯი იანგარიშება ფორმულით [8]

$$Q_1 = \mu_1 \cdot \omega_1 \sqrt{2gH_1}, \quad (3)$$



ნახ. 3.

ტუმბო ПВП 160/20-ის და ზუმპფში დაღეილი კულების შესამღვრევი მოწყობილობის დაყენების სქემა: 1 - წყლის მანაწილებელი; 2 - შტუცერი; 3 - წყლის მაგისტრალთან მისაერთებელი შლანგი; 4 - შტუცერები; 5 - ზუმპფის კუთხეებში ჩამაგრებულ ნალექის შესამღვრევი მილებთან მისაერთებელი შლანგები; 6 - ნალექის შესამღვრევი ნახვრეტებით აღჭურვილი მილები; 7 - წყლის მანაწილებლის დამჭერები; 8 - ვერტიკალური სატუმბი დანადგარი; 9 - ტუმბოს დასადგმელი ჩარჩო; 10 - სადრენაჟო ზუმპფი; 11 - სადრენაჟო არხი

სადაც $\mu=0,62$ არის ხარჯის კოეფიციენტი; ω_1 - ნახვრეტების განივკვეთის ფართობი, m^2 ; $H_1 = (H_0 - H_2)$ - სხვაობა სადრენაჟო ზუმპფში ჩამაგრებულ მილებში არსებულ და მილებზე განლაგებულ ნახვრეტებამდე ზუმპფის საკსე ზედაპირიდან სითხის (ჰიდრონარევის) დაწნევისა, m წყ.სვ. ვიღებთ $H_0=35$ m წყ.სვ. და $H_{2(საშ.)} \approx 1$ m წყ.სვ. ე.ი. $H_1=34$ m წყ.სვ. მიღებული მნიშვნელობების (3) ფორმულაში შეტანით გვექნება

$$Q_1 = 0,62 \cdot 0,0000125 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 34} = 0,0002, m^3/წმ = 0,72, m^3/სთ.$$

მაშასადამე, აღნიშნულ პირობებში ერთი $\Phi 4$ მმ - იანი ნახვრეტიდან გამოდინებული წყლის ხარჯია $0,72$ $m^3/სთ$, მაშინ ერთი მილიდან გამოსული ხარჯი იქნება

$0,72 \cdot 6 = 4,32$ $m^3/სთ$, ხოლო ოთხი მილიდან (ე.ი. მთლიანი სისტემიდან) - $4,32 \cdot 4 = 17,3$ $m^3/სთ$.

როგორც ზემოთ ჩატარებული ანგარიშების საფუძველზე ჩანს, ჩვენს მიერ დაშვებული პირობა, რომ ტუმბოს მიერ გადატუმბული ხარჯი არ უნდა აღემატებოდეს 100 $m^3/სთ$ -ს, დაცულია ე.ი. $80,6 + 17,3 = 97,9$ $m^3/სთ < 100$ $m^3/სთ$.

სადრენაჟო ზუმპფების მიმდებარე ტერიტორიებიდან მყარი ნალექების მორეცხვის და თვით მყარი მასალით ამოვსებული ზუმპფებიდან მათი და შემდგომ მასში ჩაღინებული მორეცხილი ნაკადების მოცილების პროცესი შეიძლება წარმოებულ იქნეს შემდეგი თანამიმდევრობით: მუშაობის დაწყებისას უპირველეს ყოვლისა გაიდება წყლის წნევიან მაგისტრალზე მიერთებული, როგორც მოხარეცხი, ისე შესამღვრევი მოწყობილობების ონკანები

და წყალი მიეწოდება პირველი სისტემის ნაცმს და მეორე სისტემის ნახვრეტებს. ამ დროს ჩაირთვება რა სატუმბი აგრეგატიც, შლანგით აღჭურვილი ნაცმიდან გამოსული ნაკადი მიემართება ზუმპფში არსებული მყარი მასალის ზედაპირზე ტუმბოს ირგვლივ, რათა მყარი დალექილი მასივის შიგნიდან შემღვრევისთან ერთად მოხდეს მისი ზედაპირიდან შემღვრევის, რაც შეათხელებს ტუმბოს მიერ შეწოვილი ჰიდრონარევის კონცენტრაციას და გააადვილებს მის ნორმალურ რეჟიმზე გაშვებას. ზუმპფში არსებული მყარი მასალის გარეცხვისა და გადატუმბვის შემდეგ ხდება ზუმპფის მარჯვნიდან ან მარცხნიდან სადრენაჟო არხებისა და იატაკის მორეცხვა. მორეცხილი მყარი ნალექი წყლის და არხების საშუალებით თვითინებით ჩაედინება ზუმპფში, საიდანაც შესამღვრევი სისტემიდან მიწოდებული წყლის დამატებით განუწყვეტილად გადაიტუმბება დანიშნულებისამებრ. მუშაობის ბოლოს, როცა დამთავრდება მოცემული ტუმბოსათვის გათვალისწინებული იატაკის ტერიტორიის და არხების მორეცხვა, შლანგი აღჭურვილი ნაცმით ისევ მიემართება სადრენაჟო ზუმპფში, რათა მოხდეს მასში ჩასული მყარი მასალის რაც შეიძლება სრული მოცილება. როდესაც ზუმპფში წყლის დონე მიაღწევს 180 მმ-ს ტუმბოს ძირიდან (იხ. ნახ. 3) უნდა მოხდეს ტუმბოს გამორთვა. მოსალოდნელია ზუმპფში არაგაბარებული მყარი ნაწილაკების და სხვა მინარევების დარჩენა, რომლებიც მუშაობის დამთავრებისთანავე ხელით უნდა ამოიწმინდოს.

იმის გამო, რომ წყალმომარაგების სისტემიდან ზემოთ აღნიშნული სამუშაოების საწარმოებლად ამჟამად მიეწოდება მხოლოდ $Q = 60$ მ³/სთ წყალი და სამომავლოდ გათვალისწინებულია $Q = 150$ მ³/სთ წლის მიწოდება, გათვალისწინებული უნდა იყოს ტუმბოების (№1, 2, 3, 4) არაერთდროული მუშაობა ადგილზე მოსახერხებელი თანმიმდევრობის დაცვით. დასასრულს საჭიროა აღინიშნოს აგრეთვე ის, რომ შეიძლება ფაბრიკაში მოცემულ უბანზე ჰიდრონარევის გადასატუმბად გამოყენ-

ებული ყოფილიყო შედარებით ნაკლები მწარმოებლურობის (თითქმის იგივე დაწნევის) სატუმბი აგრეგატები, ან ექვეტორები, რაც ეკონომიკურად უფრო გამართლებული იქნებოდა.

ლიტერატურა

1. Выбор оптимальных параметров гидротранспортирования хвостов обогащения медных, баритовых и баритополиметаллических руд Маднеульского месторождения и разработка мероприятий по повышению надежности гидротранспортных систем. Отчет ИГМ АН ГССР. Тбилиси, 1980. 99 с.
2. სს „მადნეულის“ გამდიდრების კულების სატრანსპორტო, შებენიერი წყლისა და წყალმომარაგების სისტემების ტექნიკური გადაიარაღების საკითხებზე საკონსულტაციო და საექსპერტო მომსახურება. ეტაპი 1. მადნეის გადაშენების მოცულობის გაზრდასთან დაკავშირებით კულების ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ჰიდრავლიკური ანალიზი; ეტაპი 3. კულების სატრანსპორტო მილსადენების გამწმენდი მოწყობილობის დამუშავება. სახელმეკრულებო თემის ანგარიში. გ. წულუკიძის საბითონსტიტუტი. თბილისი, 2008. 127 გვ.
3. შექმნა რე ჰიდროსატრანსპორტო სისტემის ჰიდრავლიკური დარტყმებისაგან დაცვის ღონისძიებების, ფაბრიკაში ზუმპფების მიმდებარე ტერიტორიის მყარი ნალექებისაგან გამწმენდი ჰიდრავლიკური სქემის და კარიერის წყლების სატრანსპორტო სისტემის საიმედოობის ასამაღლებელი რეკომენდაციების შემუშავება. სამეცნიერო-ტექნიკური თემის დასკვნითი ანგარიში. საბითონსტიტუტი. თბილისი-მადნეული, 1992. 55 გვ.
4. Инструкция по гидравлическому расчету напорного гидротранспорта грунтов (59-72). ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, Ленинград, 1972. 32 с.
5. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Госэнергоиздат, Москва, Ленинград, 1960. 464 с.
6. Евдокимов П.Д., Сазонов Г.Т. Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик. Недра, Москва. 1978. 489 с.
7. Зелепукин Н.П., Равинский Л.М., Харин А.И. Справочник гидромеханизатора. «Будивельник», Киев, 1969. 226 с.
8. Рабинович Е.З. Гидравлика. Москва, Недра. 1980. 278 с.

SILAGADZE V., JANGIDZE M., STERYAKOVA S.

IMPROVED HYDRAULIC CIRCUIT CLEANING FROM SOLID RESIDUES ADJACENT TO THE DRAINAGE SUMP AREA DRESSING PLANT JSC "MADNEULI"

The paper analyzed the existing layout of equipment for pumping and erosion of solid residues from the territory adjacent to the drainage sump concentrator. The causes of its unsatisfactory performance and ways to improve. In particular, with a limited flow valves installed vertical submersible pumps PVP 160/20, ensuring normal operation of pumping units and associated external network. The optimal placement of devices erosion of solid precipitation and the size of the nozzle. A device for the resuspension of sediments deposited in drainage sumps and set the desired water flow for resuspension. It develops and recommends the proper organization conducting the erosion deposited on the floor of solids and turbidity in the sump.

СИЛАГАДЗЕ В.А., ДЖАНГИДЗЕ М.В., СТЕРЯКОВА С.И.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ОТ ТВЕРДЫХ ОСАДКОВ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К ДРЕНАЖНЫМ ЗУМПФАМ ТЕРРИТОРИИ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АО «МАДНЕУЛИ»

В работе проанализирована существующая схема расположения оборудования по размыву и перекачке твердых осадков с территории, прилегающей к дренажным зумпфам обогатительной фабрики. Выявлены причины ее неудовлетворительного функционирования и намечены пути улучшения. В частности, с использованием задвижек установлен лимитированный расход вертикальных погружных насосов ПВП 160/20, обеспечивающий нормальную работу насосных агрегатов и соответствующей внешней сети. Определены оптимальные места размещения устройств размыва твердых осадков и размеры сопла. Разработано устройство для взмучивания осевших осадков в дренажных зумпфах и установлен требуемый для взмучивания расход воды. Разработана и рекомендована правильная организация ведения размыва осевших на полу твердых материалов и взмучивания в зумпфах.

**ტაძე. ვიცე. დოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე,
აკად. დოქტორი ნ. ხუნდაძე, დოქტორანტი ვ. ბელაშვილი**
**მაგისტრალურ მილსადენებში ტრანსპორტირებული ნედლი ნავთობ-
ბის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ტრანსპორტირების გარემოსა-
გან დამოკიდებულებით ცვალებადობის კვლევა სისტემის ტექნიკურ-
ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე და ექსპლუატაციის საიმედოობაზე
მათი გავლენის მიზნით**

სტატიაში განხილულია მაგისტრალურ მილსადენებში ტრანსპორტირებული ნედლი ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების (სიბლანტის, სიმკვრივის) ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან, რადგან მათ შეუძლიათ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინონ მაგისტრალური ნავთობსადენის ოპტიმალური ტრასის შერჩევაზე; მილსადენის ჰიდრაულიკურ და სიმტკიცეზე გაანგარიშებაზე; მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობის განსაზღვრაზე; მათი მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ განთავსებაზე და მუშაობის რეჟიმის განსაზღვრაზე, რაც თავის მხრივ მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მაგისტრალური ნავთობსადენის სისტემის ექსპლუატაციის საიმედოობაზე და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

მაგისტრალური ნავთობსადენების სისტემების დაპროექტებისას აუცილებელია მათი ჰიდრაულიკური გაანგარიშება, რომელიც მოიცავს მილსადენი მაგისტრალის სიმტკიცეზე გაანგარიშებასაც. ამისათვის საჭიროა შემდეგი მონაცემების ცოდნა: ნავთობსადენის გეომეტრიული ზომები და გამტარუნარიანობა; ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, კერძოდ, მისი სიბლანტისა და სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტრანსპორტირების გარემოს ტემპერატურისაგან; ნავთობის ტრანსპორტირების ჰიდროდინამიკური პარამეტრები; ნავთობსადენი მაგისტრალის სიგრძე და ტრასის პროფილი; გრუნტის ტემპერატურა იმ სიღრმეზე, რა სიღრმეზეც არის მაგისტრალური მილსადენი მიწაში ჩაფლული (რა თქმა უნდა, თუ მილსადენი ჩაფლულია გრუნტის სიღ-

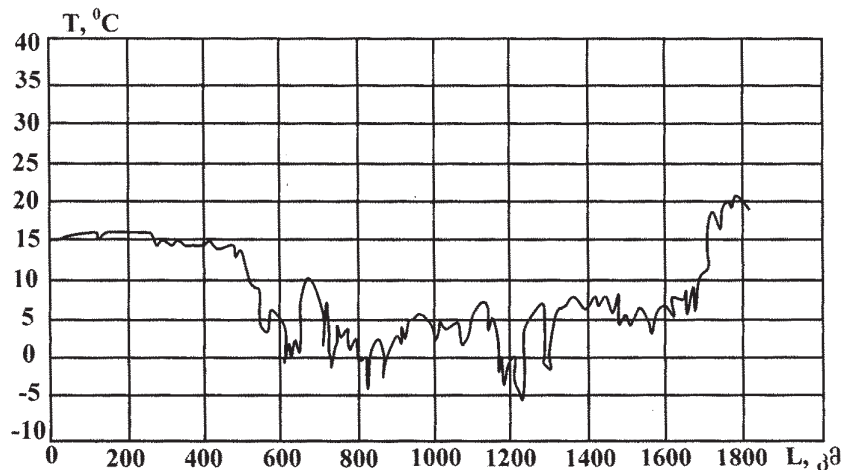
რმეში, და, როგორც წესი, ეს ასეც არის პრაქტიკაში).

ყველა ამ პარამეტრებს შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს მაგისტრალური ნავთობსადენის ოპტიმალური ტრასის შერჩევაზე; მილსადენის ჰიდრაულიკურ და სიმტკიცეზე გაანგარიშებაზე; ტუმბოების რაოდენობის განსაზღვრაზე, მათი მილსადენის ტრასის გასწვრივ განთავსებაზე და მუშაობის რეჟიმის განსაზღვრაზე, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მაგისტრალური ნავთობსადენი სისტემის საიმედოობაზე და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩამოთვლილი პარამეტრების გაანგარიშების რაციონალური მეთოდების და მუშაებას, მათი ოპტიმალური მნიშვნელობების კვლევას და დადგენას, გავლენის ანალიზს, დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია.

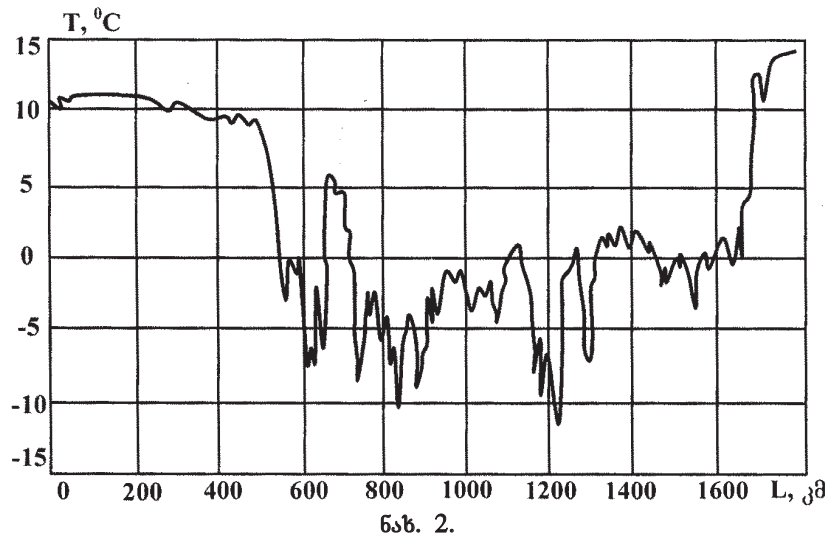
ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვალებადობა ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით

მაგისტრალური ნავთობსადენების სიგრძე უმეტეს შემთხვევაში რამდენიმე ასეულ და ზოგჯერ ათასეულ კილომეტრს აღწევს. ამდენად მათი ცალკეული უბანი ხშირად მნიშვნელოვნად განსხვავებულ კლიმატურ, გეოგრაფიულ და ტექნიკურ პირობებში გადის. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მაგისტრალური ნავთობსადენები, როგორც წესი, მიწის (გრუნტის) ქვეშ არიან განლაგებული. ტემპერატურის ცვალებადობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მილსადენში ნავთობის ტრანსპორტირების (მიწოდების) რეჟიმზე. გავლენას ახდენს როგორც ატ-



ნახ. 1.

ატმოსფეროს ტემპერატურის ცვალებადობა ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენების ტრასის პროფილის გასწვრივ



ნახ. 2. გრუნტის ტემპერატურის ცვალებადობა ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენის ტრასის პროფილის გასწვრივ

მოსფეროს, ასევე გრუნტის ტემპერატურა, რადგან თვით გრუნტის ტემპერატურა თავისთავად დამოკიდებულია ატმოსფეროს ტემპერატურაზე.

ატმოსფეროსა და გრუნტის ტემპერატურების ცვალებადობა მნიშვნელოვან ფარგლებში ნათლად ჩანს ნახაზებიდან 1 და 2, რომლებზეც მოცემულია ატმოსფეროსა და გრუნტის ტემპერატურებსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის მრუდები ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენის ტრასის პროფილის გასწვრივ.

ამ ნახაზებიდან ნათლად ჩანს, რომ საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის დიაპაზონი საკმაოდ მნიშვნელოვანია. ამდენად ეს ფაქტორი აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მაგისტრალურ ნავთობსადენების გაანგარიშებისა და დაპროექტებისას, რადგან იგი ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკურ პარამეტრებზე.

ნავთობის სიმკვრივე და სიბლანტე განისაზღვრება ლაბორატორიული ანალიზის შედეგად. სიმკვრივეს, როგორც წესი, განსაზღვრავენ 293 °K ტემპერატურაზე, რაც შესაბამისია 20 °C -ისა.

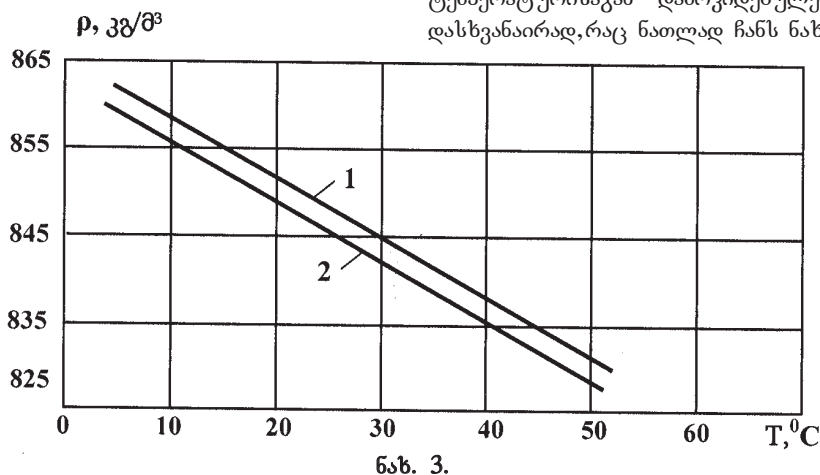
თუ საჭიროა ამ პარამეტრის სხვა ტემპერატურაზე განსაზღვრა, ამას ახდენენ ემპირიული დამოკიდებულებით [1, 2]

$$\rho_{\theta} = \rho_{\theta} - \xi_{\theta} (T - 293), \quad (1)$$

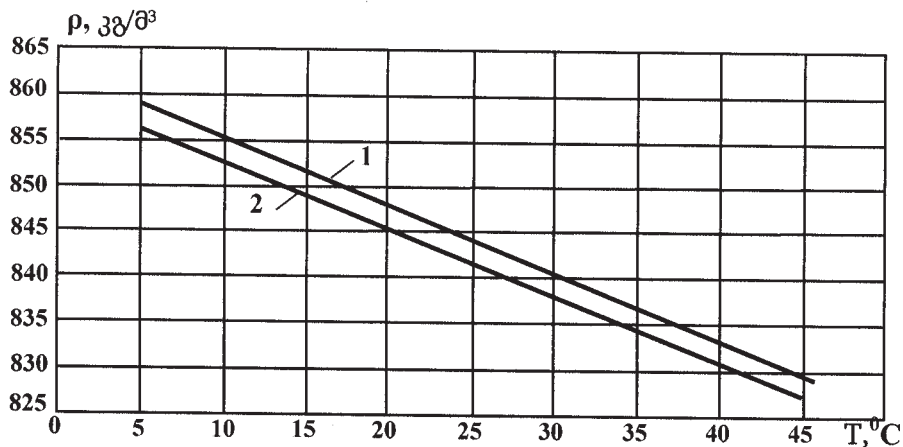
სადაც ρ_{θ} – ნავთობის სიმკვრივე 293 °K ტემპერატურაზე, კგ/მ³; ξ_{θ} – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შესწორებას ტემპერატურის მიხედვით, რომლის განსაზღვრისათვის არსებობს ემპირიული ფორმულები, რომელთაგან უმეტეს შემთხვევაში უპირატესობას ანიჭებენ დამოკიდებულებას

$$\xi_{\theta} = 1,825 - 0,00131\rho_{\theta}. \quad (2)$$

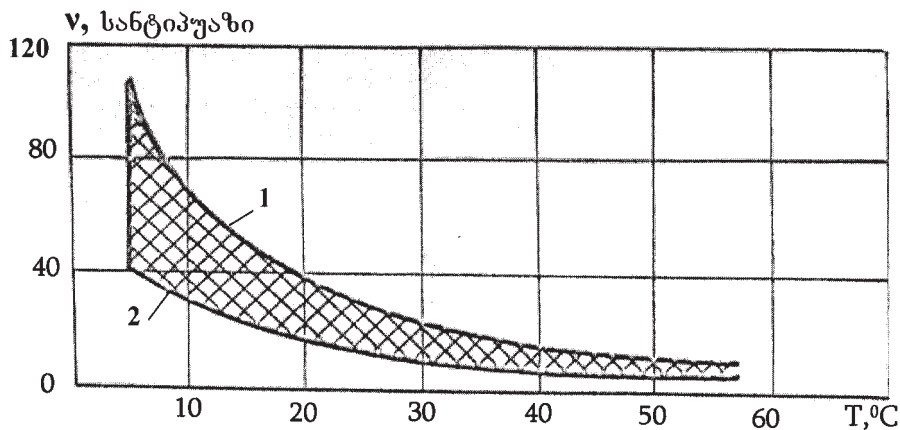
ცნობილია, რომ სხვადასხვა საბადოს ნედლი ნავთობები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რადგან ისინი ერთგვაროვანი არ არიან და სხვადასხვა პროცენტული რაოდენობით შეიცავენ სხვადასხვა მინარეგებს, მაგალითად: პარაფინს, წყალს, გოგირდწყალბადს, ზოგიერთი მეტალის მინარეგებს და ა.შ. ცხადია, მათი სიმკვრივე და სიბლანტე ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით იცვლება სხვადასხვანაირად, რაც ნათლად ჩანს ნახაზებზე 3 და 4 მოცე-



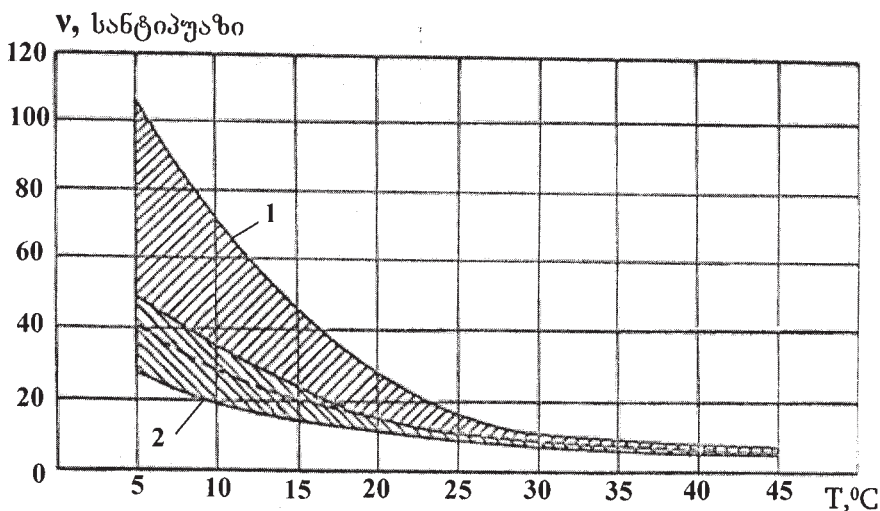
ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის (აზერბაიჯანი) საბადოს ნავთობის ნარევი; 2 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი



ნახ. 4 . ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი; 2 - კასპიის (აზერის, გიუნეშლის და თენგიზის) საბადოების ნავთობების ნარევი



ნახ. 5 . ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის საბადოს ნავთობის ნარევი; 2 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი



ნახ. 6 . ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი; 2 - კასპიის საბადოს ნავთობის ნარევი

მული გრაფიკებიდან. ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობა ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით ერთნაირია - კანონზომიერება წრფივია, ხოლო რაოდენობრივი ცვალებადობა სხვადასხვაგვარია. ნავთობის სიბლანტის განსაზღვრისათვის უმეტესწილად სარგებლობენ ცნობარებში და ლიტერატურულ წყაროებში [1-3]

მოცემული გრაფიკებით. თუ ასეთი გრაფიკები არა გვაქვს, მაშინ ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ν_{δ} -ის მნიშვნელობა შეიძლება განაზღვრული იქნეს ფორმულით

$$\nu_{\delta} = \nu_{\epsilon} \exp[-A_{\nu}(T_{\epsilon} - T_{\delta})], \quad (3)$$

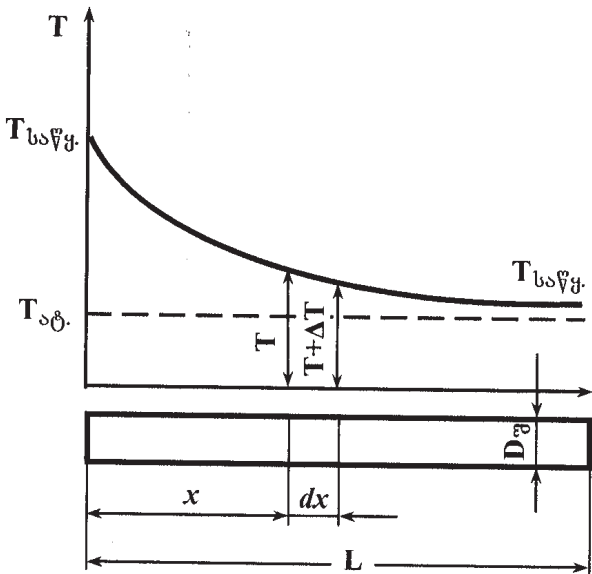
სადაც v_6 - ნავთობის სიბლანტე T_6 ტემპერატურის დროს, სანტიპუჯი; A_6 - ვისკოზოგრამის დახრილობის მაჩვენებელი, მისი განსაზღვრისათვის v_6 და T_6 (შესაბამისად ნავთობის ბუნებრივი სიბლანტე და ტემპერატურა) მნიშვნელობის გარდა საკმარისია სიბლანტის მნიშვნელობის ცოდნა ერთ რომელიმე სხვა ტემპერატურაზე, რომელიც განსაზღვრულია ვისკოზიმეტრის საშუალებით.

ნახაზებზე 5 და 6 მოცემულია ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის კანონზომიერებები ტემპერატურის ცვალებადობისაგან დამოკიდებულებები იგივე საბადოების ნავთობებისათვის, რაც ნახაზებზე 3 და 4 არის განხილული.

ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის კანონზომიერება ტემპერატურისგან დამოკიდებულებით უფრო რთულია და იგი დაახლოებით კვადრატული პარაბოლის სახისაა.

მაგისტრალური ნავთობსადენის სითბური რეჟიმი

მაგისტრალური ნავთობსადენების სითბური რეჟიმის გაანგარიშების მთავარი მიზანია განისაზღვროს ტემპერატურის განაწილება (ცვალებადობა) მაგისტრალის გასწვრივ და მისი შესაბამისი დანაკარგები, რადგან მასზეა დამოკიდებული მაგისტრალური მილსადენის პრაქტიკულად ყველა ძირითადი პარამეტრის მნიშვნელობები: მილსადენი მაგისტრალის გამტარუნარიანობა, ანუ ტრანსპორტირებული ნავთობის რაოდენობა (ხარჯი); სატუმბი სადგურების რაოდენობა და მათი მაგისტრალის გასწვრივ განთავსების ადგილი; მილსადენის სიმტკიცე; თბოიზოლაციის სახეობა და მისი საფარის სისქე, ანუ პრაქტიკულად მთელი სისტემის საიმედოობა. ნავთობსადენის სითბურ გაანგარიშებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება თუ მილსადენებით ხდება შემთხვევით ან ცხელი ნავთობის ტრანსპორტირება. ასეთ შემთხვევაში, ხშირად ნავთობსადენის სითბური რეჟიმის არასწორად გაანგარიშებისა და წარმართვის შემთხვევაში, მილსადენ



ნახ. 7. მაგისტრალური ნავთობსადენის სითბური გაანგარიშების-მილსადენის სიგრძის გასწვრივ ტემპერატურის ვარდნილის (შემცირების) დიაგრამა

მაგისტრალში მოსალოდნელია არასტაციონარული რეჟიმის განვითარება არასასურველი თანმდევი შედეგებით.

ნავთობსადენების სითბური რეჟიმის გაანგარიშებისას აუცილებელია ვიცოდეთ: კლიმატური მონაცემები (გარემოს ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა; გრუნტის ტემპერატურა მილსადენის განთავსების სიღრმეზე და ბუნებრივ სითბურ რეჟიმზე, მზის რადიაციის დონე; თოვლის საფარის მოსალოდნელი სისქე), ნავთობის კუთრი თბოტევადობა, თბოგამტარობის კოეფიციენტი, მიწისქვეშ განთავსებული მილსადენი მაგისტრალის შიგა ზედაპირიდან გარემოსადმი თბოგადაცემის კოეფიციენტი, ნავთობისაგან მილსადენის შიგა ზედაპირისადმი თბოგადაცემის კოეფიციენტი [1-3].

ნახაზზე 7 მოცემულია მაგისტრალური ნავთობსადენების სითბური რეჟიმის გაანგარიშების გამარტივებული ხერხი (დიაგრამა).

თუ დაუშვებთ, რომ ნავთობსადენის საწყის კვეთში მიეწოდებოდა $T_{საწყ.}$ ტემპერატურაზე შემთხვევითი ნავთობი, მაშინ მილსადენი მაგისტრალის დასაწყისიდან გარკვეულ x მანძილზე, გარემოსთან თბოგაცვლის შედეგად, გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ იგი შემცირდება T ტემპერატურამდე. მისი განსაზღვრისათვის მილსადენ მაგისტრალში გამოვყოთ dx სიგრძის მონაკვეთი (უბანი) და განვიხილოთ მისი სითბური ბალანსი. თერმოგადაცემის ძირითადი კანონის თანახმად ამ მონაკვეთში მოთავსებული ნავთობის სითბოს დანაკარგი გამოითვლება დამოკიდებულებით

$$\Delta T = T - T_{აბ.} = 0,25\pi D_{ს}^2 dx, \tag{4}$$

სადაც $T_{აბ.}$ - გარემოს ტემპერატურა - ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა, $^{\circ}C$; $D_{ს}$ - ნავთობსადენის - მილსადენი მაგისტრალის შიგა დიამეტრი, მ.

ეს დანაკარგი (გარდნილი) პირდაპირპროპორციულია სითბოს გაცვლის ზედაპირისა და უკუპროპორციულია გარემოს თერმული წინაობისა. აქედან გამომდინარე, ის ტემპერატურა, რომელსაც მიიღებს $T_{აბ.}$ ტემპერატურის გარემო ნავთობსადენის განხილულ ელემენტარულ მონაკვეთში განთავსებულ ნავთობიდან ტოლი იქნება

$$dQ_1 = K_{სრ} \pi D_{ს} (T - T_{აბ.}) dx, \tag{5}$$

სადაც $K_{სრ}$ არის თბოგადაცემის კოეფიციენტი [4].

ნავთობის მიერ დაკარგული, ანუ გარემოსადმი გაცემული ტემპერატურის ნაწილი ტოლი იქნება

$$dQ_2 = -G_6 K_6 dT, \tag{6}$$

სადაც G_6 - მაგისტრალურ ნავთობსადენში ტრანსპორტირებული ნავთობის მასური ხარჯი (მიწოდება), კგ/წმ; K_6 - ემპირული კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობები აიღება შესაბამისი ცნობარებიდან.

კოეფიციენტის $K_{სრ}$ მნიშვნელობა შესაძლებელია გამოვლილი იქნეს ე. შუხოვის ფორმულით [4]

$$K_{სრ} = \frac{G_6 K_6}{\pi D_{ს} L_6} \ln \frac{T_{საწყ.} - T_{აბ.}}{T_6 - T_{აბ.}}, \tag{7}$$

სადაც L_6 - ნავთობსადენის (მილსადენი მაგისტრალის) სიგრძე, მ; T_6 - ნავთობსადენის ბოლოში ნავთობის ტემპ

პერატურა, $^{\circ}\text{C}$.

თუ ვუგულებელყოფთ სითბოს გამოყოფას სახუნზე, აგრეთვე კრისტალიზებული პარაფინის ნავთობში ფაზურ გადასვლას, მაშინ ენერჯის მუდმივობის კანონის თანახმად dQ_1 და dQ_2 ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს, ანუ

$$K_{სრ} \pi D_{გ} (T - T_{სტ}) dx = -G_{გ} K_{გ} dt. \quad (8)$$

ამ განტოლების უმნიშვნელო გარდაქმნისა და ინტეგრირების შემდეგ მივიღებთ

$$\frac{K_{სრ} \pi D_{გ}}{G_{გ} K_{გ}} x = \ln \frac{T_{სწვ} - T_{სტ}}{T_{გ} - T_{სტ}}, \quad (9)$$

$$T = T_{სტ} + (T_{სწვ} - T_{სტ}) \exp\left(-\frac{K_{სრ} \pi D_{გ}}{G_{გ} K_{გ}} x\right). \quad (10)$$

ფორმულით (10) გამოითვლება ნავთობის საბოლოო ტემპერატურა ნავთობსადენის (მილსადენი მაგისტრალის) ბოლოში, თუ მივიღებთ, რომ $x = L_{გ}$.

ამავე ფორმულის თანახმად მაგისტრალურ ნავთობსადენების შემთხვევაში (თუ თეორიულად დაუშვებთ რომ $x = L_{გ} \rightarrow \infty$) ნავთობის ტემპერატურა უახლოვდება გარემოს (ატმოსფეროს) ტემპერატურას, რომელიც გრუნტის ტემპერატურის ტოლია, თუ მილსადენი მაგისტრალი მიწის (გრუნტის) ქვეშ არის განთავსებული, ან ატმოსფეროს ტემპერატურის ტოლია, თუ იგი განთავსებულია მიწის ზემოთ. ამ ფორმულით საკმარის დიდი სიზუსტით შეიძლება მაგისტრალური ნავთობსადენის სითბური რეჟი-

მის გაანგარიშება, თუ ცნობილია მასში შემავალი ემპირიული კოეფიციენტების, განსაკუთრებით $K_{სრ}$, კოეფიციენტის ზუსტი მნიშვნელობები.

ზემოთ განხილული კვლევის შედეგები აუცილებელია მაგისტრალური ნავთობსადენების ჰიდრაულიკური გაანგარიშებისათვის, რადგან მხოლოდ მათი გათვალისწინებით შეიძლება ნავთობის შორ მანძილებზე ტრანსპორტირება ძირითადი პარამეტრების რაციონალური (ოპტიმალური) მნიშვნელობებით, რაც შესაძლებლობას იძლევა მიღწეული იქნეს ანალოგიური სისტემების მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და ექსპლუატაციის მაღალი საიმედოობა.

ლიტერატურა

1. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г., Юрин В.А., Яковлев Е.Н. Трубопроводный транспорт нефти и газа (второе издание, переработанное и дополненное). Недра, Москва, 1998. 368 с.
2. Агапки В.М., Кривошеин Б.А., Юфин В.А. Тепловой и гидравлический расчеты трубопроводов для нефти и нефтепродуктов. Недра, Москва, 1981. 368 с.
3. Справочник по проектированию магистральных трубопроводов (под редакцией А.К. Дерцакяна). Недра, Ленинградское отделение, Ленинград, 1977. 519 с.
4. Мирзаджанзаде А.Х., Галлямов А.К., Марон В.Г., Юфин В.А. Гидродинамика трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. Недра, Москва, 1984. 287 с.

MAKHARADZE L., KHUNDADZE N., GELASHVILI V.

RESEARCH OF CRUDE OIL PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERISTICS UNSTEADINESS IN MAIN PIPELINES DURING THE TRANSPORTING, WHILE DEPENDING ON NATURAL ENVIRONMENT TEMPERATURE, ON PURPOSE OF ITS IMPACT ON TECHNICAL-ECONOMICAL CHARACTERISTICS OF THE SYSTEM AND RELIABILITY OF EXPLOITATION

The article reviews the dependence of crude oil transported in main pipelines physical-mechanical characteristics (viscosity, density) unsteadiness on temperature, because it can significantly impact on choosing optimal route of pipeline; on calculation of pipeline hydraulic endurance; on defining the quantity of in-series pumps in the pipeline; on defining their location lengthwise the pipeline and working regime; which for its part considerably impacts on reliability of oil pipeline system exploitation and technical-economical characteristics.

МАХАРАДЗЕ Л.И., ХУНДАДЗЕ Н.Ш., ГЕЛАШВИЛИ В.Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРАНСПОРТИРОВАННЫХ ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ СЫРОЙ НЕФТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ С ЦЕЛЮ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И НАДЕЖНОСТЬ ЭТИХ СИСТЕМ

В статье рассматривается вопрос зависимости изменения физико-механических свойств (вязкости, плотности) сырой нефти транспортированных по магистральным трубопроводам в зависимости от температуры природных условий транспортирования, так как она может оказать серьезное влияние на выбор оптимальной трассы магистрального трубопровода; на гидравлический расчет трубопровода; на расчет на прочность; на выбор количества насосов, последовательно включенных в трубопроводной магистрали и их распределении вдоль трубопроводной магистрали; на режим их работы, так как все это, со своей стороны, в значительной степени влияет на технико-экономические показатели и надежность эксплуатации всей системы.

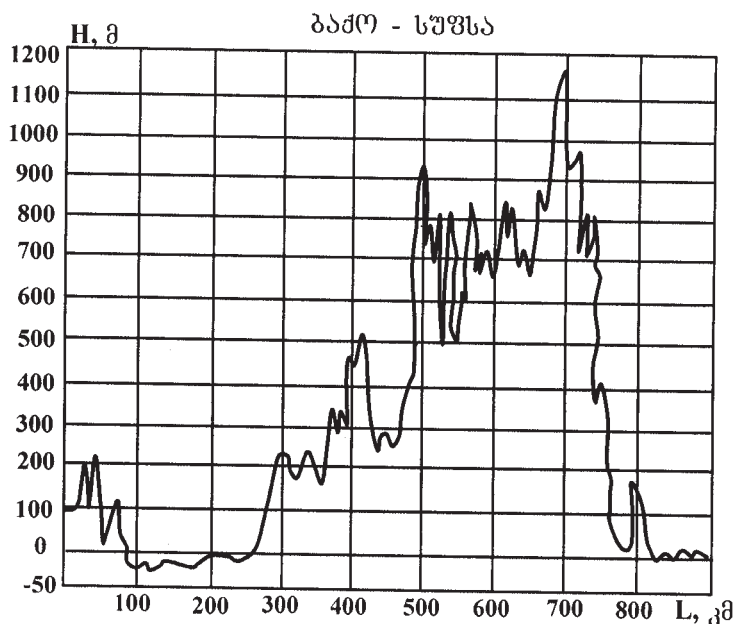
**ტაძნ. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი ლ. მახარაძე,
დოქტორანტი ვ. გალაშვილი, ს. სტირიაკოვა
მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების
ექსპლუატაციის საინჟინერო-სამშენებლო სისტემების ტერიტორიაზე
გამავალი არსებული სისტემების გამაღიშვა**

ნაშრომში საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენისა და ხაშური-ბათუმი მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენის მაგალითზე მოცემულია ანალოგიური სისტემების ექსპლუატაციის საინჟინერო-სამშენებლო სისტემების ანალიზი, რომელიც სამართლიანად შეიძლება იქნეს მიჩნეული ზოგადად ყველა ანალოგიური, პირველ რიგში საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემებისათვის. აღნიშნული სისტემები წარმოადგენენ საუბრუნებლო ობიექტებს, რომლებიც ძალზე რთულია როგორც გათვლების, ასევე დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის თვალსაზრისით. იგი ითვალისწინებს სისტემების აღჭურვილობის, ფუნქციონირების სქემის, კლიმატური და გეოგრაფიული პირობების გავლენას ექსპლუატაციის საინჟინერო-სამშენებლო სისტემების ანალიზზე.

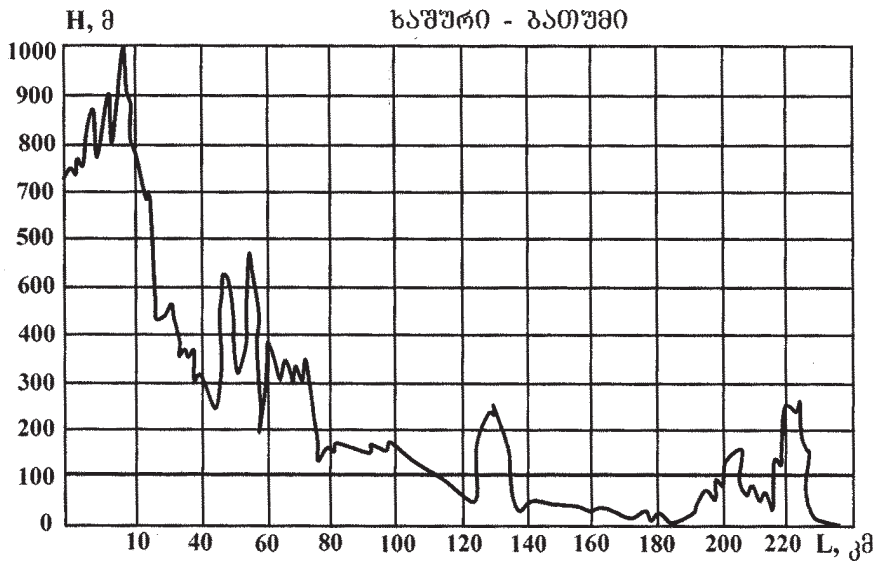
ტრადიციულად მოთხოვნა ენერგორესურსებზე და მათი მიწოდების შესაძლებლობა მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონის მიხედვით დღესდღეობით დაუბალანსებელი რჩება. ინდუსტრიულად განვითარებულ მრავალ ქვეყანას არ ყოფნის საკუთარი ენერგორესურსები, მაშინ როდესაც განვითარებად ქვეყნებს შეუძლია საკუთარ მოთხოვნებზე ბევრად ჭარბი ენერგორესურსების წარმოება. ეს დისბალანსი თანდათან რეგულირებადი და ორმხრივ სარგებლიანი გახდა ენერგორესურსებით საერთაშორისო ვაჭრობის შედეგად, როცა მათი ექსპორტის სანაცვლად განვითარებადი ქვეყნები მოწინავე ტექნოლოგიებსა და დამატებით უხვ სუბსიდიებს იღებენ ენერგორესურსებზე თავიანთი მოთხოვნების და საერთოდ ეკონომიკის განვითარებისათ-

ვის. აღნიშნულის ნათელი დადასტურებაა საქართველოს მაგალითი. ჩვენი ქვეყანა ახლო მომავალში შესაძლებელია გახდეს ნავთობის მსოფლიოს ერთ-ერთი სატრანზიტო ქვეყანა. ამის მიზეზი გახლავთ ის გარემოება, რომ პროვინციის თანახმად უახლოეს 25 წელიწადში ნავთობისა და ბუნებრივი აირის (გაზის) მსოფლიო მოხმარების დაახლოებით 25 %-ით შეიძლება კავკასიისა და მიმდებარე რეგიონში მოპოვებული თხევადი სათბობით იქნეს უზრუნველყოფილი. ძირითად პრობლემად მოპოვებული სათბობი რესურსების მსოფლიო ბაზარზე გარანტირებული მიწოდება რჩება, რის გადაჭრაშიც მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალ ენერგორესურსების კავკასიის სატრანსპორტო კორიდორს, რასაც აქტიური მხარდაჭერა აქვს როგორც რეგიონის, ისე დასავლეთის წამყვანი ინდუსტრიულად განვითარებული ქვეყნების მხრიდან. საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება ნავთობის მაგისტრალების შესარჩევად ბევრად იქნება დამოკიდებული ყველა დაინტერესებული მხარის ინტერესების დაბალანსებაზე.

ყველასათვის ცნობილია, რომ უკვე ექსპლუატაციაში შესულია რამდენიმე მაგისტრალური ნავთობსადენი, მათ შორის – ე.წ. დასავლეთის მარშრუტის ნავთობსადენი აზერბაიჯანიდან საქართველოს ტერიტორიაზე გავლით სუფსამდე და შემდეგ ხმელთაშუა ზღვის ბაზარზე და აზერბაიჯანიდან საქართველოსა და თურქეთის ტერიტორიაზე გავლით ხმელთაშუა ზღვის პორტ ჯეიჰანამდე. უკვე კარგა ხანია ფუნქციონირებს მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენი ხაშური-ბათუმი.



ნახ. 1 . ბაქო-სუფსის აზერბაიჯანის ადრეული ნავთობის მაგისტრალური ნავთობსადენის, ე.წ. დასავლეთის მარშრუტის მილსადენის ტრასის გრძივი პროფილი



ნახ. 2 . საშური-ბათუმის მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენის ტრასის გრძივი პროფილი

ახლო მომავალში მოსალოდნელია, რომ საქართველო საკუთარი ნავთობის ექსპორტიორიც გახდება. ამის რეალურ საფუძველს იძლევა ის გარემოება, რომ ქვეყნის ტერიტორიიდან ხმელეთის 26,5 ათასი კილომეტრი (მთლიანი ტერიტორიის 38 %) და საზღვაო შეღვის 9 ათასი კვადრატული კილომეტრი ნავთობისა და ბუნებრივი აირის ძებნა-ძიების პერსპექტიულ რაიონებს მიეკუთვნება. 1997 წლის მონაცემებით ნავთობის საპროგნოზო რესურსები ჩვენს ქვეყანაში 580 მლნ ტონას შეადგენს (380 მლნ ტონა ხმელეთზე, 200 მლნ ტონა შავი ზღვის აკვატორიაში) [1].

საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი ყველა ნავთობსადენი (გარდა იმ შემთხვევისა თუ შავი ზღვის აკვატორიაში დაიწყო ნავთობის მოპოვება) - არსებული და მომავალში აშენებული აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ (შავი ზღვისაკენ) არის და იქნება მიმართული. ამდენად ყველა ისინი წარმოადგენს საუღელტეხილო ნავთობსადენებს, რადგან გაივლიან სურამის უღელტეხილს (დასავლეთი მიმართულებით) და სამხრეთ საქართველოს მთიანეთს (სამხრეთი მიმართულებით). ასეთი ნავთობსადენები ძალზე რთულია როგორც გათვლების, ასევე დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის თვალსაზრისით. სწორედ აქედან გამომდინარე იქნა შერჩეული საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული როგორც მაგისტრალური ნავთობსადენი, ასევე მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენი, როგორც სახასიათო რეგიონის კლიმატური და გეოგრაფიული პირობებისათვის და საკმაოდ რთული ყოველგვარი განვარაღების, დაპროექტების და ექსპლუატაციისათვის.

წინამდებარე სტატიაში მოცემულია მაგისტრალური ნავთობსადენების (ბაქო-სუფსის აზერბაიჯანის ადრეული ნავთობსადენის, ე.წ. დასავლეთის მარშრუტის მილსადენის, რომლის ტრასის პროფილი მოცემულია ნახაზზე 1) და მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენის (საშური-ბათუმის ნავთობპროდუქტსადენის, რომლის ტრასის პროფილი მოცემულია ნახაზზე 2) ექსპლუატაციის საიმედოების ანალიზი, რომელიც სამართლიანად შეიძლება იქნეს მიჩნეული ზოგადად ყველა ანალიგიური, პირველ რიგში

საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი, სისტემებისათვის.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი ბაქო-სუფსის ადრეული ნავთობის მაგისტრალური ნავთობსადენი, ე.წ. დასავლეთის მარშრუტის მაგისტრალური მილსადენი (იხ. ნახ. 1) და საშური-ბათუმის მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენი (იხ. ნახ. 2) ძირითადად კასპიის, კერძოდ, აზერბაიჯანის საბადოების ტრანზიტისათვის არის გამოყენებული.

ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენი - ე.წ. დასავლეთის მარშრუტის მილსადენი

ამ ნავთობსადენის საერთო სიგრძეა 830 კმ. ნავთობსადენის მუშაობის დაგეგმილი დროა 330 დღე-ღამე წელიწადში, მაქსიმალური დღეღამური მიწოდებაა 115000 ბარელი, საშუალო წლიური მიწოდება - 5,1 მლნ ტონა. საპროექტო მაქსიმალური წნევა აზერბაიჯანისა და აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, სადაც მილსადენი მაგისტრალის კედლის სისქეა 7,5 მმ, 60 ბარია (დაახლოებით 6 მეგპა), დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, სადაც მილსადენი მაგისტრალის კედლის სისქეა 9 მმ - 72 ბარია (დაახლოებით 72 მეგპა) [1, 2].

ნავთობსადენს 6 საშუალო სატუმბო სადგური ემსახურება, თითოეულ სადგურზე 3 "Sulzer"-ის მარკის ცენტრიდანული, ხუთსაფეხურიანი ტუმბოა დამონტაჟებული. ნორმალურ პირობებში ყოველ სადგურში ექსპლუატაციაშია 2 პარალელურად ჩართული ტუმბო (მესამე თადარიგშია), რომელთა პარალელური მუშაობა ქსელზე უზრუნველყოფს 750-800 მ³/სთ მიწოდებას და დაახლოებით 40 ბარ (40 მეგპა) წნევის ნაზარდს. თითოეული ტუმბო აჭურვილია დაახლოებით 920 კვტ სიმძლავრის ამძრავით.

ნავთობსადენის საიმედო მუშაობის უზრუნველსაყოფად პროექტით გათვალისწინებულია ძირითადი ტექნოლოგიური მოწყობილობის საიმედო დარეზერვება.

სამი სატუმბო სადგური აზერბაიჯანის, სამი კი საქართველოს ტერიტორიაზეა განთავსებული, დასახლებუ-

ლი პუნქტების ახალი სამგორის (სს-11), მუხრანის (სს-13) და დიდი ფლევის (სს-15) მახლობლად. მანძილი მე-11 და მე-13 სატუმბ სადგურებს შორის დაახლოებით 76 კმ-ია, მე-13 და მე-15 სატუმბ სადგურებს შორის - 80 კმ, მე-15 სადგურიდან წნევის დამწვევ პირველ სადგურამდე (წდს - 1) - 40 კმ.

წნევის დამწვევი სადგურები, რომლებიც განლაგებულია დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, დასახლებულ პუნქტებთან მანძილი (წდს-1) და ქვედა საქარა (წდს-2), აღჭურვილია 1800 მ³ ტევადობის სამარაგო მოცულობებით.

ნავთობის სანიმუშო მასხასიათებლებია: სიმკვრივე 850 კგ/მ³, წყლის შემცველობა 0,04-0,1 %, სიბლანტე 13 °C ტემპერატურის დროს დაახლოებით 8 %.

ნავთობის ტრანსპორტირებისათვის გამოყენებულია 51X52 მარკის (API სტანდარტით) ფოლადისაგან დამზადებული მილები. ნავთობსადენი აღჭურვილია 50 მბლოკირებელი და 8 სასინჯი ურდულებით (სარქვლებით). ყველა სატუმბი და წნევის დამწვევი სადგური არჭურვილია მილსადენის შიგა ზედაპირის გაწმენდის გამწვეები და მიმღები მოწყობილობებით.

ნავთობსადენი სათავეს იღებს კასპიის ზღვის სანაპირო - სანგაჩალის (აზერბაიჯანი) ნავთობმიმღების ტერმინალიდან. გარემოსა და უსაფრთხოების დაცვის მიზნით, მილსადენი მაგისტრალი მთლიანად ჩაფლულია მიწაში (გრუნტში). მილსადენების იზოლაცია ხმელეთზე ნაღობი ეპოქსიდით, მდინარეების გადაკვეთაზე ბეტონით არის განხორციელებული. მილების მოხეტიალე დენებისაგან და კოროზიისაგან დასაცავად გამოყენებულია კათოდური დაცვის სისტემა.

ხაშური-ბათუმის მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსაღწევი

ეს ნავთობპროდუქტსაღწევი მოიცავს ხაშურის ნავთობპროდუქტების მიმღებ (სარკინიგზო ცისტერნებიდან) ტერმინალსა და სატუმბ სადგურს, წნევის დამწვევ სადგურებს არგვეთასა და ვანში, ბათუმის ნავთობპროდუქტების ტერმინალს. ნავთობპროდუქტსაღწევი გათვალისწინებული იყო და ფუნქციონირებდა მსუბუქი ნავთობპროდუქტების (დიზელის საწვავის, ნავთის, ბენზინის) მისაწოდებლად საპროექტო მოცულობით 6 მლნ ტ/წ.

ხაშურის ნავთობმიმღები ტერმინალი გათვლილია ერთდროულად 60 სარკინიგზო ვაგონცისტერნის მისაღებად. ტერმინალის საპროექტო გამტარუნარიანობა დღე-ღამეში 12000 ტ-ს შეადგენს. ცისტერნებიდან მღებელი პროდუქტი გაფილტვრის შემდეგ ტუმბოებით მიეწოდება რეზერვუარების პარკს, რომელიც შეიცავს 16 რეზერვუარს, თითოეულს 5000 მ³ ტევადობით.

რეზერვუარებიდან ნავთობპროდუქტი მიმტუმბი ტუმბოებით 14HDCH მიეწოდება კოლექტორს, რომელიც იკვებება 2 ძირითადი (მაგისტრალური) 14H12X2 მარკის ტუმბოთი. ნორმალურ რეჟიმში ფუნქციონირებს ერთი ტუმბო, მეორე კი რეზერვშია.

ნავთობპროდუქტსაღწევის საერთო სიგრძე 232 კმ-ია, მათ შორის 224 კმ დამონტაჟებულია 510 მმ დიამეტრის, ხოლო 8 კმ 377 მმ დიამეტრის ფოლადის მილებისაგან. ნავთობპროდუქტსაღწევი განლაგებულია როგორც მი-

წისქვეშ, ასევე ზედაპირზე, საჭირო გადასასვლელებით კვეთს რამდენიმე მდინარის კალაპოტს, აგრეთვე საავტომობილო და სარკინიგზო გზებს როგორც მიწისქვეშ, ასევე ზედაპირზე.

დასაშვებზე მაღალი წნეების განვითარების შემთხვევაში წნეების შესამცირებლად მაგისტრალის გასწვრივ 71-ე და 113-ე კილომეტრებზე არგვეთასა და ვანში მოწყობილია წნევის დამწვევი სადგურები 1000 მ³ ტევადობის სამარაგო რეზერვუარებით, აგრეთვე ჩამკეტ - მარეგულირებელი მოწყობილობებითა და მაღალი წნეების ტუმბოებით, ნავთობპროდუქტის მილსადენში დასაბრუნებლად.

ბათუმში ნავთობპროდუქტების მიღება ხდებოდა ცენტრალური გადამტვირთავი ნავთობბაზის 10 000 მ³ ტევადობის რეზერვუარებში, საიდანაც მიეწოდებოდა ტანკერებში ჩასატვირთად.

საუჩისი მონაცემები მაგისტრალური ნავთობსაღწევის და ნავთობპროდუქტსაღწევის მასალაშტაციის საიმედოობის ანალიზისათვის

მაგისტრალური (განსაკუთრებით მრავალსაფეხურიანი) ნავთობსადენები და ნავთობპროდუქტსაღწევი რთული ტექნიკური ობიექტებია (სისტემებია) და მათი საიმედოობა დამოკიდებულია როგორც შემადგენელი აღჭურვილობის საიმედოობაზე, ასევე ფუნქციონირების სქემაზე. როგორც ცნობილია, ტექნიკური სისტემა მუშაუნარიანად ითვლება, თუ ყველა შემადგენელი აღჭურვილობა და პარამეტრის მნიშვნელობა, რომელიც ასახავს სისტემის მიერ დანიშნულებით ფუნქციების შესრულებას, შეესაბამება ნორმატიულ-ტექნიკური და კონსტრუქციული დოკუმენტაციის მოთხოვნებს. თუ მთელი სისტემის ან მისი შემადგენელი ცალკეული ელემენტის არამუშაუნარიან მდგომარეობაში გადასვლა იწვევს მისი (მათი) მტყუნება.

ნავთობსადენების მტყუნება ვლინდება სხვადასხვანაირად. იგი დამოკიდებულია შემადგენელი აღჭურვილობის კომპლექტაციაზე და აგრეთვე მათი ფუნქციონირების სქემაზე. ასე მაგალითად, თუ ერთ მილსადენთან ნავთობსადენზე ნავთობის მიმწოდებელ ტუმბოებს არა აქვთ რეზერვი, სისტემის მტყუნებას აქვს ადგილი ყოველთვის, როდესაც მწყობრიდან გამოდის მისი ნებისმიერი შემადგენელი ელემენტი. მაგრამ რთულ ნავთობსადენებზე, სადაც მილსადენებს და ტუმბოებს აქვთ რეზერვი (მაგალითად, პარალელური ჩართვების გამოყენებით), ნაწილი ტუმბოებისა, თუ მილსადენების მტყუნება არ გამოიწვევს მთლიანად სისტემის მტყუნებას, თუ მუშაუნარიანი ელემენტებისგან შესაძლებელია უწყვეტი სატრანსპორტო სისტემის შექმნა.

მაგისტრალური ნავთობსადენებისათვის ძირითად განმსაზღვრელ პარამეტრებს მათი მწარმოებლობა წარმოადგენს. ამდენად ნავთობსადენის საიმედოობა გულისხმობს მის შესაძლებლობას ექსპლუატაციის მოცემულ პირობებში და დროის გარკვეულ მონაკვეთში განავითაროს ტრანსპორტირებული თხევადი მასის დაგეგმილი მიწოდება. ამასთან ექსპლუატაციის მოცემული პირობები ნიშნავს ჰიდრავლიკური პარამეტრების (მიწოდება, წნევა და სხვა) ნორმალურ, წინასწარ დაგეგმილ დონეზე შენარჩუნებას, არასტაციონალური რეჟიმების წარმოქმნის საშიშროების

თავიდან აცილებას, პროფილაქტიკური რეჟიმების რეგლამენტს და ა.შ. [3].

იმისათვის, რომ ნავთობსადენი იყოს მუშაუნარიანი მდგომარეობაში აუცილებელია არა მხოლოდ მუშაუნარიანი აღჭურვილობის არსებობა, არამედ უნდა არსებობდეს ჰიდრაულიკურად დაკავშირებული უწყვეტი ჯაჭვი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირება წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრებით.

მაშასადამე, ნავთობსადენების საიმედოობის განსაზღვრისათვის მხედველობაში მისაღება რეგორც მუშაუნარიანი აღჭურვილობის არსებობა, ასევე სისტემის შესაძლებლობა შეასრულოს მასზე დაკრებული ფუნქცია.

ვინაიდან ცალკეული ელემენტების მტყუნებებს შეუძლიათ გამოიწვიონ მიწოდების (ხარჯის) სხვადასხვა მოცულობით შემცირება, ნავთობსადენის საიმედოობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია განისაზღვროს მისი იმ მდგომარეობების ალბათობები, რომლებიც ხასიათდებიან მტყუნებული სხვადასხვა რაოდენობისა და სახის აღჭურვილობებით. ასეთი მიდგომა თავის მხრივ მოითხოვს შემადგენელი ელემენტების საიმედოობის მახასიათებლების განსაზღვრას.

ნავთობსადენი მტყუნებული აღჭურვილობების სახისა და რაოდენობების მიხედვით შეიძლება იმყოფებოდეს სხვადასხვა მდგომარეობაში. ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა ხორციელდება აღჭურვილობათა მტყუნებისა და აღდგენების ნაკადების ზემოქმედებით.

სხვადასხვა ავტორების მიერ შესრულებული გამოკვლევების შედეგების ანალიზის შედეგად შეიძლება გაკეთებული იქნეს დასკვნა, რომ ნავთობსადენების ძირითადი აღჭურვილობისათვის მტყუნებათა და აღდგენათა ნაკადები წარმოადგენენ უმარტივეს ნაკადებს, ე.ი. ისინი ხასიათდებიან ორდინალურობით შემდეგი ქმედების გარეშე და სტაციონარულობის თვისებებით. ამდენად $x(t)$ შემთხვევითი პროცესი, რომელიც აღწერს ნავთობსადენის სხვადასხვა მდგომარეობაში გადასვლის ევოლუციას, არის უწყვეტი დროის დისკრეტული მარკოვისეული შემთხვევითი პროცესი [1].

თუ $\{x_i, i=0, \overline{n}\}$ -ით აღვნიშნავთ $x(t)$ შემთხვევითი პროცესის სხვადასხვა მდგომარეობებს (ნავთობსადენის

სხვადასხვა მდგომარეობებს), ხოლო $P_i(t) (i=0, \overline{n})$ -ით კი შესაბამისი მდგომარეობების ალბათობებს, მაშინ

$$P_i(t) = P\{x(t) = x_i\}, \quad (i=0, \overline{n}),$$

დიფერენციალურ განტოლებას, რომელიც აღწერს ამ შემთხვევით პროცესს, ექნება სახე

$$P_i'(t) = -\sum_{j=1}^n \lambda_{ij} P_i(t) + \sum_{k=1}^n \lambda_{ki} P_k(t), \quad (i=0, \overline{n}), \quad (1)$$

ამასთან უნდა სრულდებოდეს მანორმირებელი პირობა

$$\sum_{i=1}^n P_i(t) = 1, \quad \text{ნებისმიერი } t > 0 \text{ შემთხვევისათვის.} \quad (2)$$

იმისათვის, რომ განტოლებას (1) ჰქონდეს ერთადერთი ამონახსნი, აუცილებელია გვქონდეს ალბათობების

საწყისი მნიშვნელობები:

$$P_i(0) = p_i; \quad i=0, \overline{n}; \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1. \quad (3)$$

განტოლებათა სისტემა (1) - (3) ყოველთვის შეიძლება ამოიხსნას ანალიზურად ლაპლასის გარდაქმნებით. თუ შემოვიტანთ ლაპლასის გარდაქმნას

$$P_i(s) = \int_0^\infty e^{-st} P_i(t) dt, \quad i=1, \overline{n}, \quad (4)$$

მაშინ ამ განტოლებათა სისტემიდან მივიღებთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას

$$s \overline{P}_i(s) - P_i(0) = -\sum_{j=1}^n \lambda_{ij} \overline{P}_j(s) + \sum_{k=1}^n \lambda_{ki} \overline{P}_k(s), \quad i=1, \overline{n};$$

$$\sum_{i=1}^n \overline{P}_i(s) = \frac{1}{s}, \quad (5)$$

რომელიც ამოიხსნება კრამერის წესით.

რთულ ტექნიკურ სისტემათა თეორიაში, ძირითადად საინტერესოა სისტემის სხვადასხვა მდგომარეობებში ყოფნის სტაციონარული ალბათობები

$$\lim P_i(t) = P_i; \quad (i=0, \overline{n}). \quad (6)$$

ასეთი ალბათობები კი არსებობს მარკოვისეულ შემთხვევითი პროცესებისათვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ ერგოდულობის პირობებს, რომლებიც ყოველთვის შესრულებადია ისეთი შემთხვევითი პროცესებისათვის, რომელთა შესაბამის მონიშნულ გრაფში ყველა მდგომარეობები დაკავშირებულია ერთმანეთთან დადებითი ალბათობებით. განხილულ შემთხვევაში ეს პირობები შესრულებადია და ამდენად (1) - (3) დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემიდან მივიღებთ შემდეგ წრფივ განტოლებათა სისტემას

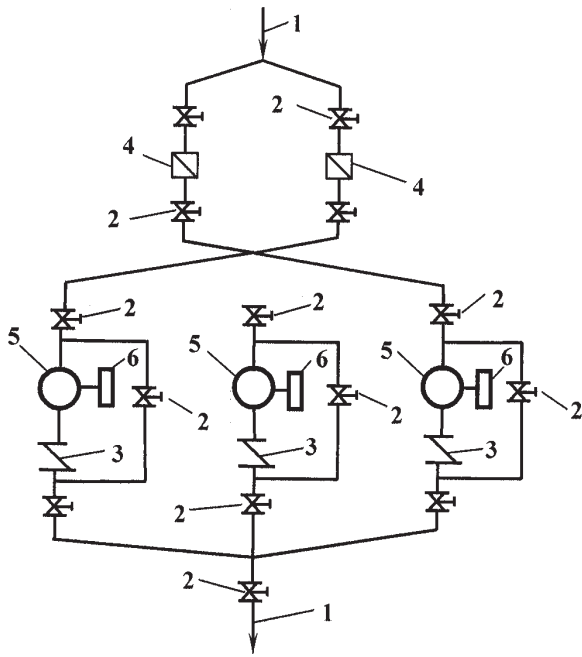
$$O = -\sum_{j=1}^n \lambda_{ij} P_i + \sum_{k=1}^n \lambda_{ki} P_k, \quad \sum_{i=1}^n P_i = 1, \quad (7)$$

რომელიც ყოველთვის ამოხსნადია.

საშური-ბათუმის მამბისტრალური ნავთობ-პროდუქტსადენის ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზი

საშური-ბათუმის ნავთობპროდუქტსადენის სათავო სატუმბო სადგურის ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია ნახაზზე 3. სქემაში გათვალისწინებულია როგორც ძირითადი, ასევე მიმტუმბი ტუმბოების ურთიერთანაცვლება, როდესაც მუშა ტუმბო, ძირითადი ან მიმტუმბი, ჩერდება მისი მტყუნების ან პროფილაქტიკურ-სარემონტო სამუშაოების გამო.

სადგურის საიმედოობის ანალიზის პირველ ეტაპზე ტუმბო თავის ამპრავეიანად ჩათვლილია როგორც ერთი ელემენტი, ხოლო უკუსარკვლები და ურდულები-აბსოლუტურად საიმედო.



ნახ. 3.

საშური-ბათუმის მაგისტრალური ნავთობპროდუქტ-სადენის სათავო სატუმბო სადგურის ტექნოლოგიური სქემა: 1 - მაგისტრალური მილსადენი; 2 - საკვალთები; 3 - უკუსარქვლები; 4 - მიმტუმბი ტუმბოები; 5 - ძირითადი (მაგისტრალური) ტუმბოები; 6 - ტუმბოების ამბრავი

აღნიშნულ α და β შესაბამისად ძირითადი და მიმტუმბი ტუმბოების გაჩერების ინტენსიურობა - სიხშირე (მათ ორ გაჩერებას შორის მუშაობის დროის ხანგრძლივობის შებრუნებული სიდიდე), ხოლო λ -თი და μ -თი შესაბამისად მათი აღდგენის ინტენსიურობები. იგულისხმება, რომ ერთდროულად შეიძლება მუშაობდეს იმდენი შესაბამისი სარემონტო ერთეული, რამდენი აგრეგატიცაა გაჩერებული.

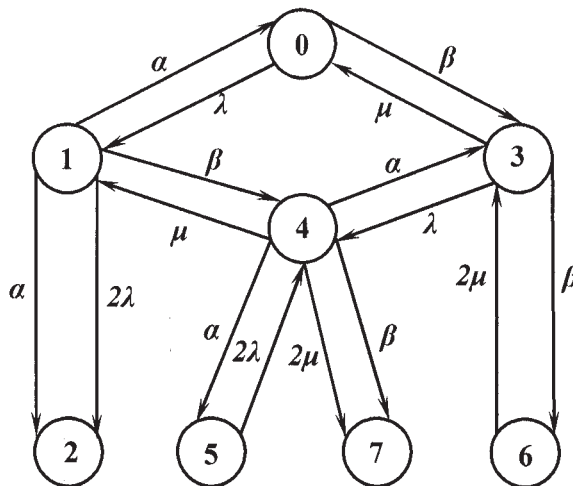
ნახაზზე 4 მოცემულია სატუმბო სადგურის სხვადასხვა მდგომარეობაში ყოფნის შესაბამისი გრაფი. ამასთან მდგომარეობები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან მწყობრიდან გამოსული აგრეგატის სახისა და რაოდენობის

მიხედვით. მდგომარეობის ნომერი K აღნიშნავს რამდენი ძირითადი და მიმტუმბი ტუმბოა გამოსული მწყობრიდან: $K=3i+j$; $i=0,1,2$; $j=0,1,2$. აქ i აღნიშნავს მწყობრიდან გამოსულ მიმტუმბი ტუმბოების რაოდენობას, ხოლო j - მწყობრიდან გამოსულ ძირითად ტუმბოების რაოდენობას. მაგალითად, 0 აღნიშნავს სატუმბო სადგურის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც ყველა ტუმბო მუშაუნარიანია, ხოლო 1 და 3 კი - შესაბამისად მწყობრიდან გამოსულია ერთი ძირითადი ტუმბო და ერთი მიმტუმბი ტუმბო; მდგომარეობები ნომრებით 2, 5, 6 და 7 აღნიშნავენ სატუმბო სადგურის მტყუნებას, ვანაიდან ამ შემთხვევაში მწყობრიდან გამოსულია შესაბამისად: ორი ძირითადი ტუმბო; ორი ძირითადი ტუმბო და ერთი მიმტუმბი ტუმბო; ორი მიმტუმბი ტუმბო; ორი მიმტუმბი ტუმბო და ერთი ძირითადი ტუმბო. ისრებით ნაჩვენებია სატუმბო სადგურის ერთი მდგომარეობიდან სხვა შესაბამის მდგომარეობაში გადასვლის შესაძლებლობა.

თუ P_k -თი აღნიშნავთ სატუმბო სადგურის K მდგომარეობაში ყოფნის ალბათობას t დროის მომენტში ($K=0,1,2,3,4,5,6,7$), მაშინ გრაფის შესაბამის დიფერენციალურ განტოლება სისტემას ექნება შემდეგი სახე.

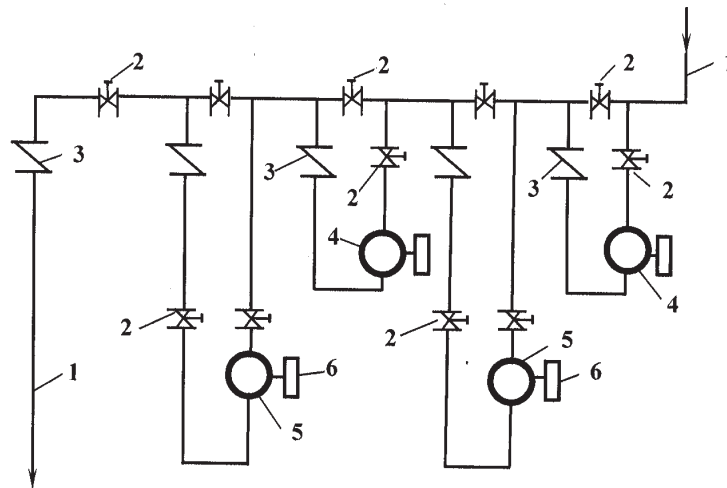
როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გრაფის საკვანძო რგოლების ნომრები 0, 1, 3 და 4 შესაბამისად სატუმბო სადგურის მუშაუნარიან მდგომარეობებს, ამიტომ აზრი აქვს განისაზღვროს შესაბამისი ალბათობები. სტაციონარული ალბათობების მიმართ ამ შემთხვევაში დიფერენციალურ განტოლებიდან მივიღებთ შემდეგ ალგებრულ განტოლებათა სისტემას

$$\begin{cases}
 P_0'(t) = -(\alpha + \beta)P_0(t) + \lambda P_1(t) + \mu P_3(t); \\
 P_1'(t) = -(\lambda + \alpha + \beta)P_1(t) + \alpha P_0(t) + 2\lambda P_2(t) + \mu P_4(t); \\
 P_2'(t) = -2\lambda P_2(t) + \alpha P_1(t); \\
 P_3'(t) = -(\mu + \alpha + \beta)P_3(t) + \beta P_0(t) + \lambda P_4(t) + 2\mu P_6(t); \\
 P_4'(t) = -(\alpha + \beta + \lambda + \mu)P_4(t) + \beta P_1(t) + \alpha P_3(t) + 2\lambda P_5(t) + 2\mu P_7(t); \\
 P_5'(t) = -2\lambda P_5(t) + \alpha P_4(t); \\
 P_6'(t) = -2\mu P_6(t) + \beta P_3(t); \\
 P_7'(t) = -2\mu P_7(t) + \alpha P_4(t); \\
 \sum_{k=0}^7 P_k(t) = 1.
 \end{cases} \quad (8)$$



ნახ. 4.

საშური-ბათუმის ნავთობპროდუქტსადენის სატუმბო სადგურის მდგომარეობათა გრაფი



ნახ. 5.

ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის საშუალო სატუმბი სადგურის ტექნოლოგიური სქემა: 1 - მაგისტრალური მილსადენი; 2 - საკვალთები; 3 - უკუსარკვლები; 4 - ფილტრები; 5 - ტუმბოები; 6 - ტუმბოების ამბრაჟები

$$\left. \begin{aligned} -(\alpha + \beta)P_0 + \lambda P_1 + \mu P_3 &= 0; \\ \alpha P_0 - (\beta + \lambda)P_1 + \mu P_4 &= 0; \\ \beta P_0 - (\alpha + \mu)P_3 + \lambda P_4 &= 0; \\ P_0 \pm \frac{\lambda + 2\lambda}{2\lambda} P_1 + \frac{\beta + 2\mu}{2\mu} P_3 + \frac{\alpha\mu + \beta\lambda + 2\lambda\mu}{2\mu\lambda} P_4 &= 1. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$K_{\delta\theta} = K_{\theta} \cdot K_{\delta}, \quad (12)$$

სადაც K_{θ} არის შემასწორებელი კოეფიციენტი, რომელიც ტოლია $K_{\theta} = 0,9999 - 0,999999$.

ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის მქსალშატაციის საიმელორების ანალიზი

ამ განტოლებათა სისტემის ამოხსნით ვღებულობთ

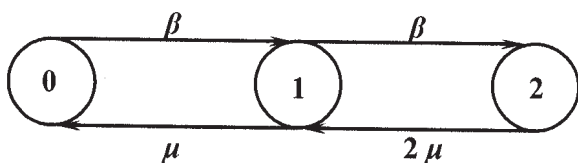
$$P_0 = \frac{\lambda\mu}{\gamma}; P_1 = \frac{\alpha\mu}{\gamma}; P_3 = \frac{\lambda\beta}{\gamma}; P_4 = \frac{\alpha\beta}{\gamma}; \quad (10)$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \left[\frac{(\mu + \beta)(\lambda^3 - \alpha^3)}{\lambda(\lambda - \alpha)} + \frac{(\lambda + \alpha)(\mu^3 - \beta^3)}{\mu(\mu - \beta)} \right]$$

სატუმბი სადგურის მზადყოფნის კოეფიციენტი ტოლი იქნება

$$K_{\theta} = P_0 + P_1 + P_3 + P_4 = \frac{(\alpha + \lambda)(\beta + \mu)}{\gamma}. \quad (11)$$

იმის გათვალისწინებით, რომ ურდულები და უკუსარკვლები არ წარმოადგენენ აბსოლუტურად საიმელო ელემენტებს, მიღებული მზადყოფნის კოეფიციენტი უნდა გამრავლებული იქნეს შემასწორებელ კოეფიციენტზე. საბოლოოდ სატუმბი სადგურის მზადყოფნის კოეფიციენტი უნდა გამოითვალის შემდეგი დამოკიდებულებიდან



ნახ. 6.

ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის საშუალო სატუმბი სადგურის საფილტრე კვანძისათვის მწყობრიდან გამოსული ფილტრებისა და მათი ურთიერთჩანაცვლების მდგომარეობათა მონიშნული გრაფი

ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის საშუალო სატუმბი სადგურის ტექნოლოგიური სქემა მოცემულია ნახაზზე 5. იგი შედგება ორი დამოუკიდებელი ერთეულისგან: საფილტრე და სატუმბი კვანძებისგან. ამიტომ მთლიანად სატუმბი სადგურის მზადყოფნის კოეფიციენტი გამოითვლება როგორც ცალკეული კვანძების მზადყოფნის კოეფიციენტების ნამრავლი. როგორც წინა შემთხვევაში, აქაც გათვლების პირველ ეტაპზე ნაგულისხმევია, რომ უკუსარკვლები და ურდულები აბსოლუტურად საიმელონი არიან და მწყობრიდან გამოსული მოწყობილობების აღდგენაზე მუშაობს იმდენი ერთეული, რამდენი მოწყობილობაც არის გამოსული მწყობრიდან.

საფილტრე კვანძებისათვის მწყობრიდან გამოსული ფილტრებისა და მათი ურთიერთ ჩანაცვლების შესაძლებლობის გათვალისწინებით, ამ შემთხვევაში გვექნება ისეთი სახის მდგომარეობათა გრაფი, რომელიც მოცემულია ნახაზზე 6.

ამ ნახაზზე ნომრები 0 და 1 აღნიშნავენ საფილტრე კვანძის მუშაუნარიან მდგომარეობებს (ორივე ფილტრი მუშაუნარიანია, ერთ-ერთი მათგანი მუშაუნარიანია, ხოლო მეორე გამოსულია მწყობრიდან). კვანძის ნომერი 2 აღნიშნავს საფილტრე კვანძის მტყუნებას, ანუ ისეთ მდგომარეობას, როცა მწყობრიდან გამოსულია ორივე ფილტრი. β და μ აღნიშნავენ შესაბამისად ფილტრის მწყობრიდან გამოსვლის და აღდგენის ინტენსიურობებს.

ნახაზზე 6 მოცემული გრაფის შესაბამის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას ექნება შემდეგი სახე

$$\left. \begin{aligned} P_0'(t) &= -\beta P_0(t) + \mu P_1(t); \\ P_1'(t) &= -(\beta + \mu)P_1(t) + \beta P_0(t) + 2\mu P_2(t); \\ P_2'(t) &= -2\mu P_2(t) + \beta P_1(t); \\ P_0(t) + P_1(t) + P_2(t) &= 1. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

ამ განტოლებათა სისტემიდან სტაციონარული P_0, P_1 და P_2 ალბათობებისთვის მივიღებთ შემდეგ მნიშვნელობებს:

$$P_0 = \left(1 + \frac{\beta}{\mu} + \frac{\beta^2}{2\mu^2}\right)^{-1}; \quad P_1 = \frac{\beta}{\mu} P_0; \quad P_2 = \frac{\beta^2}{2\mu^2} P_0. \quad (14)$$

მზადყოფნის კოეფიციენტს კი ექნება შემდეგი სახე

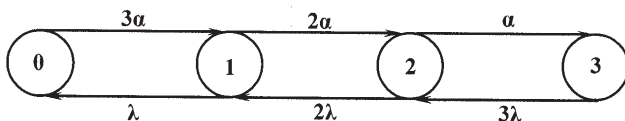
$$K_1 = P_0 + P_1 = \left(1 + \frac{\beta}{\mu}\right) \left(1 + \frac{\beta}{\mu} + \frac{\beta^2}{2\mu^2}\right)^{-1}. \quad (15)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ უკუსარქვლები და ურდულები რეალურად წარმოადგენენ აბსოლუტურად საიმედო მოწყობილობებს, გვექნება, რომ

$$K_{\text{გ}} = K_{\text{გ}} \cdot K_1, \quad (16)$$

სადაც $K_{\text{გ}}$ - საფილტრე კვანძის მზადყოფნის კოეფიციენტი; $K_{\text{გ}}$ - შემასწორებელი კოეფიციენტი, $K_{\text{გ}} = 0,9999 - 0,999999$.

სატუმბი კვანძის მზადყოფნის კოეფიციენტის დასადგენად გავითვალისწინოთ, რომ ერთდროულად უნდა მუშაობდეს ორი ტუმბო. მხოლოდ ერთი მუშაუნარიანი ტუმბოს შემთხვევაში კი მცირდება ტექნოლოგიური პარამეტრები, მაგრამ სატუმბი კვანძი მაინც შეიძლება ჩაითვალოს როგორც მუშაუნარიანი. ამ შემთხვევისათვის მდგომარეობათა მონიშნული გრაფი მიიღებს ნახაზზე 7 მოცემულ სახეს.



ნახ. 7 . ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენის ძირითადი სატუმბო სადგურის კვანძის მდგომარეობათა მონიშნული გრაფი

ამ ნახაზზე რგოლებში რიცხვები აღნიშნავენ მწყობრიდან გამოსულ (აღდგენაში მყოფ) ტუმბოთა რაოდენობას, ხოლო α და λ შესაბამისად ტუმბოსათვის მწყობრიდან გამოსვლისა და აღდგენის ინტენსიურობებს. შესაბამის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას ექნება სახე

$$\left. \begin{aligned} P_0'(t) &= -2\alpha P_0(t) + \lambda P_1(t); \\ P_1'(t) &= -2(2\alpha + \lambda)P_1(t) + 2\alpha P_0(t) + 2\lambda P_2(t); \\ P_2'(t) &= -(\alpha + 2\lambda)P_2(t) + 2\alpha P_1(t) + 3\lambda P_3(t); \\ P_3'(t) &= -3\lambda P_3(t) + \alpha P_2(t) = 1. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

ამ განტოლებათა სისტემიდან სატუმბი კვანძის მუშაუნარიან მდგომარეობაში ყოფნის სტაციონარული P_0, P_1, P_3 ალბათობებისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= \frac{\lambda^3}{(\lambda + 2\alpha)(\lambda^2 + 2\lambda^2)}; \\ P_1 &= \frac{2\lambda^2\alpha}{(\lambda + 2\alpha)(\lambda^2 + 2\lambda^2)}; \\ P_2 &= \frac{2\lambda^2\alpha}{(\lambda + 2\alpha)(\lambda^2 + 2\lambda^2)}. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

თუ ჩავთვლით, რომ სატუმბი კვანძი მუშაუნარიან მდგომარეობაშია როდესაც ორი ტუმბო მაინც მუშაუნარიანია, მაშინ მზადყოფნის კოეფიციენტი K_2' გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$K_2' = P_0 + P_1 = \frac{\lambda^2}{(\lambda + 2\alpha)(\lambda^2 + 2\lambda^2)}, \quad (19)$$

ხოლო თუ ჩავთვლით, რომ სატუმბი კვანძი მუშაუნარიანია როდესაც ერთი ტუმბო მაინც არის მუშაუნარიანი, მზადყოფნის კოეფიციენტი გამოითვლება შემდეგი დამოკიდებულებით

$$K_2 = P_0 + P_1 + P_2 = \frac{\lambda(\lambda^2 + 2\alpha\lambda + 2\alpha^2)}{(\lambda + 2\alpha)(\lambda^2 + 2\lambda^2)}. \quad (20)$$

ურდულებისა და უკუსარქვლების ზეგავლენის გათვალისწინებით, ორივე შემთხვევაში სატუმბი კვანძის მზადყოფნის კოეფიციენტს ექნება სახე:

$$K_{\text{გ}}' = K_{\text{გ}}' \cdot K_2'; \quad K_{\text{გ}} = K_{\text{გ}} \cdot K_2,$$

სადაც $K_{\text{გ}}'$ და $K_{\text{გ}}$ შემასწორებელი კოეფიციენტებია, რომლებიც ტოლია $K_{\text{გ}}' = K_{\text{გ}} = 0,999 - 0,999999$.

საბოლოოდ, სატუმბი სადგურის მზადყოფნის კოეფიციენტი გამოითვლება შემდეგი ფორმულებით:

$$K_{\text{გ}}' = K_{\text{გ}}' \cdot K_{\text{გ}}' \quad \text{ან} \quad K_{\text{გ}} = K_{\text{გ}} \cdot K_{\text{გ}}.$$

ზემოთ მოცემული ანალიზი შეიძლება სამართლიანად იქნეს მიჩნეული ზოგადად ყველა ანალოგიური, პირველ რიგში საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი სისტემებისათვის, რადგან ისინი წარმოადგენენ საუღელტეხილო ობიექტებს, რომლებიც ძალზე რთულია როგორც გათვლების, ასევე დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. ლ. მახარაძე, თ. გოჩიტაშვილი. მაგისტრალური ნავთობსადენების საიმედოობის კვლევა. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო მექანიკის ინსტიტუტი. სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს ანგარიში. თბილისი, 1999. 73 გვ.
2. ლ. მახარაძე, თ. გოჩიტაშვილი. მილსადენი ტრანსპორტის რაციონალური პარამეტრების კვლევა და ტექნიკურ-ეკონომიკური ასპექტები. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გ. წულუკიძის სახელობის სამთო ინსტიტუტი. სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს დასკვნითი ანგარიში. თბილისი, 2002. 104 გვ.
3. ლ. მახარაძე, თ. გოჩიტაშვილი, მ. კუცია. ნავთობსადენების საიმედოობა. „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, №1, თბილისი, 2000. გვ. 131-135.

MAKHARADZE L., GELASHVILI V.,
STERIAKOVA S.
RELIABILITY ANALYSES OF MAIN PIPELINES
AND OIL PRODUCT PIPELINES EXPLOITATION,
AFTER THE EXAMPLE OF EXISTING SYSTEMS
THROUGH THE TERRITORY OF GEORGIA

МАХАРАДЗЕ Л.И., ГЕЛАШВИЛИ В.Д.,
СТЕРЯКОВА С.И.
АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ И
НЕФТЕПРОДУКТОПРОВОДОВ НА ПРИМЕРЕ
ПРОХОДЯЩИХ ПО ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ
СИСТЕМ

The article reviews reliability analyses of the analogical systems exploitation, as the example of Baku-Supsa main oil pipeline and Khashuri-Batumi oil product pipeline through the territory of Georgia, which can be accepted for all analogical systems through the territory of Georgia. Above-mentioned systems are yoke objects, which are very difficult as for calculations, also for projecting and exploitation. It considers the impact of system equipment, functional scheme, climate and geographical conditions on its reliability.

В статье, на примере проходящих по территории Грузии нефтепродуктов и нефтепродуктопроводов, дается анализ надежности эксплуатации, который можно считать справедливым для всех аналогичных систем, в первую очередь для систем проходящих по территории Грузии. Упомянутые системы являются перевальными объектами, которые являются особенно сложными как для расчета, так и для проектирования и эксплуатации. Он учитывает вероятность надежности влияния оснащения системы, схемы функционирования, а также климатические и географические условия эксплуатации.

აქად. დოქტორი თ. კუნჭულია, აქად. დოქტორი ვ. ხითარიშვილი,
დოქტორანტი ა. მაისურაძე
საბურღი სხნარების უზრუნველყოფის ტექნოლოგიური თვისებებისა და
უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნების გათვალისწინებით

უპკ 622.244.442: 323.004.2

ნაშრომში მოცემულია ეფექტური საბურღი სხნარების გამოყენების აუცილებლობა რათა მიღწეული იქნეს ბურღვის მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები. ბოლო წლებში ჭაბურღილების ზღვაზე ბურღვისას, აიკრძალა ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული საბურღი სხნარების გამოყენება, რაც აიხსნება გარემოს დამცავი რეგულაციების გამკაცრებით. გაიზარდა მოთხოვნა წყლის ფუძეზე დამზადებულ სხნარებზე. მათი გამოყენებით შესაძლებელია თავიდან აცილებული იქნას ნებისმიერი გართულება. მათი გამოყენებისას შეიძლება წარმოიშვას გოგირდწყალბადის წარმოქმნის საფრთხე. გოგირდწყალბადი ძალზე ტოქსიკური, სიცოცხლისათვის საშიში და კოროზიული მყავს აირია. მისი წარმოქმნის მიმანიშნებელი მთავარი ფაქტორი საბურღი სხნარებში pH მაჩვენებლის შემცირებაა, რომლის გაზრდისათვის საჭიროა სხნარში დამატებული იქნას თუთიის შემცველი პროდუქტები. ყოველივე ამით მოსალოდნელი უარყოფითი შედეგების თავიდან ასაცილებლად საჭიროა გატარდეს მთელი რიგი პრევენციული ღონისძიებები.

მაჩვენებლები.

საბურღი სხნარებს და ჭაბურღილების რეცხვას აქვთ შემდეგი ძირითადი ფუნქციები:

1. მონგრეული ქანის ნაწილაკების ამოტანა და ტრანსპორტირება სანგრევიდან ზედაპირზე;
2. ქანის მომხგრევი იარაღების და საბურღი მილბურთის გაგრილება;
3. ბურღვის პროცესში ფენის წნევის კონტროლი და კომპენსირება ჭაბურღილთან საზღვარზე;
4. მონგრეული ქანის ნაწილაკების შეკავება შეტივტივებულ მდგომარეობაში, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც წყდება საბურღი სხნარის ცირკულაცია;
5. საბურღი სხნარის მიერ საბურღი მილების, სატეხების საყრდენების შეზეთვა, მათი ზედაპირის დაფარვა თხელი საზეთი დანამატის აფსკით;
6. მოსალოდნელი გართულებების თავიდან აცილება და აღმოფხვრა;
7. ენერჯის გადაცემა ტურბობურლსა და სასანგრეო ძრავაზე;
8. გარემოსათვის მინიმალური ზიანის მიყენება.

საბურღი საბურღიების შესრულების ყველა ოპერაცია დეტალურად უნდა იქნეს განხილული და გაანალიზებული გეოლოგიური მონაცემებისა და ტექნოლოგიური პროცესების თავისებურებების გათვალისწინებით. მნიშვნელოვან პრიორიტეტად მიჩნეულია პროდუქტიული ინტერვალების დაბინძურების თავიდან აცილება. პროდუქტიული ჰორიზონტები შეიძლება დააბინძუროს მყარი ნაწილაკების მიგრაციამ და ფენებში მათმა შეჭრამ, თიხოვანი ქანების

ჭაბურღილების წარმატებით გაყვანას საპროექტო სიღრმემდე მნიშვნელოვნად ხელს უწყობს საბურღი სხნარის ეფექტური შედგენილობის და პარამეტრების შერჩევა, რაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ბურღვის გეოლოგიურ და ტექნიკურ პირობებზე.

შემუშავებული ან შერჩეული საბურღი სხნარების გამოყენებისას, ჭაბურღილების გაყვანის დროს მიღწეული უნდა იქნას ბურღვის საუკეთესო ტექნიკურ-ეკონომიკური

გაჯირჯევათ, რამაც შეიძლება მნიშვნელოვნად შეამციროს ქანების შეღწევა და გამოიწვიოს ჭაბურღილის პროდუქტიულობის შემცირება.

ნავთობისა და გაზის მოპოვებელ ქვეყნებში ათწლეულების განმავლობაში ჭაბურღილების ბურღვისას გამოიყენებოდა ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარები. ისინი არ ამცირებენ ფენის პროდუქტიულობას, უზრუნველყოფენ ჭაბურღილების ლულის სტაბილურობას. არამდგრად, გაჯირჯევადა, ლპობად და გაფართოებად ქანებში ბურღვისას, აღმოფხვრიან ჩობალწარმოქმნას და საბურღი იარაღის ჩაჭერას ჭაბურღილსა და ფენს შორის წნეების სხვაობის შედეგად, აქვთ მკვეთრად გამოხატული საზეთო თვისებები, რაც ზრდის სატენის მუშაობის ხანგამძლეობას.

ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული ხსნარების შემთხვევაში ჩამოთვლილი უპირატესობების მიუხედავად, მათი გამოყენება ჭაბურღილების ზღვაზე ბურღვისას მთელ რიგ ნავთობის მოპოვებელ ქვეყნებში აკრძალულია, რაც აიხსნება იმით, რომ გამკაცრდა გარემოს დაცვითი რეგულაციები და ამაღლდა ეკოლოგიის მოთხოვნები, ნახშირწყალბადების მყარი ფაზიდან გამოყოფის სირთულის გამო დამუშავებული, გამოყენებული საბურღი ხსნარების გადადინებისას, რაც აბინძურებს გარემომცველ სივრცეს. ნახშირწყალბადების ფუძეზე დამზადებული ხსნარების ძირითად ნაკლოვანებებს მიეკუთვნება მათი მაღალი ღირებულება, დამზადების სირთულე, სტანდარტული ელექტროკაროტაჟის ჩატარების შეუძლებლობა, უარყოფითი გავლენა რეზინის დეტალებთან კონტაქტის დროს, სელექტიურ, სტრუქტურულ-რეოლოგიური თვისებების რეგულირების სირთულე.

სიბლანტის და ტიქსოტროპული თვისებების არსე-

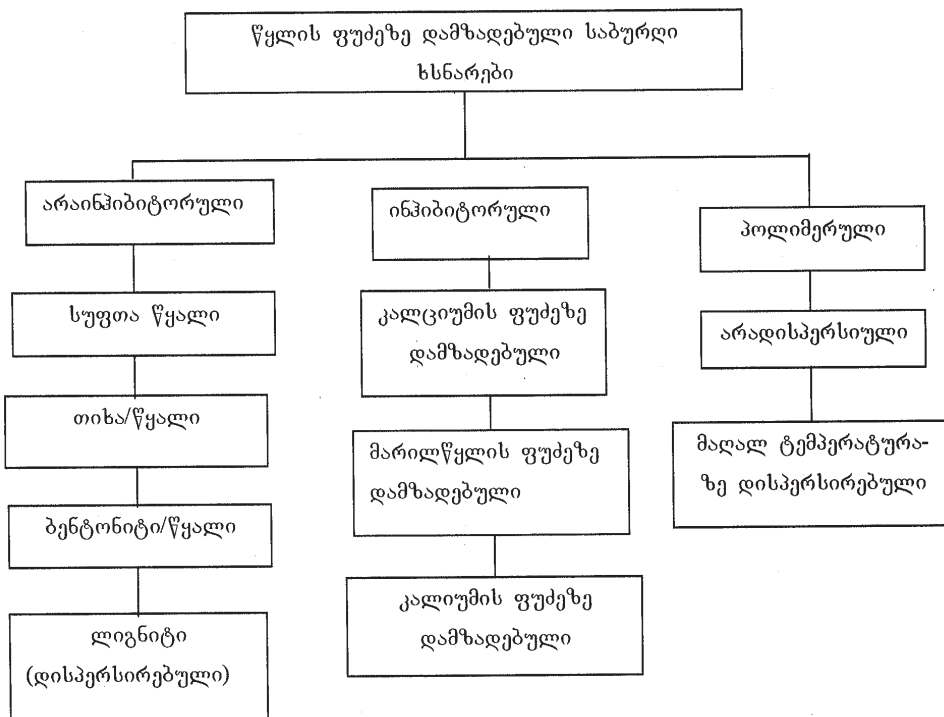
ბითი დამოკიდებულება ტემპერატურაზე და წნევაზე აძლევს სასანგრეგო პირობებში სტრუქტურის წარმოქმნის აუცილებელი დონის ფორმირებას. შემოადნიშნულიდან გამომდინარე, უკანასკნელ წლებში საგრძნობლად გაიზარდა ინტერესი და მოთხოვნა წყლის ფუძეზე დამზადებულ ხსნარებზე. დღესდღეობით ჭაბურღილების ზღვაზე ბურღვისას ყველაზე გავრცელებულია წყლის ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარების გამოყენება. მათი გამოყენების განმაპირობელი ფაქტორი, როგორც შემოთაღნიშნა, გარემოს დაცვის რეგულაციების გამკაცრებაა, რისი ობიექტური აუცილებლობა ნაკარნახევია გარემოს დაცვის და გარემოს ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის აუცილებლობით.

ზოგადად, წყლის ფუძეზე ხსნარების დამზადება ადვილი და იაფია. ამ ხსნარების ქიმიური რეაგენტებითა და სპეციალური დანამატებით დამუშავებისას შესაძლებელია აღმოფხვრილი იქნეს ჭაბურღილების ბურღვისას წარმოქმნილი თითქმის ნებისმიერი გართულება.

წყლის ფუძეზე დამზადებული საბურღი სითხეები იყოფა სამ ძირითად კატეგორიად: ინჰიბიტორული, არაინჰიბიტორული და პოლიმერული ხსნარები (იხ. ნახ. 1).

არაინჰიბიტორული საბურღი ხსნარები ვერ აჩერებენ თიხოვანი ქანების გაჯირჯევას, ისინი მეტწილად შედგებიან თიხისაგან, წყლისაგან და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ან კირის დანამატისაგან. დანამატის სახით ისინი აგრეთვე შეიცავენ ისეთ დეფლოკულანტებს და დისპერსანტებს, როგორცაა ლიგნიტი, ფოსფატი და სხვ. ეს ხსნარები უმთავრესად გამოიყენება ჭაბურღილის გაყვანის საწყის ეტაპზე, ზედა ინტერვალის ქანების ბურღვისას.

ინჰიბიტორული საბურღი ხსნარები, პირიქით, თავიდან იცილებენ თიხური ქანების გაჯირჯევას. ინჰიბირება მი-



ნახ. 1 . წყლის ფუძეზე დამზადებული საბურღი ხსნარის კატეგორიები

იღვევა ისეთი კათიონების მეშვეობით, როგორცაა Na, Ca და K, განსაკუთრებით Ca და K ან მათი კომბინაციით, რომელიც უზრუნველყოფს თიხური ქანების საუკეთესო ინჰიბირებას. ზოგადად აღნიშნული საბურღი ხსნარები გამოიყენება ჰიდრატირებადი თიხოვანი ქანების ბურღვისას, ან ისეთი ქანების ბურღვის დროს, რომლებიც შეიცავენ ჰიდრატირებად თიხებს [1-3].

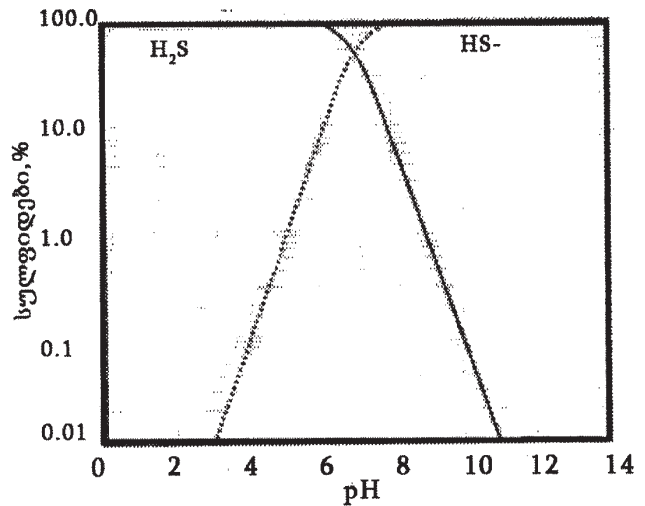
პოლიმერული საბურღი ხსნარები წარმოადგენენ მაკრომოლეკულებისაგან შედგენილ სისტემებს. ისინი შეიძლება იყოს არაინჰიბიტორული ან ინჰიბიტორი კათიონების დამატებისას ინჰიბიტორული ხსნარები. თიხამცირე და უთიხო პოლიმერულ ხსნარებს აქვთ ფსევდოპლასტიური ხსნარების თვისებები, რაც საგრძნობლად ამაღლებს მათი გამოყენების ეფექტურობას. საბურღი ხსნარების პოლიმერული დანამატებით დაქუშავება ზრდის ხსნარების სიბლანტეს, რაც თავის მხრივ აუმჯობესებს ამ ხსნარების მიერ მონგრეული ქანის ნაწილაკების ამოტანის უნარს, შესაძლებელს ხდის განხორციელდეს ამ ხსნარების ფილტრაციის მახასიათებლების კონტროლი. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ პოლიმერული სისტემების თერმული სტაბილურობა აღწევს 204 °C-მდე.

მიუხედავად მათი გამოყენების მრავალფეროვნებისა, პოლიმერულ საბურღი ხსნარებს გარკვეული ნაკლოვანებაც გააჩნიათ, კერძოდ, სხვადასხვა ნაწილაკებით მათი დაბინძურება წარმოადგენს მთავარ საფრთხეს სისტემის ეფექტური და რენტაბელური გამოყენებისათვის. როდესაც ბურღვის პროცესში წყლის ფუძეზე დამზადებულ საბურღი ხსნარებს ვიყენებთ, გვერდს ვერ აუვლით იმ საფრთხეებს და გამოწვევებს, რომლებიც უშუალოდ გოგირდწყალბადის წარმოქმნა - არსებობასთან არის დაკავშირებული. გოგირდწყალბადი არის ძალზე ტოქსიკური და კოროზიული მჟავა აირი, რომელსაც ლეტალური პოტენციალი გააჩნია შედარებით დაბალი კონცენტრაციით არსებობის შემთხვევაშიც. შედარებისათვის, იგი ისეთივე ტოქსიკურია როგორც ციანწყალბადი (HCN).

გოგირდწყალბადს გააჩნია შემდეგი თვისებები:

- ძლიერ მომწამლავე ნივთიერებაა;
- აქვს ლაყე კვერცხის სუნი, რომლის შეგრძნებაც შეიძლება საბურღი ხსნარში მისი დაბალი კონცენტრაციის არსებობისას;
- ძლიერ აალებადია, ფეთქებადობის ზღვარია 4,3 - 46 %;
- ჰაერზე მძიმეა. ნულ გრადუსზე გოგირდწყალბადის კუთრი წონაა 1,36 კგ/მ³, მაშინ როდესაც იგივე ტემპერატურაზე ჰაერის კუთრი წონაა 1,29 კგ/მ³;
- იხსნება წყალში, და შესაბამისად წყლის ფუძეზე დამზადებულ ნებისმიერ ხსნარში;
- უაღრესად კოროზიულია იმიტომ, რომ როდესაც იგი ხსნარში ხვდება, გადაიქცევა მჟავად.

გოგირდწყალბადი სხვადასხვა გზით შეიძლება მოხვედეს საბურღი ხსნარში, ეს გზებია: გოგირდწყალბადის შემცველი ინტერვალების ბურღვისას, საბურღი ხსნარის დანამატების თერმული და ბაქტერიული დეგრადაციით, საბურღი მილების გოგირდის შემცველ საპოხ მასალებთან



ნახ. 2. სულფიდების განაწილება დიაპაზონში

ან ქიმიური რეაქციით. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მათ დროულ გამოვლენას საწარმოო ტექნოლოგიური პროცესების უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დაცვის საქმეში სასიცოცხლო მნიშვნელობა ენიჭება. არსებობს სხვადასხვა აპრობირებული მეთოდი იმისათვის, რომ დადგინდეს H₂S-ის არსებობა საბურღი ხსნარში და მათ ზედაპირზე:

- ხსნარში pH მაჩვენებლის შემცირება ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორია და მიანიშნებს გოგირდწყალბადის არსებობაზე. როგორც უკვე აღინიშნა, გოგირდწყალბადი მჟავა აირია და pH მაჩვენებლის შემცირება გამოწვეულია ფლუიდში OH-ის ნეიტრალიზაციით;
 - ადგილი აქვს ისეთი კოროზიული ნიშნების გამოვლენას, როგორცაა: შავი ფერის FeS-ის ნადების წარმოქმნა საბურღი მილებზე და საბურღი ხსნარის ფერის შეცვლა;
 - გამოიყენება სხვადასხვა შემოწმების წესი საბურღი ხსნარებში H₂S-ის ხსნადი სულფიდების სახით გამოსავლენად და მათი კონცენტრაციის დასადგენად;
 - ხსნარის დანაკარგის გაზრდით, რაც შეიძლება pH მაჩვენებლის შემცირებით იყოს გამოწვეული;
 - აირის ამომცნობი ფიქსირებული სენსორები ფართოდ გამოიყენება ჰაბურღილებზე იმისათვის, რომ მოხდეს ზედაპირზე გოგირდწყალბადის დროული გამოვლენა და მისი დაბალი კონცენტრაციით არსებობის დაფიქსირება.
- როგორც ზემოთ აღინიშნა, გოგირდწყალბადი არის ხსნადი ნაერთი. იგი ისევე, როგორც CO₂, რომელიც ძალზე კარგად ხსნადი ქიმიური ელემენტია. შედარებისთვის, ის 100-ჯერ მეტად ხსნადია, ვიდრე ჟანგბადი. კვლევების მონაცემების თანახმად H₂S-ის ხსნადობა ოთახის ტემპერატურაზე და ატმოსფერულ წნევაზე, დაახლოებით 0,1 მოლს ან 3400 მგ/ლ შეადგენს, ხოლო საბურღი ხსნარებში H₂S-ის ხსნადობის და მოლეკულური ფორმით არსებობის მთავარი განმსაზღვრელი ფაქტორი არის pH მაჩვენებელი და წნევა, როგორც წესი, მჟავა ხსნარში (pH<7) ხდება გოგირდწყალბადის აირის იონიზება და მჟავა აირად გადაიქცევა, ხოლო როდესაც pH მაჩვენებელი საბურღი ხსნარში უახლოვდება ნეიტრალურ დიაპაზონს (pH=7), მაშინ მიმდინარეობს მისი ტრანსფორმაცია - ხსნად

სულფიდებად გარდაქმნა. ტუტე ხსნარში (pH>7) საწყის ეტაპზე მიმდინარე ქიმიური რეაქცია H₂S-ის ნეიტრალიზაციითა და მის ბისულფიდად გარდაქმნაში გამოიხატება, ხოლო მის საბოლოო პროდუქტად pH-ის მატებასთან ერთად ანოდური სულფიდი წარმოიქმნება (ეს კი სწორედ ის პროცესია, როდესაც ლითონის კათიონები, როგორცაა Na და Ca, შედიან რეაქციაში ანოდურ სულფიდებთან). უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის მივმართოთ pH დიაპაზონში სულფიდების განაწილების გრაფიკულ გამოსახულებას (იხ. ნახ. 2). ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ pH-ის მატებასთან ერთად ხსნარებში სულფიდების პროცენტული შემცველობა მინიმუმამდე მცირდება, როგორც ეს ქვემოთ მოცემულ ცხრილშია ნაჩვენები (იხ. ცხრ. 1).

ცხრილი 1

მაჩვენებლების გავლენა საბურღი ხსნარში გოგირდწყალბადის შემცველობაზე

| pH | H ₂ S, % |
|------|---------------------|
| 5.0 | 98.000 |
| 6.0 | 90.000 |
| 6.5 | 70.000 |
| 7.0 | 50.000 |
| 7.5 | 25.000 |
| 8.0 | 10.000 |
| 9.0 | 1.000 |
| 10.0 | 0.100 |
| 11.0 | 0.010 |
| 12.0 | 0.001 |

საბურღი ხსნარებში გოგირდწყალბადის ნეიტრალიზაცია pH-ის გაზრდით თავისთავად არ ნიშნავს იმას, რომ საფრთხე თავიდან აცილებულია. ხსნადი სულფიდები გროვდებიან საბურღი ხსნარებში და არსებობენ, როგორც პოტენციური რისკის მატარებლები, იმ მარტივი მიზეზით, რომ pH-ის კლებასთან ერთად ნეიტრალიზაციის რეაქცია შექცევადი ხასიათისაა. ეს კი იმაზე მიანიშნებს, რომ თუ pH-ის სასურველ დიაპაზონში შენარჩუნება ვერ მოხერხდება, და ის შემცირდება მჟავა აირების CO₂ და H₂S საბურღი ხსნარებში შემოდინების გამო, მაშინ ხსნადი სულფიდები დაუბრუნდება თავის საშემოლო მდგომარეობას - H₂S. აღნიშნულიდან გამომდინარე სასიცოცხლოდ აუცილებელია, რომ შენარჩუნდეს pH-ის მაღალი მაჩვენებელი უწყვეტად, რათა შეიზღუდოს H₂S-ის მავნე გავლენა საბურღი ხსნარებში და არ მოხდეს მისგან მომდინარე საფრთხეების რეალიზება. ამასთან pH მაჩვენებლის სასურველ ფარგლებში შენარჩუნება (pH = 11-12) სწორი გზაა H₂S-ის მავნე ზემოქმედების შესაზღუდად, მაგრამ ამით ვერ ხერხდება საფრთხის აცილება ფლუიდებიდან და ზოგადად სამუშაო გარემოდან. შესაბამისად დღის წესრიგში დგება საფრთხის გაუვნებელყოფის აუცილებლობა. აღნიშნული მიზნის მიღწევა კი შესაძლებელია

თუთიის შემცველი პროდუქტების გამოყენებით, როგორცაა SULF-X (ZnO), NO-SULF, BARACOR 44 და სხვ. საბურღი ხსნარების მოცემული პროდუქტებით დამუშავებისას მიიღწევა ხსნარებში სულფიდების განცალკევება და დალექვა უხსნადი თუთიის სულფიდის სახით. ნორმალურ პირობებში და ტუტე გარემოში თუთიის სულფიდი აღარ გარდაიქმნება გოგირდწყალბადად. უხსნადი სულფიდები მხოლოდ იმ შემთხვევაში დაუბრუნდებიან თავიანთ პირვანდელ მდგომარეობას (ხსნად სულფიდებად არსებობას). თუკი pH მაჩვენებელი 1 – 3 ფარგლებში მოექცევა.

უნდა ითქვას, რომ საბურღი ხსნარებში ტუტეანობის მოსამატებლად ფართოდ გამოიყენება კირი და ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (NaOH). ამ უკანასკნელის ხსნართან შერევის პროცესი კი ჯანმრთელობისათვის გარკვეულ რისკების შეიცავს. კერძოდ, ტუტეების, ისევე როგორც მჟავა ხსნარების ზემოქმედებამ, შეიძლება გამოიწვიონ საკმაოდ სერიოზული ქიმიური დამწვრობა, თუკი არ მოხდება მათთან მუშაობისას უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნების სრულყოფილი დაცვა. მოცემულ შემთხვევაში უსაფრთხოების ტექნიკის ერთ-ერთი მთავარი მოთხოვნაა ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების სწორად შერჩევა და გამოყენება.

მიუხედავად იმისა, რომ გოგირდწყალბადი აღნიშნული რიგი მიზეზების გამო სამართლიანად ითვლება საბურღი ხსნარების დამაბინძურებლად, მისი ტოქსიკურობა და მასთან დაკავშირებული რისკების მართვა ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალურია და მთავარ საზრუნავს წარმოადგენს ჭაბურღილების ბურღვისას.

როგორც აღინიშნა, გოგირდწყალბადი დიდ საფრთხეს წარმოადგენს დასაქმებულთა სიცოცხლისა და ჯანმრთელობისათვის. შესაბამისად საწარმოს ხელმძღვანელობამ ყველაფერი უნდა გააკეთოს იმისათვის, რომ თავიდან იქნას აცილებული მოსალოდნელი უარყოფითი შედეგები. ამისათვის კი საჭიროა, რომ გატარდეს მთელი რიგი პრევენციული ღონისძიებები. აუცილებელია პერსონალის მომზადება და ინტენსიური ტრენინგები აღნიშნული საფრთხისაგან დასაცავად. თითოეულ მუშა-მოსამსახურეს კარგად უნდა ჰქონდეს გათვითცნობიერებული თუ რა ევალება საგანგებო სიტუაციაში მას შემდეგ რაც განგაში გამოცხადდება. პერსონალი კარგად უნდა ერკვეოდეს მაიზოლირებული აირწინაღობის დანიშნულებაში და ფლობდეს მათი გამოყენების უნარ-ჩვევებს. საგანგებო სიტუაციების მართვის ეფექტური მეთოდების დასაუფლებლად აუცილებელია სამუშაო ადგილზე სწავლება, ინსტრუქტაჟი და პერიოდულად საგანგებო სიტუაციების ინსცენირება.

ლიტერატურა

1. Грей Дж. Р., Дарли С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промысловых жидкостей). Недра, Москва, 1985. 509 с.
2. ვ. ქეზაძე. ლითონთა კოროზია. ცოდნა, თბილისი, 1963. 620 გვ.
3. Чилингер Дж. В., Бисон К.М. Техника добычи нефти. Недра, Москва, 1973. 248 с.

KUNCHULIA T., KHITARISHVILI V., MAISURADZE A.
SELECTION OF DRILLING FLUIDS BASED ON
CONSIDERATION OF TECHNOLOGICAL PROP-
ERTIES AND SAFETY ASPECTS OF DRILING
OPERATIONS

КУНЧУЛИЯ Т.С., ХИТАРИШВИЛИ В.Э.,
МАЙСУРАДЗЕ А.Г.
ВЫБОР БУРОВЫХ РАСТВОРОВ С УЧЕТОМ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ТРЕБОВА-
НИЙ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Utilizing mud solutions it's necessary to avoid complicating, achieve high technical-economic indices and minimally harm the enviroment. Lately the usage of mud solutions have been prohibited because of increasing ecology demands. Requirements for mud solutions with water base have risen. Using them any complication can be prevented there might form sulphur-hydrogen. It might occur in the mud solution while drilling sulphur hydrogen containing intervals, through the bacteria degradation of the solution additives. Sulphur hydrogen dangerous for life and corrosive. Reduction of pH indices in the solution is the main indicator of its presence. For increasing pH indices it's necessary to add zink containing products. To avoid negative results some preventive measures should be taken and among them it's obligatory to prepare the personnel with intensive training.

В статье изложена необходимость применения эффективных буровых растворов чтобы достичь высоких технико-экономических показателей. В последние годы при морском бурении скважин, запрещено применение буровых растворов на основе углеводородов, что объясняется строгостью регуляции охраны окружающей среды. Вырос потребности растворов на основе воды. При их применений возможно предотвращение осложнений всех видов. Однако, при их применении могут возникнуть опасности, которые связаны с образованием в них сероводородов. Сероводород очень токсический, опасный для жизни и коррозионный кислотный газ. Главным фактором его образования является снижение в буровых растворах показателя pH. Для предотвращения этого необходимо добавить в буровой раствор продуктов цинка. Из этого следует сказать, что с целью предупреждения ожидаемых отрицательных результатов необходимо провести ряд превенциальных мероприятий.

6. იაშვილი

უპკ 622.625.57

მადნის გადაზიდვისათვის სატვირთო ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების შესახებ

სტატიაში განხილულია სამთომომპოვებით და გადაამუშავებულ მადაროებსა და კარიერებში საავტომობილო სატრანსპორტო საშუალებების ოპტიმალური განაწილების ამოცანა.

მადნის გადასაზიდად სატვირთო ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების ამოცანის არსი მდგომარეობს მადნის გადაზიდვის (ტრანსპორტირების) ორგანიზებაში, სატვირთო თვითმცლელების ოპტიმალურ განაწილებაში. ხშირ შემთხვევაში საავტომობილო სატვირთო ტრანსპორტი წარმოადგენს ძირითად ან ზოგჯერ ერთადერთ სატრანსპორტო საშუალებას მადნის მოპოვების ადგილებიდან მის გადაამუშავების ადგილებამდე ან მომხმარებლებთან ტრანსპორტირებისათვის. ჩვეულებრივ ტექნოლოგიური საავტომობილო ტრანსპორტი თავმოყრილია ფაბრიკის (გაერთიანების) სატრანსპორტო დანაყოფში (საწარმოში), რომლის დანიშნულებაა როგორც კარიერებისა და მადაროების, ასევე მამდიდრებელი ფაბრიკების სატრანსპორტო მომსახურება, გადაზიდვების ღირებულების შემცირება და ტრანსპორტის რითმული და სტაბილური მუშაობის უზრუნველყოფა.

კლასს მიეკუთვნებიან და ისინი გამოიყენებიან ერთგვაროვანი პროდუქტების (მასალების) წარმოების ერთგვაროვანი პუნქტიდან მოხმარების ასევე, ერთგვაროვან პუნქტებში გადაზიდვების ოპტიმალური გეგმის შესადგენად.

მადნის გადასაზიდად სატვირთო ავტომობილების ოპტიმალური განაწილების ამოცანის არსი მდგომარეობს მაგალითად, მარგანეცის მოპოვების ადგილებიდან (კარიერიდან და მადაროებიდან) მამდიდრებელ ფაბრიკებში ან მომხმარებლისათვის მადნის გადაზიდვის (ტრანსპორტირების) ორგანიზებაში, ანუ ამ მიზნისათვის სატვირთო თვითმცლელების ოპტიმალურ განაწილებაში.

ცნობილია, რომ ხშირ შემთხვევაში საავტომობილო სატვირთო ტრანსპორტი წარმოადგენს ძირითად ან ზოგჯერ ერთადერთ სატრანსპორტო საშუალებას მადნის მოპოვების ადგილებიდან მის გადაამუშავების ადგილებამდე, ან მომხმარებლებთან ტრანსპორტირებისათვის. ჩვეულებრივ ტექნოლოგიური საავტომობილო ტრანსპორტი თავმოყრილია ფაბრიკის (გაერთიანების) სატრანსპორტო დანაყოფში (საწარმოში), რომლის დანიშნულებაა როგორც კარიერებისა და მადაროების, ასევე მამდიდრებელი ფაბრიკების სატრანსპორტო მომსახურება, გადაზიდვების ღირებულების შემცირება და ტრანსპორტის რითმული და სტაბილური მუშაობის უზრუნველყოფა.

სავტომობილო სატვირთო ტრანსპორტის მუშაობის ორგანიზებაში მნიშვნელოვანია სატრანსპორტო საშუალებების განაწილება მადაროებსა და კარიერებზე.

ამ ჭრილში საინტერესოა განვიხილოთ მადნის

მოპოვების ადგილებიდან მამდიდრებელ ფაბრიკებამდე მოპოვებული მადნის გადაზიდვისათვის სატვირთო თვითმცლელი ავტომანქანების განაწილების კონკრეტული მაგალითი, როდესაც სატრანსპორტო საწარმოს საავტომობილო პარკი შეიცავს შემდეგი სამი ტიპის (მარკის) თვითმცლელს: ЗИЛ, КРАЗ და БЕЛАЗ (27 და 40 ტონის ტვირთამწობით), ხოლო მადნის მოპოვებას აწარმოებს ექვსი მალაროთა სამმართველო.

მოვასხდნით დასმული ამოცანის ფორმალიზებული აღწერა: აღნიშნით A_i -ით ტრანსპორტის საწარმოში თვითმცლელი ავტომობილების რაოდენობა; B_j - მალაროთა სამმართველოთა რიცხვი (ჩვენს შემთხვევაში $j=1,2,3,4,5,6$ და $i=1,2,3,4$) ე. ი. სატრანსპორტო საწარმო ჩვენს ამოცანაში გვეკლინება მიმწოდებლად (A_i) და მალაროთა სამმართველოები (B_j) მომხმარებლად, შესაბამისად a_i არის i -ტიპის თვითმცლელთა რაოდენობა, ხოლო b_j - მალაროთა სამმართველოებში თითოეული ტიპის თვითმცლელების რიცხვი.

გარდა ამისა შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

X_{ij} - i -ური ტიპის ავტომობილთა რაოდენობა, რომლებიც გამოყოფილია j -ური მალაროთა სამმართველოებზე;

Q_{ij} - i -ური ტიპის ავტომობილთა მწარმოებლობა, j -ური მალაროთა სამმართველოებისათვის;

C_{ij} - 1 ტონა/კმ ტვირთის გადაზიდვაზე მოსული დანახარჯები i -ური ტიპის ავტომანქანებისა j -ურ მალაროთა სამმართველოსათვის.

მწარმოებლობა Q_{ij} შეიძლება გამოთვლილი იქნეს ფორმულით

$$Q_{ij} = (q_{ij} \cdot x_{ij} \cdot t_{\text{წმ}}) / t_{(\text{რეისი})_{ij}} \quad (1)$$

სადაც q_{ij} - i -ური ავტომობილის ტვირთამწობა j -ური მალაროთა სამმართველოსთვის; $t_{\text{წმ}}$ - მუშაობის ხანგრძლივობა წუთში; $t_{(\text{რეისი})_{ij}}$ - რეისის ხანგრძლივობა წუთში i -ური ტიპის თვითმცლელისა j -ურ მალაროთა სამმართველოსათვის.

სატრანსპორტო საშუალებათა განაწილების ამოცანის ეკონომიკურ-მათემატიკური შინაარსი სამთომოპოვებითი საწარმოს პირობებში შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც X_{ij} მნიშვნელობის მოძიება მიზნობრივი ფუნქციის მინიმიზაციაში.

$$F = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 C_{ij} \cdot Q_{ij} \cdot X_{ij}, \quad (2)$$

როდესაც სრულდება მადნის გადაზიდვის გეგმური დავალებები

$$\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^6 Q_{ij} \cdot X_{ij} \geq \Pi_j, \quad (3)$$

სადაც Π_j - გეგმური დავალება მალაროთა სამმართველოებისათვის შემდეგი პირობებისათვის:

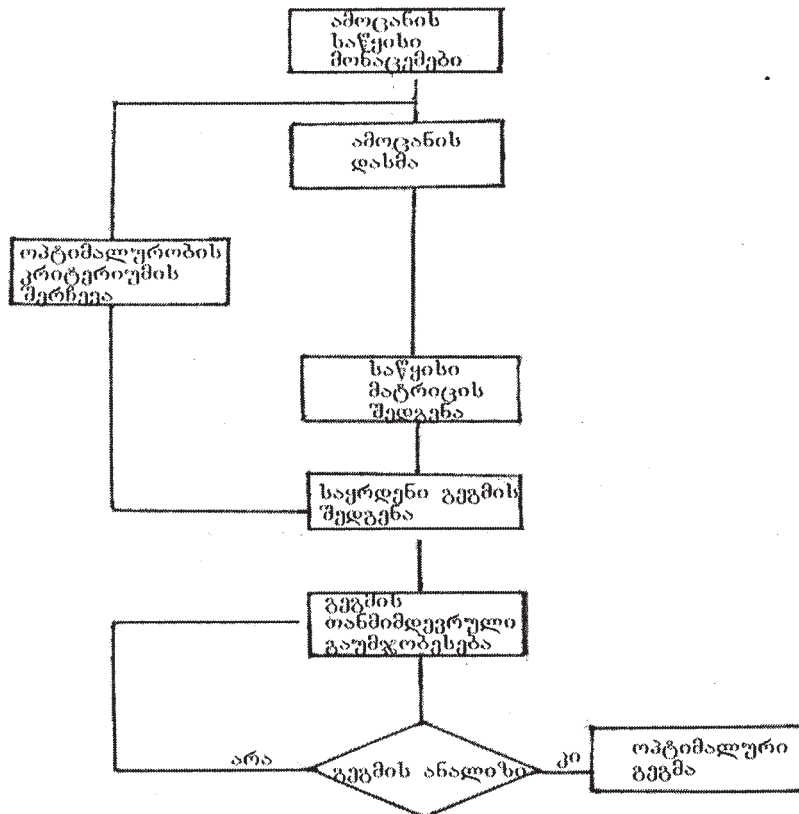
$$\sum_{j=1}^6 X_{ij} = a_i \quad (i=1, 2, 3, 4); \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^4 X_{ij} = b_j \quad (j=1, 2, 3, 4, 5, 6); \quad (5)$$

$$\text{და } X_{ij} \geq 0 \quad (i=1, 2, 3, 4; j=1, 2, 3, 4, 5, 6). \quad (6)$$

$$\text{ამავე დროს } \sum_{i=1}^4 a_i = \sum_{j=1}^6 b_j \quad (7)$$

ეს ნიშნავს, რომ აუცილებელია ავტოტრანსპორტის



ნახ. 1. სატრანსპორტო ამოცანის ამოხსნის განზოგადოებული ალგორითმის ბლოკ-სქემა

საშუალებათა განაწილების მატრიცის მოძიება თითოეული მალაროთა სამმართველოსათვის.

$$X = \begin{pmatrix} X_{11}, & X_{12}, & X_{13}, & X_{14}, & X_{15}, & X_{16} \\ X_{21}, & X_{22}, & X_{23}, & X_{24}, & X_{25}, & X_{26} \\ X_{31}, & X_{32}, & X_{33}, & X_{34}, & X_{35}, & X_{36} \\ X_{41}, & X_{42}, & X_{43}, & X_{44}, & X_{45}, & X_{46} \end{pmatrix}, \quad (8)$$

რომელიც დააკმაყოფილებდა (3) - (6) პირობებს. ამავე დროს სრულდება პირობა (7)

$$\sum_{i=1}^4 a_i = \sum_{j=1}^6 b_j = X_{\text{ავტ}}, \quad (9)$$

სადაც $X_{\text{ავტ}}$ - ავტოტრანსპორტის საწარმოში ავტომობილების (თვითმცლელების) ფაქტიური რაოდენობაა.

ამოცანის ამოხსნის განზოგადოებული ალგორითმის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახაზზე 1.

უნდა აღინიშნოს, რომ თუ ავტოტრანსპორტის განა-

წილების ამოცანების რეალიზაცია ხდება წრფივი პროგრამების მეთოდით, უფრო რთული ამოცანების ამოხსნისათვის გამოიყენება სხვა მეთოდები. ოპტიმალური მარშრუტების და მოძრაობის გრაფიკების შედგენა, სხვადასხვა ტვირთის ტრანსპორტირების გეგმების შედგენა და სხვა ამგვარი ამოცანების ამოხსნისათვის გამოიყენება განრიგების მათემატიკური თეორია.

ლიტერატურა

1. Гольштейн Е.Г., Юдин Д. Б. Задачи линейного программирования транспортного типа. "Наука", Москва. 1969.175 с.
2. Перепелюк А. В.; Бондаренко В. О.; Мироненко Л. А. Экономика промышленного транспорта. "Высшая школа", Москва.1987. 236 с.
3. Акулиничев В. М. Организация перевозок на промышленном транспорте. "Высшая школа", Москва. 1983. 248 с.
4. Раскин Л. Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. "Советское радио", Москва. 1976. 324 с.

ИАШВИЛИ Н.Г.

ОБ ОПТИМАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ РУДЫ

Оптимальное распределение транспортных средств для перевозки руд от рудников, карьеров до обогатительных фабрик является актуальным вопросом работы горных предприятий. Часто грузовой автомобильный транспорт является основным, а иногда единственным видом транспорта для перевозки руд. При оптимальном распределении транспортных средств для перевозки руд необходимо учитывать сокращение затрат на транспортировании грузов и обеспечение ритмической и стабильной работы транспортного подразделения.

В статье рассмотрены вопросы оптимального распределения транспортных средств на примере конкретного предприятия.

IASHVILI N.

ABOUT THE OPTIMAL DISTRIBUTION OF TRUCKS FOR THE TRANSPORTATION OF ORE

In mining and processing industries there is important an optimal distribution of vehicles in mines and quarries. In ore transportation an optimal distribution of tipper trucks is the main topic. Often motor road freight transport is the main and sometimes the only form of transportation from extraction to processing place or to customers. Usually technological motor transport is gathered in a sub-unit of the factory, whose purpose is to ensure stable and rhythmic work of transport, reducing the cost of transportation and helping mines, quarries and concentrating mills with transportation service.

შპს622.625.57

6. იაშვილი

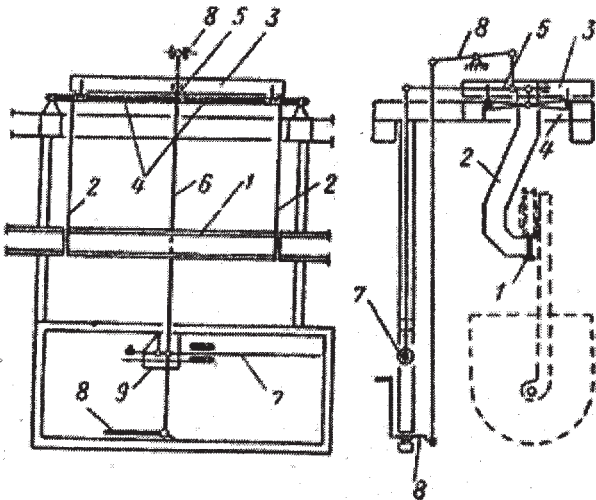
საბაგირო გზის ვაგონებში ტვირთის მასის განსაზღვრის მონაცემების

სტატიაში განხილულია საბაგირო გზის ვაგონებში ტვირთის მასის განსაზღვრის ახალი მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას იძლევა მოძრაობის შეუწყობლად აიწონოს საბაგირო გზის დატვირთული ვაგონები. იმისთვის რომ აწონვისას ავტომატურად ბაგონების წონის გავლენა, შემოთავაზებულია ახალი, სპეციალური პლატფორმა, რომელზედაც შესვლისას ვაგონები აიწევა და ამ დროს მოხდება ტვირთის მასის განსაზღვრა.

ტვირთის მასა ზუსტად არ იქნება განსაზღვრული, მაშინ საბაგირო გზით გადაზიდულ ტვირთების ჯამურ მასასა და არაპირდაპირი ხერხით გამოთვლილ გადაზიდულ ტვირთის მასას შორის განსხვავება სამთომოპოვებით საწარმოებში ცვლაში რამდენიმე ათეულ ტონას შეადგენს.

ცნობილია კიდული საბაგირო გზის ვაგონებით გადაზიდული ტვირთის მასის განსაზღვრის მეტად მარტივი ხერხი [1].

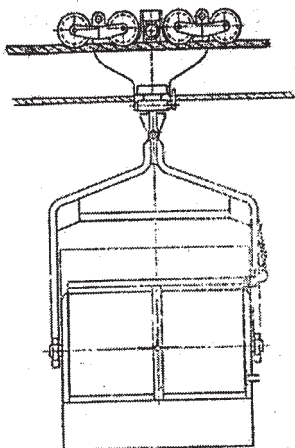
ითვლება ვაგონების მიერ შესრულებული რეისების რაოდენობა და ვიცით რა თითოეულის ტვირთამწეობა (ვაგონებში მოთავსებული ტვირთის წონა) მარტივი



ნახ. 1. საბაგირო გზის სატვირთო ვაგონების სასწორის სქემა: 1 - რელსის ნაწილი; 2 - ქუსლი; 3 - სასწორის ჩარჩო; 4 - მოძრავი ბერკეტები; 5 - ბერკეტები; 6 - სიმძიმე; 7 - ძელი მოძრავი ტვირთით; 8 - განტვირთვის მოწყობილობა; 9 - ავტომატური საბეჭდი აპარატი

განგარიშებით განისაზღვრება დროის გარკვეულ მონაკვეთში (საათში, ცვლაში, დღე-ღამეში) გადაზიდული ტვირთის მასა, მაგრამ ცხადია რომ რამდენადაც მარტივია ეს მეთოდი, იმდენად არაზუსტია გამოთვლილი მასა, რადგან ამ დროს არ ხდება ვაგონებში ტვირთით შევსების ხარისხის, ტვირთის (ნაყარი ტვირთის შემთხვევაში) გრანულომეტრიული შედგენილობის, ნაწილაკების ფორმის, ტვირთის ტენიანობის გათვალისწინება, რადგან ამ ფაქტორების შესაბამისად ერთი და იგივე ტევადობის ვაგონებში შეიძლება აღმოჩნდეს სხვადასხვა მასის ტვირთი. ე.ი. ვაგონების შევსება ხდება სხვადასხვანაირად (არაერთნაირად).

ცნობილია სატვირთო კიდული საბაგირო გზის ვაგონებით გადაზიდული ტვირთის მასის განსაზღვრის მოწყობილობა - სასწორი (იხ. ნახ. 1) [1]. რომელიც განთავსებულია საბაგირო გზის მონაკვეთში (ჩასატვირთავ ან/და გადმოსატვირთავ სადგურებზე). რელსის ნაწილი, რომელიც საკმარისია მასზე საბაგირო გზის ვაგონების მოსათავსებლად, ჩამოკიდებულია სპეციალურ ქუსლების



ნახ. 2. არსებული კონსტრუქცია.

საშუალებით სასწორის ჩარჩოზე, რომელიც თავის მხრივ ეყრდნობა ოთხ ბერკეტს და რომლებიც გადასცემენ დაწოლას ტვირთთან ძელს.

ამ მეთოდის მნიშვნელოვან უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ ტვირთის ასეთი აწონვისას ვერ ვთავისუფლებით ბაგირების მასისგან და ამიტომაცაა ტვირთის მასის ზუსტად განსაზღვრა შეუძლებელი.

ქვემოთ ნაჩვენებია ვაგონების არსებული და შემოთავაზებული კონსტრუქციები (იხ. ნახ. 2 და ნახ. 3).

შემოთავაზებული მოწყობილობა განსხვავდება არსებულისგან იმით, რომ მას შესაძლებლობა აქვს განთავისუფლდეს საბაგირო გზის ბაგირების მასისგან და ვაგონების მოძრაობის შეუჩერებლად დიდი სიზუსტით განისაზღვროს ვაგონებში მოთავსებული ტვირთი.

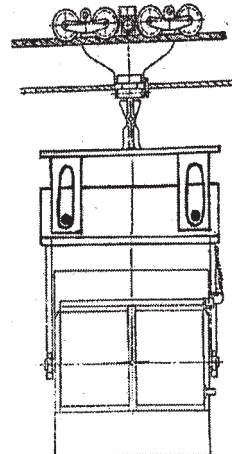
კიდული საბაგირო გზის ვაგონებით გადაზიდული ტვირთის მასის განსაზღვრის მოწყობილობა მოცემულია ნახაზზე 4. მოწყობილობა შედგება ახალი კონსტრუქციის ვაგონებისგან და სპეციალური პლატფორმისგან.

სპეციალური პლატფორმა შედგება ორი ნაწილისგან: ზედა 8 და ქვედა 9 ნაწილებისგან. ვაგონებს საშუალება აქვს ზედა პლატფორმაზე შესვლისას განთავისუფლდეს მზიდი და გამწვევი ბაგირების (1 და 2) მასისგან. ეს ხორციელდება ვაგონების სპეციალურ ჭრილებში 4 კრონშტეინის გადაადგილებით ვერტიკალურ სიბრტყეში. ჩვეულებრივ მდგომარეობაში ვაგონები 3 იმყოფება კრონშტეინის 4 ჭრილის ქვედა მდგომარეობაში. ზედა 8 პლატფორმაზე შესვლისას ვაგონები აიწვევა კრონშტეინის ჭრილის ზევითა მდგომარეობაში, ხოლო აწონვის შესრულებისას ე.ი. პლატფორმიდან ჩამოსვლის შემდეგ ის კვლავ დაბრუნდება ჩვეულ საწყის მდგომარეობაში და გააგრძელებს მოძრაობას.

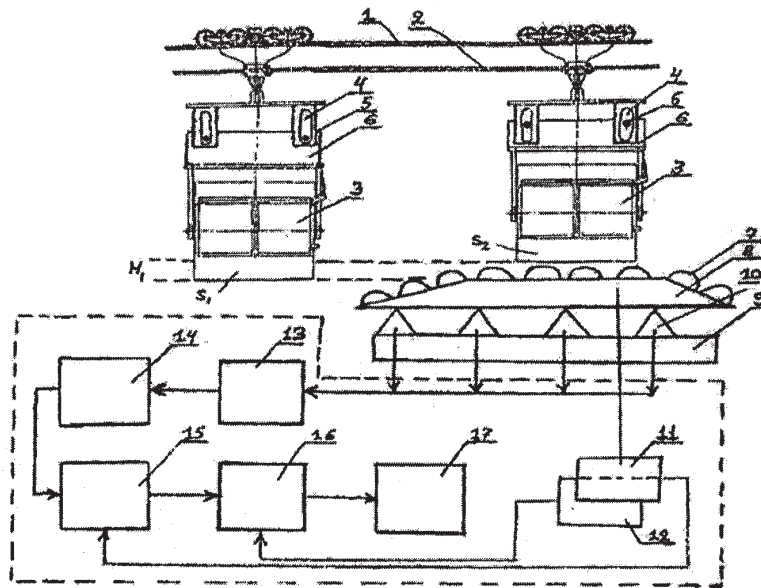
მოწყობილობის ზედა 8 და ქვედა 9 პლატფორმებს შორის განლაგებულია სპეციალური ძალსაზომი გადამწოდები 10, რომლებსგანაც სიგნალები მიეწოდება მძღველებს ბლოკს 13, შემდეგ ანალოგურ კოდის გარდაქმნის 14 მიერ გარდაქმნილი სიგნალი მიეწოდება რევისტრს 15.

კომპიუტერის მიერ განსაზღვრული მასის მნიშვნელობა მიეწოდება საბეჭდო მოწყობილობას (პრინტერს) 17 და გამოისახება ეკრანზე.

შემოთავაზებული მოწყობილობა მუშაობს შემდეგ-



ნახ. 3. ახალი კონსტრუქცია.



ნახ. 4. კიდული საბაგირო გზის ვაგონეტით გადაზიდული ტვირთმასის განსაზღვრის მოწყობილობა: 1 – მზიდი ბაგირი; 2 – გამწვევი ბაგირი; 3 – ვაგონეტი; 4 – ჭრილი; 5 – ფარი; 6 – კრონშტეინი; 7 – როლგანგი; 8 – ზედა პლატფორმა; 9 – ქვედა პლატფორმა; 10 – ძალსაზომი გადაამწოდები; 11 – ფიქსირების გადაამწოდი; 12 – ამომცნობი მოწყობილობა; 13 – მაძლიერებელ ბლოკი; 14 – გარდამქმნელი; 15 – რეგისტრი; 16 – კომპიუტერი; 17 – პრინტერი

ნაირად: ვაგონეტი 3, აწონვის ადგილას მისვლისას როლგანგების 7 საშუალებით შედგება ზედა პლატფორმაზე 8 და ამ დროს ვაგონეტის კრონშტეინი გადაადგილდება ვაგონეტის სპეციალურ ჭრილში 4, რის შედეგადაც ვაგონი განთავისუფლდება ბაგირების მასის მოქმედებისა და ზედა 8 და ქვედა 9 პლატფორმებს შორის განლაგებული სპეციალური ძალსაზომი გადაამწოდები 10 იძლევიან მხოლოდ ვაგონეტის ტვირთის მასის შესაბამის სიგნალებს. ეს სიგნალები მიეწოდება მაძლიერებელ ბლოკს 13, სადაც ხდება მიღებული სიგნალის გაძლიერება, რომელიც შემდეგ მიეწოდება ანალოგური სიგნალის ციფრულში გარდამქმნელ 14 ბლოკს, ამ ბლოკიდან ციფრული კოდი რეგისტრის 15 გავლით მიეწოდება კომპიუტერს 16, სადაც ხდება მასის გამოანგარიშება და შედეგის გამოსახვა კომპიუტერის ეკრანზე (მონიტორზე).

მოწყობილობას აქვს შესაძლებლობა მასის განსაზღვრის შედეგი მიაწოდოს საბეჭდ მოწყობილობას (პრინტერს) 17. აღნიშნული კონსტრუქციის ვაგონეტითა და ნაყარი ტვირთის მასის განსაზღვრის ავტომატიზებული მოწყობილობით შესაძლებელია განისაზღვროს

ისეთი ნაყარი ტვირთების მასა მათი კიდული საბაგირო გზით ტრანსპორტირებისას, როგორცაა სასარგებლო წიაღისეული (ქვანახშირი, რკინის მადანი, მანგანუმი და სხვა), არამადნეული სამშენებლო მასალები (ლორღი, ქვიშა, ხრეში), ქიმიური ნედლეული, აგრეთვე ფუჭი ქანები მათი ე.წ. „კუდების“ გადაზიდვისას სამთომობოვებით და გადამამუშავებელ საწარმოებში.

ლიტერატურა

1. Дукельский А. И. Подвесные канатные дороги и кабельные краны. Изд. Машиностроительной литературы. Москва-Ленинград. 1951. с. 266-269.
2. Беркман М.Б. и др. Подвесные канатные дороги. Машиностроение, Москва. 1984. с. 34-37.
3. Земсков А.Н. Полетаев И.Г. Грузовые подвесные канатные дороги. ЛКИ Горнефтомаш. Москва, 2003. с. 46-48.
4. Кулешов А.А. Анализ вариантов транспортирования руды от карьера до обогатительной фабрики. “Горный журнал”, №6. Москва. 2003. с. 32-35.

ИАШВИЛИ Н.Г. УСТРОЙСТВО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУЗА В ВАГОНЕТКЕ ПОДВЕСНОЙ КАНАТНОЙ ДОРОГИ

В работе рассмотрено новое устройство определения массы груза перевозимого подвесной канатной дорогой, которое дает возможность взвесить груженые вагонетки без остановки движения канатной дороги. Для того чтобы избежать влияние веса канатов, предложена специальная вагонетка и платформа, которая при взвешивании приподнимает вагонетку, тем самым освобождает ее от тяжести канатов.

IASHVILI N. DEVICE DETERMINING THE MASS OF CARGO TROLLEY CABLEWAY

Article is about a new device which determines the mass of cargo in cableway. It ensures to weight loaded trucks with non-stop movement. In order to avoid the influence of weight of ropes, there is offered a special platform, which will lift the trucks while weighing the cargo.

აკად. დოქტორი ნ. მოლოდინი, აკად. დოქტორი ბ. მაჩაიძე,
აკად. დოქტორი რ. მოლოდინი

სამთო მრეწველობის საწარმოებში უწყვეტი და ციკლური რეჟიმის ტრანსპორტის გამოყენების ანალიზი

სტატია ეხება უწყვეტი და ციკლური რეჟიმის სატრანსპორტო მანქანების ძირითადი პარამეტრების გათვალისწინებით, უპირატესი სატრანსპორტო საშუალების განსაზღვრის მეთოდის შემუშავებას. დადგენილია, რომ ყველა შემთხვევაში, ფხვიერ-ნატეხიანი ტვირთების უზუსტესად უნდა გამოყენებულ იქნეს ლენტური კონვეიერი, რადგან მაღალ მწარმოებლურა და შესაძლებელია ავტომატიზაციის მაღალი ხარისხი.

გასული საუკუნის 90-იან წლებში შემუშავებული იყო სამრეწველო ტრანსპორტის შემდგომი განვითარების გენერალური მიმართულებები [1], რომლებიც დღესაც აქტუალურია. მასში გათვალისწინებული იყო სამთო საწარმოებისათვის უწყვეტი, ციკლური, ციკლურ-ნაკადური მოქმედების ტრანსპორტისა და გარდამავალი სტრუქტურული რგოლების განვითარების კონცეფცია. მასში ყურადღება ძირითადად გამახვილებული იყო დამუშავების ტექნოლოგიებში, ფხვიერ-ნატეხიანი ტვირთების იმ კონდიციამდე დაყვანაზე, რომელიც ფართო გზის მისცემდა: ჰიდრაულიკური, საკონვეიერო, საბაგირო, ასალსპეციალიზებულ (მაგალითად, პნევმოკონტეინერულ [2]) და სხვა, მათ შორის ციკლური მოქმედების ტრანსპორტის მიზნობრივ გამოყენებას. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ნებისმიერი (საბაგირო, შახტური, ღია წესით დამუშავების და სხვა მრავალი კონკრეტული შემთხვევისათვის) ტექნოლოგიური პროცესის შემადგენელი ოპერაციების დალაგება აუცილებლად უნდა მოხდეს იმ რიგით, რომ რაციონალური სატრანსპორტო ტექნიკის გამოყენება დადებითად აისახოს ტვირთის ტრანსპორტირებისა (ტონა კმ-ის ღირებულებასა) და პროდუქციის საბოლოო თვითღირებულებაზე. მაგალითისათვის, თუ ტვირთების მოპოვებისას მიიღება არაგაბარებები, რომლებიც ექვემდებარებიან აუცილებელ დაქუცმაცებას, მაშინ ეს ოპერაცია აუცილებლად უნდა შესრულდეს ტრანსპორტირებამდე, რაც განსაზღვრავს ოპტიმალური (მიზნობრივად გამართლებული) სატრანსპორტო საშუალებების შერჩევამოყენების საკითხს. კონცეფციის პროექტში პირდაპირაა მითითებული, რომ საკონვეიერო ტრანსპორტის გამოყენებისას გაზრდილია მოთხოვნა ისეთ ნომენკლატურულ მოწყობილობებზე, როგორებიცაა: სამსხვრევ-სახარისხებელი, მკვებავი და ა.შ. აგრეგატები, რომელთა სქემაში ჩართვა, მიუხედავად დამატებით ფინანსური ხარჯებისა, გამართლებულია, ვინაიდან ზრდის დანადგარების მუშაობის საიმედოობას, ხანგამძლეობას და იძლევა მნიშვნელოვან მოგებას (ეკონომიურ ეფექტს).

წინამდებარე ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს, ციკლურთან შედარებით, უწყვეტი მოქმედების ტრანსპორტის გამოყენებით ტვირთბრუნვაში მიღებული დადებითი შედეგების ასახვა და დასაბუთება, რომლის შემდგომი გამოყენება საშუალებას იძლევა საწარმოები აღიჭურვოს

პერსპექტიული სატრანსპორტო სისტემებით. აღსანიშნავია ისიც, რომ ასეთი სატრანსპორტო სისტემების ავტომატიზაციის ხარისხი მაღალია და მუშაობა საიმედო.

საყოველთაოდ ცნობილი, პირდაპირ პროპორციული ფუნქციური დამოკიდებულება უწყვეტ რეჟიმზე მომუშავე სატრანსპორტო საშუალებათა ქვემოთ წარმოდგენილ პარამეტრებს შორის შემდეგაა

$$Q=f(q, v), \tag{1}$$

სადაც Q – უწყვეტი რეჟიმის სატრანსპორტო მანქანის მწარმოებლურობა, ტ/სთ;

q – უწყვეტი რეჟიმის სატრანსპორტო მანქანის გრძივი დატვირთვა, დკნ/მ;

v – ტვირთნაკადის, ანუ ტვირთბრუნვის ორგანოს სიჩქარე, მ/წმ.

შესაბამისად, უწყვეტი რეჟიმის სატრანსპორტო დანადგარის მწარმოებლურობა (ტ/სთ) ტოლი იქნება

$$Q=3,6 qv. \tag{2}$$

ციკლურ რეჟიმზე მომუშავე სატრანსპორტო საშუალებათა წარმოდგენილ პარამეტრებსა და მწარმოებლურობას შორის ფუნქციურ დამოკიდებულებას ექნება შემდეგი სახე

$$Q = f \frac{G_0 v}{L}$$

მწარმოებლურობასთან პირდაპირპროპორციულ ფუნქციურ დამოკიდებულებაშია ციკლურ რეჟიმზე მომუშავე სატრანსპორტო საშუალებათა პარამეტრები – (G₀, დკნ) ტვირთბრუნვის ჭურჭლის ტვირთამწოება, (v, მ/წმ) ჭურჭლის მოძრაობის სიჩქარე, ხოლო უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია სატრანსპორტო გზის სიგრძე, ანუ ზიდვის მანძილი (L, მ).

ციკლურ რეჟიმზე მომუშავე სატრანსპორტო საშუალებების ერთი სრული ციკლის ხანგრძლივობა

$$(T = \frac{2L}{v_{საშ}} + \theta) \text{ შედგება მისი დატვირთული (G, დკნ.-ს}$$

– სასარგებლო) და ცარიელი (G₀, დკნ.-ს უსარგებლო – მკვდარი წონის) მიმართულებებით სვლისაგან, n რაოდენობის ჭურჭლების დატვირთვისა, გაცლისა და სამანევრო ოპერაციებისთვის საჭირო დროისაგან (θ, წმ); ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, სასარგებლო ტვირთბრუნვის დახუსტების მიზნით ციკლური რეჟიმის ტრანსპორტის მწარმოებლურობა წარმოვადგინოთ სასარგებლო ტვირთისა და მკვდარი წონის მოძრაობის ცალ-ცალკე გამოთვლილი ჯამის სახით.

ამგვარად, მკვდარი წონის ტვირთის მოძრაობის მიხედვით Q₀=nG₀, ხოლო სასარგებლო ტვირთის წონის მიხედვით Q_ღ=n(G+G₀), თუ საათში ციკლების რაოდენობა

ნობა იქნება, $n = 3600v_{\text{საშ}} / (2L + 9v_{\text{საშ}})$, მაშინ ციკლური რეჟიმის ტრანსპორტის საათური მწარმოებლურობა განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$Q_{\text{სთ}} = (Q_{\text{ც}} + Q_{\text{დ}})n_{\text{ც}} = [nG_0 + n(G + G_0)]n_{\text{ც}},$$

მასში ზემოთ მოცემული მნიშვნელობების ჩასმით, მივიღებთ

$$Q_{\text{სთ}} = \frac{3,6v_{\text{საშ}}nG}{2L + 9v_{\text{საშ}}} + \frac{2 \times 3,6v_{\text{საშ}}nG_0}{2L + 9v_{\text{საშ}}}. \quad (4)$$

გამოსახულების (4) პირველი შესაკრები წარმოადგენს ციკლური რეჟიმის ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის სასარგებლო ტვირთის წონას, ხოლო მეორე შესაკრები მოძრავი შემადგენლობის (უსარგებლო ანუ მკვდარ წონას, რომელიც მოძრავი მექანიზმისა და ტვირთშიდი ჭურჭლის ჯამური წონაა) ტარის წონას. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ტარის წონითი კოეფიციენტი ($K_{\text{ფ}}$)

$$K_{\text{ფ}} = \frac{G_0}{G}, \text{ ანუ } G_0 = K_{\text{ფ}} G. \quad (5)$$

მაშინ (4) გამოსახულება შეიძლება წარმოვადგინოთ (6) განტოლების სახით, სადაც უსარგებლო ანუ მკვდარი G_0 წონაც გამოსახული იქნება სასარგებლო ტვირთის G წონისა და ტარის წონითი $K_{\text{ფ}}$ კოეფიციენტის საშუალებით

$$Q_{\text{სთ}} = \frac{3,6v_{\text{საშ}}nG}{2L + 9v_{\text{საშ}}} + \frac{2 \times 3,6v_{\text{საშ}}nGK_{\text{ფ}}}{2L + 9v_{\text{საშ}}}, \quad (6)$$

საიდანაც შეიძლება სასარგებლო ტვირთის წონასთან ჯერადული შეფარდებით (7) გამოსახულებით განისაზღვროს უსარგებლო, ანუ მკვდარი ტვირთის წონაც

$$Q_{\text{სთ}} = \frac{3,6v_{\text{საშ}}nG}{2L + 9v_{\text{საშ}}} (1 + 2K_{\text{ფ}}). \quad (7)$$

ციკლური რეჟიმის სატრანსპორტო საშუალების სახეობისა და შესაბამისად ტარის წონითი კოეფიციენტის ცვალებადობის მიხედვით მერყეობს მკვდარი ტვირთის წონაც, რომლის განსაზღვრაც აგრეთვე ძალიან მარტივად ხდება, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მეთოდით, მოცემული კონკრეტული ტარის წონითი კოეფიციენტისათვის, (7) გამოსახულებისა და საწარმოს მწარმოებლურობის საშუალებით.

სწინებული კონცეფციის პროექტისა და განხილული მასალის მიხედვით, შევეცადეთ რეალური სურათი შეგვექმნა ტყიბულის შახტისათვის. შპს „საქნაშირის“ (ჯი-აი-ჯი ჯგუფის)-ს წევრებთან ერთად შევისწავლეთ შახტის ძირითადი (სასარგებლო) ტვირთბრუნვისათვის სრული კონვეიერიზაციის საკითხი, რომელიც შპს „საქნაშირის“ ადმინისტრაციის მიერ დიდი ხნის წინათ დაგეგმილი გადაუჭრელი პრობლემაა.

ტვირთამტარი გვირაბების ნახაზების წინასწარი განხილვისა და პრობლემური უბნების ჩამონათვალის შედგენის შემდეგ, შახტის ხელმძღვანელებთან ერთად ადგილზე შევისწავლეთ საკითხის ყველა წვრილმანი,

რომელიც შემდგომ განხილული იქნა შპს „საქნაშირის“ (ჯი-აი-ჯი ჯგუფი)-ს პერსპექტიული განვითარების საბჭოს სხდომაზე.

ჩვენი აზრით, გვირაბების მინიმალური გაწმენდით და მცირე სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შესრულების შემდეგ, +582 ჰორიზონტის ტვირთამტარი შტოლნისა და +275 ჰორიზონტის აღმოსავლეთის საველე შტრეკის სრული კონვეიერიზაცია შესაძლებელი იქნება: ა) შტოლნაში ერთი საკონვეიერო დგარით (დგარის სიგრძით $\approx 3\ 000$ მ) ძირითადი ტვირთების ზიდვა ბრმა ჭაურის მიმღები ბუნკერიდან დღისეულ ზედაპირამდე (საკონვეიერო ამძრავი განთავსდება დღისეულ ზედაპირზე, წიაღისეულის მიმღები ბუნკერის მახლობლად); ბ) +275 ჰორიზონტის აღმოსავლეთის საველე შტრეკში, №9 შუროდან ცენტრალურ კვერთხამდე და შემდგომში სკიპის სატვირთავ მიმღებ ბუნკერამდე, სპეციალური პროექტის შედგენის შემდეგ, ასევე ერთდგარიანი კონვეიერის საშუალებით. ყოველივე აღნიშნულის მიღწევა შესაძლებელია მაღალი საკუთარი წვეის ფაქტორიანი საკონვეიერო ვაკუუმური ამძრავით, ლენტის საწყისი დაჭიმულობის შემცირების ხარჯზე და ტყიბულის შახტის საზიდ გვირაბებში შესაბამისი ერთდგარიანი ლენტური კონვეიერების განთავსებით. მაღალი და საკუთარი წვეის ფაქტორიანი საკონვეიერო ამძრავით [3], ლენტის საწყისი დაჭიმულობის შემცირების ხარჯზე, ვიყენებთ რა ნაკლებად ღირებულ ლენტებს, მიახლოებით შეიძლება ითქვას, რომ დანადგარის კაპიტალიზირებულება და საექსპლუატაციო მომსახურების ხარჯები თითქმის ნახევრდება.

საცნობარო ლიტერატურის [4] მონაცემების მიხედვით, ტარის წონითი კოეფიციენტი იცვლება: ა) ქვანახშირის მცირე და დიდტვირთულობის ჭურჭლებისათვის (გაგონებებისათვის) შესაბამისად 0,85-დან - 0,47-მდე; ბ) მადნებში მომუშავე ჭურჭლებისათვის შესაბამისად 0,75-დან - 0,24-მდე; ავტოტრანსპორტისათვის 1,22-დან - 0,364-მდე.

რაც შეეხება, შპს „საქნაშირის“ ტვირთამტარ გვირაბებში, საკონვეიერო ტრანსპორტის დანერგვით მიღებულ ეფექტს იგი: შახტის წლიური მწარმოებლურობისა, (7) გამოსახულებისა და ტარის წონითი კოეფიციენტის მიხედვით, საორიენტაციოდ მინიმუმ ასეთნაირ შეფასებას იმსახურებს:

შახტის 300 000 ტ/წ; შახტის 1 000 000, ტ/წ;

მკვდარი ტვირთი შეადგენს: $300000 \times 0,94 = 282\ 000$ ტ/წ; $1\ 000000 \times 0,94 = 940000$, ტ/წ

$300000 \times 1,7 = 510\ 000$ ტ/წ; $1\ 000\ 000 \times 1,7 = 1\ 700\ 000$, ტ/წ;

ანალოგიური მეთოდით შეიძლება მკვდარი ტვირთი განისაზღვროს ღია წესით მოპოვებისას, ავტოტრანსპორტით ზიდვის შემთხვევაში, მკვდარი ტვირთის წლიური რაოდენობა და მისი გადაადგილებით გამოწვეული შესაბამისი ზედმეტი წლიური კაპიტალდანახარჯები.

კარიერის 300 000 ტ/წ; კარიერის 1 000 000 ტ/წ;

მკვდარი ტვირთი შეადგენს:

$300000 \times 0,728 = 218\ 400$, ტ/წ; $1\ 000000 \times 0,728 = 728\ 000$, ტ/წ;

$300000 \times 2,44 = 732\ 000$ ტ/წ; $1\ 000\ 000 \times 2,44 = 2\ 440\ 000$, ტ/წ;

ეკონომიური ეფექტის გაანგარიშებისას, პროექტის მოწყობილობათა ბაზა იტვირთება კონკრეტული საწარმოს მომარაგების მონაცემთა ღირებულების მიხედვით და ზუსტდება საწარმოს სამუშაო ტექნოლოგიური პროცესის შემადგენელი ოპერაციების რიგითობის ზუსტად დაცვის შესაბამისად; რიგითობა ზუსტდება და მტკიცდება სათანადო კომპენტენტური ორგანოებისა და პიროვნებათა მონაწილეობით და ხელმოწერით და ჯდება მონაცემთა ბაზაში.

**МОЛОДИНИ Н.Ш., МАЧАИДЗЕ Г.Л.,
МОЛОДИНИ Р.Н.
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА
НЕПРЕРИВНОГО И ЦИКЛИЧНОГО
РЕЖИМА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Статье рассматривается вопрос разработки методики определения приоритетного вида транспорта непрерывного и циклического режима с учетом их основных параметров. Установлено, что во всех случаях, для транспортировки рыхло - обломочных грузов следует применить ленточный конвейер, так как он высоко производительный и позволяет высокую степень автоматизации.

ლიტერატურა

1. Концепция дальнейшего развития промышленного транспорта. "Подъемно-транспортная техника и склады", №2, Москва, 1990. с.6-8.
2. А. А. Дзидзигური, В. Л. Мухелишвили, И. Ю. Стрельников. Еще раз о перспективности контейнерного пневмотранспорта. "Подъёмно-транспортная техника и склады", №2 Москва, 1990. с. 54-55.
3. ვ. მუსხელიშვილი, ნ. მოლოდინი, რ. მოლოდინი. კონვეიერების ამბრაგების წევითი თვისებების ანალიზი. სამთო ჟურნალი, №2, 1998. გვ. 20-21.
4. Б.А.Кузнецов и др. Транспорт на горных предприятиях. «НЕДРА» Москва, 1976. с. 64-122.

**MOLODINI N., MACHAIDZE G., MOLODINI R.
ANALYSIS OF CONTINUOUS REGIME USE ON
THE ENTERPRISES OF MINING INDUSTRY**

In the article the question of method development of determination of preferential transport means with a glance of main parameters of transport machines cyclic regime is considered. There is established that in any cases for the transportation of friable – clastic loads it should be used the conveyor belt as it is high productive and it is subjected to high degree of automation.

The article deals with the continuous and cyclic modes of transport vehicles according to the index-productivity, the necessary parameters in the background, designed, the predominant method for determining the means of transport. Accepted that in all cases, if it isn't caused by any necessities, we should recognize almost appropriate technological means of the continuous working of the vehicles.

უპკ 622.235.2

**ზ. კუჭუშია, ა. აფრიაშვილი, ვ. ხახუთაშვილი, ვ. შატყვაშვილი,
გ. თხელიძე, ი. სამხარაძე
დამცავი ფეთქებადი ნივთიერებების ანტიგრიზუტული თვისებები**

სტატიაში განხილულია სპეციალური დამცავი ფეთქებადი ნივთიერებები, რომლებიც გამოიყენება აირისა და მტვრის აალების მხრივ საშიშ მასტებში. აალების საფრთხის შემცირება შესაძლებელია ფეთქებად ნივთიერებაში სითბოს შთანთქმელი კომპონენტების დამატებით და აირების ჟანგვის რეაქციების ქიმიური დამუხრუჭებით. შესაბამისად, მნიშვნელოვანია, რომ დასამატებელ კომპონენტებს ჰქონდეთ ინგიბიტორული თვისებებიც (მაგალითად, ქლორიდები და ფტორიდები), რომელთა ეფექტურობა დამოკიდებულია მათ დისპერსიულობაზე. სტატიაში მოცემულია აგრეთვე, ამ ფეთქებადი ნივთიერებების გაანგარიშებული და ექსპერიმენტული მახასიათებლები. აღნიშნულია, რომ დამცავ ფეთქებად ნივთიერებას ანტიგრიზუტულობასთან ერთად უნდა ჰქონდეს დეტონაციის მაღალი მახასიათებლები, რათა გამოირიცხოს მისი გამოწვევა. დიდი სიმძლავრის მაღალდამცავი ფეთქებადი ნივთიერების შესაქმნელად, დაბალი კლასის დამცავ ფეთქებად ნივთიერებას ათავსებენ მარილწყლით შევსებულ პო-

ლიეთილენის აფსკში, რომელიც უზრუნველყოფს მდგრად დეტონაციას.

ტყიბული-შაორის ქვანახშირის საბადოს დამუშავების პროცესში ბოლო წლებში განვითარებული მოვლენების (მეთანისა და მტვრის აფეთქება) თავიდან აცილების მიზნით, მეტად აქტუალური გახდა საამფეთქებლო სამუშაოებისას დამცავი ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყენება. ამ ტიპის ფეთქებად ნივთიერებებს აწარმოებენ ძირითადად რუსეთის ფედერაციაში და მათი იმპორტი საქართველოში ცნობილი მოვლენების გამო შეუძლებელი გახდა. ამიტომ ჩვენი მიზანია გავზარდოთ საქართველოს ბაზარზე წარმოდგენილი ფეთქებადი ნივთიერებების აირისა და მტვრის აფეთქებით საშიშ მასტებში გამოყენების უსაფრთხოება. ეს პრობლემა ამჟამად აქტუალურია, რადგან ავარიების დიდი ნაწილი განპირობებულია უსაფრთხოების წესების დარღვევის გამო.

სტატიაში განხილული ძირითადი დებულებები, ჩვენი რწმენით, მიიპყრობს სამთო საზოგადოების ყურადღებას, I–III ჯგუფის ფ.ნ.-ების ზეკატეგორიულ შახტებზე გამოყენების საშიშროებაზე და მაღალი დამცველობის იაფი და ხელმისაწვდომი ფ.ნ.-ების შექმნის აუცილებლობაზე.

ნახშირების, გოგირდის, სულფიდური მადნების, კალიუმის მარილების, ოზოკერიტების, ნავთობის და სხვა სასარგებლო წიაღისეულის შახტური მეთოდებით მოპოვების დროს, მადაროს ატმოსფეროში ხდება აალებადი აირების და მტვრის გამოყოფა, რომელიც ჰაერთან გარკვეულ კონცენტრაციაში ქმნის ადვილად აალებად და დეტონირებად ნარევეს. ამიტომ ასეთ შახტებში აფეთქებითი საშუალების წარმოებისას გამოიყენება სპეციალური დამცავი ფ.ნ.-ები უსაფრთხოების განსაკუთრებული ღონისძიებების ჩატარებით.

მილარის და ლა-შატელეს ანტიგრიზუტულობის (ფ.ნ. თვისება არ აალოს მადაროს აირები ან მტვრის ნარევები აფეთქებითი საშუალების წარმოების დროს) თეორიის მიხედვით, მეთანის და სხვა აირების აალება, შემდგომში აფეთქების პროცესის განვითარებით, შეიძლება მოხდეს მათი კრიზისულ ტემპერატურამდე გახურების ან ადიაბატური შეკუმშვით გამოწვეული დარტყმითი ტალღის შედეგად. აირის და ჰაერის, ნარევის აალება ხდება ინდუქციური შეყვანების პერიოდის დროს, რომლის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. თუ ვაზნის ტემპერატურა საკმარისია, მაშინ აალების შეყვანების ტემპერატურა შეიძლება ნაკლები იყოს ნარევის დეტონაციის განვითარების ტემპერატურაზე [1, 2, 3].

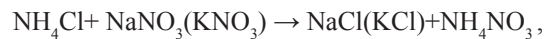
ამ თეორიის მიხედვით ფ.ნ. მით უფრო უსაფრთხოა, რაც უფრო დაბალია მისი აფეთქების ტემპერატურა და მოკლეა აალების დროის ხანგრძლივობა. დადგენილია, რომ მეთანის აფეთქების მხრივ საშიშ ქვანახშირის შახტებში, უსაფრთხო ფ.ნ.-ის აფეთქების ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 2100 °C-ს. აფეთქების ტემპერატურის მიხედვით აფასებენ დამცავი ფ.ნ.-ის ანტიგრიზუტულობას. დადგენილი იქნა, რომ უსაფრთხოების თვალსაზრისით აფეთქების დაბალი ტემპერატურა და სითბო არის აუცილებელი, მაგრამ არასაკმარისი პირობა. უნდა აღინიშნოს, რომ აფეთქების ტემპერატურა და აალების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია აგრეთვე ერთდროულად ასაფეთქებელი მუხტის სიდიდეზე.

შემდგომმა კვლევებმა [2] აჩვენა, რომ საშახტო ატმოსფეროში მყოფი მეთანის, წყალბადის და სხვა აალებადი ნახშირწყალბადების, ჟანგბადით ჟანგვის რეაქციებს აქვთ ჯაჭვური ხასიათი და მათი დამუხრუჭება სრულ გაჩერებამდე შესაძლებელია მხოლოდ უარყოფითი კატალიზატორების (ინგიბიტორების) საშუალებით, რომლებსაც შეუძლიათ რეაქციის ჯაჭვის გაწყვეტა.

დადგენილია, რომ ერთი და იგივე ფ.ნ.-ის დამცავი თვისებები დამოკიდებულია აფეთქების პირობებზე. თუ მეთანის შემცველ შახტის ატმოსფეროში ფეთქდება ღია ან თავისუფლად დაკიდებული მუხტი, აფეთქების პროდუქტები, რომელთა ტემპერატურა უფრო მაღალია ვიდრე მეთანის, იწვევენ მის აალებას ან აფეთქებას. ამ მოვლენის არსებობა დამოკიდებულია აფეთქების

პროდუქტების ტემპერატურაზე ან დარტყმითი ტალღის ენერჯიაზე. თუ ასაფეთქებელი მუხტის მასა ზღვრულზე ნაკლებია, მაშინ დარტყმითი ტალღით აირის აალება ნაკლებად მოსალოდნელია. აქ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აფეთქების პროდუქტების შემადგენლობას და მათში ინგიბიტორული მარილების შემცველობას. ე.ი. აირების აალება შეგვიძლია შევამციროთ არა მხოლოდ ფ.ნ.-ში სითბოს შთანთქმელი კომპონენტების დამატებით, არამედ აირის ჟანგვის რეაქციების ქიმიური დამუხრუჭებით. ამიტომ მნიშვნელოვანია, რომ სითბოს შთანთქმელ კომპონენტებს ჰქონდეთ ინგიბიტორული თვისებებიც. აქტიური ინგიბიტორული თვისებები ახასიათებთ ქლორიდებს და ფტორიდებს, მაგ.: LiF, KF, NaF, LiCl, KCl, NaCl.

ჩამოთვლილი მყარი ინგიბიტორების მოქმედების ეფექტურობა დამოკიდებულია მათ დისპერსიულობაზე (ნაწილაკების ზომებზე). ამაზე დაყრდნობით შეიქმნა იონცვალებადი მაღალდამცავი ფ.ნ.-ის თეორია ისეთი მარილების წყვილების ბაზაზე, როგორებიცაა ამონიუმის ქლორიდი და ნატრიუმის ან კალიუმის გვარჯილა, რომელთა ურთიერთქმედება გამოისახება რეაქციაში



შემდგომში აფეთქების პროდუქტებში ნატრიუმის ან კალიუმის ქლორიდების ულტრაწვრილ მდგომარეობაში გადასვლით.

გამიშვლებული საშუაურ ვაზნების მცირედ დაყოვნებული ჯგუფური აფეთქების ან ღია ვაზნებით სპეციალური საშუალების ჩატარების დროს, აფეთქებასაშიშ გარემოზე ხდება ცეცხლის და აფეთქების გავარვარებული კომპონენტების პირდაპირი ზემოქმედება. ასეთ პირობებში გაცილებით უსაფრთხოა სელექციურ-დეტონირებადი ფ.ნ.-ები, რომლებიც შეიცავენ სხვადასხვა აქტიურობის ფეთქებად კომპონენტებს.

ეს ფ.ნ.-ები აფეთქების არახელსაყრელ პირობებში ნაწილობრივ დეტონირებენ და გამოყოფენ მცირე ენერჯიას, ხოლო უფრო ხელსაყრელ პირობებში (შპურებში საცობის გამოყენებით) გამოიყოფა მთლიანი ენერჯია, რაც იწვევს სამთო მასის ინტენსიურ მონგრევას.

აირისა და მტვრის შემცველი შახტის ატმოსფეროს აალების წყაროდ შეიძლება იქცეს ღია ცეცხლის ხანგრძლივი მოქმედება, რომელიც წარმოიქმნება შპურებში ფ.ნ.-ის დეფლავაციის (ფ.ნ.-ის ამოწვის) შედეგად. დეტონაციის პროცესის მიმდინარეობა შეიძლება დაირღვეს სხვადასხვა მიზეზებით ან ამ მიზეზთა ერთობლიობით: ფ.ნ.-ის ზედმეტად დატენიანება ან შემჭიდროება, ინერტული შუაშრეების წარმოქმნა, საწყისი იმპულსის სისუსტე ან არხის ეფექტი. ზოგ შემთხვევაში ფ.ნ.-ის წვა შეიძლება იყოს უფრო საშიში, ვიდრე დეტონაცია. აფეთქების მექანიკური მუშაობა მცირეა და გამონთავისუფლებული ენერჯია იხარჯება მხოლოდ აირების გახურებაზე. ამ დროს შეიძლება მოხდეს ნახშირის აალება, რაც გამოიწვევს შახტაში ხანძარს, ასევე შეიძლება შეიქმნას მეთანის აფეთქებასაფრთხიანი კონცენტრაცია. აქედან გამომდინარე, უსაფრთხოების თვალსაზრისით საჭიროა,

რომ ფ.ნ.-ის ქიმიური გარდაქმნა მიმდინარეობდეს დეტონაციის რეჟიმში, რაც უტილიზებული დენტებისა და მყარი სარაკეტო საწვავის შემთხვევაში შეიძლება მიღწეულ იქნეს საწვავის დაქუცმაცებით ისე, რომ 3-8 მმ ზომის ნაწილაკების შემცველობა ნარევეში 10%-ს აღემატებოდეს. აგრეთვე, ღია ცეცხლის გარემოში გატყორცნის თავიდან ასაცილებლად დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს გარსაცმის კონსტრუქციას.

დამცავი ფ.ნ.-ის შემადგენლობების შემუშავება ითვალისწინებს არა მხოლოდ ფ.ნ.-ის ნარევეების შექმნის პრინციპებს, არამედ მის გამოყენებას აფეთქების მიმართ საშიშ მახტებში, ამასთან უნდა ვიხელმძღვანელოთ შემდეგი დებულებებით:

1. მათ შემადგენლობაში უნდა შედიოდეს ან აფეთქების პროცესში წარმოიქმნებოდეს ინერტული კომპონენტები, მაღალი სითბოს შთანქმის მახასიათებლებით, რომლებიც ერთდროულად ეფექტურად ამცირებენ აფეთქების

პროდუქტების ტემპერატურას და ასრულებენ ინგიბიტორების როლს. როგორც ტექნოლოგიურად ხელმისაწვდომი და შედარებით ეფექტური ცეცხლჩაქრობები, გავრცელება ჰპოვეს NaCl-მა და KCl-მა. მათი შემცველობის სიდიდე განისაზღვრება ექსპერიმენტულად, ეყრდნობა საშახტო ატმოსფეროს მეთანისა და მტვრის მიმართ საშიშროებას და სამფეთქებლო სამუშაოების ეფექტურობის უზრუნველყოფას.

2. დამცავ ფ.ნ.-ას ანტიგრიზუტულობასთან ერთად უნდა ჰქონდეს დეტონაციის მაღალი მახასიათებლები, რაც გამორიცხავს აფეთქების არახელსაყრელი პირობების შემთხვევაში მათ გამოწვას. ამონიტების ტიპის დამცავი ფ.ნ.-ისთვის დეტონაციის მაღალი მახასიათებლების უზრუნველსაყოფად მათ რეცეპტურულ შემადგენლობაში სენსიბილიზატორების საკმარის რაოდენობასთან ერთად, ხდება მათი ტექნოლოგიური დამუშავების გაუმჯობესება.

3. დიდი სიმძლავრის მაღალდამცავი ფ.ნ.-ის

ცხრილი 1

IV კლასის დამცავი ფ.ნ.-ების განაგარიშებული და ექსპერიმენტული მახასიათებლები

| მახასიათებლები | 2 | 3 | 4 |
|---|---------------------------|----------------|---------|
| 1 | ПЖВ-20 | Т-19 | АП-5ЖВ |
| გათვლითი: | | | |
| ჟანგბადის ბალანსი, % | +0,32 | -2,47 | -0,02 |
| აფეთქების სითბო, კკლ/კგ | 813 | 805 | 907 |
| გაზების მოცულობა, ლ/კგ | 717 | 724 | 787 |
| აფეთქების ტემპერატურა, გრადუსი °K | 2493 | 2487 | 2793 |
| აფეთქების სრული იდეალური მუშაობა, კკლ/კგ | 619 | 612 | 714 |
| ექსპერიმენტული: | | | |
| მუშაუნარიანობა, სმ ³ | 265-280 | 270-280 | 320-330 |
| ტროტილის ეკვივალენტი: | | | |
| ბალისტიკური ქანქარას მიხედვით | 0,68 | 0,70 | 0,74 |
| საპაერო ტალღის მიხედვით | 0,57 | 0,58 | 0,65 |
| ბრიზანტულობა ნორმირებული მინიმალური სიკვრივისას, მმ | 14-16 | 15-17 | 15-17 |
| მოყვანილი მანძილი შპურების მუხტებს შორის ნახშირცემენტის ბლოკში გამკვრივებაზე გამოცდისას, სმ | 9-12 | 7,5-9,3 | --- |
| კრიტიკული დიამეტრი, მმ: | | | |
| 1,1 გრ/სმ ³ სიკვრივისას | 12-14 | 10-12 | 10-12 |
| 1,7 გრ/სმ ³ სიკვრივისას | 22-24 | 19-21 | --- |
| დეტონაციის სიჩქარე, კმ/წმ | 3,5-4,0 | 3,6-4,3 | 3,6-4,6 |
| დეტონაციის გადაცემა, სმ: | | | |
| მშრალ ვაზნებს შორის | 7-10 | 8-12 | 8-10 |
| წყალში ვაზნების 1 სთ-ის განმავლობაში დაყოვნების შემდეგ | 4-7 | 4-8 | 4-7 |
| მგრძობიარობა: | | | |
| დარტყმის მიმართ, % | 12-24 | 12-24 | 12-32 |
| ხახუნის მიმართ 5% ქვიშის მინარევისას, კგ/სმ ² | 1750 | 1930 | 1930 |
| წყალმდეგობა ჰიდროხელსაწყოზე, წყლ. სვ. სიმაღლე, სმ | 60-80 | 60-90 | 70-80 |
| დამცავი თვისებები: | | | |
| უძლებს გამოცდას სახელმწიფო სტანდარტით 7140-54 | მტვრისა და გაზის მიხედვით | გაზის მიხედვით | |

V კლასის ფ.ნ.-ების რეცეპტურული შემადგენლობა და ნორმირებული ტექნიკური მაჩვენებლები

| კომპონენტები და მახასიათებლები | უგლენიტები (სტ 21983-76) | |
|---|--------------------------|-------------------|
| | У-6 | №5 |
| 1 | 2 | 3 |
| შემადგენლობა, % | | |
| ნიტროეთერები | 14,0 1,0 | 10 1,0 |
| ამიაკის გვარჯილა, მარკა ЖВ | --- | 14, 1,3 |
| ნატრიუმის გვარჯილა | 4,6 2,0 | --- |
| ქლოროვანი ამონიუმი | 29,0 1,0 | --- |
| ქლოროვანი ნატრიუმი (კალიუმი) | (7,0 0,7) | 75 3,0 |
| ხის ფქვილი | 2,5 0,3 | 1,0 0,3 |
| კალციუმის სტეარატი | 1,0 0,2 | --- |
| კოლოდიონური ბამბა | 0,2 0,0,05 | 0,15 0,05 |
| სოდა (100%-ზე მეტი) | 0,1-0,3 | 0,1-0,3 |
| ტექნიკური მაჩვენებლები: | | |
| ტენიანობა და აქროლადი, % (არა უმეტესი) | 0,5 | 0,5 |
| ქიმიური მედეგობა იოდ-სახამებლის სინჯის მიხედვით 72°C-ზე, წთ (არა ნაკლები) | 10 | 10 |
| ვაზნების სიმკვრივე, გრ/სმ ³ | 1,1-1,25 | 1,1-1,35 |
| ვაზნების დიამეტრი, მმ | 36-37 | 36-37 |
| ვაზნების მასა, გრ | 200 250 300 | 150 200 250 |
| მუშაუნარიანობა, სმ ³ (არა ნაკლები) | 130 | 50 |
| ბრიზანტულობა 1,1 გრ/სმ ³ სიმკვრივისას (არა ნაკლები) | 7 | 4 |
| დეტონაციის გადაცემა მანძილზე შშრალ ვაზნებს შორის, სმ (არა ნაკლები) | 5 | 3 |
| იგივე, 0,5 სთ-ის განმავლობაში წყალში დაყოვნების შემდეგ: | | |
| ვერტიკალურად | 3 | --- |
| ჰორიზონტალურად | --- | 2 |
| დამცავი თვისებები: | | |
| არ უნდა ააღდეს მეთანი და ნახშირის მტვერი შტრეკის კამერაში აფეთქებისას ღია, თავისუფლად დაკიდებული მუხტის მასით, გრ | 200 | 500 |
| შენახვის გარანტირებული ვადა, თვე | 6 | 6 |

შესაქმნელად დაბალი კლასის დამცავ ფ.ნ.-ს ათავსებენ მარილწყალშემცველ პოლიეთილენის აფსკში, რომელიც უზრუნველყოფს მდგრად დეტონაციას, რაც იცავს ფ.ნ.-ს გაწყლოვანებისა და დეფლაგირებისგან. ზემოაღნიშნულთან ერთად გამოიყენება ფხვიერი დამცავი ფ.ნ.-ები, რომლებიც მოთავსებულია პოლიეთილენის გრძელ მოქნილ შლანგებში.

თანამედროვე ფ.ნ. უსაფრთხოების მიხედვით იყოფა შემდეგ კლასებად [3]:

I კლასი – ფ.ნ. ღია სამუშაოებისათვის;

II კლასი – ფ.ნ. ღია და მიწისქვეშა სამუშაოებისათვის შახტებში, რომლებიც უსაფრთხოა აირისა და მტვრის მხრივ;

III კლასი – დამცავი ფ.ნ. ქანების სანგრეებისათვის (რომლებიც საშიშია მეთანის მხრივ) და სპეციალური დანიშნულების ფ.ნ.;

IV კლასი – დამცავი ფ.ნ. ნახშირისა და შახტების შერეული სანგრეებისათვის, რომლებიც საშიშია აირისა

და მტვრის მხრივ;

V კლასი – ფ.ნ. მომატებული დამცველობით;

V - VI კლასი – ფ.ნ. დამცავ გარსებში.

საშუალო სიმძლავრისა და დამცველობის ფ.ნ.-ები – ამონიტები ПЖВ-20 და Т-19 – განკუთვნილია საამფეთქებლო სამუშაოებისათვის ნახშირის, ქანებისა და შერეულ სანგრეებში შახტების მოსამზადებელ, დამკრეულ და წმენდით გამოწმენდისათვის მანქანური შეჭრის გარეშე, რომლებიც საშიშია ყველა კატეგორიის ვაზისა და მტვრის მიხედვით (განსაკუთრებით საშიშს მიკუთვნებული სანგრეების გარდა), მათ შორის რყევითი აფეთქებებისათვის ნახშირში და ნახშირის ფენების გახსნისათვის.

ამონიტები ПЖВ-20 და Т-19 – ღია ყვითელი ფერის წვრილდისპერსიული ფხვნილები თვალისათვის შესაძნევი მარილის მსხვილი ნაწილაკებით – მზადდება ЖВ მარკის წყალმედეგი გვარჯილის, ზოგჯერ ფუქსინის საფუძველზე. ამის გამო და, აგრეთვე, დავაზნამდე ფ.ნ.-ის ფხვნილის 32 °C-მდე გაციებისა და ვაზნების შეკვრების

V კლასის ფ.ნ.-ების გაანგარიშებული და ექსპერიმენტული მახასიათებლები

| მახასიათებლები | უგლენიტები | |
|--|------------|---------|
| | Э-6 | №5 |
| 1 | 2 | 3 |
| გაანგარიშებული: | | |
| ჟანგბადის ბალანსი, % | +0,53 | -0,18 |
| აფეთქების სითბო, კკალ/კგ | 640 | 310 |
| გაზების მოცულობა, ლ/კგ | 560 | 216 |
| აფეთქების ტემპერატურა, გრადუსი °K | 2063 | 1193 |
| აფეთქების სრული იდეალური მუშაობა, კკლ/კგ | 465 | 165 |
| ექსპერიმენტული: | | |
| მუშაუნარიანობა, სმ ³ | 130-170 | 50-90 |
| ტროტილის ეკვივალენტი: | | |
| ბალისტიკური ქანქარას მიხედვით | 0,58 | --- |
| საპაერო ტალღის მიხედვით | 0,39 | --- |
| ბრიზანტულობა 1,1 გრ/სმ ³ სიკვრივისას, მმ | 7,5-11 | 5-8 |
| კრიტიკული დიამეტრი ნაყარი სიკვრივისას, მმ: | 7-9 | 8-10 |
| მანძილი შპურების მუხტებს შორის ნახშირცემენტის ბლოკში გამკვრივებაზე გამოცდისას, სმ | 13,2 | --- |
| დეტონაციის სიჩქარე, კმ/წმ | 1,9-2,2 | 1,7-1,9 |
| დეტონაციის გადაცემა მანძილზე მშრალ ვაზნებს შორის, სმ | 7-12 | 5-10 |
| იგივე, 0,5 სთ-ის განმავლობაში წყალში დაყოვნების შემდეგ: | | |
| ვერტიკალურად | 3-10 | --- |
| ჰორიზონტალურად | --- | 2-4 |
| მგრძნობიარობა: | | |
| დარტყმის მიმართ, % | 40-70 | 40-60 |
| ნახუნის მიმართ ფ.ნ.-ში ქვიშის მინარევის გარეშე, კკმ/სმ ² | 2300 | 2300 |
| მუხტის მაქსიმალური სიდიდე, რომელიც არ აალებს მეთანს შტრეკში თავისუფლად დაკიდებული მუხტის აფეთქებისას, გრ | 300 | 1000 |

პოლიეთილენის აფსკში პერმენტულად შეფუთვის გამო, ამონიტები არ შეიტკაზნება. ისინი ინარჩუნებენ აფეთქების პირველად მახასიათებლებსა და წყალმედვეობას ვარგისიანობის მთელი დადგენილი ვადის განმავლობაში (იხ. ცხრილი 1).

ამონიტ T-19-ს, რადგანაც იგი შეიცავს მეტ სენსიბილიზატორს და ტექნოლოგიურად კარგად არის დამუშავებული, აქვს უფრო მაღალი დეტონაციური უნარი. ამონიტ T-19-ის შპურების მუხტებს შემკვრივების ასეთ მდგომარეობაში აქვთ ამოწვის უფრო მცირე ალბათობა და შესაბამისად, შედარებით უფრო მეტი უსაფრთხოება გამოყენებისას, ვიდრე ამონიტ ПЖВ-20-ის შპურების მუხტებს.

გამოყენებამდე და შენახვის დადგენილი საგარანტიო ვადის გასვლის შემდეგ ფ.ნ.-ს უნდა ჩაუტარდეს გარეგნული დათვალიერება და აუცილებლობის შემთხვევაში უნდა გამოიცადოს ტენიანობაზე, დეტონაციის გადაცემაზე ვაზნებს შორის და სხვა თვისებებზე.

V კლასის ფ.ნ. განკუთვნილია ნახშირის III კატეგორიის შახტებში და ზეკატეგორიის წმენდით და

მოსამზადებელ სანგრევეებში გამოსაყენებლად. უგლენიტი Э-6-სა და ზოგადად ფ.ნ.-ებს გარსაცმებში შეუძლიათ სელექტორულად დეტონირება მათი ვაზნების აფეთქების პირობებთან დამოკიდებულებით. მაგალითად, ამ ფ.ნ.-ების ღია და ნახევრად ღია შპურების მუხტებში დეტონირებენ, ძირითადად, მაღალმგრძნობელობის ნიტროეთერები, გაფანტავენ რა არარეაგირებად კომპონენტებს, ამდენად გარემო სივრცეში გამოყოფილი ენერგია არასაკმარისია ნახშირის მტვრისა და მეთანის ასაალებლად. რაც შეეხება მთლიან მყარ გარსაცმს (სამთო გარემოთი), მათში დეტონირებენ ყველა აქტიური კომპონენტები ენერგიის სრული გამოყოფით და მასივის დაშლის სამუშაოს შესრულებით. ღია ვაზნების გარსაცმებში დეტონირებს მხოლოდ ბირთვები. გარსაცმის აქტიური კომპონენტები თითქმის არ ღებულობენ მონაწილეობას აფეთქების რეაქციაში. მუხტებს ხსნარით სავსე გარსაცმებში არ შეუძლიათ ამოწვა დეტონაციის მიღებისას, რაც ამალებს ასეთი ფ.ნ.-ების გამოყენების უსაფრთხოებას.

უგლენიტი Э-6 მიეკუთვნება იონოგამცველ ფ.ნ.-ებს (მათი საწყისი შემადგენლობა არ შეიცავს ამონიუმის ნი-

ტრატსა და ქლოროვან ნატრიუმს). ისინი წარმოიქმნებიან ულტრაწვრილ დისპერსიულ მდგომარეობაში გამზადებული სახით, ან ცალკეული შემადგენელი ნაწილების მიმოცვლის რეაქციის სახით ამონიუმის ნიტრატისა და ქლოროვან ნატრიუმის შორის აფეთქების პროცესში, რომლებიც შეადგენენ ასეთი ფ.ნ.-ების საფუძველს. უგლენიტი წარმოადგენს თეთრ არამტვერებად ფხვნილს, ცხიმოვანს ხელის შეხებით. მისი შემადგენლობა, გარდა იონოგამცვლელი მარილების წყვილისა (NaNO_3 , NH_4Cl), შეიცავს ქლოროვანი კალიუმის მცირე რაოდენობას, დამატებითი ცეცხლმაქრის სახით (იხ. ცხრილი 2).

ფეთქებადი ნარევის დეტონაციური შესაძლებლობა უზრუნველყოფილია მის შემადგენლობაში მნიშვნელოვანი რაოდენობის ნიტროეთერების შეყვანით, ხოლო წყალმდეგობა - მათი კოლოდიონური ბაზით ჟელატინიზაციითა და ჰიდროფობური კალციუმის სტეარატის მოფრქვევით. უგლენიტი ნაკლებად ჰიგროსკოპული და ნაკლებად მიდრეკილია შეტკეპნისადმი, ვიდრე სხვა დამცავი ფ.ნ.-ები, რომლებშიც შედის ამიაკის გვარჯილა.

უგლენიტი 3-6 (იხ. ცხრილი 3) რეკომენდებულია ნებისმიერი სიმტკიცის ნახშირის, სუსტი და საშუალო სიმტკიცის ქანების ასაფეთქებლად იმ შემთხვევაში, როდესაც სანგრევეში მხოლოდ ორი ღია ზედაპირი არსებობს, ხოლო რბილ და საშუალო სიმტკიცის ნახშირებში - ერთი ღია ზედაპირის არსებობისას. შეზღუდული მასის მუხტებში იგი შეიძლება გამოყენებული

იქნეს წყალგაფრქვევისათვის. ის არ გამოიყენება ისეთი ფენების გახსნისას, რომლებიც საშიშია ნახშირისა და გაზის უეცარი გამორტყოცნებით.

გადაზიდვისა და შენახვის პირობებით გათანაბრებულია ფ.ნ.-ების II კლასთან, თუმცა, როგორც ნიტროგლიცერინის ფ.ნ. მომეტებულად მგრძობიარეა მექანიკური ზემოქმედებისადმი და ტოქსიკურია, საჭიროებს უფრო ფრთხილ მოპყრობას, ვიდრე ამონიტები. ვარგისია სხვადასხვა კლიმატურ რაიონებში გამოსაყენებლად. უარყოფითი ტემპერატურების პირობებში მუშაობისას მოითხოვს განსაკუთრებულ სიფრთხილეს, როგორც ნიტროგლიცერინის შემცველი ყველა ფ.ნ. მის შემადგენლობაში შემავალი ნიტროეთერების ნარევი იყინება მინუს $19,5^{\circ}\text{C}$ -ზე, როგორც სხვა ფ.ნ.-ები ასეთივე კომპონენტის შემცველობით და გაყინულ მდგომარეობაში ხდება უფრო საშიში.

ლიტერატურა

1. Миндели Э.О. Разрушение горных пород. Недра, Москва, 1975. 600 с.
2. Дубнов А.В., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. Недра, Москва, 1973. 320 с.
3. Поздняков З.Г., Росси Б.Д. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания. Недра, Москва, 1977. 253 с.

**КУЧУХИДЗЕ З.К., АПРИАШВИЛИ А.Г.,
БАХУТАШВИЛИ Г.Г., ШАТБЕРАШВИЛИ Г.Г.,
ТХЕЛИДЗЕ Г.З., САМХАРАДZE И.Ш.
АНТИГРИЗУТНЫЕ СВОЙСТВА ПРЕДОХРАНИ-
ТЕЛЬНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ**

В статье рассмотрены предохранительные взрывчатые вещества (ВВ) специального типа, используемые в шахтах, взрывоопасных по газу и угольной пыли. Уменьшение опасности воспламенения ВВ возможно добавлением в них теплопоглощающих элементов, а также торможением газоокислительных химических реакций. Соответственно, необходимо, чтобы добавляемые компоненты содержали ингибиторные элементы (например, хлориды и фториды), эффективность которых зависит от их дисперсности.

В статье представлены как экспериментальные, так и расчетные характеристики данных предохранительных ВВ. Отмечено, что предохранительные ВВ вместе с антигризутностью должны обладать высокими детонационными характеристиками для предотвращения их выгорания. В связи с этим, для создания предохранительных ВВ высокой мощности, предохранительные ВВ низкого класса помещаются в полиэтиленовые пленки, заполненные солесодержащей водой, которая и обеспечивает устойчивую детонацию и пламегашение.

**KUCHUKHIDZE Z., APRIASHVILI A., BAKHUTASH-
VILI G., SHATBERASHVILI G., TKHELIDZE G., SAM-
KHARADZE I.
ANTI-GRISONITY PROPERTIES OF SAFETY
EXPLOSIVES**

In the paper the special safety explosives have been considered, which are used in gas- and dust-ignition hazardous mines. The ignition hazard can be reduced by adding heat-absorbing components in explosives and chemical inhibition of gas oxidizing reaction. Accordingly it is significant, that additive components have inhibiting properties as well (for example, chlorides and fluorides), which effectiveness is depended on their dispersity.

In the paper the calculated and experimental characteristics of the explosives are given. It is noted that safety explosives along with flameproofness must have high detonation properties to escape their burn of. For creation of large power high protective explosives, the low class explosives are placed in polyethylene film full of salt water, which provides stable detonation.

**ასად. დოქტორი ა. ჩიქოვანი, ასად. დოქტორი დ. თევზაძე
ტიმპერატურისა და ტენიანობის გავლენა ბეტონის სიმტკიცის
ფორმირებაზე**

ნაშრომში განხილულია ტემპერატურისა და ტენიანობის გავლენა ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე, რომელიც მიმდინარეობს ათეული წელი. ამ დროში მისი სიმტკიცე შეიძლება გაიზარდოს. ბეტონის გამაგრება ხდება ჰიდრატაციის პროცესის შედეგად, რეაქციისათვის ყველაზე ოპტიმალურ პირობებში (ტემპერატურა +20 °C, ფარდობითი ტენიანობა 90-100 %). გამაგრება დაბალ ტემპერატურაზე ანელებს სიჩქარეს, მაგრამ დადებითად მოქმედებს ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე გვიან ასაკში. ასევე აუცილებელია მაღალი ტენიანობა, რათა გამოირიცხოს წყლის აორთქლება ბეტონიდან. თუ ეს ღონისძიებები არ ჩატარდა, ბეტონის სტრუქტურა დაირღვევა და სიმტკიცის კლება მასპროექტო ასაკში შეიძლება მიაღწიოს 50 %-ს.

ბეტონის სიმტკიცის ფორმირება მიმდინარეობს დიდი ხნის განმავლობაში და ხელსაყრელ პირობებში გრძელდება ათეული წელი. ამ დროში ბეტონის სიმტკიცე შეიძლება ორჯერ გაიზარდოს. ეს განპირობებულია ევრეთ წოდებული „კლინკერის ფონდით“ – არაჰიდრატირებული ცემენტით. ცემენტის ქვის სტრუქტურაში, რომლის ჰიდრატაციის პროცესები გრძელდება დიფუზიური კონტროლის ქვეშ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. „კლინკერის ფონდის“ რაოდენობა დამოკიდებულია ცემენტის დაფქვის სიწმინდეზე; უფრო უხეში დაფქვის ცემენტებში მარცვლების დიდი ზომით, ცემენტის დიდი ნაწილი წყლისათვის მისაღწევი ხდება მხოლოდ დიფუზიის ხარჯზე, რაც განსაზღვრავს სიმტკიცის დიდხანს ზრდას. თანამედროვე ცემენტები, როგორც წესი, წმინდადაა დაფქული, რის გამოც ადრეულ ასაკში მათი ზრდის ტემპი მაღალია, მაგრამ გრძელ ასაკში სიმტკიცის მატების ინტენსიურობა დაბალია. ეს არის მიზეზი, რომ ბეტონის სიმტკიცის აღწერისათვის სხვადასხვა ფორმულები გამოიყენება.

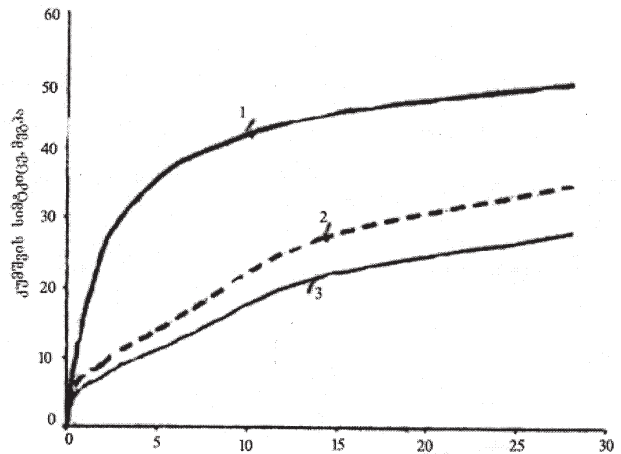
ბეტონის ხარისხის ძირითადი ნორმირებული მაჩვენებელია სიმტკიცის ზღვარი მასპროექტო ასაკში. პორტლანდცემენტებიანი ბეტონებისათვის დადგენილი მასპროექტო ასაკია 28 დღე. ბეტონის გამაგრების კინეტიკის აღწერისათვის ფორმალურად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს შემდეგი სახის დამოკიდებულებები:

$$R_{\tau} = R_{28} \frac{\lg \tau}{\lg 28} = 0,691 R_{28} \lg \tau, \quad \tau > 3; \quad (1)$$

$$R_{\tau} = R_{28} (a \ln \tau + b), \quad \tau > 1; \quad (2)$$

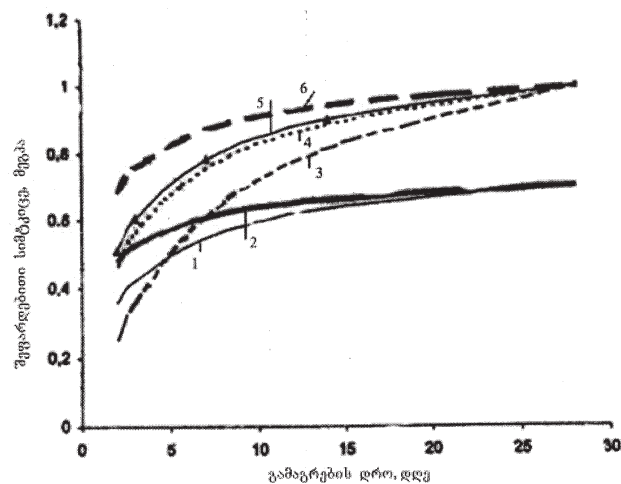
$$R_{\tau} = R_{28} \exp \left(k \left(1 - \sqrt{\frac{28}{\tau}} \right) \right), \quad \tau > 1; \quad (3)$$

სადაც R_{τ} , R_{28} – შესაბამისად ბეტონის სიმტკიცის ზღვარია კონტროლირებად ფ ასაკში და მასპროექტო ასაკში, მეგპა; $k=0,2$ – კოეფიციენტი, სწრაფგამაგრებადი ბეტონებისათვის (ცემენტები CEM 42,5R; CEM 52,5); $k=0,25$ – ნორმალურად გამაგრებადი ბეტონებისათვის (CEM 32,5R; CEM 42,5); $k=0,38$ – ნელა გამაგრებადი ბეტონებისათვის (CEM 32,5).

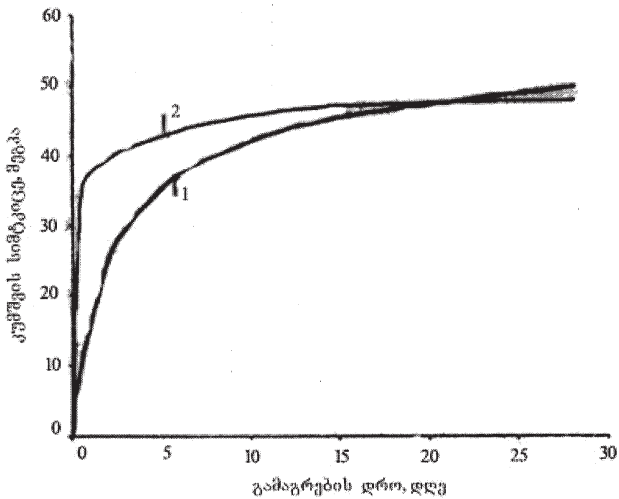


ნახ. 1. ტემპერატურის გავლენა ბეტონის სიმტკიცის კინეტიკაზე: 1-5 °C; 2-5 °C; 3-20 °C; 4-40 °C

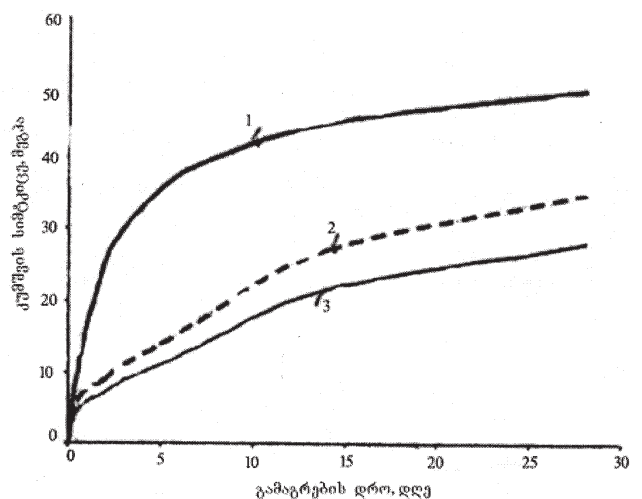
ბეტონის სიმტკიცის ფორმირება ხდება ჰიდრატაციის – პორტლანდცემენტის მინერალის წყალთან ურთიერთმოქმედების შედეგად. ჰიდრატაციის პროცესისათვის, როგორც ქიმიური რეაქციისათვის, ყველაზე ხელსაყრელია ნორმალურ გარემოსთან მიახლოებული პირობები, ე.ი. ბეტონის გამაგრების ყველაზე ოპტიმალური ტემპერატურა დაახლოებით +20 °C. გამაგრების ტემპერატურის შემცირება იწვევს ბეტონის სიმტკიცის ზრდის შენელებას. ადრეულ ასაკში ბეტონის გაყინვას მკვეთრად გამოხატული უარყოფითი გავლენა აქვს; ადრეულ ასაკში გაყინული ბეტონის სიმტკიცე, შემდეგში ხელსაყრელ პირობებში გამაგრების მიუხედავად, შეუქცევად მცირდება 50 %-მდე. გამაგრება დაბალ დადებით ტემპერატურაზე



**ნახ. 2. ბეტონის სიმტკიცის მატება დროის მიხედვით: გამაგრების ტემპერატურის, ბეტონის კლასისა და ცემენტის სახეობის მიხედვით: R, S – შესაბამისად ჩქარა და ნელად გამაგრებადი; T – გამაგრების ტემპერატურა, °C; 25,80 – ბეტონის კუმშვის სიმტკიცე
1-R25-T=5; 2-R80-T=5; 3-S25-T=20; 4-S80-T=20;
5-R25-T=20; 6-R80-T=20**



ნახ. 3 . თბოტენიანი დამუშავებული ბეტონის სიმტკიცის კინეტიკა ნორმალურ პირობებში გამაგრებულთან შედარებით: 1 - ნორმალური პირობები; 2 - თბოტენიანი დამუშავება



ნახ. 4 . გარემოს ტენიანობის გავლენა ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე: 1 - ნორმალურ პირობებში; 2 - φ₁ ტენიანობის დროს; 3 - φ₂ ტენიანობის დროს

ანელებს გამაგრების სიჩქარეს, მაგრამ დადებითად მოქმედებს ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე გვიან ასაკში, ხელსაყრელ პირობებში: ასეთი ბეტონის სიმტკიცის მატებამ შეიძლება მიაღწიოს 20 %-ს, თუმცა ამის მისაღწევი დრო არსებითად აჭარბებს საპროექტოს (იხ. ნახ. 1).

ბეტონის სიმტკიცის მატება გამაგრების ტემპერატურის გათვალისწინებით შეიძლება აღწერილი იქნეს შემდეგი დამოკიდებულებით (იხ. ნახ. 2).

$$\frac{R_T}{R_{28}} = (0,6 + 0,02T) \exp\left(1,8K_C K_A B^{-0,5} \left(1 - \sqrt{\frac{28}{T}}\right)\right), \quad (4)$$

სადაც R_T, R_{28} - შესაბამისად ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი კონტროლირებად τ დროში და საპროექტო ასაკში, დღე; T - გამაგრების ტემპერატურა, °C; B - ბეტონის კლასი კუმშვის სიმტკიცეზე, მგ/სმ²; K_C, K_A - კოეფიციენტები, ითვალისწინებენ ცემენტის სახეობის გავლენას გამაგრების ტემპის მიხედვით ($K_C=0,85-1,15$) და დანამატის გავლენას სიმტკიცის კინეტიკაზე ($K_A=0,8-1,2$).

ტემპერატურის გაზრდით ხდება ბეტონის სიმტკიცის დაჩქარება ადრეულ პერიოდში დაახლოებით 2-ჯერ თითოეულ 10 °C-ზე. ეს განსაკუთრებით თვალსაჩინოა ბეტონის თბოტენიანი დამუშავების დროს, რომელიც გამოიყენება ბეტონის და რკინაბეტონის ქარხნებში და მთელ რიგ შემთხვევებში სამშენებლო ობიექტებზე ზამთრის პი-

რობებში, ბეტონის გამაგრების დასაჩქარებლად (იხ. ნახ. 3). მაგრამ უნდა ვიცოდეთ, რომ გამაგრებამ მაღალ ტენპერატურაზე შეიძლება მოახდინოს ზოგიერთი ნეგატიური გავლენა ბეტონის სიმტკიცეზე საპროექტო ასაკში. სიმტკიცის შესაძლო შემცირება შეიძლება იყოს 5-15 %.

ცხრილში 1 მოცემულია გამაგრების ტემპერატურის გავლენა ბეტონის მიერ გასაშვები (ყალიბის მოხსნის) სიმტკიცის მიღწევის დროს.

ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებისათვის ხელსაყრელი პირობებია მაღალი ტენიანობა (9,5 %-ზე მეტი), რომელიც გამოირიცხავს მის გაუწყლოებას, ე.ი. წყლის აორთქლებას გამაგრებადი ბეტონიდან, რადგან, პირველ რიგში, წყალი აუცილებელია ცემენტის ნორმალური ჰიდრატაციისათვის, ხოლო წყლის აორთქლება იწვევს შეკლებას, რაც ახდენს ბეტონის სტრუქტურის გაუარესებას. ბეტონის წყალში დიდხანს ყოფნა ხელსაყრელია ჰიდრატაციისათვის, მაგრამ შეიძლება გამოიწვიოს ბეტონის სიმტკიცის შემცირებაც (20 %-მდე), ნორმალურ პირობებთან შედარებით, რადგან ფორების სრული გაჟღენთა ახდენს მის განსოლვას. ბეტონის გამაგრება დაბალტენიანობის პირობებში, განსაკუთრებით ადრეულ ასაკში, თხოულობს მოვლას, რათა გამოირიცხოს წყლის აორთქლება ბეტონიდან. თუ ეს ღონისძიებები არ ჩატარდა, ბეტონის სტრუქტურის დარღვევა იქნება შეუქცევადი და სიმტკიცის კლებამ საპროექტო ასაკში შეიძლება მიაღწიოს 50 %-ს. ტენიანო-

ცხრილი 1

გასაშვები სიმტკიცის მიღწევის ვადები

| B 25 კლასის ბეტონის მიერ საპროექტო მარკის 50 % სიმტკიცის მიღწევის საორიენტაციო დრო (დღე), გამაგრების ტემპერატურაზე | | | |
|--|------------------|---------------------|------------------|
| 20 °C | | 5 °C | |
| სწრაფად გამაგრებადი | ნელა გამაგრებადი | სწრაფად გამაგრებადი | ნელა გამაგრებადი |
| 2 | 6 | 6 | 12 |

მონოლითური ბეტონის კონსტრუქციის მინიმალური სიმტკიცე ჩამოყალიბების დროს

| კონსტრუქცია | ბეტონის მინიმალური სიმტკიცე, მეგპა |
|---|--|
| დაუტვირთავი მონოლითური კონსტრუქცია: ვერტიკალური ზედაპირი პორიზონტალური და დახრილი ზედაპირები მალის სიგრძით, მ: ნ-მდე ნ-ზე მეტი | 0,2-0,3 საპროექტოს 70 % საპროექტოს 80 % |
| დატვირთული კონსტრუქციები, მათ შორის ზემოთმდებარე ბეტონისაგან: კონსტრუქციები მსუბუქ ბეტონზე: თბოსაიზოლაციო კონსტრუქციულ-თბოსაიზოლაციო არმირებული წინასწარდაბული | განისაზღვრება სამუშაოთა მწარმოებლისაგან, საპროექტო ორგანიზაციასთან შეთანხმებით 0,5 1,5 3,5 მაგრამ არანაკლები საპროექტო სიმტკიცის 50 %-ის 14,0 მაგრამ არანაკლები საპროექტო სიმტკიცის 70 %-ის |

ბის გავლენა ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე წარმოდგენილია ნახაზზე 4.

ბეტონის სიმტკიცის ფორმირება უნდა მიმდინარეობდეს გამაგრებისათვის ხელსაყრელ პირობებში (გამაგრებადი ბეტონის მოვლა) იმ დროის განმავლობაში, სანამ ის მიღწევს ე.წ. „კრიტიკულ“ სიმტკიცეს, რომელშიდაც იგულისხმება სიმტკიცის ის მნიშვნელობა, რომლის მიღწევის შემდეგ გამაგრების პირობები „არაკეთილგანწყობილად“ აღარ იმოქმედებენ ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე. ზამთრის პირობებში ეს შეადგენს საპროექტო სიმტკიცის 85 %-ს. ცნობილი ნორმატიული მდგომარეობა (პირობა) მაგალითად, არანაკლებ 5 მეგპა ან საპროექტო მარკის არანაკლებ 30-50 %-ს, ბეტონის მარკაზე დამოკიდებულებით, არასაკმარისია. ცხელ, მშრალ ამინდში კრიტიკული სიმტკიცის სიდიდე შეადგენს საპროექტოს 55-85 %-ს, ბეტონის სახეობის და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, ან მაგალითად, ნორმალურ პირობებში გამაგრების 7 დღეს.

**ЧИКОВАНИ А.Б., ТЕВЗАДЗЕ Д.Н.
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ НА
ФОРМИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА**

В статье рассматривается влияние температуры и влажности на формировании прочности бетона. Формирования прочности бетона протекает в течении десятилетий. В это время его прочность может увеличиться в два раза. Твердение бетона происходит в процессе гидратации, при самых оптимальных условиях для реакции (температура +20° C, относительная влажность 90-100%). Скорость твердения бетона при низких температурах уменьшается, но положительно влияет на формирование прочности бетона в позднем возрасте. Также необходимо высокая влажность, чтобы исключить испарение воды из бетона. Если эти мероприятия не будут выполнены, структура бетона нарушиться и прочность в проектном ввозрасте может понизиться до 50%.

ამჟამად საქართველოში თითქმის ყველაფერი ბეტონით და რკინაბეტონით შენდება. ამიტომ ლოგიკურია პრაქტიკული თვალსაზრისით მოვიყვანოთ ცხრილი 2, რომელიც გვიჩვენებს თუ როგორი უნდა იყოს სხვადასხვა კონსტრუქციის მინიმალური სიმტკიცე ჩამოყალიბების დროს.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2015. 358 გვ.
2. Алимов А., Воронин В. Бетонведение. «Акадкмия», Москва, 2010. 424 с.
3. Баженов Ю. Технология бетона. АСВ, Москва, 2007. 500 с.
4. Несветаев Г. Бетоны. «Феникс», Ростов-на-Дону. 2011. 380 с.
5. Киряева Ю. Современные строительные материалы. «Феникс», Ростов-на-Дону. 2011. 245 с.

**CHIKOVANI A.B., TEVZADZE D.N.
IMPACT OF TEMPERATURE AND MOISTURE
ON FORMATION OF CONCRETE STRENGTH**

In the article are considered impact of temperature and moisture on formation of concrete strength. The formation of concrete strength occurs during dozen years. During this time its strength would be increased. The concrete hardening occurs as a result of hydration process, in most optimal condition for reactions (temperature +20 °C, moisture -100%). The hardening at low temperatures slows down rate, but makes positive impact on formation of mature concrete strength. Also is high moisture for avoiding of water vaporization from concrete. Without these actions the structure of concrete would be failed and strength reduction at design age would reach up to 50 %.

აპად. დოქტორი ლ. ძართვილიშვილი, აპად. დოქტორი ჯ. კაკუღია,
 აპად. დოქტორი უ. მაღაშინა, დოქტორანტი ნ. ლომიძე,
 აპად. დოქტორი მ. კანდელაკი, ლ. ჩოჩია, აპად. დოქტორი ნ. ჩხობაძე
**ზიოტიმწოდების ბაიოქიმიის უნივერსიტეტის კალიუმის შემცველი
 არაბადნაული ნედლეულიდან კალიუმის ნაერთების მისაღებად**

ბიოქიმიური ნედლეულის რესურსების სრულყოფილი და ეფექტური გამოყენებისათვის სოფლის მეურნეობაში და მრეწველობაში მნიშვნელოვან შესაძლებლობებს წარმოადგენს ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენება. ამ მიმართულებით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს ადგილობრივი აგრობიოქიმიური ნედლეულის, კერძოდ, ალუმოსილიკატებისა და სილიკატების რესურსული მარაგების ათვისება. ნაშრომში განხილულია ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობები ამ მიმართულებით, მოცემულია მსოფლიოში არსებული გამოცდილების ანალიზი.

ნაშრომში მოცემულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით № AK/43/9 - 220/14 გათვალისწინებული კვლევის შედეგები.

სოფლის მეურნეობის პროდუქციის სრულყოფილი კვლავწარმოების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მისი უზრუნველყოფა ბიოქიმიური და კომპლექსური სასუქებით. მათ მისაღებად მნიშვნელოვანია არსებული ბიოქიმიური რესურსები, როგორც მცენარეთა კვების ელემენტების და ფიზიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მიღების წყარო.

ცნობილია, რომ მცენარის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელია ისეთი მასაზრდოებელი გარემო, რომელიც შეიცავს შემდეგ ელემენტებს: ნახშირბადს, წყალბადს, ჟანგბადს, აზოტს, ფოსფორს, კალიუმს, ნატრიუმს, კალციუმს და სხვა. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს კალიუმი. კალიუმი აზოტისა და ფოსფორის მსგავსად იმ ძირითადი ბიოქიმიური ელემენტების რიცხვს მიეკუთვნება, რომლებიც აუცილებელია ცხოველების, მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების არსებობისათვის. კალიუმის ფიზიოლოგიური როლი მცენარულ ორგანიზმში საკმაოდ მრავალმხრივია. იგი უდიდეს გავლენას ახდენს პროტოპლაზმის კოლოიდების ფიზიკურ მდგომარეობაზე, ადიდებს ჰიდროფილურობას და გვალვამდობას, ასევე ზრდის იმუნიტეტს სხვადასხვა დაავადების მიმართ, ხელს უწყობს ვიტამინების სინთეზს, ზრდის პროცესსა და მოსავლის ფორმირებას.

კალიუმს ყველაზე მეტი რაოდენობით შეიცავს ალუმოსილიკატები. ისინი წარმოადგენენ დედამიწის ქერქის ყველაზე მრავალრიცხოვან და ფართოდ გავრცელებული ბიოქიმიური რესურსი. ამით არის განპირობებული ამ რესურსის ნაერთების გარდაქმნის მიმართ ყურადღება, რომელსაც იჩენენ გამოჩენილი მეცნიერები, მათ შორის დარვინი, ვერნადსკი, ვილიამსონი და სხვა. ალუმოსილიკატების გარდაქმნის შესწავლა, კერძოდ, მათი დაშ-

ლა, მნიშვნელოვანია თავის მხრივ პირველადი ნიადაგ-წარმოქმნის პროცესის გასაგებად. მეორე მხრივ არ შეიძლება ყურადღება არ მიექცეს იმას, რომ ბევრი ალუმოსილიკატი, როგორცაა მაგალითად მინდვრის შპატები, ქარსები, ტრაქტიტი შეიცავენ 13-20 % კალიუმს. ასეთი ალუმოსილიკატების ფართო გავრცელების გამო, კალიუმის საშუალო შემადგენლობა მიწის ქერქში აღწევს 2,58 %-ს, რაც შეეხება ნიადაგს, მისი ერთი მეტრი სიღრმის ფენაში 1 ჰ ფართობზე კალიუმის მარაგი ალუმოსილიკატების სახით განისაზღვრება მაღალი ნიშნულით – 150-350 ტ. ამ რაოდენობით კულტურული მცენარეების კალიუმით კვება უზრუნველყოფილი უნდა ყოფილიყო ათასი წლის მანძილზე, მაგრამ ალუმოსილიკატებში კალიუმი ვერ შეითვისება უმრავლესი მცენარეების მიერ. ამის გამო მაღალი მოსავლის მისაღებად კალიუმი აზოტისა და ფოსფორის მსგავსად ყოველწლიურად შეაქვთ სასუქების სახით.

კალიუმის ნაერთების წარმოებისათვის კალიუმის ნედლეულის მსოფლიო მარაგის შეზღუდულობა და მათი მაღალი ფასი ჰქმნის აუცილებლობას მცენარეთა კვებისათვის ახალი ალტერნატიული წყაროების ძიებისათვის. ამ თვალსაზრისით ბიოტექნოლოგიური პროცესების გამოყენება ზრდის ნიადაგის კალიუმის მარაგის ხელმისაწვდომობას მცენარეებისათვის.

არაკონდიციური კალიუმის სილიკატების საწარმოო მასშტაბით დამუშავება კლასიკური მეთოდით არარენტაბელურია. ბიოტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებას შეუძლია უზრუნველყოს მათი ჩართვა ნედლეულთა რესურსში საკმაოდ მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით. განსაკუთრებით აქტუალურობას იძენს პრობლემა, რომელიც უკავშირდება ცოცხალი ნივთიერების (მიკროორგანიზმების) როლის ახსნას სილიკატების დესტრუქციაში, რადგანაც იგი პირდაპირ შეხებაშია სილიკატების ნედლეულის გადამამუშავების ტექნოლოგიის ახალი მიმართულების განვითარებასთან, რაც გათვლილია სასარგებლო კომპონენტების გამდიდრებასა და ამოკრებასთან სილიკატური ბაქტერიების გამოყენებით. ეს ბაქტერიები შლიან რა ბიოქიმიური სილიკატურ მესერს, მთელი რიგი ელემენტები გადაჰყავთ ხსნად მდგომარეობაში. ამ სახეობის ბაქტერიების გამოყენება წარმოებაში უსაფრთხოა. წარმოების პროცესის ოპტიმალური ტემპერატურა არ აღემატება 28-30 °C, ხოლო გამოსატუტი არის მუჟიანობა ნეიტრალურია. პროცესი ეკოლოგიურად უსაფრთხოა.

მთელი რიგი ავტორების მიერ [1, 2], დადგენილია, რომ სილიკატურ ბაქტერიებს აქვთ უნარი დაშალონ სილიკატებში სილოქსანური კავშირები. ამ თვალსაზრისით

აქტიურობით გამოირჩევა ჰეტეროტროფული ბაქტერია *Bacillus mucilaginosus*-ი.

სილიკატების დაშლის დასაწყისი დაკავშირებულია უჯრედის ფერმენტული აპარატის უშუალო ურთიერთქმედებაზე, კერძოდ, უჯრედის ლორწოვანი კაფსულა შემოეკვრება მინერალის ნაწილაკებს. წარმოქმნილ სისტემაში ხორციელდება სილიკატის ელექტრონული სტრუქტურის დაშლის ურთულესი პროცესი, რაც განპირობებულია ამ უკანასკნელის სხვადასხვა დეფექტებით, პირველ რიგში ალუმინის ჟანგბადის ტეტრაედებში ჩანაცვლებით, რასაც მივყავართ კოვალენტური კავშირების შესუსტებასთან. ამ დროს მინერალზე იერიში ერთვებიან წყალხსნარის კომპონენტები, კერძოდ, იონი ჰიდროლიზატორები OH^- , H^+ და H_2O [3]. ასე მაგალითად. ზ. ნორბაევისა და ვ. ცირენოვის მიერ გამოყოფილი სილიკატური ბაქტერიები ხასიათდებიან დიდი ლორწოვანი კაფსულის წარმოქმნის უნარით, რომელიც პოლისაქარიდების ბუნებისაა. ბიოაფსკის წარმოქმნა წარმოადგენს სილიკატური ბაქტერიების მიერ მინერალის ზედაპირის ადგეზიის პროცესს. ბიოაფსკის წარმოქმნის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ეტაპს წარმოადგენს უჯრედების ერთმანეთთან მიერთება, ანუ აგლომერატების წარმოქმნა. იმისათვის, რომ სილიკატების ბაქტერიული გამოტუტვის პროცესი წარმატებით წარიმართოს, აუცილებელია ამორჩეული იქნას ისეთი შტამი, რომელიც ხასიათდება აგლომერატების წარმოქმნის დიდი უნარით [4].

ორგანული ნივთიერებების მიერთება სილიციუმის ატომთან მკვეთრად ცვლის სილოქსანური ბმების თვისებებს. თუ კი ამ უკანასკნელში შეერთება ისეთი ძლიერია, რომ გაცხელებით $18000\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ზე არ იშლება, მასზე არ მოქმედებს გოგირდმჟავა და სხვა მჟავები. ბაქტერიული დამუშავების შემდეგ პოლიორგანოსილიქსანები უკვე იშლებიან $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ზე და გოგირდმჟავის მოქმედებით, ე.ი. სილიკატურ-ორგანული ნაერთების წარმოქმნა მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით ალუმოსილიკატში, შეიძლება ჩაითვალოს მათი დაშლის პირველ საფეხურად [5].

ლ. იახონტოვას ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა სამუშაოებმა, რომელიც ეხება სილიკატების გამოტუტვას *Bacillus mucilaginosus*-ით, აჩვენა ამ პროცესის მაღალი ინტენსიურობა. მაგალითად არსებობს ალუმოსილიკატების დაშლის დროს ცალკეული ელემენტების მოხლეჩის გარკვეული რიგითობა: ხსნარში პირველად გადადის ტუტე მეტალები, მათ შორის კალიუმი, შემდგომ მაგნიუმი, რკინა და ყველაზე ბოლოს სილიციუმი და ალუმინი. მიღებულია სილიკატებისა და ალუმოსილიკატების მდგრადობის შემცირების შემდეგი რიგი ბიოგენური გამოტუტვისას; (ამ რიგში ინდექსი 10 ახასიათებს მინერალის უმაღლეს მდგრადობას, ხოლო ინდექსი 1 – უმდაბლეს მდგრადობას). მთის ბროლი (10–9); ქალცედონი (7–6); კვარცი Al-O ცენტრებით (1); ალბიტი მოუწესრიგებელი (8, 5); ლაბრადორი (7); ანორტიტი (1); დისტენი (10); ანდალუზიტი (6); სილიმანიტი (1); ტალკი (10); კალინიტი (8); ტრაქიტი (8); მუსკოვიტი (8); გლაუკონიტი (6); შამოზიტი (1). მეცნიერების აზრით მინერალების დესტრუქცია ძლიერდება მის კრისტალურ სტრუქტურა-

ში ოთხკოორდინატული ალუმინის როლის გაზრდით, ე.ი. ხიდაკების ჟანგბადის კავშირების შესუსტებით ჟანგბად სილიციუმ ტეტრაედებში. მინერალების დესტრუქციის პროცესის ხელშემწყობ პირობას წარმოადგენს დეფექტი ცენტრალური, მინერალის კათიონურ ნაწილში იზომორფული ჩანაცვლებები და სხვა. [6].

მთელ რიგ შრომებში ნაჩვენებია კალიუმისა და სხვა ელემენტების გამოტუტვა ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენებით. მაგალითად, ტ. ზაკის მიერ ჩატარებული იყო ცდები სილიკატური ბაქტერიებით კალიუმის უხსნადი ნაერთებიდან კალიუმის გამონთავისუფლებაზე. ექსპერიმენტები ჩატარდა ნიადაგის ალუმოსილიკატების კომპლექსიდან მიღებულ დენდრიტებზე, რომელიც შეიცავს კალიუმის უხსნად მარილებს. შედეგებმა აჩვენა, რომ გამონთავისუფლებული კალიუმის რაოდენობამ შეადგინა 54 %, ალუმო-სილიკატების წონაკის მომატებამ უაზოტო საკვებ არეში გაზარდა კალიუმის ხსნადობა, ხოლო აზოტის დამატების შემდეგ ბაქტერიალურმა ტიტრმა კი აიწია, მაგრამ დაიწია გამონთავისებლებული კალიუმის რაოდენობამ. ამავე ავტორის მიერ ჩატარებულმა ცდებმა ორთოკლასსა და მუსკოვიტზე, აჩვენა, რომ სხვადასხვა მინერალი განსხვავებული ხარისხით ექვემდებარება ბაქტერიულ გამოტუტვას [7, 8].

უნდა აღინიშნოს კორელაცია ლორწოს დაგროვებასა და კალიუმის გახნას შორის. ამ შემთხვევაში ალუმოსილიკატებში კალიუმი ჩანაცვლება ნახშირბადის რადიკალით, წარმოქმნის კაჟიწა-ორგანულ ნაერთს. ამ თვალსაზრის იზიარებენ რუსი ავტორები, როგორცა ნ. ბელკანოვა, ე. ავაკიანი და სხვა. მათი მონაცემებით სილიკატის გამოტუტვა ინტენსიფიცირდება იმ შემთხვევაში, თუ კი კულტურალურ ხსნარში მომატებული იყო ბაქტერიის მიერ გამოყოფილი ლორწო, რომლის წარმოქმნის რაოდენობა დამოკიდებულია ნახშირბადისა და აზოტის თანაფარდობის ცვლილებებთან [9].

ი. მალინოვსკაიას, ლ. კოსენკოს შრომებში ნაჩვენებია *Bacillus mucilaginosus* მიერ გამოყოფილი ლორწოს პოლისაქარიდების როლი სილიკატური მინერალის დესტრუქციაში. დადგენილი იქნა, რომ მხოლოდ პოლისაქარიდები არ ახდენენ მინერალის დესტრუქციას. *Bacillus mucilaginosus*-ს ეკზოპოლი-საქარიდებისა და დაბალმოლეკულური მეტაბოლიტების (მჟავე თვისებების) ერთდროული მოქმედება აქტიურებს მინერალიდან SiO_2 -ს გამოტუტვას. საკვლევ ობიექტს წარმოადგენდა კვარცის ქვიშა. დესტრუქციის პროცესზე მსჯელობენ ხსნარში სილიციუმის მჟავის წარმოქმნით. ეკზოპოლისაქარიდების შემადგენლობაში შედიოდა ნეიტრალური პოლისაქარიდები: გლაქტოზა, მინოზა, გლუკოზა და მჟავე კომპონენტები: ურანის, პიროყურძნის მჟავა, გლუკოზამინი, ცილები, ნუკლეინის მჟავები, რომლებიც შედიოდნენ *Bacillus mucilaginosus*-ის მიერ გამოყოფილ ლორწოში. შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ SiO_2 -ს გამოტუტვამ შეადგინა 93 % 24 დღელამის განმავლობაში. ავტორები ამ ეფექტს ხსნიან იმით, რომ *Bacillus mucilaginosus* პოლისაქარიდის გამდიდრება ხდება ორგანული მჟავებით, რაც ადიდებს მის სორბირებად არეს. ორგანული მჟავების

სორბირება პოლისაქარიდზე თავის მხრივ ხელს უწყობს გამოტუტული იონების ლოკალიზაციას პოლისაქარიდზე, რის შედეგადაც ხდება იონების გამოყოფა სარეაქციო არეში [10].

ე. მელნიკოვას, ზ. ავაკიანის და სხვა ავტორთა მიერ ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ სილიკატური ბაქტერიები, კერძოდ, *Bacillus mucilaginosus*-ის ბიომასის გამოყენებით ხდება ბერილშემცველი მინერალების დესტრუქცია სილიციუმის, ბერილის, ალუმინის ამოწვლილვის მიზნით. ზემოთ აღნიშნული მინერალები მიეკუთვნებიან განსაკუთრებულად მდგრად მინერალთა ჯგუფს. შედეგებმა გამოავლინა, რომ *Bacillus mucilaginosus*-ის მიერ წარმოქმნილი ეკზობოლისაქარიდები იწვევენ სილიკატური და ალუმოსილიკატური მინერალების დაშლას და შეიცავენ გლაკტონას, საქარონას, მანოზის და სხვა. ბერილიუმის ამოღებამ მიაღწია 767 მგ/ლ (BeO). ავტორების აზრით სილიკატურ ბაქტერიებს pH-ის ფართო დიაპაზონის შემთხვევაშიც შეუძლიათ ხელი შეუწყონ ბერილშემცველი მინერალების არა მხოლოდ დესტრუქციას, არამედ ცოცხალი არსებებისთვის ტოქსიკური ნივთიერებების ამოღებას, მაგალითად, ისეთი როგორცაა ბერილიუმი [11].

საინტერესოა ლ. იახონტოვას, ლ. ნესტეროვას, ტ. ლუბარსკაის ნაშრომი, რომელშიც დადგენილია, რომ მინერალების ბაქტერიული დესტრუქციის პროცესში ოთხკოორდინაციული ალუმინის ინტენსიფიკაციური გავლენა, მათი კრისტალური სტრუქტურის დეფექტები და არასრულყოფა, ასევე ნიშნების კრისტალურობის ხარისხი ახდენს გავლენას ამა თუ იმ მინერალის ბიოგენურ დესტრუქციაზე. სილიკატური ბაქტერიების მეშვეობით ჩატარებულია მთელი რიგი მინერალების დაშლის ექსპერიმენტები გამოსატუტ ნეიტრალურ არეში (pH=7). ნიშნების სხვადასხვა სერიებისთვის ექსპერიმენტის ხანგრძლივობა შეადგენდა 4–15 კვირას. ცდის დასრულებისათვის კულტურალური ხსნარის მჟავიანობა თანდათან მცირდება pH 5,0–4,5 მდე. მიღებული შედეგები შემდეგი დასკვნების გამოტანის საშუალებას იძლევა: 1) ყველაზე ინტენსიურად იტუტება კვარცი მინარეგების დეფექტით – ტეტრაედრული ალუმინით; 2) შესასწავლი ნიშნების ბაქტერიული გამოტუტვის ინტენსიფიკაციისათვის ხელსაყრელია ნიშნების კრისტალიზაციის დაბალი ხარისხი; 3) SiO₂-ის ამორფულ სახესხვაობებს ბაქტერიები არ შლიან.

ფენოვან სილიკატებს შორის ყველაზე ადვილად დასაშლელი აღმოჩნდა შამოზიტი და გლაუკონიტი, რომელთა კრისტალური სტრუქტურა მცირედ სრულყოფილია, ქიმიური შედგენილობა ცვალებადი და სტეფიომეტრულია. ბაქტერიული დესტრუქციისადმი ყველაზე მდგრადია ტალკი, რომლის ფენოვანი სტრუქტურა, განსაკუთრებით ტეტრაედრული არათიხამიწოვანი ბადეები უფრო მეტად იდიალურია. მაგნიუმი არაა ჩანაცვლებული არც ალუმინით, არც რკინით. ტაუმასიტი 4 კვირიანი ბაქტერიული გამოტუტვის შედეგად თითქმის მთლიანად იშლება. ზემოთ მოყვანილი მონაცემების საფუძველზე ავტორები ასკვნა, რომ სილიკატური მინერალების ბაქტერიული გამოტუტვისათვის გასათვალისწინებელია მინერ-

ალების კონსტრუქციის შესწავლა [12].

ლ. იახონტოვასა და კ. ანდრეევის მიერ შესწავლილია კარბონატების დამატების მნიშვნელობა კვარცისა და კოლინიტის სილიკატური ბაქტერიებით გამოტუტვის ინტენსიფიკაციისათვის. კარბონატების თანაობისას (კალციტი, სიდერიტი) მათ შორის რადიაციული დეფექტებით, განსაკუთრებით Y-კვანტებით დასხივებისას ხდება სილიკატის გამოტუტვის ინტენსიფიცირება. ავტორების აზრით ბაქტერიული უჯრედების პირდაპირი ზემოქმედების შედეგად მინერალის ზედაპირზე, როდესაც მყარდება კავშირი ბაქტერიის ცხოველყოფილობასა და სილიკატის დესტრუქციის ინტენსიურობას შორის, შესაძლებელია პრაქტიკულად გამოვიყენოთ ეს ფაქტი და წარვმართოთ SiO₂-ის ბაქტერიული გამოტუტვა ეფექტური გზით კერძოდ, შესაძლებელია მინერალებზე დეფექტების წარმოქმნა და მინერალების ნარეგების შექმნა სხვადასხვა სტრუქტურული მოწესრიგებულობით. რადიაციული დეფექტები ხელს უწყობენ კარბონატული ნაწილაკების გადასვლას ხსნად მდგომარეობაში და მიკროორგანიზმების მიერ მათ სწრაფ ათვისებას [13].

ჯ. როსისის მიერ განხილულია იტალიაში არსებული დაბალი ხარისხის ბოქსიტებისა და ლეიციტების გამოყენება კალუმის ნაერთების მისაღებად სილიკატური ბაქტერიების გამოყენებით. კლასიკური მეთოდებით ასეთი ნედლეულის გადაამუშავება არარენტაბელურია. ამ თვალსაზრისით ავტორს მიაჩნია, რომ ბიომეტალურგიის მიმართულება უფრო პერსპექტიულია და ტექნიკურ-ეკონომიკურად გამართლებული [14].

ჩეხი მეცნიერების მიერ შესწავლილია კალიტრაქიტებიდან კალიუმის ბაქტერიული გამოტუტვის შესაძლებლობა სილიკატური ბაქტერიების საშუალებით. მათი აზრით, იმისათვის რომ ინტენსიურად წავიდეს კალიუმის გამოტუტვის პროცესი, უნდა გათვალისწინებული იქნეს მინერალში მიკროელემენტების შემცველობა და მათი სტრუქტურული მოწესრიგებულობა [15].

ამრიგად, სილიკატური და ალუმოსილიკატური ნედლეულის გადაამუშავების ბიოტექნოლოგიური მიმართულების განვითარება გათვლილია სასარგებლო კომპონენტების გამდიდრებასა და ამოკრებასთან ბიოტექნოლოგიის გამოყენებით.

ამ მიმართულებით საინტერესოა საქართველოში არსებული არამადნეული მინერალების საბადოები, როგორცაა კალიუმის შემცველი ტრაქიტების, გლაუკონიტების, ფილიფსიტების და სხვა. კალიუმიანი (12-14 % K₂O) მინდვრის შპატის შემცველი (90 %) ტრაქიტები წარმოადგენენ ასკანის ბენტონიტური თიხის საბადოს მხურავ ქანებს. ამ ქანების ნაწილი ამოღებული და დასაწყოებულია, ნაწილი მიწის წიაღშია და მათი მარაგები შეადგენს 6,0 მლნ ტონას. აღნიშნული საბადოს გარდა, გურიის რეგიონში გამოვლენილია სხვა საბადოები (ფამფალეთი, ვანის ქედი და სხვა), რომელთა გათვალისწინებით ტრაქიტების პროგნოზული რესურსები აღემატება 10 მლნ ტონას. ტრაქიტებში კალიუმის და ნატრიუმის შემცველობათა შეფარდება შეადგენს 13,3/0,7=19, რაც გამორიცხავს მიღებული კალიუმის საბოლოო პროდუქტში არასასურ-

ველი ნატრიუმის შემცირებისათვის ტექნოლოგიური პროცესის გართულებას.

გლუკონტები როული და ცვალებადი შედეგების მიხედვით, შეიცავს SiO_2 -ს 49-56 %; Fe_2O და FeO 21% მდე, Al_2O_3 - 18 %; K_2O - 10 %; MgO - 7%, წყალს 13 %-მდე, მიეკუთვნება პირობების ჯგუფს. გვხვდება წვრილ-მარცვლოვანი, მიწისებრი მასების სახით. წარმოშობით დანალექი ქანია, გავრცელებულია ქვიშებში, ქვიშაქვებში, თიხებში, მერგელებში, კირქვებში. საქართველოში გლაუკონიტი ბევრგანაა, განსაკუთრებით ქუთაისის მიდამოებში (გოლოვანი, ბანოჯა, გუმბრი, მელაური, ასევე ხჩერი, ღორემა, ხორითი, ლაშე და სხვ.) აფხაზეთში - სათანჯო, ტყვარჩელი, რაჭაში-ნიკორწმინდა, სხვაგა, შქმერი. რაც შეეხება კალიუმის შემცველ ცეოლიტებს, ფილიფსიტებს, ცნობილია ლანჩხუთის რაიონში შუსუთის ფილიფსიტების შემცველი ტუფები, ლანჩხუთის ფილიფსიტები შეიცავს: K_2O - 5,4 %; SiO_2 - 50 %; Al_2O_3 - 18,2 %; Na_2O - 0,51 %.

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ თანამედროვე პირობებში, როდესაც წარმოიშობა აუცილებლობა კალიუმშემცველი ნაერთების მიღებისა, შეზღუდული რესურსული პირობების გათვალისწინებით, ბიოტექნოლოგიური მეთოდის გამოყენება ქმნის შესაძლებლობას ეფექტურად გამოყენებული იქნას კალიუმშემცველი ალუმოსილიკატების, როგორც კონდიციური, ასევე არაკონდიციური საბადოები, საჭირო კალიუმთან სასუქების და მისი ნაერთების უნარჩენო გამოყენებისათვის.

ლიტერატურა

1. Александров В.Г., Терновская М.И., Благодарь Р.Н. Вестник сельскохозяйственных наук, №12, Москва, 1987. с. 39-43.
2. Александров В.Г. Силикатные бактерии. Издательство академии наук СССР, Москва, 1953. 222 с.
3. Крылова Л.Н., Ким Е.А., Адамов Э.В. Способ извлечения металлов из силикатных никелевых руд. RU

КАРТВЕЛИШВИЛИ Л.Г., КАКУЛИЯ Дж.В., МАЛАШХИЯ Ш.А., ЛОМИДZE Н.Н., КАНДЕЛАКИ М.Ш., ЧОЧИЯ Л.Ш., ЧХОБАДZE Н.Е.
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ КАЛИЯ ИЗ КАЛИЙ-СОДЕРЖАЩЕГО НЕРУДНОГО СЫРЬЯ

Для эффективного использования ресурсов минерального сырья в сельском хозяйстве и в промышленности, значительные возможности открывает использование биотехнологического метода. В этом направлении особый интерес представляет, использование местных ресурсов агроминерального сырья, в частности алюмосиликатов и силикатов. В статье рассмотрены возможности использования биотехнологического метода в этом направлении, дается анализ мирового опыта.

02432409 C1. Официальный бюллетень №30. 2011.

4. Норбаев З.Д., Цыренов К.Ж., Гомбоева С.В. Восточно-сибирский государственный технологический университет. Улан-Уде, 2011. с.17-23.
5. Белканова Н.П., Каравайко Г.И., Авакян З.А. Микробиология, вып. 1 т. 54, Москва, 1985. с. 27-30.
6. Яхонтова Л.К., Нестерова Л.Г., Любарская Т.А., Андреев П.И. Пыжова В.Х., Блинова Г.К. Микробиологической журнал, т. 5, №2, Москва, 1983. с. 28-32.
7. Зак Т.А. Тезисы докладов конференции по изучению и применению силикатных бактерий. Одесса, 1961. с.57-62.
8. Васючко Ю.Ф., Стулишенко А.Ю. Горный информационный аналитический бюллетень, вып. №11. Москва, 2011. с. 42-49.
9. Белканова Н.П., Каравайко Т.И., Авакян З.А. Микробиология. т.54, вып. №1, Москва, 1985. с. 27-30.
10. Малиновская И.М., Косенко Л.В., Воцелко С.К., Подгорный В.С. Микробиология. т.59, вып. №1, Москва, 1990. с. 60-75.
11. Мельникова Е.О., Авакян З.А., Каравайко Г.И., Круцко В.С. Микробиология. т.59, вып. №1. Москва, 1990. с. 63-69.
12. Яхонтова Л.К., Нестерович Л.Т., Любарская Т.А., Андреев П.И., Пыжов В.Х., Блинова Т.К. Микробиологический журнал. т.2, вып. №2, 1983. с. 28-36.
13. Яхонтова Л.К., Андреев К.И., Калязин Е.И., Руднев А.В., Нестерович Л.Т. Микробиологический журнал, т.8, вып. №5, 1986. с. 21-30.
14. Росси Дж. Биотехнология. Труды международного семинара и учебных курсов. Москва, 1996. с. 62-68.
15. Konstantin Holobradý, Gabriel Bujdos, Andrei Dobis. Biologia, Bratislava, 25, 1, 1996. pp. 39-47.

KARTVELISHVILI L., KAKULIA ZH., MALASHKHIA SH., LOMIDZE N., KANDELAKI M., CHOSHIA L., CHKHOBADZE N.
POSSIBILITIES FOR USE OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING POTASSIUM COMPOUNDS FROM POTASSIUM-CONTAINING NONMETALLIC FEED

For improved and effective using mineral resource in agriculture and industry, the application of biotechnology method offers the considerable possibilities. In this regard of special interest is using domestic resource supply of agromineral raw materials, in particular aluminosilicates and silicates. In article the possibilities of using biotechnology method in the field are considered, the worldwide experience is analyzed.

და ვერცხლი გვხვდება ხალასი სახით. დარღვეული მინერალების კომპლექსში კვარცის გარდა შედის მცირე რაოდენობით კალციტი, ბარიტი. კვარცის დარღვევებში ფართოდაა გავრცელებული ზოლისებრი ტექსტურა, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას კვარცის გადაკრისტალებით ე. წ. ფსევდო პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად, ნაპრალების შევსებით, შემცველი ქანების ჩანაცვლებით ან ორი უკანასკნელი პროცესის კომბინაციით. ზოლისებრი ტექსტურებთან ერთად არანაკლები გავრცელებით სარგებლობენ კვარცის მასიური ტექსტურები. კვარცის აგრეგატების ტექსტურული სურათის ფონზე ფიქსირდება ჩანაწინწკლი, დარღვეული ტექსტურები, რომლებსაც ქმნიან მადნეული მინერალები. მადანთა ტექსტურული სახესხვაობები, რომლებიც ხასიათდებიან გამონაყოფების ფორმებით და მინერალური აგრეგატების ურთიერთ დამოკიდებულებით, შედარებით მცირერიცხოვანია. მადნეულ სხეულებში ჩვეულებრივ გვხვდება ჩაწინწკლული, დარღვეულ-ბუდისებრი ტექსტურები.

მადნების ფორმირება ორ ეტაპად მოხდა, რომელთა გამოხატულებას წარმოადგენენ კვარც-შეელიტური და კვარც-ოქრო-სულფიდური ასოციაციები. ამ უკანასკნელში გამოიყოფა კვარც-პირიტ-არსენობირიტული, კვარც-ოქრო-პოლი-სულფიდური და კვარც-ანთომინიტური და კვარც-ოქროიანი პარაგენეზისები, რომლებიც მინერალიზაციის მეორე ეტაპის ფარგლებში ოთხი სტადიის პროცესში ჩამოყალიბდა.

კვარც-ოქრო-პოლისულფიდური მადნების ფორმირებაში მინერალიზაციის ეტაპების არსებობა და სტადიურობა მიუთითებს, რომ მათი წარმოშობა პულსაციურად ხდებოდა და შესაბამისად ეს ასოციაციები სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში უნდა ჩამოყალიბებულიყო. მართლაც, სხვადასხვა ეტაპის და სტადიის კვარცის კრისტალებში გაზურ-თხევადი ჩანართების ჰომოგენეზაციის მეთოდით კვლევა აჩვენა, რომ მათი ფორმირება შემდეგ ტემპერატურულ ინტერვალებში ხდებოდა: გრეიზენიზაციის პროცესებთან დაკავშირებული კვარც-შეელიტური ასოციაციის 230-220 °C-ზე (±10), კვარც-პირიტ-არსენობირიტულის 340-295 °C (±10), ოქროს მინერალიზაციის, კვარც-კალკობირიტ-სფალერიტ-გალენიტის 185 °C (±10), ოქროს მინერალიზაციის 250-230 °C (±10), კვარც-ანთომინიტის 220-210 °C (±10) [1].

ზემო სვანეთის ჰერცინული წარმონაქმნებთან დაკავშირებული ოქროს მადანგამოვლენების გეოლოგიური აგებულება მაქსიმალურად არის დარღვეული. ამის ერთ-ერთ მიზეზად, ჩვენი აზრით, გვევლინება მადანშემცველი და მასთან ასოციაციაში მყოფი შემადგენლობით, სიმკვრივით და შეღწევადობის უნარით მსგავსი ქანების გაკვეთა მაგმური მასივებით და დაიკებით. ამგვარ რთულ, ჰეტეროგენულ მადანშემცველ გარემოს პრიორიტეტულ ელემენტებს, რომლებიც არღვევენ გარემოს მთლიანობას და განაპირობებენ მის არაერთგვაროვნებას, ძირითადად ნაპრალოვანი სტრუქტურები წარმოადგენენ, შედარებით იშვიათად კი – ნაოჭა სტრუქტურების ელემენტები. რაც უფრო განსხვავდება ლოკალური უბნის აგებულება მომიჯნავე გეოლოგიური სიტუაციისგან, მით უფრო სავარაუდოა მასში ოქროს მინერალიზაციის განვითარება.

როგორც ცნობილია, კოლიზიურ ორგენებში, ისეთებში როგორცაა წარმოადგენს კავკასიონი, მასშტაბური მადნიანი მინერალიზაციის პროცესები, უმეტეს შემთხვევაში,

დაკავშირებულია მაგმურ რეზერვუარებში ფორმირებული ჰიდროთერმების აქტიურობასთან, რომლებიც ქმნიან ჰიდროთერმულ გამადნებებს [2, 3, 4].

უახლესი კლასიფიკაციის მიხედვით, ზემო სვანეთის ჰერცინულ წარმონაქმნებთან დაკავშირებული ოქროს მადანგამოვლენები მიეკუთვნება ჰიდროთერმულ გამადნებებს, რომლებიც ფორმირდებიან რეგიონული ტექტონიკური და მაგმური აქტიურობის პერიოდში, მაგრამ მაგმური აქტიურობის კერიდან მოშორებით. ასეთი ტიპის მადნიანი მინერალიზაციის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს ოროგენული გამადნებები, რომლებიც ფორმირდებიან აქტიურ ადვოლიციურ ოროგენულ სისტემებში. ამ ტიპის მადნიანი მინერალიზაცია მიმდინარეობს მაღალი წნევის (1.5-5 კბ) და ტემპერატურის (300-450 °C) პირობებში, 4-15 კმ სიღრმეზე. გამადნების შემცავ ქანებს წარმოადგენენ მეტამორფიტები, მიგმატიტები და მაგმატიტები [7, 8, 9]

როგორც ჩანს, ჰერცინული წარმონაქმნების შეხების ზონა (კონტაქტები) წარმოადგენდა ჰიდროთერმული ხსნარების განტვირთვის ზონას, რამაც განაპირობა კვარც-ოქრო-ლარიბ-სულფიდური მადნების ლოკალიზაცია.

ლიტერატურა

1. ა. კვიციანი., დ. შენგელია., ა. გომელაური და სხვ. ჰოკრილას მადნიანი რაიონის (ზემო სვანეთი) ოქროს, სტიბიუმის და ვოლფრამის პერსპექტიულობის შეფასება. კავკასიის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტის ანგარიში. თბილისი, 1997. 237-გვ.
2. Гамкрелидзе И. П., Шенгелиа Д. М. Докембрийско-палеозойский региональный метаморфизм, гранитоидный магматизм и геодинамика Кавказа. Научный мир, Москва, 2005. 458 с.
3. Окросцваридзе А. В. Герцинский гранитоидный магматизм Большого Кавказа. Издательство "Некери", Тбилиси, 2007. 223 с.
4. Okrostsvardidze A., Bluashvili D. In "Felsic Magmatites and Associated Ore Mineralization". Helsinki, 2000. pp. 50-53.
5. Okrostsvardidze A., Bluashvili D., Gagnidze N. Petrology of the Sakeni Granitoid Intrusive and Sakeni Goldfield Genesis (Greater Caucasus, Georgia). 24 rd Annual V. M. Goldschmidt Conference TM-Sacramento, California, USA. 2014. pp.15-17.
6. Okrostsvardidze A., Bluashvili D., Gagnidze N. Field investigation of the mythical "Gold Sands" of the ancient Colchis Kingdom and modern discussion on the Argonauts' expedition; Episodes, Published by the International Union of Geological Sciences June Vol.37 №2. 2014. pp. 147-155.
7. Frank M., Candela P., Piccoli P. et al. Experimental study of Au in Granitoid-volatile phase systems. Abstracts. Fourth Hutton Symposium. Clermont-Ferrand, France. 1999. 233 p.
8. Wilkinson J. Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. T H Huxley School of Environment, Earth Sciences and Engineering, Royal School of Mines, Imperial College, London SW7 2BP, UK, 2000. pp. 229-274.
9. Ridley J. Ore Deposit Geology. Hardback, 2013. 398 p.

**BLUASHVILI D., BENASHVILI K., JANASHVILI SH.
GEOLOGICAL-GENETIC MODEL OF THE GOLD
OCCURRENCES RELATED TO HERCYNIAN FOR-
MATIONS OF THE UPPER SVANETI**

In the present paper is discussed the geological-genetic model of the gold occurrences related to Hercynian formations of the Upper Svaneti. According to the recent classification these occurrences are attributed to hydrothermal type of mineralization generated during the regional tectonic and magmatic activity, but away from the magmatic chamber. The classical examples of such type of mineralization are orogenic-mineralizations which form in the actively developing orogenic systems. Such type of mineralization takes place under the conditions of high pressure (1.5-5kb.) and temperature (300-450 °C) at 4-15 km. depth. The mineralization host-rocks are metamorphites, migmatites and magmatites.

**БЛУАШВИЛИ Д. И., БЕНАШВИЛИ К. Г.,
ДЖАНАШВИЛИ Ш. Г.
ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
РУДОПРОЯВЛЕНИЙ ЗОЛОТА ПРИУРО-
ЧЕННЫЕ К ГЕРЦИНСКИМ ОБРАЗОВАНИЯМ
ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИ**

В статье рассмотрена геолого-генетическая модель рудопроявлений золота приуроченные к герцинским образованиям Верхней Сванетии. Согласно новой классификации, рудопроявления золота, связанные с герцинскими образованиями Верхней Сванетии, относится к гидротермальному оруденению, которое формируется в период магматической и региональной тектонической активности, но вдали от магматического очага. Классическим примером такого оруденения являются орогенные оруденения. Они образуются в активных развивающихся орогенных системах. Рудная минерализация такого рода происходит в условиях высокого давления (1.5-5 кб) и температуры (300-450 °C) на глубине 4-15 км. Вмещающими породами являются метаморфиты, мигматиты и магматиты.

შპს 549.621.9

**აკად. დოქტორი დ. ბლუაშვილი, დოქტორანტი ძ. ბენაშვილი,
მაგისტრი ნ. ინანაშვილი, მაგისტრი შ. ჯანაშვილი
ზემო სვანეთის თვითნაბადი ოქროს მარცვლების მიკროსკოპული
შესწავლის და რენტგენოფლოუორესცენსული კვლევის შედეგები**

სტატიაში განხილულია თვითნაბადი ოქროს მარცვლების კვლევის შედეგები. კვლევები განხორციელდა სტამბოლის და საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტებში. კერძოდ, სტამბოლის ტექნიკურ უნივერსიტეტში კვლევა ჩატარდა ბინოკულარული და პოლარიზაციული მიკროსკოპით, ხოლო საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში კი რენტგენოფლოუორესცენსული მეთოდით (EDXRF-SPE-QTROMETER, მოდელი EDX3600B). მიკროსკოპული კვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ოქროსთან ერთად გვხვდება ვერცხლის მარილები (პირარგირიტი, პრუსტიტი და სილვანიტი) და პირიტი, ხოლო რენტგენოფლოუორესცენსული მეთოდით შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ოქროსთან ერთად გარდა ვერცხლისა (1.29-3.21 %), გვხვდება სპილენძი (0.01-0.35 %), რკინა (0.28-0.73 %) და როდიუმი (0.66-0.92 %).

თვითნაბადი ოქროს მარცვლების კვლევა. შესწავლილი, იყო 0,1 კგ ზომის ოქროს შემცველი კვარცის მარღვი და ცხუმარის, ფარის, იელის, უშბა-ეწერის და ნენსკრის ხეობის (მაშრიჭალა) ქვიშრობების თვითნაბადი ოქროს მარცვლები.

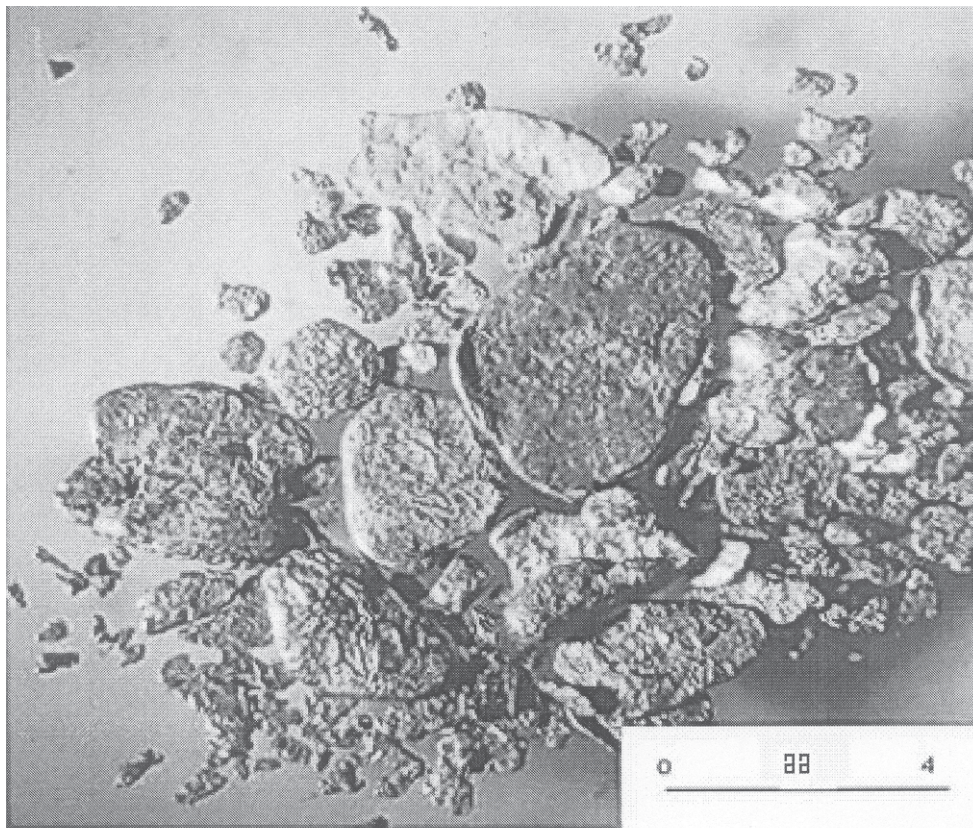
სტამბოლის ტექნიკურ უნივერსიტეტში კვლევები ჩატარდა 0,1 კგ ოქრო-შემცველი კვარცის და ოქროშემცველი ფანტელის (ქერცლის) ფორმის ნიმუშებზე. მომზადებულ იყო მადნის ნიმუშის გაპარიალბული განივი ჭრილი. ინსპექტირება განხორციელდა ბინოკულარული მადნის მიკროსკოპით, მიღებულ იქნა შემდეგი შედეგები.

**ინსპექტირება ბინოკულარული
მიკროსკოპით**

გარდა სინჯების მიკროსკოპული ინსპექტირებისა, განხორციელდა აგრეთვე მათი ინსპექტირება ბინოკულარული მიკროსკოპით. ბინოკულარული მიკროსკოპის ქვეშ შეინიშნებოდა ქერცლისებრი, ბრტყელი კრისტალებისმაგვარი თავისუფალი ოქროს ნაწილაკები (ჩანართები). მათი ფერი მერყეობს კაშკაშა ყვითლიდან მუქ ყვითლამდე და განაწილებულნი არიან ერთგვაროვნად. მათი დაბალი სინისტის გამო ცალკეული კიდები მომრგვალებულია. ზედაპირზე ასევე შეიმჩნევა წნევის ზემოქმედების ნიშნები.

ზემო სვანეთის გეოლოგიური შესწავლა გვიჩვენებს, რომ როგორც ძირითად ქანებში, ისე მდინარეულ ქვიშრობებში არსებობს ოქროს მალალი შემცველობები. ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ სვანეთის მკვიდრი მოსახლეობა სპეციალური ხის გობებისა და ცხვრის ტყავების მეშვეობით დღესაც მოიპოვებს ოქროს ქვიშრობებიდან.

წინამდებარე შრომის ძირითად მიზანს წარმოადგენს

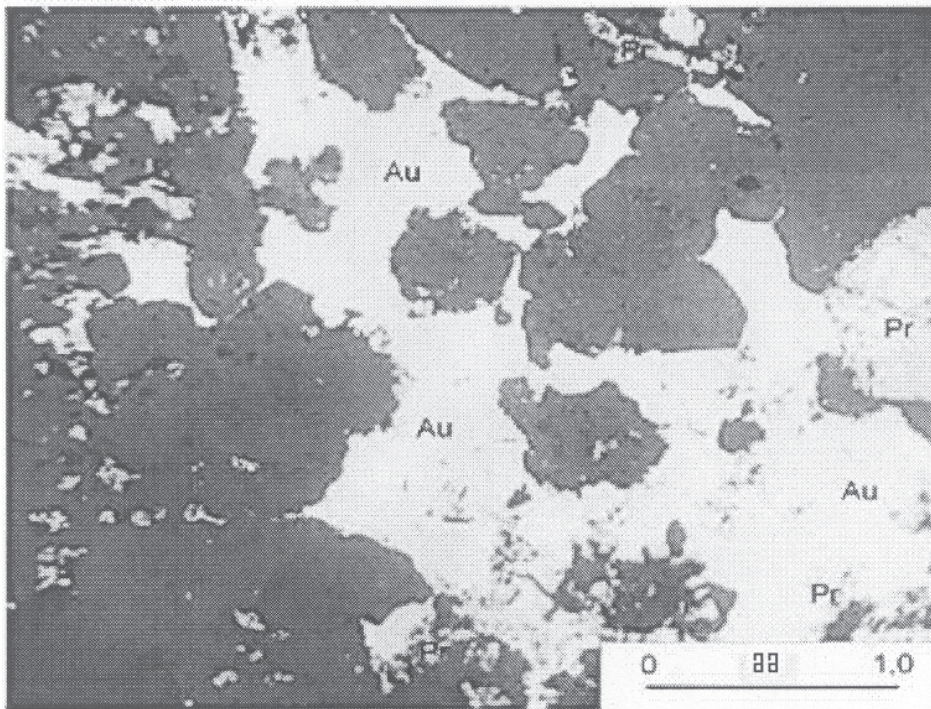
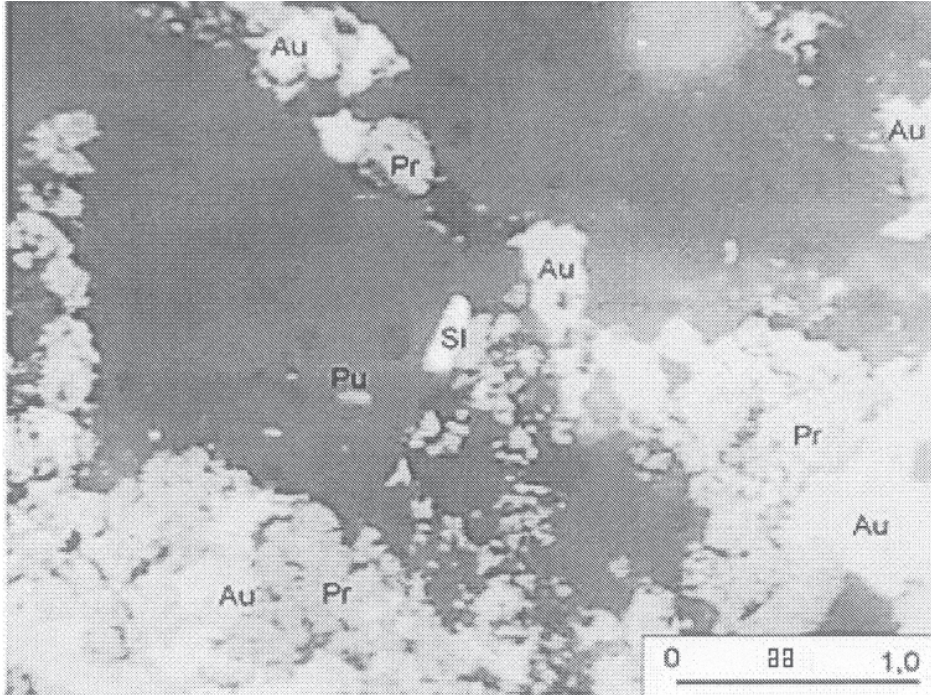


სურ. 1. ბინოკულარული მიკროსკოპით ინსპექტირებული ნიმუშის გამოსახულება

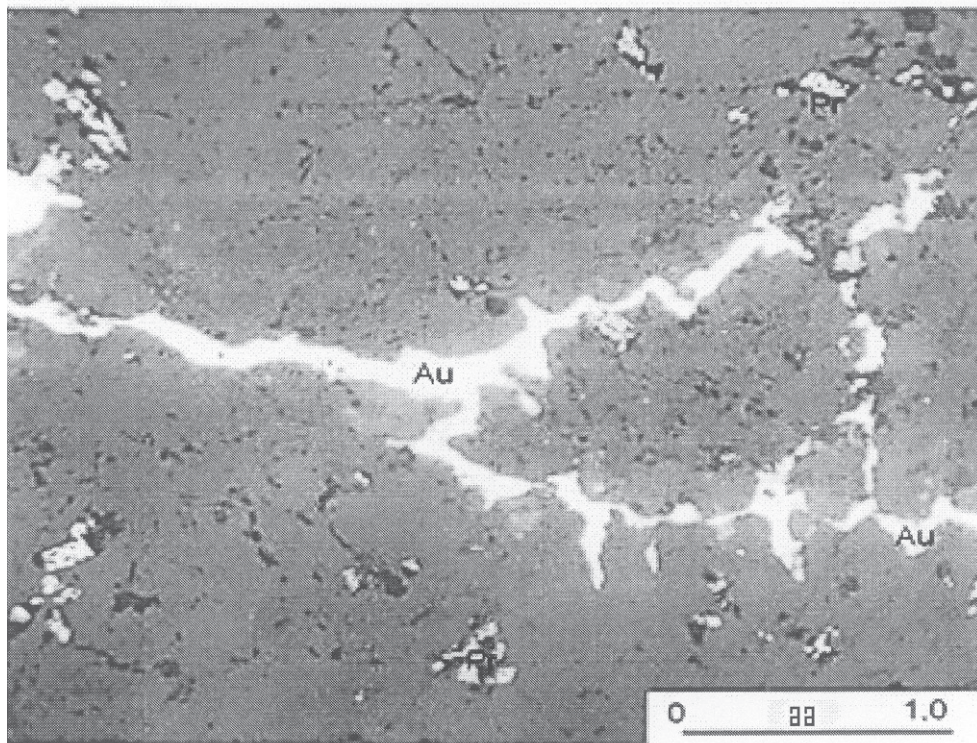
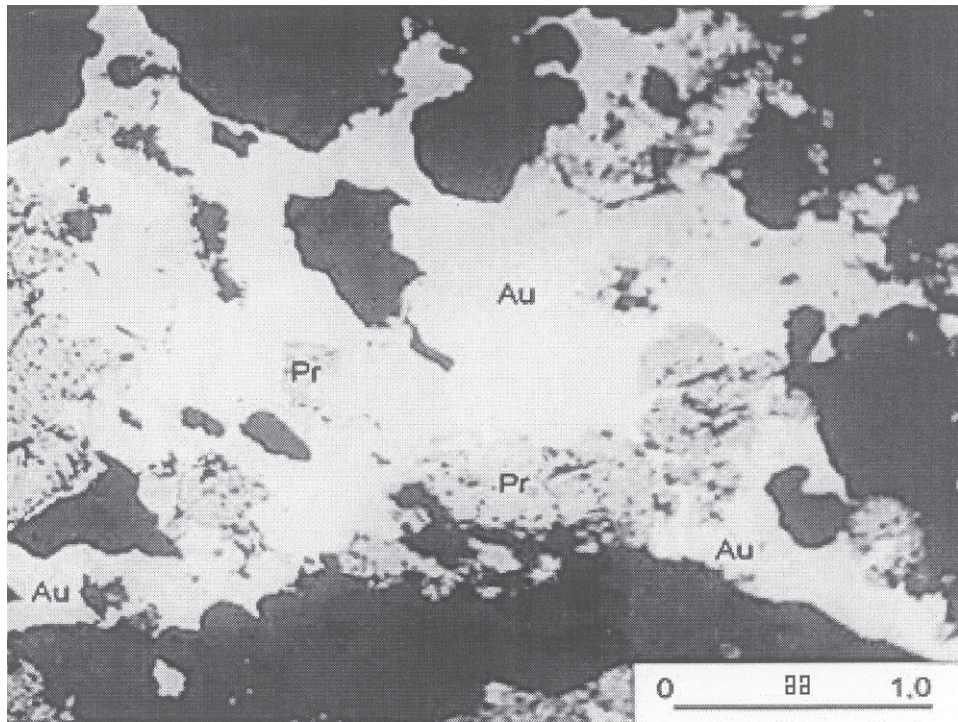
ნები. ნაწილაკები (ჩანართები) სავარაუდოდ ბადისებრი ოქროს ფორმისაა, სადაც ყველაზე დიდი ჩანართები 5 მმ-ს აღწევს ზომაში. ბინოკულარული მიკროსკოპით ინსპექტირებული ნიმუშის გამოსახულება მოცემულია 1 სურათზე. ეს არის ტიპური მასიური, კომპაქტური, ხისტი კვარციტის ნიმუში.

ინსპექტირება პოლარიზაციული (მადნის) მიკროსკოპით

სტრუქტურა წარმოდგენილია ორი ფაზური სტრუქტურით. პირველადი ფაზა ძირითადად შეიცავს დიდი ზომის პირიტებს თვითფორმირების გარეშე, მაშინ როდესაც



სურ. 2. პოლარიზაციული მიკროსკოპით ინსპექტირებული ნიმუშის გამოსახულება



სურ. 3. პოლარიზაციული მიკროსკოპით ინსპექტირებული ნიმუშის გამოსახულება

ანალიზი - АНАЛИЗ - ANALYSIS

საც მეორადი ფაზა შეიცავს ოქროს. პირველი ფაზის ზემოთ აღვლილი აქვს ნაწილობრივ დეფორმაციას. პირიტის დიდი ზომის ნაწილაკები (ჩანართები) დამსხვრეულია. აგრეთვე პირიტის კრისტალიზაცია ასახავს უწყვეტ პროცესს და კრისტალიზდება ოქროსთან ფორმირების პროცესში (იხ. სურ. 2).

პირიტი, ვერცხლის მარილები, პირარგირიტი – პრუსტიტი და სილვანიტი.

ოქრო – მიკროსკოპულად და მაკროსკოპულად განმსაზღვრელი ფორმით და ზომით. ოქროს ნაწილაკების მიკროსკოპული გამოსახულებები მოცემულია სურათებზე 1, 2 და 3. ის ძირითადად მყარ მდგომარეობაშია. მისი რეფლექსიურობა ძალიან მაღალია, ნაწილაკების (ჩანართების) ზედაპირი ასევე სუფთა და გლუვია. ის

მინერალები – პირველადი მინერალები არის ოქრო,

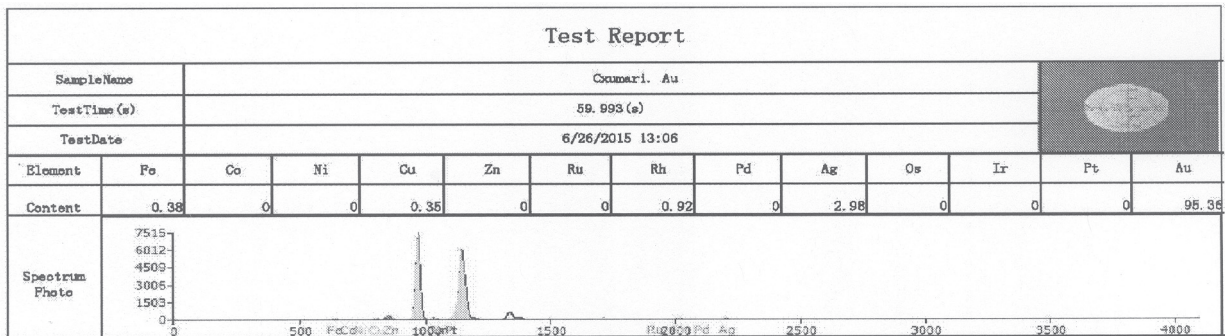
ცხრილი 1

რენტგენოფლოუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები (თვითნაბადი ოქროს მარცვლები)

| ელემენტი | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ru | Rh | Pd | Ag | Os | Ir | Pt | Au |
|------------|------|------|----|------|----|----|------|----|------|------|----|----|-------|
| ცხუმარი | 0.28 | 0 | 0 | 0.26 | 0 | 0 | 0.86 | 0 | 3.21 | 0 | 0 | 0 | 95.38 |
| | 0.38 | 0 | 0 | 0.35 | 0 | 0 | 0.92 | 0 | 2.98 | 0 | 0 | 0 | 95.36 |
| ფარი | 0.73 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.76 | 0 | 1.69 | 0 | 0 | 0 | 96.81 |
| | 2.32 | 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.89 | 0 | 1.16 | 0 | 0 | 0 | 95.62 |
| იელი | 0.18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.69 | 0 | 2.98 | 0 | 0 | 0 | 96.14 |
| | 0.6 | 0 | 0 | 0.01 | 0 | 0 | 0.88 | 0 | 2.91 | 0 | 0 | 0 | 95.59 |
| მაშირჭალა | 0.37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.66 | 0 | 1.29 | 0 | 0 | 0 | 97.67 |
| | 0 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0.62 | 0 | 1.38 | 0 | 0 | 0 | 97.96 |
| უშბა-წვერი | 0.31 | 0 | 0 | 0.05 | 0 | 0 | 0.81 | 0 | 2.68 | 0 | 0 | 0 | 96.14 |
| | 0.31 | 0 | 0 | 0.03 | 0 | 0 | 0.76 | 0 | 3.02 | 0.01 | 0 | 0 | 95.86 |

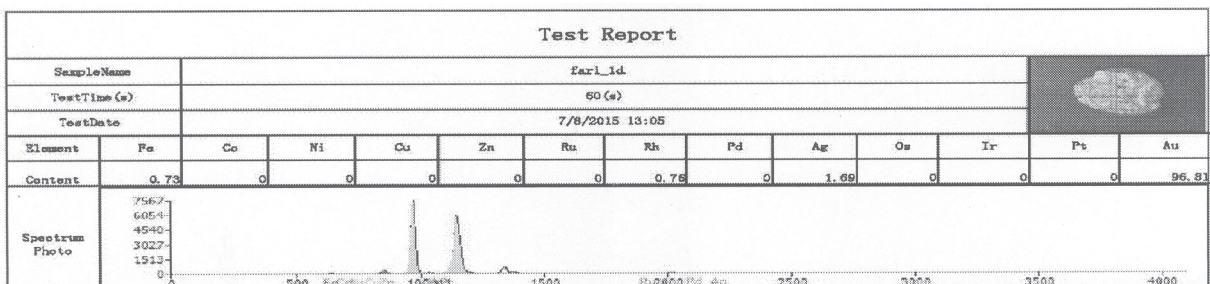
ცხრილი 2

ცხუმარის თვითნაბადი ოქროს რენტგენოფლოუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები

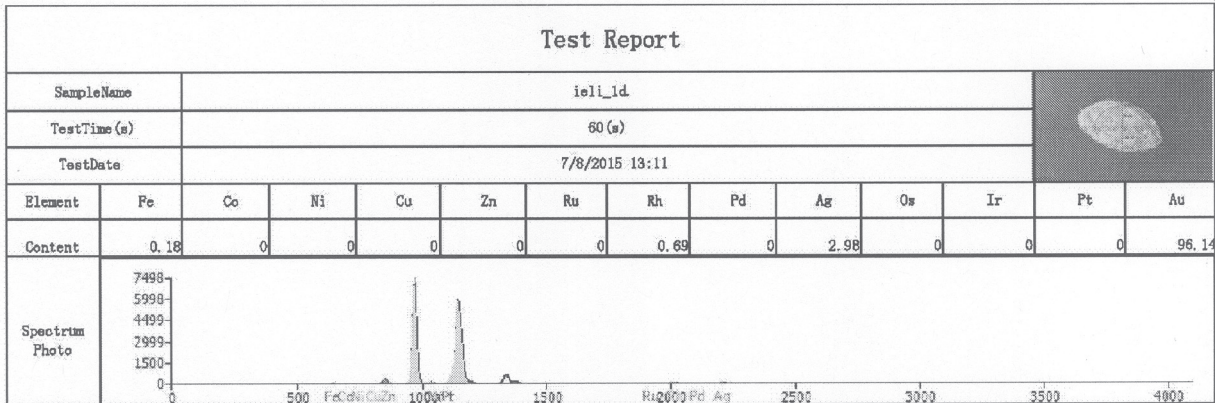


ცხრილი 3

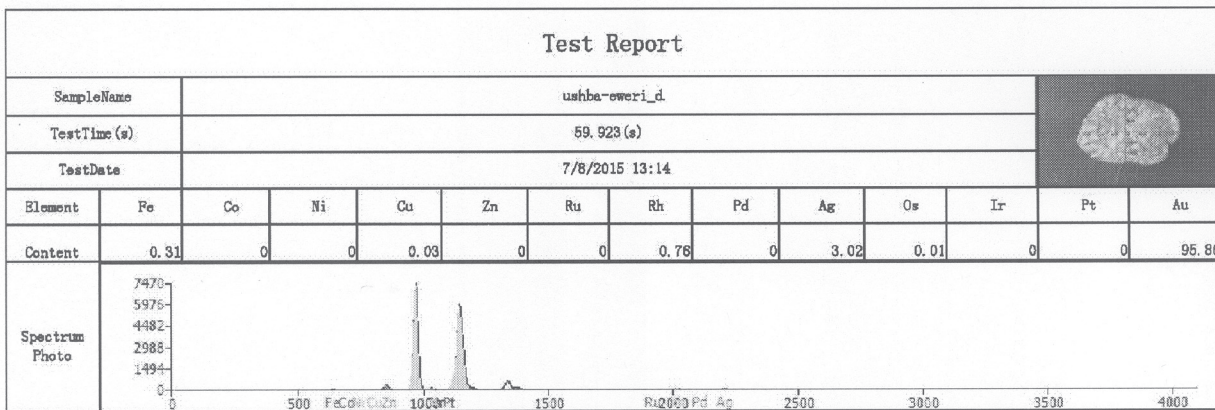
ფარის თვითნაბადი ოქროს რენტგენოფლოუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები



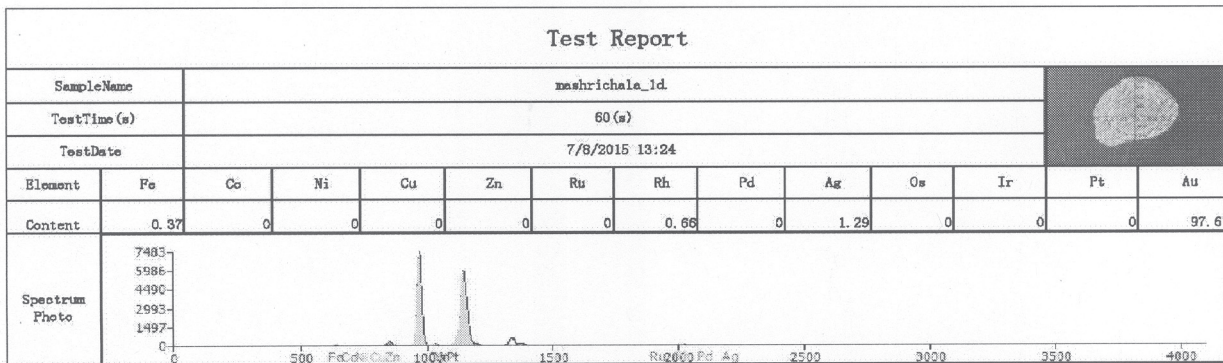
იელის თვითნაბადი ოქროს რენტგენოფლუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები



უშა-ეწერის თვითნაბადი ოქროს რენტგენოფლუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები



მაშრიჭალას თვითნაბადი ოქროს რენტგენოფლუორესცენტული მეთოდით ჩატარებული ანალიზის შედეგები



ადვილად გამოირჩევა მის გვერდით არსებული სხვა მინერალებისგან ამ თვისებით. შეინიშნება აგრეთვე, ოქროს ცოტაოდენი შენაერთები ვერცხლით და ტელურიუმით. მიკროსკოპის ქვეშ ოქრო ჩანს კაშკაშა ყვითელ და მუქ ყვითელ ფერში, შეიცავს ჩანართებს თვითფორმაციის გარეშე, რომლებიც ავსებენ და ამრგვალებენ იმ მინერალებს შორის არსებულ სივრცეებს, რომლებიც მასზე უფრო ადრე წარმოიშვა. კრისტალიზაცია ასახავს ამ სივრცეების ფორმას. ეს ჰგავს მდნებს შორის ბზარების ამოვსებას (იხ. სურ 3). ზოგიერთ ადვილას ის გვხვდება პირიტში

ტიზრების სახით.

პირიტი – გვხვდება გაბნეული ფორმის სახით ჯგუფში ან ჯგუფებში საკუთარი სტრუქტურით, ან მის გარეშე. პირიტებს, რომლებიც მიეკუთვნებიან პირველ ფაზას, გააჩნიათ საკუთარი სტრუქტურა, კიდეებზე მომრგვაებული ფორმებით, რაც დეზინტეგრაციის შედეგია, მაშინ როდესაც ისინი გარშემოტყეპულნი არიან ლიმონიტური გარსით. პირიტები წარმოდგენილი არიან დამსხვრეული ნაწილაკების სახით თხელი, საშუალო ზომის ჩანართებით, რომლებიც გაბნეულნი არიან ჯგუფში ან

განაპირა ზოლში, რომელთა ზომა მერყეობს 0,01-0,8 მმ-მდე. ისინი შეინიშნება როგორც ერთეული ჩანართები ოქროთი. როცა ისინი შედიან კონტაქტში ოქროსთან, მათი ფერი კაშკაშაა, მოთეთრო (ღია) ყვითელი. მათზე არის დიდი რაოდენობით ნაკაწრები და სიცარიელები, რაც დამუშავების შედეგია. არის შემთხვევები, სადაც ის ენაცვლება ოქროს.

ვერცხლის მარილის (პირარგირიტი-პრუსტიტი) – განსაზღვრა და ერთმანეთისაგან განსხვავება სირთულეს წარმოადგენდა, რადგან მათი ნაწილაკები (ჩანართები) ზედმიწევნით თხელია. ისინი წარმოდგენილი არიან თხელი ჩანართების სახით კვარცის ჯგუფის შიგნით, როგორც ტიხრები ოქროს შიგნით. მათი ზომები მერყეობს 0,01 დან 0,1 მმ-მდე. მათი ფერი ლურჯი ფერების დიაპაზონში შედის, ფერთა ტონი ერთმანეთის მსგავსია, მაშინ როდესაც პრუსტიტი უბრალოდ ლურჯი ფერისაა. ორივე ვერცხლის მინერალი ამოიცნობა თავისი ანიზოტროპიულობით და ორმაგი არეკვლის უნარით. მათი ქიმიური შემადგენლობა ინდიკატორული რაოდენობისაა (უმნიშვნელოა).

სილვანიტი – გვხვდება რამდენიმე ჩანართის სახით. მათი ზომები მეტად მცირეა (0,01-0,03 მმ). ისინი გაფანტული არიან ჯგუფის შიგნით, ან ტიხრების სახით ოქროს შიგნით. მათი ფერთა გამა მერყეობს მოკრემისფერო თეთრიდან – მოკრემისფერო ყავისფრამდე ძლიერი ანიზოტროპულ ფერთა თვისებებით. ისინი შედგება

ჩანართებისგან თვითფორმაციის გარეშე.

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში კვლევა განხორციელდა გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტში რენტგენოფლუორესცენტული მეთოდით (EDXRF SPECTROMETER, მოდელი EDX3600B). შესწავლილი იყო ცხუმარის, ფარის, იელის, უშბა-ეწერის და ნენსკრის ხეობის (მაშრიჭალა) თვითნაბადი ოქროს მარცვლები.

ამრიგად მიკროსკოპული კვლევის შედეგად აღმოჩნდა, რომ ოქროსთან ერთად გვხვდება ვერცხლის მარილები (პირარგირიტი, პრუსტიტი და სილვანიტი) და პირიტი, ხოლო რენტგენოფლუორესცენტული მეთოდით შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ოქროსთან ერთად გარდა ვერცხლისა (1.29-3.21 %), გვხვდება სპილენძი (0.01-0.35 %), რკინა (0.28-0.73 %) და როდიუმი (0.66-0.92 %).

ლიტერატურა

1. Okrostsvardize A., Bluashvili D., Mithical “Gold Sands” of Gvaneti (Greater Caucasus, Georgia): Geological Reality and Gold Mining artifacts. Bull. Georg. Acad. Sci. vol. 4 N2. 2010. pp. 18-25
2. Okrostsvardize A., Bluashvili D., Gagnidze N. Field investigation of the mythical “Gold Sands” of the ancient Colchis Kingdom and modern discussion on the Argonauts’ expedition; Episodes, Published by the International Union of Geological Sciences June, vol. 37 №2. 2014. pp. 147-155

BLUASHVILI D., BENASHVILI K., INANASHVILI N., JANASHVILI SH.
THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF MICROSCOPIC AND X-RAY FLUORESCENCE STUDY OF NATIVE GOLD GRAINS FROM THE UPPER SVANETI

In the paper are discussed the results of the study of native gold grains. The study was conducted in the Istanbul and Georgian Technical Universities. In particular, binocular and polarized microscope studies were carried out in the Istanbul Technical University, and the studies by X-ray fluorescence method (EDXRF SPECTROMETER, model EDX3600B) were conducted in the Georgian Technical University. As a result of microscope studies was detected, that gold occurs in association with silver salts (pyrargyrite, proustite and sylvanite) and pyrite. According to XRF studies aside from silver (1.29-3.21 %) gold is associated with copper (0.01-0.35 %), iron (0.28-0.73 %) and rhodium (0.66-0.92 %).

БЛУАШВИЛИ Д. И., БЕНАШВИЛИ К. Г., ИНАНАШВИЛИ Н. М., ДЖАНАШВИЛИ Ш. Г.
РЕЗУЛТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО И РЕНТГЕНО-ФЛЮОРЕС-ЦЕНТНОГО АНАЛИЗА САМОРОДНЫХ ЗЕРЕН ЗОЛОТА ВЕРХНЕЙ СВАНЕТИИ

В статье рассмотрены результаты изучения самородных зерен золота. Исследования проводились в технических университетах Стамбула и Грузии. В Стамбульском Техническом Университете проводились исследования бинокулярным и поляризационными микроскопами, а в Грузинском Техническом университете рентгено-флюоресцентным методом (EDXRF SPECTROMETER, модель EDX3600B). Результаты микроскопических исследований показали, что вместе с золотом встречаются соли серебра (Пираргирит, Прустит и Сильвинит) и Пирит, а рентгенофлюоресцентный метод вместе с золотом, кроме серебра (1.29-3.21 %) выявил наличие меди (0.01-0.35 %), железа (0.28-0.73 %) и родия (0.66-0.92 %).

**ტიქნ. მაცნ. კანდიდატი ა. ბაქანიანი,
ტიქნ. მაცნ. კანდიდატი დ. ტალახაძე, ტიქნ. მაცნ. კანდიდატი ა. აბოილაძე
ტიქნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები მადნეული და არამადნეული სასარგებლო
წიაღისეულის მამდიდრებელ, მახარისხებელ და სააგლომერაციო ფაბრიკებში გამოყენებული რკინიგზისა და
საავტომობილო ტრანსპორტის, ბაგირგზების, ტვირთის მიმღები, განმტვირთავი და ჩამტვირთავი მოწყობილობის,
ბუნკერების, აგრეთვე კონვეიერებისა და უწყვეტი ტრანსპორტის სხვა სახეობებისათვის. განხილულია ფაბრიკებში 1000 ვოლტამდე და 1000 ვოლტზე მეტი ძაბვის ელექტროტექნიკური დანადგარების ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების საერთო მოთხოვნები. აღწერილია უსაფრთხოების დამატებითი ზომები ელექტრული განათების და გადასატანი ელექტრო ინსტრუმენტების, ელექტრული ღუმელების, კაემირის, სიგნალიზაციისა და ავტომატიკის საშუალებების გამოყენებისას.**

ნაშრომში მოცემულია ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნები მადნეული და არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის მამდიდრებელ, მახარისხებელ და სააგლომერაციო ფაბრიკებში გამოყენებული რკინიგზისა და საავტომობილო ტრანსპორტის, ბაგირგზების, ტვირთის მიმღები, განმტვირთავი და ჩამტვირთავი მოწყობილობის, ბუნკერების, აგრეთვე კონვეიერებისა და უწყვეტი ტრანსპორტის სხვა სახეობებისათვის. განხილულია ფაბრიკებში 1000 ვოლტამდე და 1000 ვოლტზე მეტი ძაბვის ელექტროტექნიკური დანადგარების ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების საერთო მოთხოვნები. აღწერილია უსაფრთხოების დამატებითი ზომები ელექტრული განათების და გადასატანი ელექტრო ინსტრუმენტების, ელექტრული ღუმელების, კაემირის, სიგნალიზაციისა და ავტომატიკის საშუალებების გამოყენებისას.

მამდიდრებელი, მახარისხებელი და სააგლომერაციო ფაბრიკები წარმოადგენენ სამთო საწარმოს ნაწილს და აღჭურვილი არიან სხვადასხვა დანიშნულების მანქანა-მოწყობილობით, მათ შორის სატრანსპორტო მანქანებითა და ელექტროტექნიკური დანადგარებით. ამდენად ზემოაღნიშნულ ფაბრიკებში ტექნიკური უსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვა უაღრესად მნიშვნელოვანია.

მამდიდრებელი ფაბრიკის დანიშნულებაა სასარგებლო წიაღისეულის მექანიკური გადამუშავება იმ მიზნით, რომ მიღებული იქნეს ერთი ან რამდენიმე სასაქონლო პროდუქცია სასარგებლო მინერალების გაზრდილი ან მანე მინარეგების შემცირებული შემცველობით. მახარისხებელ ფაბრიკაში ხდება ქანის დამსხვრევა-გაცხრილვა სასურველი გრანულომეტრიული შედგენილობის პროდუქტის მიღების მიზნით, ხოლო სააგლომერაციო ფაბრიკაში – მტვრისებრი წვრილი მადნის, კონცენტრატებისა და ლითონშემცველი ნარჩენების თერმული შეცხობით დანაკრვებისა [1].

მამდიდრებელი, მახარისხებელი და სააგლომერაციო ფაბრიკები, როგორც წესი, აღჭურვილი არიან რკინიგზისა და საავტომობილო ტრანსპორტით, ბაგირგზებით, რაც მიმღები, განმტვირთავი და ჩამტვირთავი მოწყობილობების, აგრეთვე ბუნკერების გამართულ და უსაფრთხო ექსპლუატაციას მოითხოვს.

მიმღები, განმტვირთავი მოწყობილობისა და ბუნკერების სამუშაო ბაქნები აღჭურვილი უნდა იყოს ხმოვანი და შუქური სიგნალიზაციით, რომლის დანიშნულებაც აუწყოს მომსახურე პერსონალს რკინიგზის შემადგენლობის ან სხვა სატრანსპორტო საშუალებების (თვითსაცლელი ავტომობილები, სკიპები, ბაგირგზა და სხვა) მოსვლის შესახებ. სიგნალი უნდა გაიცეს შემადგენლობის მოსვლაზე, სასკიპე საწვევლასა და ბაგირგზის მუშაობის

დაწყებამდე 1,5-2 წუთით ადრე.

მიმღები მოწყობილობის (ბუნკერების) მასლობლად შემადგენლობის მოსვლისას გათვალისწინებული უნდა იყოს ადგილები ადამიანების უსაფრთხოდ დგომისათვის. მიმღებ ბუნკერთან შემადგენლობის განტვირთვის მხარეზე ადამიანების ყოფნა აკრძალულია. ვაგონებისა და თვითსაცლელი ავტომობილების გაცლის დაწყება შეიძლება მხოლოდ მადნის მიმღების მიერ სიგნალის გაცემის შემდეგ.

ბუნკერის მიმღებ ძაბრში სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას მიმღებ მოწყობილობასთან მიმავალი გზები დაკეტილი უნდა იყოს შლაგბაუმით ან სხვა საშუალებით. მატარებლის შემადგენლობა გაყვანილი უნდა იყოს მიმღები მოწყობილობის რაიონიდან. როდესაც ბუნკერების რაოდენობა ერთზე მეტია და საჭიროა სარემონტო სამუშაოების ჩატარება ერთ-ერთ მათგანში, ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით დამუშავებული უნდა იქნეს უსაფრთხოების სპეციალური ზომები.

ვაგონების განტვირთვა უნდა მოხდეს სპეციალურად სწავლებამიღებული მუშების მიერ მექანიზაციის გამოყენებით. განტვირთვის დროს შემადგენლობასთან გარეშე პირების ყოფნა აკრძალულია. ვაგონებიდან მადნის ნარჩენების განტვირთვისას აუცილებელია ვიბრატორებისა და სხვა მექანიკური სამარჯვების გამოყენება. მიწებებული მადნიდან ვაგონების გასუფთავება უნდა მოხდეს სპეციალურად გამოყოფილ ადგილებში მექანიკური ხერხით.

მიმღები მოწყობილობის სამუშაო ბაქანზე განლაგებული ვაგონსაყირავი შემოღობილი უნდა იყოს სულ მცირე 2 მ სიმაღლის გისოსის მქონე მტკიცე მოაჯირით. გისოსს უნდა ჰქონდეს არანაკლებ 10 მმ სიგანის უჯრედები. ვაგონსაყირავის მართვა უნდა მოხდეს ამ მიზნისათვის სპეციალურად მოწყობილი კარგი ხილვადობის მქონე სათავსიდან.

ავტოტრანსპორტით მადნის მიწოდებისას მიმღები მოწყობილობების განმტვირთავ ბაქანზე დაყენებული უნდა იყოს საბჯენები, რომლებიც გამორიცხავენ ავტომანქანების ჩაგორებას ბუნკერში. თვითსაცლელი მანქანების მოძრაობა განტვირთვის შემდეგ ნებადართულია მხოლოდ დაშვებული ძარით.

ზამთარში მიმღებ მოწყობილობასთან მანქანის მისასვლელი გზა სისტემატურად უნდა გაიწმინდოს თოვლისაგან, ხოლო მრუდ და ქანობიან უბნებზე უნდა დაიყაროს ქვიშა ან წვრილი ღორღი. ზაფხულში მტვრის ჩასასწობად გზა უნდა მოირწყას წყლით ან სხვა მჭიდვი ნივთიერებით.

ბაგირგზით მადნის მიტანისას მიმღები ბუნკერის განტვირთავი ძაბრი ფაბრიკაში დახურული უნდა იყოს არაუმეტეს 400×400 მმ ზომების უჯრედებიანი გისოსით. განმტვირთავი ძაბრი და ბაგირგზის სადგურები ერთმა-

ნეთთან დაკავშირებული უნდა იქნეს პირდაპირი სატელეფონო კავშირით და სიგნალიზაციით, აგრეთვე, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ბაგირგზის ამძრავის ავარიული გაჩერების შესაძლებლობა. სამუშაო ადგილს ბაგირგზის განმტვირთავ ძაბრთან სადგურიდან ბაგირგზის გამოსვლის ზონაში უნდა ჰქონდეს შემოღობვა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს მუშაობის უსაფრთხოება ცუდად დამაგრებული ვაგონების დაბრუნების შემთხვევაში.

ჩხრეკა მადნის ბუნკერში უნდა მოხდეს მხოლოდ საჩხრეკე ღიობებიდან. ადამიანის ჩასვლა ბუნკერში საჩხრეკად აკრძალულია. ჩახრეგვის ან ჩაკიდების მოსაცილებლად გამოყენებული უნდა იქნეს სპეციალური სამარჯვები (ელექტროვიბრატორები, პნევმატიკური მოწყობილობა და სხვა).

დათვალიერებისა და რემონტის წინ მიძღები მოწყობილობა და ბუნკერები უნდა გათავისუფლდეს მადნისაგან და განივადეს. მეტალურგიული გადამუშავების ნარჩენები (მტვერი, აგლომერატის წვრილი ფრაქციების განაცერი და სხვა) ფაბრიკაში უნდა მიეწოდოს სპეციალური თვითგანტვირთვადი ვაგონებით ან თვითსაცლელი ავტომობილებით. ამტვერებადი პროდუქტების დატვირთვისას საჭიროა მტვერჩაწმობის ზომების მიღება და მტვრისაგან დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების გამოყენება.

რკინიგზის ლიანდაგების გაბარიტები და ლიანდაგის ზედა ნაწილი ყოველთვის თავისუფალი უნდა იყოს მადნისა და გარეშე საგნებისაგან. კონტაქტური ელმავლებით მადნის ზიდვისას განტვირთვის ადგილებზე დაკიდებული უნდა იყოს მაფრთხილებელი პლაკატები ელექტროდენით დაზიანების საფრთხის შესახებ. ელმავლით ზიდვის საკონტაქტო სადენები აღჭურვილი უნდა იყოს ჩამამიწებელდანიან სასექციო გამთიშებით. აკრძალულია ვაგონების განტვირთვა იმ შემთხვევაში, თუ ბუნკერზედა სათავსში საკონტაქტო სადენიდან დაბვა არაა მოხსნილი. ასევე აკრძალულია ელექტრომატარებლის ვაგონში ასვლა, თუ საკონტაქტო სადენში დაბვა არაა გამორთული.

საწარმოს ტერიტორიაზე მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე და წესი ტვირთით და უტვირთოდ განისაზღვრება საწარმოს მიერ ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

საავტომობილო ტრანსპორტით მადნის მიწოდებისას ავტომობილების მოძრაობა უნდა დარეგულირდეს მოძრაობის უსაფრთხოების საგზაო ნიშნებით. საწარმოს ავტომანქანების მოძრაობის სიჩქარე და წესი ტვირთით და უტვირთოდ განისაზღვრება საწარმოს მიერ ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით.

რკინიგზის ლიანდაგებზე ადამიანების გადასვლის ადგილებზე გათვალისწინებული უნდა იყოს გადასასვლელი ბოგები ან გვირაბები. თუ მათი მოწყობა შეუძლებელია, საჭიროა შუქური და ბგერითი სიგნალიზაციის მოწყობა მოძრავი შემადგენლობის მოახლოების შეტყობინების მიზნით.

მამდიდრებელ, მახარისხებელ და საავტომობილო ფაბრიკებში გამოყენებულია კონვეიერები და უწყვეტი ტრანსპორტის სხვა სახეობები. კონვეიერის განმტვირთავი ურიკისათვის გათვალისწინებული უნდა იყოს ბოლო ამომრთველები. განმტვირთავი ურიკა აღჭურვილი

უნდა იყოს მოწყობილობით, რომელიც გამორიცხავს მის თვითნებურ მოძრაობას.

მიწისქვეშა-მიწისზედა საკონვეიერო გალერეის ზედაპირზე გამოსვლისას გათვალისწინებული უნდა იყოს გარე შესასვლელი და უნდა გაკეთდეს კონვეიერზე გადასასვლელი. გალერეიდან და ესტაკადიდან საევაკუაციო გამოსასვლელებს შორის მანძილი, აგრეთვე, მანძილი კონვეიერებზე გადასასვლელ ბოგებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 100 მ-ს.

7⁰-ზე მეტი დახრის საკონვეიერო გალერეის გასასვლელებში მოწყობილი უნდა იყოს საფეხურები ან ხის ტრაპები. საკონვეიერო გალერეაში, რომელშიც ხდება მტვერბრუნვა-გამომყოფი მასალის ტრანსპორტირება, შენობაში შესვლის ადგილას უნდა მოეწყოს გადაღობვა თვითიკეტებადი კარით. კონვეიერის გასასვლელი ღიობი გადაღობვაში უნდა იყოს მინიმალური. 6⁰-ზე მეტი დახრის ლენტური და ფირფიტოვანი კონვეიერები აღჭურვილი უნდა იყოს საჩეხი მოწყობილობით, რომელიც გამორიცხავს დატვირთული შტოს გადაადგილებას საწინააღმდეგო მიმართულებით კონვეიერის გაჩერებისას.

მშრალი და ამტვერებადი მასალების გადასატანი ელევატორები, ხვეტია კონვეიერები და შეეკები დახურული უნდა იყოს გარსაცმით მთელ სიგრძეზე, ხოლო ჩატვირთვისა და განტვირთვის ადგილები უნდა იყოს ჰერმეტიკული. ელევატორის მუშაობაზე დასაკვირვებლად მის გარსაცმში უნდა გაკეთდეს მჭიდროდ იკეტებადკარიანი სათვალეირებელი ფანჯრები.

ყველა კონვეიერს უნდა ჰქონდეს მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოირთოს კონვეიერი ნებისმიერი წერტილიდან მთელ მის სიგრძეზე ძირითადი გასასვლელის მხრიდან. კონვეიერზე, რომლის მუშა შტოდან შესაძლებელია მასალის ჩამოგორება, დაყენებული უნდა იყოს მცველი ბორტები. კონვეიერის დამჭიმი მოწყობილობის ტვირთი და დამჭიმი დოლი უნდა იყოს შემოღობილი და ისე განლაგებული, რომ ლენტის ან ბაგირის გაწყვეტის შემთხვევაში გამორიცხული იყოს ტვირთის ან დოლის დაცემა ადამიანებზე ან ქვედა სართულებზე განლაგებულ მოწყობილობაზე.

ლენტურ კონვეიერზე გათვალისწინებული უნდა იყოს მოწყობილობა, რომელიც გამორთავს ამძრავს ლენტის გაწყვეტისას და წაბუქსავეებისას, დამჭიმი მოწყობილობის ბაგირის გაწყვეტისას და განმტვირთავი ძაბრისა და დარის გაჭედვისას. ლენტურ კონვეიერს მიწებებული მასალისგან ლენტისა და დოლების გასაწმენდად უნდა ჰქონდეს სპეციალური მოწყობილობა.

ჩამოყრილი მასალის აწმენდა ლენტური კონვეიერის ქვემოდან უნდა იყოს მექანიზებული. მასალის ხელით აწმენდა სათავო, უკანა და გადამხრელი დოლების ქვემოდან დასაშვებია მხოლოდ მაშინ, როდესაც კონვეიერი გაჩერებულია, ამძრავი გამორთულია და ამამუშაველ მოწყობილობაზე დაკიდებულია მაფრთხილებელი პლაკატი „არ ჩართოთ-მუშაობენ ადამიანები.“ ლენტური კონვეიერის სათავო და უკანა დოლებს უნდა ჰქონდეს შემოღობვა, რომელიც დოლების მუშაობის დროს გამორიცხავს ჩამოყრილი მასალის აწმენდის შესაძლებლობას.

ამძრავ დოლზე კოლოფონის ან სხვა მასალის დაყრა ლენტის წაბუქსავეების თავიდან აცილების მიზნით აკრძა-

კვირებლის) დარჩენა აკრძალულია. დროებით წასვლის აუცილებლობის შემთხვევაში სამუშაოს მწარმოებელი (დამკვირვებელი) ვალდებულია თავისი არყოფნის პერიოდში გამოიყვანოს ბრიგადა სათავსიდან და დაკეტოს კარი.

სამუშაო დღის განმავლობაში სამუშაოების შეწყვეტისას ბრიგადა გაყვანილი უნდა იქნეს ელექტრომოწყობილობის სათავსიდან ან ღია ქვესადგურიდან. არცერთ მომუშავეს არ აქვს უფლება შესვენების შემდეგ შევიდეს 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის დანადგარის სათავსში ან ღია ქვესადგურში, თუ იქ არ იმყოფება სამუშაოს მწარმოებელი ან დამკვირვებელი.

მუდმივი ელექტროსამშენებლო სამუშაოები შენობაში უნდა შესრულდეს ამისათვის სპეციალურად გამოყოფილ განიავებად სათავსში. ასეთ სათავსში აკრძალულია ადვილალეხადი ნივთიერებებისა და მასალების შენახვა. ფაბრიკის განყოფილებებსა და საამქროებში შედუღების აპარატის მიერთება დასაშვებია მხოლოდ სპეციალურ შედუღების პოსტთან, რომელიც ყოველთვის დაკეტილი უნდა იყოს კლიტით.

ლითონური კონსტრუქციების, ქვაბების, რეზერვუარების შიგნით, აგრეთვე გარე დანადგარებზე (წვიმისა და თოვის შემდეგ) მუშაობისას შემდუღებელი, გარდა სპეცტანსაცმლისა, უნდა სარგებლობდეს დამატებით დიელექტრიკული ხელთათმანებით, კალშებითა და ხალიჩებით.

დახურულ ტევალობებში მუშაობისას აუცილებელია აგრეთვე პოლიეთილენის ჩაჩქნის გამოყენება. ლითონური ფარების გამოყენება დაუშვებელია. სამშენებლო სამუშაოები დახურულ ტევალობებში უნდა შეასრულოს სულ მცირე ორმა პირმა, რომელთაგან ერთი უნდა იდგეს ამ ტევალობის გარეთ და აკონტროლებდეს შემდუღებლის

მიერ სამუშაოს უსაფრთხო შესრულებას. ტევალობის შიგნით მომუშავე ელექტროშემდუღებელმა უნდა ისარგებლოს დამცავი ქამრით, რომლის თოკის ბოლო უნდა ეჭვიროს ტევალობის გარეთ მყოფ მეორე პირს. დახურულ ტევალობაში სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას აუცილებელია ტევალობის უწყვეტი განიავება.

აკრძალულია სამშენებლო სამუშაოების წარმოება წნევის ქვეშე მყოფ დახურულ ჭურჭელზე (ქვაბები, ბალონები, მილსადენები და სხვა), აგრეთვე, აალეხადი ან აფეთქებასაფრთხიანი ნივთიერებების შემცველ ჭურჭელზე. აკრძალულია საწვავი და ადვილალეხადი სითხეებისათვის, აგრეთვე, საწვავი და აფეთქებასაფრთხიანი გაზებისათვის გამოყენებული ცისტერნების, აგზების, კასრების, რეზერვუარებისა და სხვა ტევალობების ელექტროშედუღება და ჭრა, სანამ ეს ტევალობები წინასწარ არ იქნება გულმოდგინედ გაწმენდილი და განიავებული გაზის მოცილებამდე.

ფაბრიკაში კავშირის, სიგნალიზაციისა და ავტომატიკის მოწყობილობის ძაბვა არ უნდა აღემატებოდეს 220 ვ-ს და უნდა იკვებებოდეს ძალური ქსელიდან, აკუმულატორული ბატარეიდან ან გამმართველი მოწყობილობიდან, ამასთან, უნდა ჰქონდეს დაცვა მაღალი ძაბვის ხაზების გავლენის, მეხის განმუხტვისა და მოხეტიალე დენებისაგან.

ლიტერატურა

1. ა. ბეჟანიშვილი, გ. ბუცხრიციძე, დ. ტალახაძე, თ. პეტრიაშვილი. მადნეული და არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის სამსხვერვე-სახარისხებელი, მამდირებელი, სააგლომერაციო და მომგუნდავებელი ფაბრიკების უსაფრთხოების წესები. „საქპატენტი“, თბილისი, 2007. 82

БЕЖАНИШВИЛИ А.Г., ТАЛАХАДЗЕ Д.Г., АБШИЛАВА А.В.

ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ТРАНСПОРТА И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ, СОРТИРОВОЧНЫХ И АГЛОМЕРАЦИОННЫХ ФАБРИК РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В работе даны требования технической безопасности для железнодорожного и автомобильного транспорта, канатных дорог, бункеров, устройств для приема, разгрузки и загрузки груза, а также для конвейеров и других видов непрерывного транспорта, использованных на обогатительных, сортировочных и агломерационных фабриках рудных и нерудных полезных ископаемых. Рассмотрены общие требования безопасности при эксплуатации на фабриках электротехнических установок с напряжением до 1000 и свыше 1000 вольт. Описаны дополнительные меры безопасности при использовании электрического освещения и передвижных электроустановок, электрических печей, средств связи, сигнализации и автоматики.

BEZHANISHVILI A., TALAKHADZE D., ABSHILAVA A.

REQUESTS OF TECHNICAL SAFETY FOR TRANSPORT AND ELECTROTECHNICAL INSTALLATIONS OF CONCENTRATING, SORTING AND SINTERING PLANTS OF ORE AND NON-METALLIC MINERAL RESOURCES

Requests of technical safety for railway and automobile transport, rope-ways, receiving, charging and unloading equipment, hoppers, as well as for conveyers and other aspects of continuous transport of concentrating, sorting and sintering plants of ore and non-metallic mineral resources are given. General requests of safety for exploitation at plants of electrotechnical installations with voltage up to 1000 and over 1000 volt are considered. Supplementary measures of safety for use of electric lighting, mobile electric devices, electric furnaces, means of communication, signaling and automation are described.

**ტაძე. მიცხ. დომტორი, პრ.ფ. ო. ლანჩავა,
აპაღ. დომტორი ბ. ნოზაძე, დომტორანტი ნ. არუდაშვილი
მოკლე საავტომობილო გვირაბებში ფატალური ხანძრების ანალიზი
და პრევენციის ღონისძიებები**

განხილულია მცირე სიგრძის გვირაბებში მომხდარი ხანძრების მაგალითები. გამოკვეთილია ხანძრის საშიშროება მცირე სიგრძის გვირაბებისათვის, სადაც მექანიკური ვენტილაციის დამონტაჟება არ არის აუცილებელი მოწინავე, ინდუსტრიულად განვითარებული, ქვეყნების მაგალითზე. დასაბუთებულია მცირე სიგრძის გვირაბებში საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის აუცილებლობა; დასახულია მოკლე გვირაბებში ხანძრის თავიდან ასაცილებელი ღონისძიებები, რომელთა შორის აღსანიშნავია: გვირაბის ინფრასტრუქტურის მოდერნიზაცია; მისი აღჭურვა საგანგებო სავენტილაციო სისტემით და საზომი ხელსაწყოებით; გვირაბის მომსახურე პერსონალისა და მშველების სწავლების ორგანიზება; ტრენინგის ჩატარება ისეთი მოქმედების დასახვეწად საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში, რომ მოქმედება ეხმარებოდეს ან ევაკუაციას, ან მშველებს, ან ორივეს ერთად, ხანძრის ჩაქრობაში ხელშეწყობის მხედველობაში მიღებით; განრიგის შემოღება დიდი მასის მქონე სანიფათო ტვირთებისათვის; საკითხის ინფორმაციული მხარდაჭერა და პოპულარიზაცია.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის AR61/3-102/13 გრანტის დაფინანსებით

ინგლისის, საფრანგეთის [1, 2], გერმანიის [3], შვედეთისა [4] და იტალიის [5] სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, გვირაბებში საგზაო ავარიები უფრო იშვიათია გაშლილ ტრასებთან შედარებით. აღნიშნულის მიზეზად შესაძლებელია მიჩნეული იქნეს გვირაბების აქტიური კონტროლი, ატმოსფერული პირობების ნაკლები გავლენა, უფრო უკეთესი განათება ღამით და მძღოლების უფრო მეტი ყურადღება გვირაბებში გადაადგილებისას, იმყოფება რა უჩვეულო გარემოში - მიწისქვეშ.

ამასთან ერთად, აღსანიშნავია, რომ მიწისქვეშ ხანძარს უფრო მძიმე შედეგები მოჰყვება ღია გარემოსთან შედარებით, რადგან ღია გარემოში უფრო ადვილად ხდება წვის პროდუქტების – სითბოს, ტოქსიკური აირებისა და კვამლის გაბნევა. გვირაბებში კი პირიქით – პროცესები გაძნელებულია და აუცილებელი ხდება მათი მართვა ვენტილაციის მეშვეობით.

სტატისტიკის თანახმად, გვირაბის ყოველ კილომეტრზე გადაანგარიშებით, გვირაბში მოძრავ საშუალოდ ას მილიონ მსუბუქ მანქანაზე, შესაძლებელია მოხდეს 1 ან 2 ხანძარი. ანალოგიურად, ყოველ ას მილიონ მძიმე მანქანაზე – ტრაილერზე, რომლებიც გაივლიან გვირაბში, იმავე პირობებში, ანუ გვირაბის სიგრძის 1 კილომეტრზე გადაანგარიშებით, საშუალო სტატისტიკის

მიხედვით მოხდება 8 ხანძარი. აღნიშნული ხანძრებიდან 3 იქნება ძლიერი (100 მეგავატი სიმძლავრის ფარგლებში), რომელთა გავლენა ადამიანის სიცოცხლისა და გვირაბის ინფრასტრუქტურისათვის იქნება ფატალური.

აღნიშნული სტატისტიკიდან გამომდინარე, მაგალითად, ელბის გვირაბში (გერმანია), სადაც წელიწადში გადის 37 მილიონი სატრანსპორტო ერთეული ორივე მიმართულებით, გაცილებით უფრო სავარაუდოა ფატალური ხანძრის შემთხვევა, ვიდრე ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპ გვირაბებში, სადაც წელიწადში მაქსიმუმ 200 ათასი მანქანა გადის ერთი მიმართულებით, მაგრამ გვირაბების ჯამური სიგრძისა და მანქანების საერთო რიცხვის მხედველობაში მიღებით დღესდღეობით, აგრეთვე ტვირთბრუნვის ზრდის გათვალისწინებით, რაც აუცილებლად მძიმე მანქანების ხარჯზე მოხდება ქვეყნის შემდგომი სტაბილიზაციისა და „აბრეშუმის გზის“ პოპულარიზაციის შედეგად, ფატალური ხანძრის გაჩენის რისკი ჩვენს ქვეყანაშიც გაცილებით მოიმატებს, რომლის პრევენციისათვის მზადყოფნა აუცილებელია.

ჩვენს ქვეყანაში მოქმედი ნორმის მიხედვით [6], 150 მ-ზე ნაკლები სიგრძის გვირაბების ვენტილაცია უნდა მოხდეს ბუნებრივი წევით, 150-400 მ დიაპაზონში – ბუნებრივი წევით, რომლის სიდიდის საკმარისობა დასაბუთებული უნდა იყოს ანგარიშით. 400 მ-ზე მეტი სიგრძის გვირაბებში აუცილებლად უნდა დამონტაჟდეს ვენტილაციის მექანიკური სისტემა. ანალოგიური მდგომარეობაა ინგლისშიც – 400 მ-ზე უფრო ნაკლები სიგრძის გვირაბებისათვის საჭირო არაა მექანიკური ვენტილაციის მოწყობა, ხოლო გერმანული RABT სტანდარტით 350-700 მ დიაპაზონისა და უფრო ნაკლები სიგრძის გვირაბები არ საჭიროებენ მექანიკურ ვენტილაციას, რომლის მოწყობა სავალდებულოა 700 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბებისათვის.

პრობლემა არის 400 მ-ზე უფრო მოკლე გვირაბების ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვა, რადგან მათში, როგორც წესი, მოწყობილი არ არის მექანიკური სავენტილაციო სისტემა. გარდა ამისა, 700 მ-მდე სიგრძის გვირაბებში, ხანძრის მიერ აღძრული წვევის გავლენით, ვენტილაციის სისტემის კოლაფსი უფრო მოსალოდნელია გრძელ გვირაბებთან შედარებით. ხანძრის წვევას ამ შემთხვევაში ექნება ზრდადი ხასიათი გვირაბის მცირე აეროდინამიკური წინაღობისა და ამიტომ საწვავის სრული წვისათვის საკმარისი ჰაერით ადვილად უზრუნველყოფის გამო [7]. ხანძრის გაძლიერებასთან დაკავშირებით, ანალოგიური აზრი არის აგრეთვე გატარებული ნაშრომებში [8, 9].

აღსანიშნავია, რომ ფატალური ხანძარი შესაძლებელია მოხდეს მცირე სიგრძის გვირაბშიც, რომელშიც სტან-

დარტის შესაბამისად და ექსპლუატაციის პრაქტიკიდან გამომდინარე, მოწყობილი არ არის მექანიკური სავენტილაციო სისტემა. განსაკუთრებით გამახვილებული უნდა იქნეს ყურადღება მცირე სიგრძის გვირაბში მომხდარი ხანძრების მიმართ, რომლებსაც მოჰყვა მსხვერპლი.

ნიუჰოლის გასასვლელი გვირაბი (Newhall Pass Tunnel, აშშ) ლოს-ანჯელესსა და სან-ფრანცისკოს შორის, სიგრძით 166 მ, ავარია მოხდა 2007 წლის 12 ოქტომბერს, სატვირთო ავტომობილი შეეჯახა გვერდით კედელს, რომელსაც დაეჯახა დიდი სიჩქარით მოძრავი სხვა სატვირთო მანქანა და მეყსეულად მოხდა დიდი ხანძარი, რომელსაც აძლიერებდა ქარის მიერ აღძრული ბუნებრივი წვევა, 23 ადამიანი მძიმედ დაზიანდა, გვირაბის სიმოკლის მიუხედავად, მხოლოდ 24 საათის შემდეგ შეძლეს ხანძრის კონტროლზე აყვანა [10].

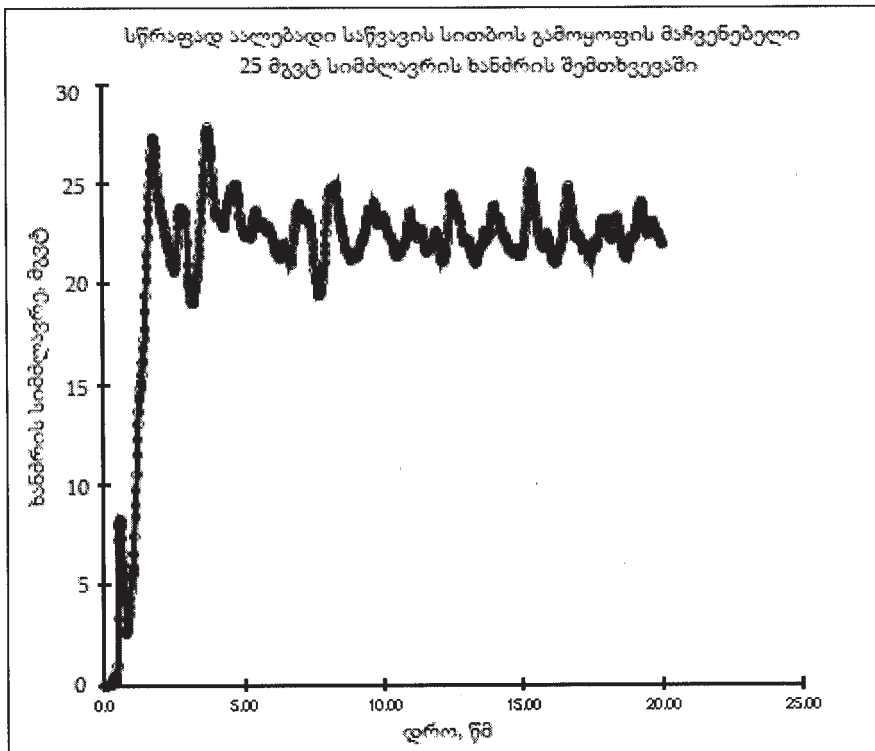
უსახელო გვირაბი B 31 შოსეზე (გერმანია), 200 მ სიგრძისაა. ავარია მოხდა 2005 წლის შობა დღეს, მსუბუქი მანქანა შეეჯახა შემხვედრ ანალოგიურ მანქანას, მოხდა ხანძარი, რომლის დროს 18-23 წლის ასაკის ოთხი ახალგაზრდა დაიწვა, ხოლო სხვა ხუთი ტრავმებმა

იმსხვერპლა [11].

ვაიამალას გვირაბი (Viamala Tunnel, შვეიცარია) 700 მ სიგრძისაა. ავარია მოხდა 2006 წლის 16 სექტემბერს, ერთმანეთს დაეჯახა ერთი ავტობუსი და ორი მსუბუქი მანქანა, მეყსეულად მოხდა ხანძარი, რომელშიც გაეხვა ავრეთვე ორი სხვა მანქანა, 9 ადამიანი დაიღუპა, ხოლო 5 მძიმედ დაშავდა [12].

კაბინ კრიკის ჰესის გვირაბი (Cabin Creek Hydro Power Plant, აშშ) 150 მ სიგრძისაა. 2007 წლის 2 ოქტომბერს მოხდა ქიმიური ნივთიერების თვითაღება, რომელიც გამოიყენებოდა წყლის გაწმენდის მიზნებისათვის. 5 ადამიანი დაიღუპა ტოქსიკური ნაერთების სუნთქვის შედეგად [13].

მითითებული მაგალითები იმის ვარაუდის საშუალებას მაინც იძლევა, რომ მცირე სიგრძის გვირაბებშიდაც საჭიროა საგანგებო ვენტილაციის მოწყობა, რომელსაც ექნება წვის პროდუქტების არინების შესაძლებლობა ევაკუაციის განსახორციელებლად და მაშველებზე დასახმარებლად. საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის აუცილებლობის დასაბუთების მიზნით შესრულებული იქნა სპე-



ნახ. 1. 25 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის განვითარების დინამიკა



ნახ. 2. კვამლის გავრცელების სიჩქარის განსაზღვრისათვის: ხანძრის კერიდან პორტალებამდე მანძილი შეადგენს 50 მ; წნევათა სხვაობა პორტალებს შორის 200 პა

ციალური კვლევები მათემატიკური მოდელირებით.

მხედველობაში მისაღება, რომ მრავალი სტანდარტის, მათ შორის RABT-ის და PIARC-ის მიხედვით, სავენტილაციო სისტემის დაპროექტება უნდა მოხდეს 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის. მცირე სიგრძის გვირაბებისათვის ორიენტირად მივიღეთ ხანძრის რეკომენდებული სიმძლავრე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ადვილად მისახვედრი გარკვეული რეზერვით, ჩვენს მიერ მოდელირებული იქნა სწრაფად წვადი საწვავის 25 მგვტ სიმძლავრის ხანძარი, რომლის შედეგებაც აჩვენა, რომ ხანძარი სიბოროს გამოყოფის მაქსიმალურ მაჩვენებელს აღწევს დაახლოებით 5 წმ-ში (იხ. ნახ. 1). თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ გვირაბებში ხანძრების უმრავლესობა ვენტილაციით კონტროლირებადია, რაც განსაკუთრებულად გამოკვეთილად გამოავლენს თავს მცირე სიგრძის გვირაბებში, გამოვთქვამთ ვარაუდს, რომ აღნიშნული სიმძლავრე შენარჩუნებული იქნება საწვავის პრაქტიკულად სრულ დაწვამდე.

მათემატიკური მოდელირების ანალოგიური შედეგებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია აღნიშნოთ, რომ მცირე სიგრძის გვირაბებისათვის, ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებში, წვის შედეგად გენერირებული კვამლი და ტოქსიკური აირები პორტალებისაკენ ვრცელდება 2,5 მ/წმ სიჩქარით, რაც მიუთითებს მცირე სიგრძის მქონე გვირაბებში სახანძრო სავენტილაციო სისტემის არსებობის აუცილებლობაზე ზემოაღნიშნული სიმძლავრის ხანძრისათვის (იხ. ნახ. 2). უფრო მძლავრი ხანძრის პირობებში საგანგებო ვენტილაციის აუცილებლობა ეჭვს არ იწვევს.

სავენტილაციო სისტემის არსებობა ანალოგიურ შემთხვევაში შესაძლებელს გახდის უფრო უკეთესი ხილვადობის უზრუნველყოფას ადამიანის სიმაღლის დონეზე მთელ გვირაბში, რადგან, როგორც წესი, ამ შემთხვევაში გამოყენებული უნდა იქნეს გრძივი სისტემა და ჭავლური ვენტილატორები, რომლებიც კვამლისა და წვის სხვა პროდუქტების არინებას მოახდენენ გვირაბის ჭერის გასწვრივ.

აღნიშნული შედეგის სიახლისა და მნიშვნელობის დემონსტრირებისათვის შედარებით ვრცლად განვიხილოთ გვირაბების ხანძარუსაფრთხოების ყველაზე საუკეთესო სტანდარტს დღესდღეობით. განხილვისას უნდა გვახსოვდეს, რომ 400 მ-ზე ნაკლები სიგრძის გვირაბებში მრავალი სტანდარტის, აგრეთვე არსებული პრაქტიკით, მოწყობილი არ არის მექანიკური სავენტილაციო სისტემა და გვირაბის ვენტილაცია ხდება ბუნებრივი წვეის ხარჯზე.

აშშ-ის ეროვნული სახანძრო დაცვის ასოციაციის 502 სტანდარტის 11.1 პუნქტი მოითხოვს საგანგებო სავენტილაციო სისტემისა და გვირაბის ექსპლუატაციის ისეთნაირ დაგეგმვას, რომ მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული გვირაბის ჩვეულებრივი რეჟიმის სავენტილაციო სისტემა, გვირაბში მომხდარი ხანძრის შედეგების, ნაძვრი და ტოქსიკური აირებისა და კვამლის კონტროლისა და გვირაბიდან არინებაზე [14].

240 მ-ზე ნაკლები სიგრძის გვირაბის შემთხვევაში

აღნიშნული სტანდარტის 11.1.1 პუნქტი ითვალისწინებს ინჟინრული ანალიზის საფუძველზე უსაფრთხოების დაგეგმვას ბუნებრივი ფაქტორების, ტრანსპორტის სახეობის, მოძრაობის ხასიათისა და სხვა მსგავსი მაჩვენებლების მიხედვით და არ ითვალისწინებს საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის აუცილებლობას.

მოვიტანოთ ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ცნობა აღნიშნულ სტანდარტთან დაკავშირებით:

NEPA-502-T – საცდელი სტანდარტი შემოღებული იქნა 1972 წელს. 1980 წლიდან NEPA-ს კომიტეტმა გადაამუშავა დოკუმენტი, როგორც რეკომენდებული პრაქტიკა და დაამატა თავი ვენტილაციის შესახებ, რომელიც კვლავ არ ითვალისწინებს საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის აუცილებლობას ისეთი სიგრძის გვირაბებში, რომელთა ჩვეულებრივი ვენტილაცია ხორციელდება ბუნებრივი წვეით.

1987 წლის გამოცემაში შეიტანეს მცირე შესწორება ხანძრის საქრობი წყლით მომარაგებასთან დაკავშირებით.

1996 წლის გამოცემაში შეტანილია თავი გვირაბებში ტოტალური რევიზიის შესახებ. აგრეთვე დაემატა მოთხოვნები გვირაბებში ახალი მასალების გამოყენების რევიზიის შესახებ.

1998 წლის გამოცემა გადაამუშავდა საავტომობილო ტრანსპორტისა და გზატკეცილების სახანძრო უსაფრთხოების კომიტეტთან ერთად. კერძოდ, კრიტიკულად დამუშავდა თითქმის ყველა თავი და დაემატა ახალი მე-7 თავი, რომელშიდაც შევიდა კვლევების შედეგები ვენტილაციის სახანძრო უსაფრთხოების ტესტირებასთან დაკავშირებით აშშ-ის გვირაბში „მემორიალი“, რომელიც იყო მიტოვებული გვირაბი დასავლეთ ვირჯინიაში, აღიჭურვა ყველანაირი სავენტილაციო სისტემით, გამოზომი აპარატურით და მოხდა სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრების ტესტირება [15, 16]. აღნიშნულ კვლევებში აქცენტი გაკეთებული იყო დიდი სიგრძის საავტომობილო გვირაბებზე.

2001 წლის გამოცემაში საგანგებო განათებაზე და საგანგებო გასასვლელებს შორის ოპტიმალური მანძილებზეა ყურადღება გამახვილებული. აგრეთვე მოხდა რედაქციული ხასიათის მნიშვნელოვანი შესწორებები. განმარტებულია აგრეთვე გვირაბის სიგრძის მიხედვით ნორმის გამოყენება.

2004 წლის ვერსიაში არის დამატებითი მოთხოვნები ბეტონისა და არმატურის მიმართ, საგანგებო განათების მიმართ, საგანგებო გასასვლელებს შორის მანძილთან დაკავშირებით. ამავე გამოცემის დანართ A-ში მოცემულია ახალი კვლევების შედეგები მსოფლიო მასშტაბით.

2008 წლის გამოცემა ამატებს სპეციალურ მოთხოვნებს ხანძრის ტესტებზე გვირაბის სტრუქტურულ ელემენტებთან მიმართებაში და შეიცავს განმარტებებს საგზაო გვირაბების კატეგორიებად დაყოფასთან დაკავშირებით; აგრეთვე განიხილავს საკითხებს სათანადო ვენტილაციის, საიმედო გარემოსა და სახიფათო ტვირთების ტრანსპორტირების რევიზიის შესახებ; სადისკუსიო თემების რევიზია არის აგრეთვე დანართ E-ში ხანძრის საქრობი ფიქსირებული სისტემების სახით.

ლიტერატურა

2011 წლის გამოცემაში უფრო დასაბუთებული მოთხოვნებია გვირაბის უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფი სისტემების მიმართ გვირაბის კატეგორიის მიხედვით. დამატებულია მე-9 თავი წყლით ხანძრის საქრობი სისტემების შესახებ. ლოკუმენტში აგრეთვე დამატებული არის სისტემის კონტროლისა და პერიოდული ტესტირების შესახებ მასალა, აგრეთვე განახლებულია დანართი გვირაბის უსაფრთხოების დაპროექტების ფაქტორებზე რისკების ანალიზის მიხედვით.

ამგვარად, ჩვენთვის ცნობილი არცერთი სტანდარტი და არც რომელიმე სამეცნიერო პუბლიკაცია არ განიხილავს მცირე სიგრძის გვირაბებში საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის საჭიროებას.

შესრულებული კვლევების მიხედვით, მცირე სიგრძის გვირაბებში ხანძრების განვითარების სცენარების შესწავლის საფუძველზე, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გვირაბებში, რომელთა ჩვეულებრივი ექსპლუატაცია მექანიკური ვენტილაციის გამოყენების გარეშე დაშვებულია ნორმებით, საჭიროა საგანგებო სავენტილაციო სისტემის მოწყობა, რომელიც ამოქმედდება ხანძრის შემთხვევაში.

ამასთან ერთად, მცირე სიგრძის გვირაბების სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია შემდეგი რეკომენდაციების განხორციელება:

- გვირაბის მომსახურე პერსონალისა და მამულებლის კვალიფიკაციის ამაღლება. სწავლების ბაზისი იქნება სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრის სცენარები, რომლებსაც აქვთ სითბოს, კვამლისა და ნახშირბადის მონოქსიდის გენერაციის დროში ცვალებადი მაჩვენებლები. ხანძრის სცენარების შერჩევა უნდა მოხდეს კომპიუტერული მოდელირების შედეგების მიხედვით, გვირაბში გადაადგილებადი მოსალოდნელი ტრანსპორტის სახეობებისათვის;

- გვირაბის ინფრასტრუქტურის სათანადოდ მოდერნიზება. კერძოდ, კვამლის გასასვლელები ჭერში, გვირაბის გასწვრივ, არის ეფექტური და უნდა იქნეს განხილული მათი მოწყობა იქ, სადაც ადგილმდებარეობა აღნიშნულს ხელს შეუწყობს. ამასთან ერთად, გვირაბი უნდა აღიჭურვოს წვის პროდუქტების საზომი გადამწოდებით, რომლებსაც ექნებათ მოციმციმე და ხმოვანი სიგნალები;

- ტრენინგის ჩატარება გვირაბის მომსახურე პერსონალის ისეთი მოქმედების დასახვეწად საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში, რომ მათ შეძლონ დახმარება ან ევაკუაციაზე, ან მამულებზე, ან ორივეზე;

- საგზაო მოძრაობის უსაფრთხოების წესების განუხრელი დაცვა, უნდა აიკრძალოს გვირაბში მოძრაე მანქანაზე გადასწრება და რეალურად იქნეს აღნიშნული მიღწეული;

- სახიფათო ტვირთებისათვის განრივის დაწესება, მათი გატარება გვირაბში უნდა მოხდეს ყველაზე ნაკლები მოძრაობის დროს;

- საკითხის პოპულარიზაცია. უსაფრთხოების მოთხოვნათა გაცნობა საგზაო მოძრაობის ყველა მონაწილეზე.

1. Beard A., Carvel R. Handbook of Tunnel Fire Safety, *Second edition*, Thomas Telford Limited, 2012, 678 p.
2. Perard M. Statistics on breakdowns, accidents and fires in French road tunnels. *Proceedings of the 1st International conference on Tunnel Incident Management, Korsar, Denmark*, 13-15 May 1996, pp. 347-365.
3. Bauberhorde Highways Department. *Statistics on the traffic in the Elb Tunnel from the year 1975 to the year 1992*. Hamburg, 1992.
4. Ruckstuhl F. Accident statistics and accident risks in tunnels. Reports on the OECD Seminar on Road Tunnel Management, Lugano, Switzerland, November 1990, pp.346-349.
5. Arditi R. Data presented at: Discussion Forum 1. *5th International Conference on Safety in Road and Rail Tunnels, Marseille*, 6-8 October 2003.
6. СНИП II-44-78, Часть II, Глава 44.
7. Lanchava O., Ilias N., Andras I., Moraru R., Neag I. On the Ventilation of Transport Tunnels in the Presence of a Strong (Heavy) Fire. *In: Annals of the University of Pertosani, Romania*, 2007, pp. 219-227.
8. Lonnermark A, Ingason H. The effect of air velocity on heat release rate and fire development during fires in tunnels. *In: Proceedings of the 9th International Symposium on Fire Safety Science, Karlsruhe*, 21-26 September 2008, pp. 701-712.
9. Ingason H., Li YZ (2010) Model scale tunnel fire tests with longitudinal ventilation. *Fire Safety Journal No45*, 2010, pp. 371-384.
10. Bajwa C, Mintz T, Huczek J, Axler K and Das K (2009) FDS simulation of the Newhall Pass tunnel fire. NFA World Safety Conference, Chicago, IL, USA, 8-11 June 2009.
11. Euro Test (2011) Brussels: <http://www.eurotestmobility.com>.
12. FIT (European Thematic Network on Fire in Tunnels) (2011) <http://www.enfit.net>.
13. Penn Energy (2011) <http://www.pennenergy.com>.
14. NFPA 502, *Standards for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*. 2011. National Fire Protection Association (NFPA).
15. Parsons Brinckerhoff. *Memorial Tunnel Fire Ventilation Test Program. Interactive CD-ROM and Comprehensive Test Report*. Parsons Brinckerhoff 4D Imaging. Boston, 1996.
16. bookstore.ashrae.biz/journal/download.php?file=MemorialTunnelFire.pdf.

**LANCHAVA O., NOZADZE G., ARUDASHVILI N.
ANALIZE OF FATAL FIRES IN ROAD TUNNELS
AND MEASURES OF ITS PREVENTING**

In this work are reviewed examples of accidents during fire in short worldwide tunnels. There is mentioned that nowadays, in short tunnels it is not recommended construction of mechanical ventilation, in according to the standards of developed countries. Notwithstanding of these recommendations, it is shown in this work, that for short tunnels the risk of fire is great and results of fire would be unsafe. Offered the measures of fire prevention in the short tunnels, among which should be noted: modernization of infrastructure of tunnels; its equipment with emergency ventilation and with instrumentation; staff training and lifeguard; training of the emergency ventilation operational procedures to assist in the evacuation or rescue, or both, of motorists from the tunnel; In all cases, the desired goal shall be to provide an evacuation path for motorists who are exiting from the tunnel and to facilitate fire-fighting operations; entering of schedules for large and dangerous cargo; Information support and popularization of given questions. In this work testing, training and education are considered as tools to improve the safety and security of underground short tunnels.

**ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч., АРУДАШВИЛИ Н.Н.
АНАЛИЗ ФАТАЛЬНЫХ ПОЖАРОВ ДЛЯ
КОРОТКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОННЕЛЕЙ
И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ИХ
ПРЕВЕНЦИИ**

Рассмотрены примеры несчастных случаев во время пожара в коротких туннелях. Отмечается, что в настоящее время, в коротких туннелях, не рекомендуется строительство механической вентиляции в соответствии со стандартами развитых стран. Несмотря на это, в данной работе показывается, что для коротких туннелей риск пожара велик и результаты огня будут опасными. Предлагаются меры профилактики пожаров в коротких туннелях, среди которых следует отметить: модернизацию инфраструктуры туннелей; его оборудование с аварийной вентиляцией и приборами контроля продуктов горения; обучение персонала и спасателей; тренировка в освоении оперативных процедур для оказания помощи в эвакуации; ввод графика для больших и опасных грузов; информационная поддержка и популяризация данного вопроса.

**საპაღ. ღოქტორი ღ. თევეზაქი, საპაღ. ღოქტორი ვ. თევეზაქი
ეკოლოგია და გარემოს დაცვა**

შპს 622.35

ნაშრომში გაანალიზებულია, რომ ზოგიერთი საშენი მასალა, წარმოებისა და ექსპლოატაციის პერიოდში, მავნე გავლენას ახდენს გარემოზე და ადამიანზე, ამდენად ამიტომ ნორმებით გათვალისწინებული სანიტარულ-ჰიგიენური შრომის პირობების დაცვა აუცილებელი პირობაა, როგორც წარმოების დაპროექტებისას, ისე ექსპლუატაციის დროს. ამასთან ერთად, ეკოლოგიური პირობების დაცვა, იძლევა ეკონომიურ ეფექტსაც.

კაცობრიობის ხსნა და განვითარება მხოლოდ გონების პრიორიტეტს ძალუძს. ეკოლოგიური ეთიკა ზოგადსაკაცობრიო პრობლემაა. ის მოიცავს ადამიანისა და ბუნების ურთიერთობის ზნობრივ ნორმებს, ბიოსფეროს შენარჩუნების მორალურ პრინციპებს, რაც კაცობრიობის გადარჩენისა და მისი შემდგომი სრულყოფის აუცილებელი პირობაა. გასაჭირში გვიშველის ზნობის საწყისების ცოდნა. ბუნებასთან ჰარმონიულ ურთიერთობას განაპირობებს ყოველი ადამიანის პირადი პოზიცია, მისი ყოველდღიური ქცევა კაცობრიობის სახლში – დედამიწაზე. ბუნების დაცვა კულტურის დონის ამაღლებითაა შესაძლებელი, არა მისი დაპყრობით, არამედ ბუნებისა და საზოგადოების ერთობლივი ჰარმონიული განვითარებით. ის უნდა დარჩეს არა როგორც მატერიალური რესურსე-

ბის წყარო, არამედ აღტაცების, თავგანისცემის და პოეზიის საგანი. ადამიანი ბუნების ნაწილია და რადგან ის დაჯილდოებულია განსაკუთრებული თვისებით – გონებით, ამიტომ შესაძლებელია ადამიანის და ბუნების სრული ჰარმონია. ამით არის მშვენიერი დედამიწა - გონების აკვანი. ხალხში ოდითგანვე ცოცხლობს იმის რწმენა, რომ ცოდნასა და სიკეთეს შორის არსებობს განუყრელი კავშირი. ბუნების შეცნობა არის უპირველეს ყოვლისა ადამიანის არსის შეცნობა! – „შეიცან თავი შენი“ – შეცნობა იმ საუკეთესო თვისებებისა, რაც მას ადამაღლებს. სილამაზე, მათემატიკური და თეორიული გამოთვლებით არ აისახება. მის გადმოსაცემად საჭიროა პოეტური მეტაფორა, მუსიკალური სახეები და ფერწერული პალიტრა. ბუნება, ხელოვნების მსგავსად, ადამიანს აკეთილშობილებს, უნვითარებს სილამაზის გრძნობას, უღვიძებს ჯანსაღ გატაცებას და ეხმარება ცხოვრებაში საკუთარი ადგილის პოვნაშიც. მეცნიერების განვითარებას თავისთავად მოყვება გამოყენება. პრაქტიკა მეცნიერების წინაშე სვამს ამოცანას, მაგრამ მას არ შეუძლია უკარნახოს რა გზით ამოხსნას იგი. მეცნიერების განვითარება განისაზღვრება მხოლოდ ფაქტების შინაგანი ლოგიკით და არა მოთხოვნილება გარეგანი დაწოლით. მეცნიერული აზრი, როგორც ყოველგვარი აზრი, შეიძლება მუშაობდეს მხოლოდ სრული

თავისუფლების პირობებში.

საშენი მასალების, ნაკეთობისა და კონსტრუქციის წარმოება უდიდეს გავლენას ახდენს გარემოზე, დაწყებული საშენი მასალების წარმოებისათვის ნედლეულის მოპოვებიდან, დამთავრებული შენობა-ნაგებობის ექსპლუატაციით. საშენი მასალების საწარმო წარმოადგენს გარემოს დაბინძურების წყაროს (ჰაერის და წყლის აუზების, მიწის ზედაპირის) ცემენტის, აზბესტის, ბუნებრივი და ხელოვნური ქვების მტვერით, თბური დანადგარების გამონაბოლქვი აირებით, გამდინარე წყლებით, სხვადასხვა ზეთით და ემულსიით, საწვავ-საპოხი მასალებით, საწარმოო ნარჩენებით და წუნდებული ნაკეთობით, სპეციალურ საწარმოში (მაგალითად, პლასტმასების, სინთეზური ბოჭკო და სხვ.) – კი ასევე ფენოლის, ბენზოლის ნარჩენებით და ა.შ.

გარდა ამისა, ზოგიერთი საშენი მასალა წარმოების პროცესში და ექსპლუატაციის პერიოდში არასასურველ ზეგავლენას ახდენს გარემოზე და ადამიანზე (ორგანული შემკვრელები და მათ საფუძველზე დამზადებული მასალები გამოყოფენ ნახშირწყალბადს, რომელსაც აქვს კანცეროგენური თვისებები; ზოგიერთი აზბესტის ბოჭკოს მტვერი ასევე არის ძლიერი კანცეროგენი).

სხვა მასალები, მაგალითად პოლიმერები, ლაქები და საღებავები, გამოყოფენ მფრინავ ტოქსიკურ ნივთიერებას; მინერალური ბამბის მტვერი გამაღაზიანებლად მოქმედებს ადამიანის სასუნთქ ორგანოებზე და კანზე.

ზოგიერთი სახეობის ბუნებრივ და გამოქვავარ მასალას აქვს მაღალი რადიაციული ფონი და ა.შ. ყველაფერი ეს განაპირობებს დარგის პირველ ეკოლოგიურ პრობლემას.

მშენებლობის ბევრი საწარმო გარემოს აბინძურებს ცემენტის, აზბესტის, კერამიკის და სხვა სახეობის მტვერით; თბური დანადგარების გამონაბოლქვი აირებით; ჩამდინარე წყლებით; სხვადასხვა ზეთით და ემულსიით; საწვავ-საპოხი მასალებით; საწარმოო ნარჩენებით და წუნდებული ნაკეთობით და ა.შ.

ზოგიერთი სახეობის მასალა წარმოების და ექსპლუატაციის პერიოდში მანვე გავლენას ახდენს გარემოზე და ადამიანზე. მაგალითად, ლაქი და საღებავი გამოყოფს აქროლად ტოქსიკურ ნივთიერებებს; მინერალური ბამბის მტვერი გამაღაზიანებლად მოქმედებს სასუნთქ ორგანოებზე და კანზე. ბუნებრივ ქვის და ხელოვნური მასალების ზოგიერთ სახეობას აქვს მაღალი რადიაციული ფონი.

დარგის მეორე და არანაკლებ მნიშვნელოვანი პრობლემა ბუნებრივი რესურსების (მინერალური, წყლის, საწვავ-ენერგეტიკული) რაციონალური და კომპლექსური გამოყენება, წარმოების სხვა დარგების მრავალი სახეობის და დიდტონაჟიანი და მათ შორის საკუთარი წარმოების ნარჩენების უტილიზაცია. ამ პრობლემის გადაწყვეტის დროს წარმოიშვა ახალი – უპირველეს ყოვლისა ნაკეთობის და კონსტრუქციის ხანმედგობა, ენერგოდამზოგავი მასალებისა და ნარჩენებისაგან. არანაკლებ მნიშვნელოვანია სხვადასხვა წარმოების ნარჩენისაგან მიღებული პროდუქციის ტოქსიკურობის პრობლემა: მისი მოქმედება ადამიანზე, ეკოსისტემაზე და მასთან დაკავშირებულ ცე-

ლილებაზე.

საშენი მასალების ტექნოლოგიაში ძალზე მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ასპექტია სხვა წარმოების ნარჩენის და თანმდევი პროდუქტის უტილიზაციის პრობლემა. აქ არსებობს რეალური შესაძლებლობა იმისა, რომ ტრადიციული ბუნებრივი ნედლეული შეიცვალოს მეორადი მინერალური რესურსებით. ეს შეიძლება იყოს მეტალურგიული წარმოების ნარჩენი წიდები, ნაცრები, მერქნის გადამუშავების ნარჩენები.

საშენი მასალების წარმოებამ, რომელიც იყენებს მეორად პროდუქტს, ამავდროულად უნდა გადაწყვიტოს მწვანე ეკოლოგიური პრობლემები, ამ ნარჩენების გარემოზე მანვე ზემოქმედებისა.

უნარჩენო სამშენებლო ტექნოლოგია შეიძლება განხორციელდეს ბეტონის ჯართის, მინის ნამტვრევის, აგურის, ხე-ტყის წარმოების და სხვა მეორადი რესურსების გამოყენებით.

საშენი მასალების წარმოებაში გარემოს დაცვის ძირითადი მიმართულებებია:

- მრავალი წარმოების და მათ შორის ენერგეტიკის, მეტალურგიის, ქიმიის მრავალტონაჟიანი მეორადი მატერიალური რესურსების გამოყენება.
 - საწვავ-ენერგეტიკული საწარმოთა რესურსების რაციონალური გამოყენება.
 - საწარმოთა გადაყვანა მცირე და უნარჩენო წარმოების ტექნოლოგიაზე.
 - წყლის რაციონალური მოხმარება, ისეთი ტექნოლოგიების დამუშავება და დანერგვა, სადაც წყლის ხარჯი იქნება მინიმალური, წყალმომარაგების შეკრული ციკლი, ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ეფექტური სისტემა.
- დარგის ეკოლოგიური პრობლემები დაკავშირებულია საერთოდ ეკოლოგიურ მშენებლობასთან, ე.ი. უზრუნველყოფილი უნდა იყოს:
- მასალების, ნაკეთობის და კონსტრუქციის ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგია;
 - მათგან ეკოლოგიურად სუფთა მასალის, ნაკეთობის და კონსტრუქციის დამზადება;
 - შენობა-ნაგებობის ეკოლოგიური უსაფრთხოება;
 - ნაკეთობის და კონსტრუქციის ხანმედგობა.

გარემოს მდგომარეობის გაუმჯობესების და სტაბილიზაციის ერთერთი მიმართულებაა სამშენებლო წარმოების ეკოლოგიური პასპორტიზაცია. ეს ნორმატიული დოკუმენტი ორიენტირებულია ოთხი ძირითადი ამოცანის გადაწყვეტაზე:

- წარმოების ეკოლოგიური შეფასება, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურად გამოყენების თვალსაზრისით;
- გარემოზე წარმოების ნეგატიური ზემოქმედების შეფასება, ნარჩენების რაოდენობის მიხედვით გარკვეული დროის განმავლობაში;
- გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობა და კონტროლი.

ცხრილში 1 მოცემულია მაგალითი რკინაბეტონის საწარმოში ძირითადი დამაბინძურებელი წყაროები და გა-

გარემოს დაბინძურების ძირითადი წყაროები და დაცვის ღონისძიებები

| დაბინძურების წყაროს ადგილმდებარეობა | დაბინძურების წყარო | დაბინძურების სახეობა | დაბინძურების შემცირების ღონისძიებები |
|---|---|-------------------------------------|---|
| შემვსებების საწყოები | განტვირთვა და ტრანსპორტირება | მტვერი, ხმაური | განტვირთვა დახურული სახით |
| ცემენტის საწყოები | იგივე | ცემენტის მტვერი | პნემოგანტვირთვა, მტვერდამჭერების მოწყობა |
| ლითონის საწყოები | იგივე | მტვერი, ხმაური | ვენტილაცია, ბგერაიზოლაცია |
| საწვავ-საპოხი მასალების (სსმ), დანამატების, ემულსიების საწყოები | აფეთქება და ხანძარ-საშიშროება | აფეთქება, ხანძარი | თერმომედევი, მოპირკეთების მოწყობა |
| ბეტონსარევის კვანძი | ბეტონის ნარევის მომზადება | ხმაური, მტვერი | ვენტილაცია, ბგერაიზოლაცია |
| დაყალიბების საამქრო | მოწყობილობა, კონვეიერი | ხმაური, ვიბრაცია, გამოძინარი წყლები | ბგერასაიზოლაციო გარსადმის მოწყობა, სითბოშთანთქავი ქსოვილის გამოყენება |
| არმატურის საამქრო | შედულების აპარატები | სითბოგამოყოფა | დამცავი გარსადმის მოწყობა |
| სატრანსფორმატორო | ტრანსფორმატორები | ხმაური | ბგერაიზოლაცია |
| საკომპრესორო | კომპრესორები | ხმაური | ბგერაიზოლაციის მოპირკეთება |
| მზა პროდუქციის საწყოები | დასაწყოები ადგილი | მტვერი, გამდინარე წყლები | ბუნებრივი ვენტილაცია |
| ავტომანქანების სადგომი | ავტოტრანსპორტი | გამონაბოლქვი აირები | გაჩერების შემცირება, სწორი ორგანიზაცია |
| ავტოგზები | საწარმოს ავტოგზები | მტვერი | მორწყვა ზაფხულში |
| დაფქვის საამქრო | ბურთულოვანი წისქვილი | მტვერი, ხმაური | მტვერდამჭერი მოწყობილობა |
| ფორმირების განყოფილება | საჭრელი კომპლექსი | ბეტონის ნარჩენები | არაკონდიციის გაყიდვა |
| თბოტენიანი დამუშავება | ორმოს ტიპის კამერები | სითბო, ორთქლი | საიმედო თბოიზოლაცია |
| ყალიბების დაზეთვის პოსტი, სსმ | დამუშავებული საწვავ-საპოხი მასალები (სსმ) | დამუშავებული სსმ | დანალექი, დამუშავებული სსმ-თვის |

რემოზე მათი გავლენის შემცირების ღონისძიებები.

ბუნებადამცველი ღონისძიებების ეკოლოგიური ეფექტი – ე, გამოიხატება ამ ღონისძიებით გამოწვეული იმ ეკონომიკური ზარალის – ზ აცილების და წლიური დამატებითი შემოსავლის – დ ჯამით, რომელსაც გვაძლევს წარმოების პროცესების გაუმჯობესება

$$ე = ზ + დ.$$

შემოსავლის წლიური ნამატი, რომელიც მოგვცა საწარმოო პროცესების შედეგების გაუმჯობესებამ, მრავალმიზნობრივი ბუნებადამცველი ღონისძიებების გატარების შედეგად, ბუნებრივი რესურსების რაციონალურმა გამოყენებამ, ეკოლოგიურად სუფთა ნედლეული მასალების

შერჩევამ, მატერიალური და სათბობ-ენერგეტიკული ხარჯების შემცირებამ, ქარხნის ნარჩენების უტილიზაციამ, მეორადი რესურსების და სხვა საწარმოთა თანმდევი პროდუქტის გამოყენებამ, განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma = \sum (q_i^1 - q_i^0 z_i) A_i,$$

სადაც q_i^0 – i -ური სახეობის (ხარისხის) პროდუქციის რაოდენობა, მიღებული განსახორციელებელი ღონისძიებების ($i=1, \dots, m$) ჩატარებამდე; q_i^1 – i -ური სახეობის (ხარისხის) პროდუქციის რაოდენობა, მიღებული-განხორციელებული ღონისძიებების ჩატარების შემდეგ; z_i – ერთეული პროდუქციის შეფასება (თვითღირებულების

ან საბითუმო ფასი); A_1 – გარემოს დაცვის არჩევითი ღონისძიებების შედეგების წილი, საერთო პროდუქციის შეფასებაში.

თუ საწარმო უშვებს დამატებით პროდუქციას საკუთარი ნარჩენების უტილიზაციის შედეგად, ან მათი წარმოქმნის აცილებით, მაშინ წარმოების მოცულობის ნამატის ღირებულების შეფასება განისაზღვრება ანალოგიური პროდუქციის იმ ფასით, რომელიც მიიღება პირველადი ნედლეულიდან.

ეკოლოგიური ზარალის აცილების სიდიდე შეიცავს:

- დაბინძურებული წყლის, ნიადაგის, ხმაურის, ვიბრაციის, ჰაერის გაწმენდის საქსპლუატაციო ხარჯები და სხვა მიმდინარე დანახარჯს;
- ზარალის შეცვლა – Σ , რომელიც განიცადა გარემომ ბუნებადამცველი ღონისძიებების ჩატარებამდე და ჩატარების შემდეგ

$$\Sigma = \text{ე} + \text{ზ}_1 + \text{ზ}_2 + \text{დ} + \text{ხ},$$

სადაც ე – გაწმენდის სისტემის ექსპლუატაციაზე გაწეული ხარჯები; ზ_1 და ზ_2 – ზარალი, რომელიც განიცადა გარემომ გამონაყარ-გამონაბოლქვის გაწმენდის შემდეგ და გაწმენდამდე; დ – დამატებითი რესურსების საფასური, სისტემის ექსპლუატაციის დროს; ხ – ხარჯების ცვლილება ძირითად წარმოებაში.

გამონაყარ-გამონაბოლქვის გაწმენდის სისტემაზე ერთდროული ხარჯები შეადგენს

$$\text{ხ} = \text{პ} + \text{ხ}_\text{პ},$$

სადაც პ – გაწმენდის სისტემის დაპროექტებაზე, და-მუშავებაზე და დანერგვაზე გაწეული ხარჯები; $\text{ხ}_\text{პ}$ –

ძირითად წარმოებაში ცვლილებების ხარჯები.

ბუნებადამცველი ღონისძიებების სისტემების დანერგვის ეფექტურობა – ეფ, რომელიც მუშავდება დროის ფაქტორის გათვალისწინებით, განისაზღვრება ფორმულით

$$\text{ეფ} = \sum \Sigma / (1+D)^t / b$$

სადაც D – დისკონტის (ანგარიშის) ნორმა (შეიძლება მიღებული იქნეს ბანკის სააღრიცხვო განაკვეთის ფარგლებში); t – ბუნებადამცველი სისტემის გამოყენების პერიოდი.

ბუნებადამცველი ღონისძიებების დანერგვის ეფექტურობისათვის აუცილებელია ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებების გატარება.

ლიტერატურა

1. ა. ჩიქოვანი. საშენი მასალები. გამოცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2012. 128 გვ.
2. Попов К.Н., Каддо М.Б. Строительные материалы. «Высшая школа», Москва, 2005. 367 с.
3. Алимов Л.А., Воронин В.В. Технология строительных изделий и конструкций. Бетонование. Издательский центр «Академия», Москва, 2010. 425 с.
4. ა. ფრანგიშვილი, ნ. ბოჭორიშვილი, ო. ლანჩავა. სიცოცხლის უსაფრთხოება. საგანგებო სიტუაციების მართვა და სამოქალაქო თავდაცვა. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2014. 638 გვ.
5. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 2015. 358 გვ.

ТЕВЗАДЗЕ Д.Н., ТЕВЗАДЗЕ М.Н. ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В статье на основе анализа отмечается, что некоторые строительные материалы, во время их производства и эксплуатации, производят вредное воздействие как на окружающую среду, так и на человека. По этому, выполнение требований, предусмотренных санитарно-гигиеническими нормами, по охране труда, являются обязательными условиями, как при проектировании, так и во время их эксплуатации. Защита требований экологических условий, приносит экономический эффект.

TEVZADZE D.N., TEVZADZE M.N. ECOLOGY AND ENVIRONMENT PROTECTION

Certain building materials have harmful effect on the environment and on people during the manufacturing process and in usage has been shown in the paper. Carrying out requirements of sanitary-hygienic norms in labour protection while designing enterprises and their exploitation is absolutely necessary. Defence of ecological conditions also provides an economic effect.

