

ISSN-1512-0457

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო-ანალიტიკური  
რეფერირებული ჟურნალი

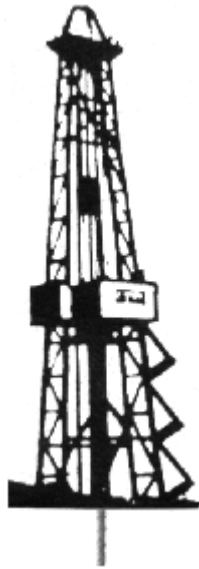
# სამართველოს ნავთობი და გაზი

Scientific-Technical Information-Analytical International Reviewed  
Journal

## GEORGIAN OIL AND GAS

Международный научно-технический информационно-  
аналитический реферированный журнал

## НЕФТЬ И ГАЗ ГРУЗИИ



№23

თბილისი

Tbilisi

Тбилиси

2009

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური, საინფორმაციო-ანალიტიკური, რეფერირებულ ჟურნალმა „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ გაიარა აკრედიტაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სასწავლო და სამეცნიერო ლიტერატურის სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს პირველი დადგენილებით – სადისერტაციო საბჭოების შესახებ. ზემოაღნიშნული საბჭოს №2 დადგენილებით (ნ.მ.ს.2008 წ.) დებულების 6, 2, 3 პუნქტების შესაბამისად დოქტორანტურაში სწავლის პერიოდში დაკავშირებული ნაშრომი სამეცნიერო ნაშრომად ჩაითვლება.

## ს ა რ ე დ ა ქ ც ი ო   ს ა ბ ო   ო Editorial Board

**აბშილავა ანზორი** – ტ.მ.დ., სტუ-ს პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
Abshilava Anzori – Prof., Technical Sciences Doctor (Tbilisi, Georgia)

**ბარაბაძე თეიმურაზი** – შპს „საქგეოსერვისის“ გენერალური დირექტორი, გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტორი (საქართველო, თბილისი)  
Barabadze Teimuraz – Doctor, Geological-Mineralogical Sciences, director general “SakGeoservisi” LTD, (Tbilisi, Georgia)

**ბერაია გიორგი** – „სნგკ“ მრჩეველი (საქართველო, თბილისი)  
Beraia Giorgi – “GOGC” Advisor (Tbilisi, Georgia).

**გოგუაძე ირაკლი** – ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტ., სტუ-ს პროფ., საქართველოს საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
Goguadze Irakli – Prof., Technical Sciences Doctor, Academician of the Georgian Academy of Engineering (Tbilisi, Georgia)

**გამყრელიძე ერეკლე** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
Gamkrelidze Erekle - Technical Sciences Doctor, Academician of the Georgian National Academy of Sciences (Tbilisi, Georgia)

**გასუმოვი რ.** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., პროფ. (რუსეთი, მოსკოვი)  
Gasumov R. - Prof., Technical Sciences Doctor (Moscow, Russia)

**გულიევი ი.** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., პროფ. (აზერბაიჯანი, ბაქო)  
Guliev I. – Prof., Technical Sciences Doctor (Baku, Azerbaijan)

**გოჩიტაიშვილი თეიმურაზი** – „სნგკ“ მრჩეველი, ტ.მ.დ. (საქართველო, თბილისი)  
Gochitashvili Teimurazi - “GOGC” Advisor, Technical Sciences Doctor (Tbilisi, Georgia)

**ერმოლკინი ვლადიმერი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., პროფ. (რუსეთი, მოსკოვი)  
Ermolkin Vladimir – Prof., Technical Sciences Doctor (Moscow, Russia)

**ვარშალომიძე გურამი** – ტ.მ.დ., სტუ-ს პროფ., საქართველოსა და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
Varshalomidze Guram – Prof., Technical Sciences Doctor, academician of engineering academies of Georgia and Ukraine (Tbilisi, Georgia)

**ზირაკაძე როლანდი** – ყაზახური ნავთობკომპანიის „აკსაიდ ბმს“ მთავარი გეოლოგი, გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ. (საქართველო, თბილისი)  
Zirakadze Roland – Chief geologist, “Aksaid BMS”, Kasakhi Oilcompany, Doctor, Geological-mineralogigy Sciences (Tbilisi, Georgia)

**თევზაძე მერაბი** – ტექნ. მეცნ. დოქტ., სტუ-ს პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
Tevezadze Merabi - Prof., Technical Sciences Doctor, GTU (Tbilisi, Georgia)

**თოჭიშვილი მირიანი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქ., პროფ., საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემიის წევრ-კორ. (საქართველო, თბილისი)

**Topchishvili Mirian** – Prof., Technical Sciences Doctor, Associate-member of the Georgian Academy of Sciences (Tbilisi, Georgia)

**კაგრამანოვი ი.** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ. (სომხეთი, ერევანი)  
**Kagramanov I.** - Technical Sciences Doctor (Yerevan, Armenia)

**ლომინაძე თამაზი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქ., სტუ-ს პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
**Lominadze Tamaz** – Prof., Technical Sciences Doctor, GTU. (Tbilisi, Georgia)

**ლომინაძე ირაკლი** – სტუ-ს ასოცირებული პროფ., ტმ.დ. საქართველოს ეკოლ. მეცნ. აკად. წევრ-კორ. (საქართველო, თბილისი)

**Lominadze Irakli** – Prof. associated, Technical Sciences Doctor, Associate-member, Georgian Academy of ecological sciences. (Tbilisi, Georgia)

**მგელაძე ზურაბი** – რუსეთის საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., სტუ-ს პროფ. (საქართველო, თბილისი)

**Mgeladze Zurab** – Prof., Doctor of Minerology Sciences, Academician of Natural Sciences of Russia, GTU. (Tbilisi, Georgia)

**მირცხულავა ცოტნე** – საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
**Mirtskhulava Tsozne** - Academician of the Georgian National Academy of Sciences (Tbilisi, Georgia)

**მაურერი უილიამი** – ტექ. მეცნ. დოქტ. (აშშ, ჰიუსტონი, ტეხასის შტატი)  
**Maurer William** - Technical Sciences Doctor (USA, Houston, Texas)

**ოდიშარია ბექა** – შპს „იორის ველის“ გენერალური დირექტორი (საქართველო, თბილისი)  
**Odisharia Beka** - General Director, “Ioris Veli”, Ltd (Tbilisi, Georgia)

**ონიაშვილი თმარი** – ყაზახური ნავთობკომპანიის „აკსაიდ ბმს“ მთავარი სპეციალისტი (საქართველო, თბილისი)  
**Oniashvili Omar** – Chief specialist, “Aksaid BMS”, Kasakhi Oilcompany (Tbilisi, Georgia)

**ჭიჭინაძე ალექსანდრე** – შპს „Georgia-Canargo“-ს გენერალური დირექტორი (საქართველო, თბილისი)  
**Chichinadze Alexander** - Director General of "Georgian Canargo" Ltd. (Tbilisi, Georgia)

**ფრანგიშვილი არჩილი** – სტუ-ს რექტორი, ტ.მ.დ., მეცნ. ეროვნული აკადემიის წევრ-კორ., პროფ. (საქართველო, თბილისი)

**Phrangishvili Archil**- Technical Sciences Doctor, Associate-member of the Georgian National Academy of Sciences, Rector of GTU (Tbilisi, Georgia)

**ჭელიძე ივერი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქ., „სნგკ“ მრჩეველი (საქართველო, თბილისი)  
**Chelidze Iveri** - Candidate of Sciences, Advisor of the “GOGC” (Tbilisi, Georgia)

**წერეთელი თამაზი** – „სნგკ“ მრჩეველი (საქართველო, თბილისი)  
**Tsereteli Tamaz** - Advisor of the “GOGC” (Tbilisi, Georgia)

**ჯანჯღავა ზურაბი** – „სნგკ“ გენერალური დირექტორი (საქართველო, თბილისი)  
**Janjgava Zurabi** – Director General of the “GOGC” (Tbilisi, Georgia)

**ხუნდაძე ნანა** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., სტუ-ს პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
**Khundadze Nana** – Prof., Technical Sciences Doctor, GTU (Tbilisi, Georgia)

**ხითარიშვილი ვალერი** – საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორ., სტუ-ს ასოც. პროფ. (საქართველო, თბილისი)

**Khitarishvili Valeri** - Associated prof., Associate-member of the Georgian Academy of Engineering. (Tbilisi, Georgia)

ქერიმოვი ქ. - გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ. (აზერბაიჯანი, ბაქო)  
Kerimov K. – Technical Sciences Doctor (Baku, Azerbaijan).

სარედაქციო კოლეგია  
**Editorial Board**

ჟურნალის დამფუძნებელი და მთავარი რედაქტორი პროფ. **ირაკლი გოგუაძე**

**GOGUADZE IRAKLI** Professor, Founder and Editor-in-chief of the Journal.

გ. ტაბატაძე, რ. დამბაშიძე, დ. ჩომახიძე, რ. სარჩიმელია, ს. ცერცვაძე, უ. საბულაშვილი, გ. დურგლიშვილი, ნ. მაჭავარიანი, თ. სულხანიშვილი, დ. ნამგალაძე, ი. ლომინაძე

Tabatadze G., Gambashidze R., Chomakhidze D., Sarchimelia R., Tsertsvadze S., Khabulashvili U., Durglishvili G., Machavariani N., Sulkhaniashvili T., Namgaladze D., Lominadze I.

ტექნ. რედაქტორები  
**Technical Editors:**

ლ. ლეჟავა - თბილისი (რედაქტორი)  
Lezhava L. – Tbilissi, Georgia (Editor)

ლ. მამალაძე - თბილისი (რედაქტორი)  
Mamaladze L. - Tbilissi, Georgia (Editor)

მ. სარალიძე - თბილისი (კომპ. უზრუნველყოფა)  
Saralidze M. – Tbilissi, Georgia (Computer Software)

ც. ხარატიშვილი - თბილისი (კომპ. უზრუნველყოფა)  
Kharatishvili Ts. – Tbilissi, Georgia (Computer Software)

ჩვენნი მისამართი: 0175 თბილისი, კოსტავას 77, სტუ-ს III კორპუსი, ოთახი 418,  
ტელ: 36-35-26; 36-60-50; 36-60-72. ფაქსი: (99532) 36-35-26  
E-mail: [gik@gtu.ge](mailto:gik@gtu.ge) [irakli-gogvadze@mail.ru](mailto:irakli-gogvadze@mail.ru)  
http:// [www.georgianoilandgas.com.ge](http://www.georgianoilandgas.com.ge)

Our Address: Georgia, Tbilisi, 0175, 77 Kostava St. GTU, Block III, Department №88, room 418  
Tel. (995 32)-36-35-26; 36-60-50; 36-60-72, Fax: (99532) 94-20-33.  
E-mail: [gik@gtu.ge](mailto:gik@gtu.ge) [irakli-gogvadze@mail.ru](mailto:irakli-gogvadze@mail.ru)  
http:// [www.georgianoilandgas.com.ge](http://www.georgianoilandgas.com.ge)

ჟურნალი გამოდის 2000 წლიდან. რეგულირდება ქართულ რეგულირებულ ჟურნალში, ВИНТИ-ს რეგულირებულ ჟურნალსა და მონაცემთა ბაზებში.  
Published Since 2000. Abstracted\Indexed

**ჩვენი მიზანია გავზარდოთ ქვეყნის ენერგეტიკული პოტენციალი ამ მიზნის განსახორციელებლად გაქვეყნებთ მოწინავე და უახლესი კვლევების შედეგებს, რამაც ხელი უნდა შეუწყოს კადრების პროფესიული დონის ამაღლებას მენეჯიზმით განსხვავებული სახეა ჩვენი დარგობრივი პროფესიისა. გვჯერა, რომ ასეთი ძალისხმევა თავის წვლილს შეიტანს ქვეყნის გაერთიანების, ეკონომიკისა და კეთილდღეობის ამაღლებაში.**

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ საინფორმაციო-ანალიტიკურ რეფერირებულ ჟურნალში „სა-ქართველოს ნავთობი და გაზი“, სამეცნიერო ტექნიკური საბჭოს გადაწყვეტილებით, რეკომენდებულია სამაგისტრო და სადოქტორო მასალების პუბლიკაცია შრომების სახით, საბუნებისმეტყველო და ტექნიკური მეცნიერების დარგებში, რომლის ჩამონათვალს ქვემოთ ვაქვეყნებთ:

- |  |   |
|--|---|
| 02.00.11 - კოლოიდური ქიმიკა;   | 05.14.08 - ენერჯის განახლებადი სახეების გარდაქმნა, დანადგარები და კომპლექსი მათ ბაზაზე; |
| 02.00.13 - ნავთობქიმიკა;   | 05.14.10 - ჰიდროელექტროსადგურები და ჰიდროენერგეტიკული დანადგარები;                      |
| 04.00.01 - ზოგადი და რეგიონალური გეოლოგია;   | 05.14.14 - თბოელექტროსადგურები (თბური ნაწილები);  |
| 04.00.06 - ჰიდროგეოლოგია;  | 05.14.15 - ელექტროქიმიური ენერჯიდანადგარები;  |
| 04.00.07 - საინჟინრო გეოლოგია;   | 05.14.16 - გარემოს დაცვის ტექნიკური საშუალებები და მეთოდები (დარგების მიხედვით);        |
| 04.00.08 - პეტროლოგია, გეოქიმიკა;  | 05.15.00 - სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავება;   |
| 04.00.09 - პალეონტოლოგია და სტრატეგრაფია;  | 05.15.01 - მარკშიდერია;   |
| 04.00.11 - ლითონური და არალითონური საბადო-ების გეოლოგია, ძებნა და ძიება;                               | 05.15.02 - წიაღისეული საბადოთა ღია დამუშავება;  |
| 04.00.12 - სასარგებლო ნამარხთა ძებნა-ძიების გეოფიზიკური მეთოდები;                                      | 05.15.04 - მიწისქვეშა ნაგებობათა და საშახტო მშენებლობა;                                 |
| 04.00.13 - სასარგებლო ნამარხთა საბადოების ძიების გეოქიმიური მეთოდები;                                  | 05.15.06 - ნავთობისა და გაზის საბადოების დამუშავება და ექსპლუატაცია;                    |
| 04.00.17 - ნავთობის და გაზის საბადოების გეოლოგია, ძებნა და ძიება;                                      | 05.15.08 - სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრება;   |
| 04.00.20 - მინერალოგია, კრისტალოგრაფია;  | 05.15.10 - ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვა;                                      |
| 04.00.21 - ლითოლოგია;  | 05.15.11 - სამთო წარმოების ფიზიკური პროცესები;  |
| 05.02.22 - მანქანების დინამიკა და სიმტკიცე;  | 05.16.01 - ლითონმცოდნეობა და ლითონების თერმული დამუშავება;                              |
| 05.04.07 - ნავთობისა და გაზის მრეწველობის მანქანები და აგრეგატები;                                     | 05.16.06 - ფხვნილთა მეტალურგია და კომპოზიციური მასალები;                                |
| 05.04.09 - ნავთობგადამამუშავებელი და ქიმიური წარმოების მანქანები და აგრეგატები;                        | 05.15.13 - ნავთობგაზსადენის ბაზებისა და საცავების მშენებლობა და ექსპლუატაცია;           |
| 05.05.06 - სამთო მანქანები;  | 05.17.14 - მასალათა ქიმიური წინაღობა და კოროზიისაგან დაცვა;                             |
| 05.05.05 - ამწე-სატრანსპორტო მანქანები;  | 05.23.16 - ჰიდრაულიკა და საინჟინრო ჰიდროგეოლოგია;                                       |
| 05.09.01 - ელექტრომექანიკა;  | 05.24.00 - გეოდეზია;  |
| 05.09.10 - ელექტროტექნიკა;   | 08.00.07 - სექტორული ეკონომიკა, მენეჯმენტი;   |
| 05.09.16 - ელექტრომაგნიტური შეთავსებადობა და ეკოლოგია;   | 08.00.09 - ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის ეკონომიკა;                             |
| 05.11.16 - საინფორმაციო-საზომი სისტემები (დარგების მიხედვით);  | 08.00.12 - მიკროეკონომიკა და მარკეტინგი;  |
| 05.13.00 - ინფორმაციკა, გამოთვლითი ტექნიკა და ავტომატიზაცია;   | 13.00.02 - გრაფიკული დისციპლინების სწავლების მეთოდიკა.                                  |
| 05.13.07 - ტექნოლოგიური პროცესებისა და წარმოების ავტომატიზაცია დარგების შესაბამისად;                   |   |
| 05.13.12 - დაპროექტების ავტომატიზაციის სისტემები;  |   |
| 05.13.16 - გამოთვლითი ტექნიკის, მათემატიკური მოდელირების და მეთოდების გამოყენება სამეცნიერო კვლევებში; |   |
| 05.14.00 - ენერგეტიკა;   |   |
| 05.14.01 - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები;  |   |

**ჩვენი ძირითადი ღირებულება და პრინციპია: პროფესიონალებისთვის წერონ პროფესიონალებმა. გიწვევთ ჩვენი ჟურნალის პატივსაცემ ავტორთა სიაში.**

**ავტორთა საყურადღებოდ!**

ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური, საინფორმაციო-ანალიტიკური რეფერირებული პერიოდული გამოცემა, რომელიც წარმოადგენს სამეცნიერო შრომების პუბლიკაციებს, აუცილებელია გაფორმდეს საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით. სამეცნიერო შრომების წარმოდგენა შეიძლება ქართულ, ინგლისურ ან რუსულ ენებზე.

წარმოდგენილი სამეცნიერო ნაშრომი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. ნაშრომის მოცულობა განისაზღვრება A4 ფორმატის ქაღალდის ნაბეჭდი 5-7 გვერდით, ნახაზების, გრაფიკების, ცხრილების და ლიტერატურის ჩამონათვალით. ლიტერატურა გაფორმებული უნდა იყოს ISO სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით (იხ. დანართი).
2. კომპიუტერზე ნაშრომის მომზადებისას აუცილებელია შემდეგი მოთხოვნების შესრულება:
  - ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტირების გამოყენებით;
  - ბ) საშუაო ქაღალდის ველის ზომები: ზედა-40მმ, ქვედა-30 მმ, მარცხენა-20 მმ, მარჯვენა-20 მმ;
  - გ) ნახაზების და ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი აუცილებლად იყოს jpg ფორმატში;
  - დ) ნაშრომი შესრულებული უნდა იყოს 2 ენაზე (ერთ-ერთი აუცილებლად ინგლისურ ენაზე);
  - ე) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს LitNusx, ინგლისურ ან რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი კი-Times New Roman შრიფტით.
  - ვ) ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს შრიფტით 10; საკვანძო სიტყვები-შრიფტით 10; ნაშრომის ტექსტი შრიფტით 12; რუსულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი-შრიფტით 12;
3. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს დისკეტაზე და ერთ ეგზემპლარად დაბეჭდილი A4 ფორმატის ქაღალდზე;
4. ნაშრომს თან უნდა ახლდეს 2 რეცენზია ამავე დარგის სპეციალისტებისა და ერთი წარდგინება მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ან საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის მიერ.
5. ნაშრომს დამატებით ცალკე ქაღალდზე უნდა ახლდეს რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
6. თითოეული რეზიუმეს მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს 10–15 სტრიქონს, ნაშრომის დასახელების, ავტორის (ავტორების) სახელისა და გვარის მითითებით;
7. ნაშრომს უნდა დაერთოს მონაცემები ავტორის (ავტორების) შესახებ: სამეცნიერო ხარისხი, წოდება და თანამდებობა;
8. სამეცნიერო ნაშრომი გაფორმებული უნდა იყოს წიგნიერად, სტილისტურად და ტერმინოლოგიის დაცვით, სტილისტური და ტექნიკური შეცდომების გარეშე;
9. ავტორი (ავტორები) პასუხს აგებს (აგებენ) ნაშრომის შინაარსსა და ხარისხზე;
10. ერთ კრებულში ერთი და იმავე ავტორის მხოლოდ ორი სტატიის გამოქვეყნება დაშვებული. გამონაკლისს წარმოადგენს ახალგაზრდა მამიებლისთვის მესამე სტატიის გამოქვეყნება ხელმძღვანელთან ერთად;
11. დაუშვებელია ერთი სტატიის ავტორთა რაოდენობა ხუთს აღემატებოდეს.
12. ზემოაღნიშნული მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება.

**ჟურნალს ვუძღვით მომავალ თაობას, რომელმაც უნდა იზრუნოს ქვეყნის გავითარებისათვის, ხალხის ცხოვრების უკეთ მოწყობისა და ბუნებრივების აღორძინებისათვის**



**ჩვენი ძირითადი სტრატეგიაა ინვესტიციების მოზიდვა ახალი საბადოების აღმოჩენისა და ათვისებისათვის. რათა ეფექტურად გამოვიყენოთ საქართველოს ნავთობისა და გაზის გამოუყენებელი პოტენციალი. ჩვენი ძველის ინტერესებია, რომ ძველანაში მოპოვებული ნავთობი და გაზი ადგილზე გადაამუშავდეს.**

**OUR STRATEGIC FOCUS IS TO ATTRACT INVESTMENTS FOR DISCOVERY AND EXPLORATION OF NEW OIL-FIELDS WITH THE OBJECTIVE TO EXPLOIT THE UNEXPLORED OIL AND GAS POTENTIAL OF GEORGIA EFFICIENTLY. OUR COUNTRY IS INTERESTED IN PROCESSING THE EXTRACTED OIL LOCALLY.**

**Наша основная стратегия-привлечение инвесторов для выявления, освоения новых месторождений нефти и газа, эффективно использования потенциалов и ресурсов нашей страны и переработки добытых нефти и газа на месте.**

ნავთობისა და გაზის მრეწველობის განვითარებისათვის საქართველოს, თავისი გეოლოგიური აგებულებიდან გამომდინარე, ნედლეულის მნიშვნელოვანი რაოდენობა აქვს. პროგრესული რესურსების ასათვისებლად საჭიროა ფართო მასშტაბის გეოლოგიურ-გეოფიზიკური და ბურღვითი სამუშაოების ჩატარება, რაც მოითხოვს დიდ კაპიტალდაბანდებებს.

დღესდღეობით დასავლური ტექნოლოგიებით ჩატარებული კვლევა-ძიების საფუძველზე გეოლოგიური რესურსები საქართველოში შეადგენს 2400 მლნ ტ ნავთობს (ხმელეთზე 1290 მლნ. ტ, აკვატორიაში 1150 მლნ. ტ-ს). საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციაში არსებული გეოლოგიური მონაცემები ცალსახად მიუთითებს ნავთობისა და გაზის საბადოების აღმოჩენის დიდ პერსპექტივაზე ამ მიზნის მისაღწევად საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ახალი ხელმძღვანელობა ძალ-ღონეს არ იშურებს.

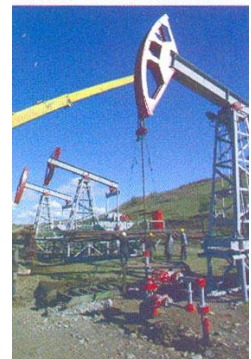
საქართველოში დღეისათვის ცნობილია ნავთობის 14 (მირზანის, ტარიბანა, პატარა შირაქი, ნორიო, საცხენისი, თელეთი, სამგორის სამხრეთი თალი, სუფსა, აღმოსავლეთ ჭალადიდი, შრომისუბანი, ნაზარლები, მწარეხევი, ბაიდა, დასავლეთ რუსთავი), გაზ-ნავთობის 1 (სამგორ-პატარძელი - ნინოწმინდა) და გაზის 1 (რუსთავის) საბადო.

აღნიშნული საბადოებიდან სულ მოპოვებულია დაახლოებით 27 მილიონი ტონა ნავთობი და 0,5 მილიარდი კუბური მეტრი გაზი. თითქმის ყველა საბადო დღეს დამუშავების ბოლო სტადიაზეა.

ყველა სალიცენზიო ბლოკზე საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის მიერ მომზადებულია ინფორმაციული ნარკვევები, რომლებშიც განხილულია ნავთობისა და გაზის რესურსებთან დაკავშირებული საკითხები.

აღნიშნული მასალის გაცნობა უთუოდ დააინტერესებს ადგილობრივ და უცხოელ ინვესტორებს. მათ მიერ ამ დარგში ჩადებული კაპიტალდაბანდებები კი განაპირობებს რესპუბლიკაში ნახშირწყალბადების სამრეწველო მარაგების გამოვლენას და მოპოვების მოცულობის მნიშვნელოვან გადიდებას.

ამჟამად, კომპანია „კანარგო-ჯორჯია“ ახორციელებს გაზზე ბურღვას კუმისის საბადოზე, სადაც უკვე გაიბურღა 800 მ-მდე უახლოეს ხანებში შესაძლებელია ამ საბადოზე მივიღოთ გაზის საგრძნობი რაოდენობა, რაც ჩვენ ქვეყანას ძალზე უსაჭიროება ამჟამად.



**უ ი ნ ა ა რ ს ი**

ღვაწლი, მიზანი და ერთგულება . . . . . 14

**გეოლოგიის სექცია**

- ი. გუჯაბიძე, მ. ლაპიაშვილი, რ. მუჯანაძე, ი. ცუცქერიძე, დ. კუპატაძე. დარეჯანის სასახლის საინჟინრო-გეოლოგიური პრობლემები . . . . . 16
- კ. აქიმოძე. კავკასიონის ქვედა-შუაიურული ფიქლებრივი ტერიგენული წყებების მეტამორფიზმისათვის ალაზანგალმა კახეთის მაგალითზე . . . . . 35

**ნავთობტექნოლოგიის ისტორიის სექცია**

- ნ. მამულაიშვილი, ზ. მეგრელიშვილი, ტ. გენძენაძე, თ. ხითარიშვილი. ბათუმის ნავთობტერმინალზე API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების დანერგვის ზოგიერთი ასპექტი . . . . . 50

**მომზადება, ტრანსპორტირება და გადამუშავება.  
ნავთობშივის სექცია**

- გ. ვარშალომიძე, დ. გაჯიევი-შენგელია. საქართველოს ნავთობის, გაზის, გადამუშავების მოკლე მიმოხილვა და აღდგენა-აღორძინების პროგრამა . . . . . 59
- დ. გაჯიევი-შენგელია. საქართველოს ავტოტრანსპორტისა და საწვავის ხარისხის გავლენა გარემოს დაბინძურებაზე . . . . . 69

**მაგისტრალური ნავთობგზისადენების სექცია**

- გ. მგელაძე. მილსადენების მთლიანობის და უსაფრთხოების დაცვა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების საშუალებით . . . . . 76

**ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების,  
მართვის ავტომატიზაციის სექცია**

- გ. ვარშალომიძე, თ. ბარაბაძე, ი. გოგუაძე, ვ. ხითარიშვილი. დოღზე დახვეული დრეკადი მილების „კოლტუბინგური“ საბურღი დანადგარი . . . . . 88



**უ ი ნ ა ა რ ს ი**

**თ. ბარაბაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. ჯიქია, ნ. მაჭავარიანი, ტ. სარჯველაძე.** კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროებიანი მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარების გამოყენება ჭაბურღილების დასაცემენტებლად . . . . . 102

**გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. წურწუშია, თ. სულხანიშვილი.** ზედა ამპრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემები . . . . . 110

**გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე.** ბურღვის პროცესში სასანგრევო პარამეტრების ჰიდრაული-კური არხით ტელემეტრიული სისტემის კვლევა . . . . . 123

**ი. გოგუაძე, ტ. სარჯველაძე.** ჭაბურღილების ბურღვის ახალი ტექნოლოგიები . . . . . 133

**თ. წერეთელი.** ნავთობსადენები სწრაფი გატუმბვით და ჩაცლით . . . . . 148

**სამეცნიერო კვლევებში ახალი მეთოდების გამოყენების სექცია**

**ქ. ქუკუასელი, ბ. ბოქოლიშვილი.** ვაზის ნასხლავის ნაწილაკების სხვადასხვა მახასიათებლის გავლენა ფილების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე . . . . . 152

**უსაფრთხოების ტექნიკის სექცია**

**მ. ქიტოშვილი, კ. რამაზაშვილი, ნ. მექვაბიშვილი, ს. მანჯგალაძე.** შრომის ჰიგიენა სამთო საწარმოებში . . . . . 164

**ინფორმაცია**

შპს „გეოსერვისი“ . . . . . 176

დიზელის სოკო (ჯუნგლების სათბობი) . . . . . 186

ნავთობისა და გაზის კომპანიების საერთაშორისო კონფერენციები და გამოფენები . . . . . 188

**ხსოვნა**

ნელი ქუჩულორია . . . . . 189

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**განზომილების ერთეულები**

---

---

C O N T E N T S

Merit, goal, devotion . . . . . 14

**SECTION OF GEOLOGY**

- I. Gujabidze, M. Lapiashvili, R. Mjavanadze, I. Tsutskiridze, D. Kupatadze.** The “Darejani Palace” Engineering-Geological Problems . . . . .16
- K. Akimidze.** Caucasian Lower-Middlejurassic Slaty Terrigenic Suite after the Example of TransAlazani Kakheti. . . . . 35

**HISTORY OF OIL TECHNOLOGY**

- N. Mamulaishvili, T. Gendzekhadze, Z. Megrelishvili, T. Khitarishvili.** Some aspects of introduction of FPI-ASTM τ ISO-9001 international standards on the Batumi terminal. . . . . 50

**SECTION OF OILCHEMISTRY PREPARATION, TRANSPORT AND REPROCESSING**

- G. Varshalomidze, D. Gajieff.** Short Review of Georgian Gas, Oil Refining and Rehabilitation Program . .59
- D. Gajieff.** Moto Transport and Fuel Quality Influence on Invironment Pollution in Georgia . . . . .69

**SECTION OF MAIN OIL PIPELINES**

- G. Mgeladze.** Distributed fiber optic sensors to protect and monitor pipelines integrity. . . . . 76

**SECTION OF DRILLING TECHNIQUES AND TECHNOLOGY;  
AUTOMATIZATION OF CONTROL**

- G. Varshalomidze, T. Barabadze, I. Gogvadze, V. Khitarishvili.** “Coil-tubing” Drilling Rig Wound on The Reel of Elastic pipes. . . . . 88
- T. Barabadze, V. Khitarishvili, N. Jikia, N. Machavariani, T. Sarjeladze.** The slurries with ceramic microspheres filled with gas. . . . . 102
- G. Varshalomidze, V. Khitarishvili, M. Tsurtsunia, T. Sulghanishvili.** Drilling sytems of “Top-Drive” Upper Drive. . . . .110

## C O N T E N T S

<b>G. Varhalomidze, I.Gogvadze.</b> Face parameters telemetric system Investigation through hydraulic channel while drilling. ....	123
<b>I. Gogvadze, T. Sarjveladze.</b> New Technologies in Well Drilling. ....	133
<b>T. Cereteli.</b> Pipelines with fast pumping out and discharge. ....	148

## SECTION OF APPLYING NEW METHODS IN SCIENTIFIC RESEARCHES

<b>B. Bokolishvili, K. Chkuaseli.</b> Vine-bran Fraction Characteristik Impact on Physical-mechanic properties of slab. ....	152
--	-----

## SECTION OF SECURITY TECHNICS

<b>M. Kitoshvili, K. Ramazashvili, N. Meqvabishvili, S. Manjgaladze.</b> Labour Hygiene in Mining Industry. ....	164
--	-----

## INFORMATION

“Geoservice”, LTD. ....	176
Disel mushroom. ....	186
International conferences and displays of oil and gas companies. ....	188

## MEMORY

Nelly Kuchuloria. ....	189
------------------------	-----

## MINERAL RESOURCES OF GEORGIA

## UNITS DIMENSIONAL

Вклад, цель и верность . . . . . 14

## СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

- И. Гуджабидзе, М. Лапишвили, Р. Мжаванадзе, И. Цуцкиридзе, Д. Купатадзе.** Инженерно-геологические проблемы «Дворца Дареджан» . . . . . 16
- А. Акимидзе** К метаморфизму нижнесреднеюрских сланцевых терригенных свит Кавказа на примере заалазанской Кахетии . . . . . 35

## СЕКЦИЯ ИСТОРИИ НЕФТЕТЕХНОЛОГИИ

- Н. Мамулашвили, З. Мегрелишвили, Т. Гендзехадзе, Т. Хитаришвили.** Некоторые аспекты внедрения международных стандартов FPI-ASTM и ISO-9001-2000 на Батумском терминале . . . 50

## СЕКЦИЯ ПОДГОТОВКИ, ТРАНСПОРТИРОВКИ, ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА И НЕФТЕХИМИИ

- Г. Варшаломидзе, Д. Гаджиев.** Краткий обзор «Программы восстановления и возобновления переработки нефти и газа Грузии» . . . . . 59
- Д. Гаджиев.** Влияние автотранспорта и качества топлив на загрязнение окружающей среды в Грузии. 69

## СЕКЦИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

- Г. Мгеладзе.** Контроль и мониторинг целостности трубопроводов с помощью оптико-волоконных технологий. . . . . 76

## СЕКЦИЯ НОВОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ, СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

- Г. Варшаломидзе, Т. Барабадзе, И. Гогоадзе, В. Хитаришвили.** «Кол-тюбинговая» буровая установка намотанных на барабан упругих труб. . . . . 88

---

---

**რეზიუმეები – РЕФЕРАТЫ – SUMMARIES**

**Т. Барабадзе, В. Хитаришвили, Н. Мачавариани, Н. Джикиа, Т. Сарджвеладзе.** Применение легких тампонажных растворов с керамическими газонаполненными микросферами для цементирования скважин . . . . . 102

**Г. Варшаломидзе, В. Хитаришвили, М. Цурцумия, Т. Сулханишвили.** Буровые системы верхнего привода «топ-драйва» . . . . . 110

**Г. Варшаломидзе, И. Гогуадзе.** Исследование телеметрических систем связи забойных буровых процессов. . . . . 123

**И. Гогуадзе, Т. Сарджвеладзе.** Новые технологии бурения скважин. . . . . 133

**Т. Церетели.** Нефтепровод с ускоренной прокачкой и спуском. . . . . 148

**ПРИМЕНЕНИЕ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ НОВЫХ МЕТОДОВ**

**К.Т. Чкуасели, Б.И. Боколишвили.** Влияние различных характеристик частиц виноградной лозы на физико-механические свойства плит . . . . . 152

**СЕКЦИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

**М. Китошвили, К. Рамазашвили, Н. Меквабишвили, С. Манджгаладзе.** Дисциплина труда в горных производствах . . . . . 164

**ИНФОРМАЦИЯ**

ООО «Геосервис» . . . . . 176

Дизельный гриб (теплицы джунглей) . . . . . 186

Международные конференции и выставки нефтяных и газовых компаний. . . . . 188

**ПАМЯТЬ**

Нелли Кучулория . . . . . 189

**МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ГРУЗИИ**

**ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ**

**ბიოგრაფია**

**ლვაწლი, მიზანი და ერთგულება**



**ირაკლი გოგუაძე**

სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის “ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგია“ დეპარტამენტის, ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის მიმართულების ხელმძღვანელს, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსს, პროფესორ ირაკლი კირილეს ძე გოგუაძეს გულითადად ვულოცავთ დაბადების 75 წელს და სამეცნიერო, პედაგოგიური და საზოგადო მოღვაწეობის 55 წლისთავს.

ადამიანის ცხოვრებაში ყოველგვარ საქმიანობას, საკაცობრიოს თუ ეროვნულს მაშინ აქვს ფასი, როცა იგი ქვეყანას და, განსაკუთრებით, ახალგაზრდა სპეციალისტების აღზრდის საქმეს ემსახურება და ამით დიდი წვლილი შეაქვს ქვეყნის აღმშენებლობაში.

ბატონი ირაკლის მიერ განვლილი ცხოვრების გრძელი და რთული გზა მაგალითია იმისა, თუ

როგორ უნდა მოახმაროს ადამიანმა ბუნებისგან მომადლებული ნიჭი და ენერჯია ქვეყნის ახალგაზრდა თაობის აღზრდას.

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დამთავრების შემდეგ მუშაობას იწყებს ყულევის №7 ჭაბურღილზე მბურღავის თანაშემწედ ჭალადიდის ნავთობ-საძიებო სამმართველოში. ორი თვის შემდეგ გადაჰყავთ ჭალადიდის №8 ჭაბურღილზე ბურღვის ინჟინრად, სადაც თავი გამოიჩინა, როგორც კარგმა სპეციალისტმა. პროფ. ლალიევის რეკომენდაციით, გადაყვანილ იქნა სპი-ს “ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და ბურღვის“ №70 კათედრაზე ლაბორანტად.

1957 წ. დანიშნულ იქნა დ/ფ მეთოდისტად, შემდგომ დ/ფ დეკანის მოადგილედ. 1981 წ. დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და არჩეულ იქნა №70 კათედრის დოცენტად. 1983-1987 წწ. მუშაობდა სპი-ს პრორექტორად დაუსწრებელი სწავლებისა და კაპიტალური მშენებლობის დარგში. ამ პერიოდში მისი უშუალო ხელმძღვანელობით სპი-ს მიმდებარე ტერიტორიაზე არსებული ბარაკებიდან გაყვანილ იქნა მობინადრეები და ისინი დაკმაყოფილებულ იქნა ბინებით, ხოლო გამოთავისუფლებულ ადგილებში აშენდა (ხილიანის ქუჩაზე) სპი-ს არქიტექტურის ფაკულტეტის საპროექტო კორპუსის ფლიგელი, გაგარინის მოედანზე სტუდენტთა საერთო საცხოვრებელი, ნუცუბიდის პლატოზე ორი საცხოვრებელი სახლი და ერთი სტუდენტთა საერთო საცხოვრებელი. პროფ. ი. გოგუაძემ 1983 წელს ზ. მგელაძის მიერ ქ. უფიდან ჩამოტანილი პროექტის საფუძველზე ააშენა სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის კორპუსი. აქტიურად მონაწილეობდა უნიკალურ სასწავლო შახტა-ლაბორატორიის მშენებლობაში.

**ბილიყვა**

1987 წ. მისი ინიციატივით 70-ე კათედრას გამოეყო და დაარსდა ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის №88 კათედრა, რომლის კათედრის გამგედ კონკურსით არჩეულ იქნა თვით ი. გოგუაძე. მან შექმნა ახალგაზრდა სპეციალისტთა კოლექტივი, რომლის წევრები შესანიშნავად უძღვებიან სამეცნიერო-პედაგოგიურ მოღვაწეობას კათედრაზე. ამ კათედრის კურსდამთავრებულები მუშაობენ რუსეთში, კუვეიტში, საუდის არაბეთში, ჩადსა და სხვა ქვეყნებში.

პროფ. გოგუაძემ კათედრაზე ჩამოაყალიბა და შექმნა ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვის მონიტორინგის კვლევითი ლაბორატორია, სადაც წარმოებს სერიოზული კვლევითი სამუშაოები. მან 2000 წლიდან დააფუძნა და შექმნა სამეცნიერო-ტექნიკური, საინფორმაციო-ანალიტიკური რეფერირებული ჟურნალი “საქართველოს ნავთობი და გაზი“, რომლის მთავარი რედაქტორია დღემდე. მან სტუდენტებისათვის კათედრაზე ყველა საგანში ქართულ ენაზე შექმნა სახელმძღვანელოები. მათ შორის (10 სახელმძღვანელო, 2 დამხმარე სახელმძღვანელო, 2 მონოგრაფია და 8 მეთოდური მითითება).

გამოქვეყნებული აქვს 170-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი ქართულ, რუსულ და ინგლისურ ენებზე—საქართველოში, რუსეთში, აზერბაიჯანში, უკრაინასა და სხვა ქვეყნებში.

აი ის ძირითადი დამსახურებები, რომლებიც ამშვენებს მის ხანგრძლივ და ნაყოფიერ მოღვაწეობას.

კიდევ ერთხელ ვულოცავთ ბატონ ირაკლის ღირსშესანიშნავ თარიღს, ვუსურვებთ ჯანმრთელობას, მხნეობას, დიდხანს სიცოცხლეს, სიხარულს და ხანგრძლივ ნაყოფიერ შემოქმედებით საქმიანობას.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის  
ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების ტეპარტამენტი  
საქართველოს საინჟინრო აკადემია*

უპკ 624.131

ი. გუჯაბიძე, მ. ლაპიაშვილი, რ. მჟავანაძე,  
 ი. ცუცქირიძე, დ. კუპატაძე

## დარეჯანის სასახლის საინჟინრო-გეოლოგიური პრობლემები

### 1. შესავალი



ი. გუჯაბიძე,

სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის თავმჯდომარე, ტ.მ.დ. პროფესორი

სასახლე აგებულია XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში. ის ქართლ-კახეთის დედოფლის, ერეკლე II-ის მეუღლის, დარეჯანის საზაფხულო რეზიდენციას წარმოადგენდა. რეზიდენციის ტერიტორია განთავსებულია 10-15 მ ამაღლებულ ფლატეზე. ტერიტორიაზე რამდენიმე ნაგებობაა განლაგებული, მათ შორის ცენტრალური ადგილი თვით სასახლეს უჭირავს. ის მცირე ზომის (40 კვმ) ნაგებობაა. ფასადის მხარეს გარს აკრავს რკალური ფორმის ხის რიკულებიანი



მ. ლაპიაშვილი,

ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის მიმართულების ასოცირებული პროფესორი

აივანი, რომელიც ეყრდნობა 10 მ სიმაღლის გალავნის ოვალური აგურის კედელს და ფლატიდან მდ. მტკვრის ხეობას გადაჰყურებს. სასახლიდან ჩრდილო-აღმოსავლეთით 20 მ-ის



რ. მჟავანაძე,

სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების, საშახტო და მიწისქვეშა მშენებლობის მიმართულების ასოც. პროფესორი

დაშორებით განთავსებულია სასახლის კარის „ფერისცვალების“ სახელობის ეკლესია, სამხრეთ-აღმოსავლეთით დაახლოებით იმავე მანძილზე სატრაპეზოა, ხოლო 40 მ სამხრეთით მდებარეობს მონაზონთა საცხოვრებელი შენობა. აღნიშნული ნაგებობები ერთმანეთთან დაკავშირებულია 1-1,5 მ სიგანის ქვაფენილით.

რეზიდენცია ძველი თბილისის კოლორიტულ ნაწილს წარმოადგენს და მიუხედავად იმისა, რომ ქართული



ი. ცუცქირიძე,

სასარგებლო წიაღისეულის საბადოთა დამუშავების, საშახტო და მიწისქვეშა მშენებლობის მიმართულების დოქტორანტი

კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა შორის სიძველით არ გამოირჩევა ი ძალზე მნიშვნელოვანია, როგორც სამეფო რეზიდენცია. ამ ტიპის ნაგებობები საქართველოში იშვიათადაა შემორჩენილი.





დ. კუბაბიძე

სასარგებლო წიაღისეულის  
საბადოთა დამუშავების, სა-  
შახტო და მიწისქვეშა მშენე-  
ბლობის მიმართულების  
ლოქტორანტი

### საინჟინრო-გეოლოგიური მდგომარეობა

მორფოლოგიურად ტერიტორია წარმოადგენს ავლაბარ-ნავთლულის ტერასის დასავლეთ დაბოლოებას. ის მიეკუთვნება მამადავითის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთას, რომელიც აგებულია ზედა ეოცენის (P) არგილითების, ტუფოქვიშაქვების და ძირითადი ქანების გათიხებული შრეების მორიგეობით. გაშიშვლებულ ფლატეზე კარგად ჩანს შრეების მიმართულება. დაქანების აზიმიუტი შეადგენს 334<sup>0</sup>, დახრის კუთხე კი 37<sup>0</sup>-ის ტოლია. ძირითად ნალექებს ზემოდან ადევს 10-13 მ სიმძლავრის სხვადასხვა გენეტიკური ტიპის (ანთროპოგენური, ალუვიური, ელუვიური) მეოთხეული ნალექები.

დარეჯანის სასახლის ფასადის კედლის ქვეშ, აგურით ნაგები გალავნის ქვედა ნაწილში – ძირითადი და მეოთხეული ნალექების კონტაქტზე შეინიშნება გრუნტის წყლების მრავალრიცხოვანი გამოსასვლელი, რომელთა დრენირება ხდება ფლატის ძირში მოწყობილი სადრენაჟო არხის საშუალებით (ნახ. 2). საკვლევი ტერიტორია მიეკუთვნება სეისმურობის რვაბალიან ზონას, საინჟინრო-გეოლოგიური პირობებით კი - მეორე კატეგორიას.

### ტექნიკური პრობლემები

მიწისქვეშა წყლების მავნე ზემოქმედების შედეგად სერიოზულადაა დეფორმირებული ტერიტორიაზე შემომავალი გზა. ავარიულ მდგომარეობაშია ეკლესია. რღვევის პროცესშია სასახლის ქვეშ განლაგებული ფლატის ამგები ფუძე-ქანები, რაც სასახლეს სრული განადგურებით ემუქრება.

მიწისქვეშა წყლების უშუალო მოქმედებით აგურის წყობით შესრულებული გალავნის კედელი მთელ სიგრძეზე დასველებულია. წყლების ხანგრძლივ მოქმედებაზე მიუთითებს გასული საუკუნის დასაწყისში გადაღებული ფოტოები. აღსანიშნავია, რომ რამდენიმე წლის წინ ტერიტორიაზე მოეწყო სადრენაჟო სისტემა. სადრენაჟო არხების სიღრმე 4 მ-ს შეადგენდა. ამ ღონისძიებამ შედეგი არ გამოიღო.

## 2. ძირითადი ნაწილი

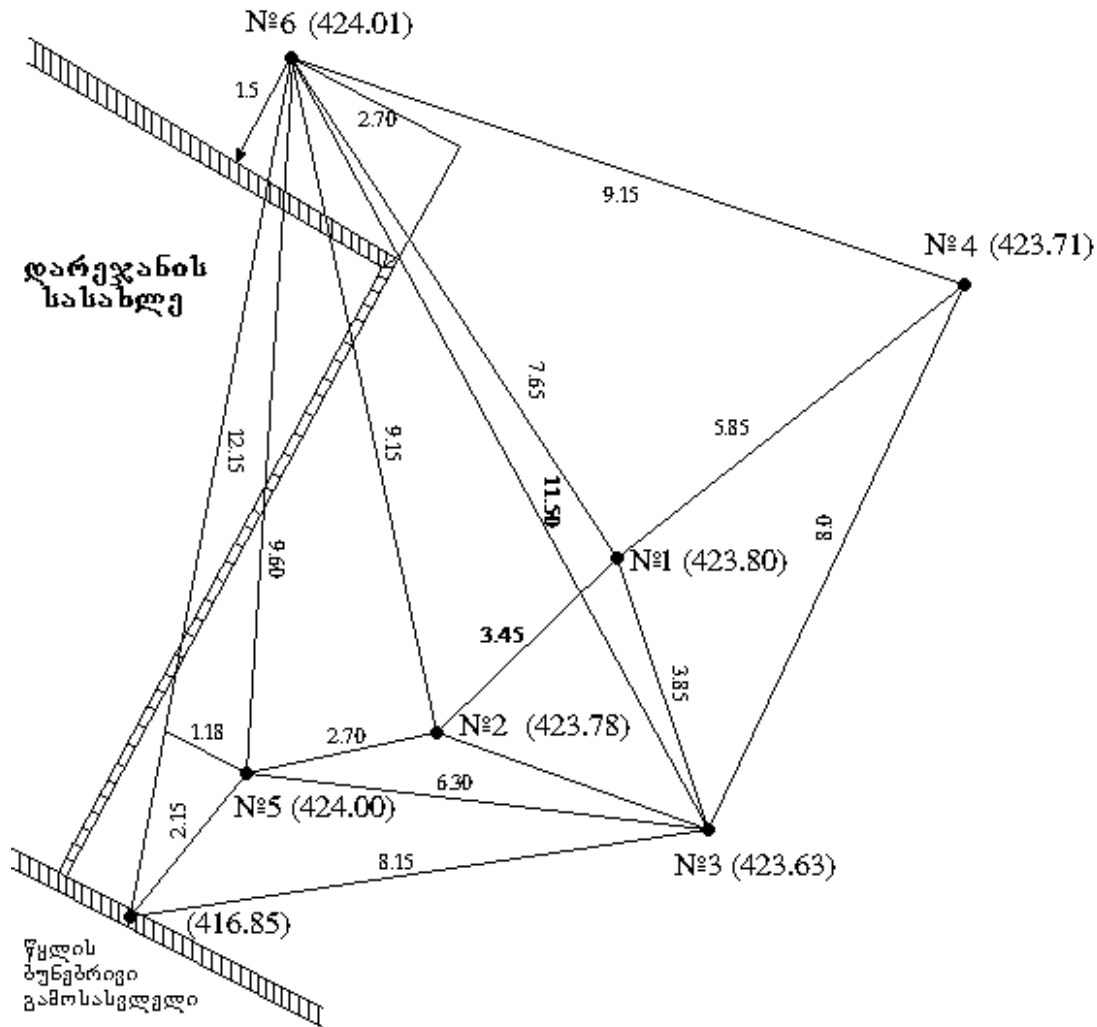
დარეჯანის სასახლის ტექნიკური პრობლემების მოსაგვარებლად აუცილებლად ჩავთვალეთ წინასწარი კვლევების ჩატარება, კერძოდ:

- საკვლევი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულების დადგენა;
- ამგები ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დადგენა;
- ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლა;
- მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შედგენილობის დადგენა.

კვლევებისათვის გაიბურლა ექვსი ჭაბურღილი – ორი 15 მეტრის, ოთხი კი - 13 მეტრის სიღრმეზე. ჭაბურღილები გაიბურლა დაზვით УРБ-2А-2, №1; №2 და №3 ჭაბურღილების

**მეცნიერება - ბიოლოგია - SCIENCE**

დიამეტრი 150 მმ-ია. №4 ჭაბურღილის დიამეტრი 2,7 მდე 150 მმ-ია, მაგრამ ალუვიურ კენჭნარში სანგრევის ჩამოქცევისა და ბურღვის გართულების გამო ჩაშვებულ იქნა 150 მმ დიამეტრის დამცავი მილი, ბურღვა გაგრძელდა 108 მმ-იანი საბურღი გვირგვინით, იგივე მიზეზით №5 და №6 ჭაბურღილებში 3,6 მ-მდე ჩაშვებულ იქნა 127 მმ-იანი დამცავი მილი. დანარჩენ სიღრმეზე ჭაბურღილები გაიბურღა 108 მმ დიამეტრით. ჭაბურღილების განლაგების სქემა ნაჩვენებია 1-ლ ნახ-ზე.



ნახ.1. საძიებო ჭაბურღილების განლაგების სქემა

გარდა ამისა, შესწავლილ იქნა სასახლის კედლის აგურის თვისებები. აღმოჩნდა, რომ ის ხასიათდება მაღალი კაპიტალური აწევით. ჩატარებული ცდის დროს აგურის მშრალ ნიმუშზე 5 წთ წყლის მიწოდების შემდეგ ტენიანობამ 29-32% შეადგინა.

ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლა ითვალისწინებდა მიწისქვეშა წყლების დონის, მოძრაობის სიჩქარისა და მიმართულების დადგენას.

საძიებო ჭაბურღილებიდან ამოღებული კერნების შესწავლის საფუძველზე დადგინდა გეოლოგიური ჭრილი და საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტები (ცხ.1).

მეცნიერება

ბეოლოგია

SCIENCE

ცხრილი 1

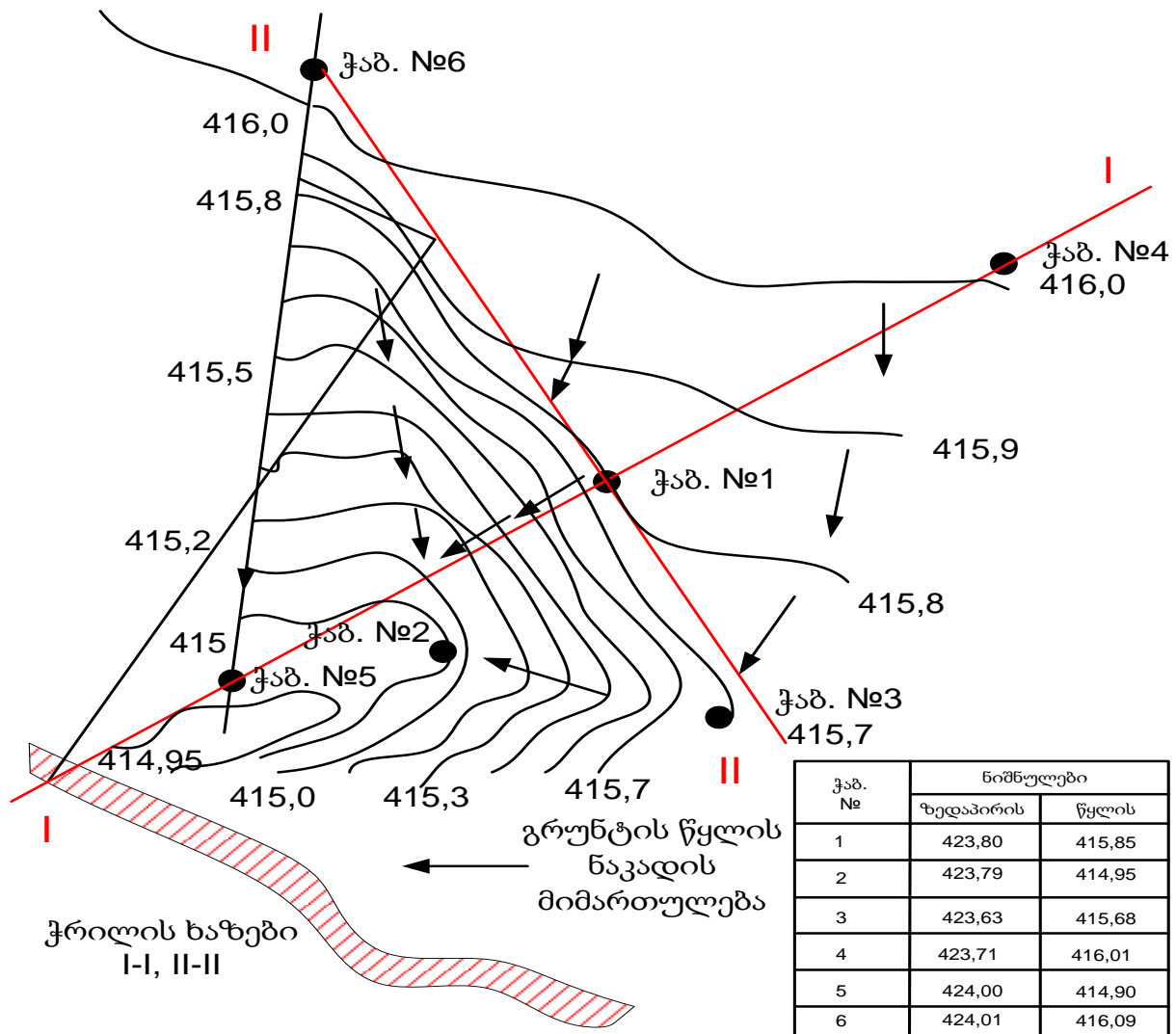
საძიებო ჯაბურდებში შრის ინტერვალი და სიმძლავრე (მ-ში)						ქანების გენტიკური ტიპი	ქანების საინჟინრო პეტროლოგიური აღწერა	ქანების საინჟინრო-გეოლოგიური კავშირი	საინჟინრო-გეოლოგიური ელემენტი
1	2	3	4	5	6				
0-03 0.3	0-05 < 0.5	0-04 0.4	-	-	-	ნადაგი	შემკვეთი ქვიშნარი, ღორღის, ხვინჯკის და მცენარის ფესვების ჩანართებით	შედგენლობის მდგომარეობის და თვისებების ქანები	V <sub>1</sub>
-	0.5-3.3 28	0.4-5.70 5.30	-	-	-	ხელოვნური ნაკარი	ნატეხოვანი მასალა: კენჭები, ღორღი, ხვინჯკა, მსხვილმარცვლიანი ქვიშა, დიდი რაოდენობის სამშენებლო ნარჩენებით (აგურის, კირის, დულაბით შეკავშირებული კედლის ნატეხები), შეკავშირებული ქვიშნარით, იშვიათად მსუბუქი თიხნარით, შეიცავს თაბაშირის კრისტალებს და წითხებს	განსაკუთრებული შედგენლობის მდგომარეობის და თვისებების ქანები	V <sub>2</sub>
-	-	-	0.15 1.5	-	0.25 2.5	ალუვიონი	კენჭნარი – საშუალო და მსხვილი ზომა 30%-მდე, მსხვილმარცვლიანი ქვიშისა და მსუბუქი ქვიშნარის შემავსებლით. შეიცავს თაბაშირის მარცვლებს	ფეხვიანი შეკავშირებული	III <sub>1</sub>
-	-	-	-	-	110-120 1.0	ალუვიონი	ქვიშნარი, ხვინჯკისა და ღორღის შემავსებლით	ფეხვიანი შეკავშირებული	III <sub>2</sub>
2.90-4.70 1.80	3.3-5.2 1.9	5.7-6.7 1.0	1.5-7.0 5.5	0-10.0 10	2.5-7.5 5.0	ალუვიონი	ნატეხოვანი მასალა – ტუფოგენური ქანის დიდი და საშუალო ზომის კენჭნარი, თხელი ფილაქნისებრი ღორღი. ხვინჯკა, მსხვილ-მარცვლოვანი ქვიშა შეკავშირებული ქვიშნარით და თაბაშირის წითხებიანი მსუბუქი თიხნარით	რბილი შეკავშირებული	IV <sub>1</sub>
4.70-10.8 6.10	5.2-5.4 0.2	7.6-8.4 0.8	7.0-10.5 3.5	10.0-11.0 1.0	7.5-11.0 3.5	ალუვიონი	არგილითი – წმინდამარცვლოვანი ფილაქნისებრი ტექსტურით, ზედა ნაწილში ძლიერ შეკვლილი გათიხებული გაკარბონატებული ხსვადასხვა შეფერილობის – მოყვითალო, ყავისფერი, ჟანგისფერი, მუქი რუხი განპირობებული მეორადი პროცესებით ქანის შეკვლის ხარისხით	რბილი შეკავშირებული	IV <sub>2</sub>
10.8-15.0 4.2	10.7-13.0 2.3	10.5-15.0 4.5	11.0-13.0 2	12.0-13.0 1.0		ალუვიონი	არგილითის, ტიფოგენური ქვიშების და გათიხებული შრეების მორიგეობა	კლდეანი, ნახევრად კლდეანი და რბილი შეკავშირებული	II



წყლის ფილტრაციის პროცესების შესასწავლად გამოვიყენეთ ჭაბურღილებში წყლის საცდელი ჩასხმის მეთოდი. რეჟიმული დაკვირვების საფუძველზე დადგინდა ფილტრაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები. №1 და №3 ჭაბურღილების მონაცემებით მისი მნიშვნელობა იცვლება დიაპაზონში 17,4 – 24,4 მ/დღ.; №2, №4 და №5 ჭაბურღილებისათვის 4,2 – 9,3 მ/დღ.

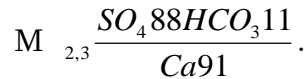
ნაკადის მიმართულების დასადგენად ჭაბურღილებში ვასხამდით კონცენტრირებული პერმანგანატის ხსნარს, ველოდებოდით მის გამოჩენას მეზობელ ჭაბურღილში და ვაკვირდებოდით შეფერილობის ცვლილებას.

წყლის დონეების დამყარებული მონაცემების საფუძველზე შედგენილ იქნა „დარეჯანის სასახლის“ მიმდებარე ტერიტორიის ჰიდროიზოჰიფსებიანი რუკა (ნახ. 2).



ნახ. 2. ჰიდროიზოჰიფსებიანი რუკა

წყლის ქიმიური ანალიზის საფუძველზე დადგინდა მისი შედგენილობის ფორმულა (კურლოვის ფორმულა):



ამრიგად, საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი 2,3 გ/ლ შეადგენს, ქიმიური შედგენილობით წყალი ძირითადად სულფატურკალციუმიანია. ანიონებიდან უმნიშვნელო რაოდენობით – 0,4 მგ.ეკვ. შეიცავს ქლორ-იონებს, რამდენადმე მომატებულია ჰიდროკარბონატ-იონის შემცველობა. მცირე რაოდენობით გვხვდება ნატრიუმი – 2,5 მგ.ეკვ. წყლის რეაქცია ნეიტრალურია (HP=7). აზოტოვან შენაერთებს (NH, NO, NO<sub>2</sub>) წყალი არ შეიცავს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ფეკალურ და სხვა სახის ორგანულ გაჭუჭყიანებას ადგილი არა აქვს. წყლის საერთო სიხისტე 29,64 მგ.ეკვ., აქედან მუდმივი სიხისტე 24,04 მგ.ეკვ-ის ტოლია, ხოლო კარბონატული – 3,6 მგ.ეკვ. საამშენებლო კონსტრუქციების მიმართ განსახილველი წყლის აგრესიულობის თვალსაზრისით უნდა აღინიშნოს შემდეგი: ჩვეულებრივი, არასულფატმდეგი ცემენტის გამოყენების შემთხვევაში ეს წყალი მეტად მაღალი აგრესიულობით ხასიათდება, რადგან სულფატ-იონის შემცველობა 1352,0 მგ/ლ-ს შეადგენს (დასაშვები ქვედა ზღვარი 250 მგ/ლ).

**ძირითადი ტექნიკური გადაწყვეტილებები**

დარეჯანის სასახლის ფუძე-ქანების დეფორმაციების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია მიწისქვეშა წყლების განმხოლოება ჰიდროსაიზოლაციო ფარდის შექმნის გზით.

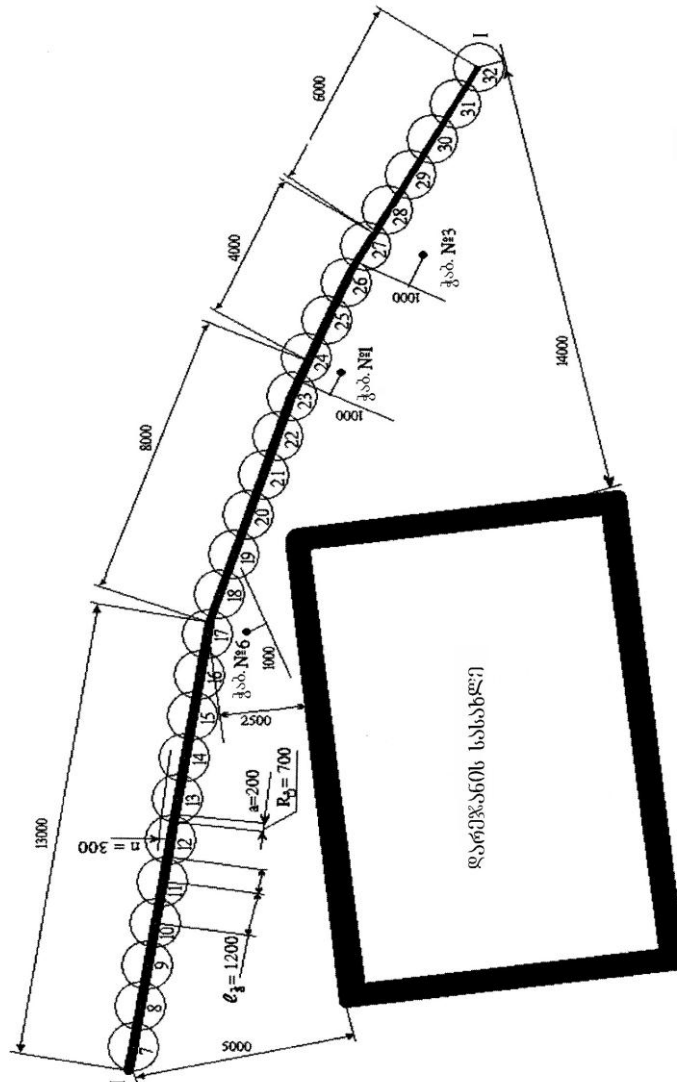
ჰიდროსაიზოლაციო ფარდის შექმნა შესაძლებელია 1-1 ჭრილის გასწვრივ გაბურღულ ჭაბურღილებში (ნახ. 3) სატამპონაჟო ხსნარის დაჭირვებით. ჭაბურღილის ცენტრებს შორის მანძილი ავიღოთ 1-1,2 მ. ჭაბურღილების რაოდენობა

$$n=1/1=31/1,2=25,8=26 \text{ ც.}$$

იმისათვის, რომ ჭაბურღილების გარშემო სატამპონაჟო ხსნარის გავრცელებით მიღებულმა გამონოლითებულმა მასივებმა ერთმანეთი გადაფარონ, ე.ი. მიღწეულ იქნეს ჰიდროსაიზოლაციო ფარდის უწყვეტობა საჭიროა, რომ სატამპონაჟო ხსნარის გავრცელების რადიუსი ტოლი იყოს, 0,7 მ (R=0,7 მ). საცემენტაციო ტუმბოს მწარმოებლობა განისაზღვრება ფორმულით [1]:

$$Q = \frac{R^2 \pi H n K}{t}$$

სადაც t=7წთ=0,12 სთ ჭაბურღილში სატამპონაჟო ხსნარის დაჭირვების ხანგრძლივობაა და გამოიანგარიშება გრუნტის წყლების გადაადგილების სიჩქარის მიხედვით (t=R/V=0,7/10=7 წთ); H=9,0 მ – სატამპონაჟო ზონის სიმძლავრე (მოცემულ შემთხვევაში ჭაბურღილის სიღრმე); n=0,22 – ქანების სრული ტენტევალობა; K=1,3 – ქანებში ფორებისა და ბზარების განაწილების კოეფიციენტი.



ნახ. 3. ჰიდროსაიზოლაციო ფარდა

საბოლოოდ  $Q=33,0$  მ/სთ წყალცემენტის თანაფარდობის მისაღებად წყალცემენტის ხსნარს უნდა შეერიოს 5% თხევადი მინა.

გამოყენებული ცემენტი უნდა იყოს სულფატმედეგი.

სასახლის ქვეშ განლაგებული ფლატის ამგები ფუძე-ქანების მდგრადობის გასაზრდელად მიზანშეწონილია მისი რკინაბეტონის ანკერებით გამაგრება. ანკერების სიღრმე 2,5-3,0 მ-ია. გამაგრებითი სამუშაოების დასრულების შემდეგ კლდის ზედაპირი უნდა დაიფაროს ენვიროსელის ტიპის წყლისაგან დამცავი უფერო და ეკოლოგიურად სუფთა ჰიდროსაიზოლაციო მასალით.

შემოთავაზებული ტექნიკური გადაწყვეტა ეფუძნება ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების შედეგებს და მთლიანად უზრუნველყოფს დარეჯანის სასახლის პრობლემების მოგვარებას.

### 3. დასკვნა

საკვლევ ტერიტორიაზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ:

1. ზედაპირიდან 11 მ სიღრმემდე ქანთა მასივი წარმოდგენილია დაბალი სიმკვრივის ფხვიერი და სუსტად შეკავშირებული ქანებით. ხასიათდება მაღალი ფორიანობითა და წყალგამტარობით.
2. 11 მ ქვემოთ მასივი ძირითადად წარმოდგენილია ნახევრად კლდოვანი და კლდოვანი, მკვრივი ტუფოგენური ქანებით (R=58-66 პა). ხასიათდება დაბალი ფორიანობითა და წყალგამტარობით. მასივში ნახევრად კლდოვანი ქანები წარმოდგენილია არგილითების 10-15 სმ-იანი შუაშრეების სახით. ისინი შეცვლილ გარემოში სწრაფად იშლებიან.
3. მიწისქვეშა წყლებისათვის ბარიერად შეიძლება მივიჩნიოთ 11 მ სიღრმეზე განლაგებული ტუფოგენური ქანები;
4. არსებული წყალი არ შეიძლება ჩაითვალოს წყალმომარაგებისა და კანალიზაციების სისტემებიდან განაჟონად და სავარაუდოდ ის ავლაბარ-ნავთლულის ტერასული წყლების ნაწილად უნდა განვიხილოთ;
5. წყლის განტვირთვა ხდება „დარეჯანის სასახლის“ ფასადის მხარეს. მაქსიმალური განტვირთვის ადგილი სასახლის სამხრეთის კედლისა და გალავნის კედლის გადაკვეთის ხაზს ემთხვევა;
6. გრუნტის წყლის დონე ზედაპირიდან 8 მ სიღრმეზეა და ძირითადად 11 მ ვრცელდება.
7. საყრდენი და გალავნის კედლების გაწყლოვანება გრუნტის წყლების დონის ზემოთ (რაც ვიზუალურად კარგად ფიქსირდება) უნდა აიხსნას კედლის წყობაში გამოყენებული აგურის მაღალი კაპილარული აწევის უნარით;
8. სასახლის გაშიშვლებული ფუძე-ქანები ადვილად იშლება შეცვლილ გარემოში (მიწისქვეშა წყლების გამოსასვლელებში მათი ინტენსიური რეცხვისა და ატმოსფერული მოვლენების ზემოქმედების პირობებში), რაც სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ნაგებობის მდგრადობას;
9. მიწისქვეშა წყლების მოშორების მიზნით ადრე მოწყობილი სადრენაჟო სისტემის არაეფექტურობა გამოწვეულია ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლის გარეშე მიღებული საპროექტო გადაწყვეტილებებით;
10. გრუნტის წყლები აგრესიულია არასულფატმდეგი ცემენტების მიმართ.

### ლიტერატურა

1. И.Д. Насонов, В.И. Ресин, М.Н. Шуплик, В.А. Федунец. Технология строительства подземных сооружений, специальные способы строительства. М., изд-тво Академии горных наук, 1998, 376с.



## TECHNICAL PROBLEMS OF THE “DAREJANI PALACE”

### 1. Introduction

The Palace was built in the second half of the XVII century. It was used as the summer residence of the Kartl-Kakheti Queen, Darejan; the wife of Erekle II. The Palace is located on a 10-15 meters high plateau. The complex contains several buildings. The Palace itself occupies the centre of the territory. It is a small building, with 40 square meters, the facade of which is surrounded by semi-circular wooden balcony. The balcony leans on the oval 10 meters high brick hedge wall, overlooking the Mtkvari River from the plateau. On the north-east side, within the distance of 20 meters from the Palace there is the Transfiguration Cathedral. On the South-East side you may find a dining facility, 40 meters Southwards from which one can see the nunnery house. All the above-mentioned buildings are connected with one-another by means of 1-1.5 meter wide passages, paved with stones.

The summer residence of the Queen Darejan represents one of the colorful parts of Tbilisi. Notwithstanding the fact that among the cultural monuments of the city it is not distinguished by antiquity, this Palace is still very important, as far as there are very few buildings left in modern Georgia, that used to function as King's residences in the past.

#### **Engineering-Geological Condition.**

Morphologically this territory represents the south-west boarder of Avlabari-Navtlukhi terrace. It belongs to the North wing of the Mamadaviti anticline, which is composed with the alternation of Upper Eocene argillites, Tuff Sandstones and clayed layers of the main rocks. The direction of the layers can be seen quite well on the bare plateau. The slope azimuth makes  $344^\circ$  here and the declination corner is equal to  $37^\circ$ . The main precipitations of the area are covered by 10-13 mm capacity quaternary precipitations of different genetic types (Anthropogenic, Alluvial, Eluvial).

Underneath the hedge wall of the “Darejani Palace”, on the joint point of main and quaternary precipitations one can notice numerous outlets of the ground waters, that are being drained by means of the drainage channel, arranged at the bottom of the plateau (scheme 2). The

territory belongs to the 8-point seismic zone and according to engineering-geological conditions it represents 2<sup>nd</sup> category.

### Technical Problems

As a result of negative influence of underground waters the road leading to the palace is seriously damaged. The Cathedral is in breakdown condition. The ledge rocks of the plateau beneath the palace are under destruction process, threatening to completely destroy the Palace. The Hedge wall, built with bricks is also wet on its whole length.

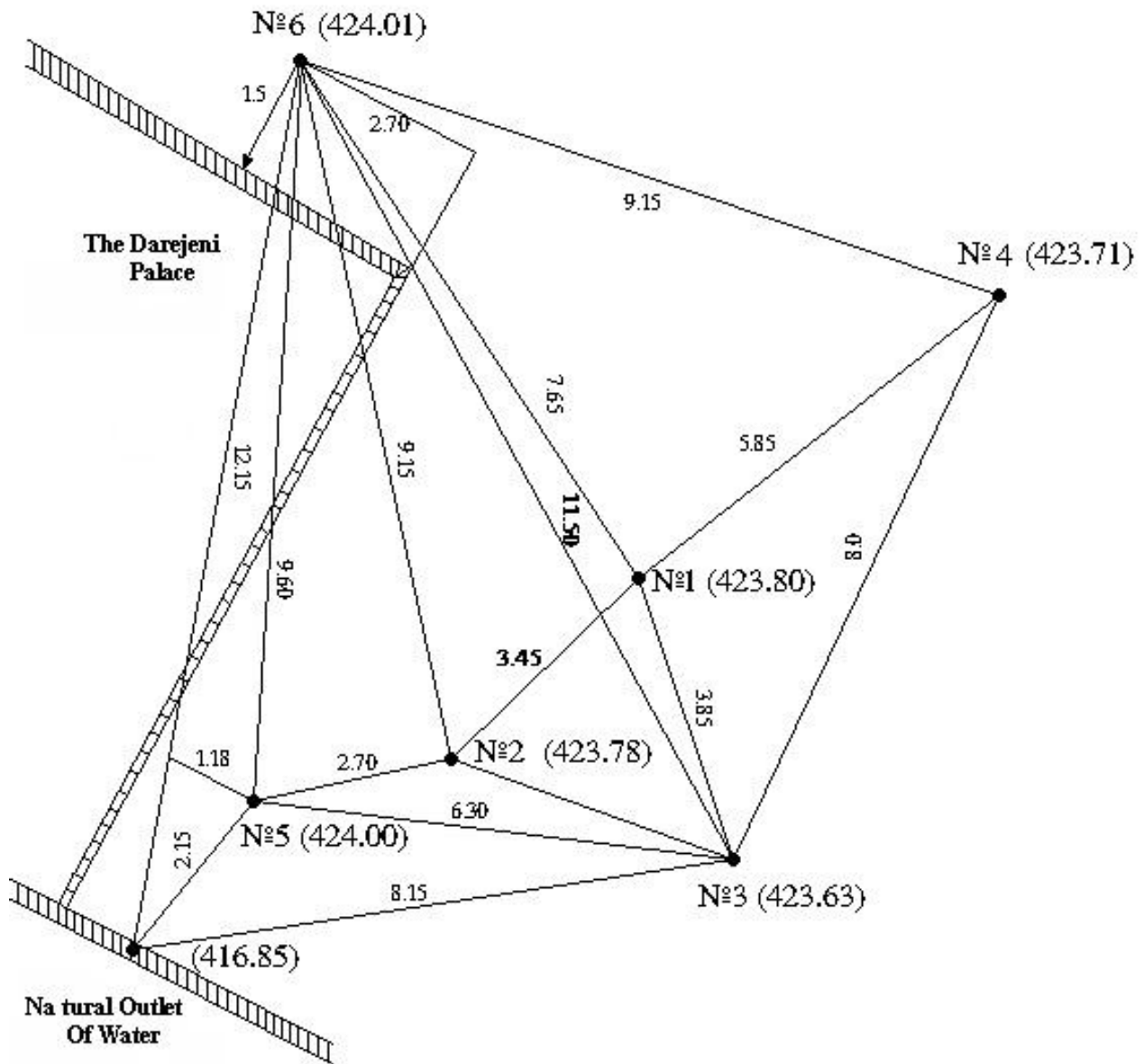
Photoes taken in the past century show us that the underground waters have been affecting the territory for a long time. It should be mentioned that several years ago special drainage system was arranged here. The depth of drainage channels make 4 meters. Though this protective measure gives us no result.

## 2. The Body

In order to solve the technical problems of the “Darejani Palace” we deemed it necessary to conduct some preliminary studies. Namely:

- To determine the geological composition of the territory.
- To determine the physical and mechanical features of the rocks
- To study the hydro-geological conditions of the area
- To study the chemical composition of underground waters

For these purposes we drilled six wells. Two of them were drilled at the depth of 15 meters and the remaining 4 at the depth of 13 meters. These wells were drilled by means of the DAZGA machines УРБ-2А-2. №1;2 and 3. Diameter of the wells is 150 mm. The diameter of well №4 up to the depth of 2,7 meters is 150 mm. but because of the face collapse during the drilling process in alluvial pebble we placed there a protective pipe with the diameter of 150 mm and continued drilling with the 189 mm drill-head. The same reason forced us to place 127 mm diameter protective pipes at the depth of 3,6 meters in wells №5 and №6 and the drilling process was continued with the diameter of 108 mm. The disposition of the wells is illustrated on scheme 1.



Sscheme 1. Disposition of the study wells

Having studied the kerns taken from the wells we determined their geological profile and engineering-geological elements (Table 1).

მეცნიერება

ბეოლოგია

SCIENCE

Table 1

Layer Interval and Capacity in the Study Wells						Genetic Types of the Rocks	Engineering Petrographic Description of the Rocks	Engineering Geological Groups of the Rocks	Engineering-Geological Elements
1	2	3	4	5	6				
0-03 0.3	0-05 <0.5	0-04 0.4	-	-	-	Soil	consolidated clay sand embedded with gravel and roots of plants	rocks with extraordinary composition, condition and characteristics	V <sub>1</sub>
-	0.5-3.3 28	0.4-5.70 5.30	-	-	-	Artificial disposal	Lumpy Material: pebbles, crushed rock, gravel, large-grained sand, with big quantities of construction disposal (pieces of bricks, and lime mortar walls) connected by clay sand, rarely by light loam, contains gypsum crystals		V <sub>2</sub>
-	-	-	0.15 1.5	-	0.25 2.5	Alluvion	Grain pebble – medium and big size up to 30% with large-grained sand and light clay sand filler. Contains gypsum grains	soft connected	III <sub>1</sub>
-	-	-	-	-	110-120 1.0		fine-silver zone		Clay sand with gravel and crushed rock filler
2.90-4.70 1.80	3.3-5.2 1.9	5.7-6.7 1.0	1.5-7.0 5.5	0-10.0 10	2.5-7.5 5.0	Eluvion	Lumpy material – big and medium size grain pebbles of tuffogenic rocks, thin fieldstone-type crushed rock, gravel, large-grained sand, connected by clay sand and gypsiferous light loam	loose unconnected	IV <sub>1</sub>
4.70-10.8 6.10	5.2-5.4 0.2	6.7-10.8 4.1	7.0-10.5 3.5	10.0-11.0 1.0	7.5-11.0 3.5				
10.8-15.0 4.2	10.7-13.0 2.3	10.5-15.0 4.5	11.0-13.0 2	12.0-13.0 1.0		Sediments	Alternation of argillites, tuffogenic sands and loamed layers	rocky, semi-rocky and soft unconnected	II

Out of these kerns we prepared cylinder-shaped samples of the rocks and studied the physical-mechanical features of the rocks constituting this territory (table 2).

Table. 2

Short Petrographic Description of the Rocks	Engineering-Geological Groups of the Rocks	Engineering-Geological Elements of the Rocks	The Granulometer Composition			Plasticity		Elasticity			Natural Humidity W <sub>n</sub>	Porosity n	Porosity coefficient X	Consistency Index I <sub>p</sub>	Total Moisture Capacity W <sub>m</sub>	Degree of Humidity G	The Speed of Softening Process (in 24 hours)	Notes	
			> 2	2.0-0.5	0.05-0.005	< 0.005	Humidity on the fluidity edge W <sub>L</sub>	Plasticity on the fluidity edge W <sub>p</sub>	Plasticity number I <sub>p</sub>	of mineral part p <sub>s</sub>									natural p
Lumpy material with construction refuse and artificial disposal	V <sub>2</sub>	extraordinary composition, condition and characteristics	60	17	14	9	0.17	0.11	0.06	0.67	1.91	1.69	0.13	0.37	0.5799	0.33	0.22	0.59	The tuffogenic rock resistance on one-axis compression R <sub>c</sub> MPa under the conditions of natural humidity is equal to 38-56 MPa. Accordingly, the rock softening coefficient is equal to 0.80 – 0.94. Therefore the rock belongs to the hard and medium-hard category rocks, but as long as the main rocks are represented by 10-15 sm mid-layers, on the whole we receive one engineering-geological element of rocks (II).
Big and medium-size grain pebble	III <sub>1</sub>	loose unconnected	82	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Clay sand	III <sub>2</sub>	loose unconnected	26	21	40	13	0.24	0.15	0.09	2.71	1.90	1.60	0.19	0.41	0.6932	0.44	0.26	0.73	
Lumpy material connected by clay sand and light loam	IV <sub>1</sub>	soft connected	55	16	17	12	0.21	0.13	0.08	2.67	1.95	1.67	0.17	0.37	0.5988	0.50	0.22	0.77	
Clayed argillite	IV <sub>2</sub>	soft connected	27	17	21	35	0.34	0.14	0.20	2.75	1.98	1.62	0.22	0.41	0.8975	0.40	0.25	0.88	
Clay with crushed rock	II	soft connected	33	14	16	37	0.37	0.15	0.22	2.74	2.07	1.71	0.21	0.38	0.6023	0.27	0.22	0.93	
Crushed rock with clay		soft connected	53	17	12	28	0.32	0.12	0.20	2.72	2.06	1.69	0.20	0.37	0.5814	0.40	0.21	0.95	
Argillite		semi-rocky								2.75	2.52	2.36	0.068	0.14	Looses integrity in a few days Is transformed into shallow crushed rock				
Tuffogenic sandstone		rocky								2.67	2.48	2.32	0.071	0.13					

Besides, we studied the peculiarities of the bricks in the hedge wall of the Palace . As it turned out the bricks are characterized by high capillary rise. During the test we poured water on a dry brick sample for 5 minutes and the humidity rate went up to 29-30 %.

The study of hydro-geological conditions envisaged determining the level of underground water as well as its movement speed and direction.

In order to study the water filtration processes we used the method of pouring the water into the wells. Based on the regime observations we defined the magnitude of filtration coefficient. According to the data received from wells №1 and № 3 the coefficient changes in the range of 17,4 – 24,4 m/24 hours; and in case of wells №2, №4 and №5 - 4,2 – 9,3 m/24 hours.

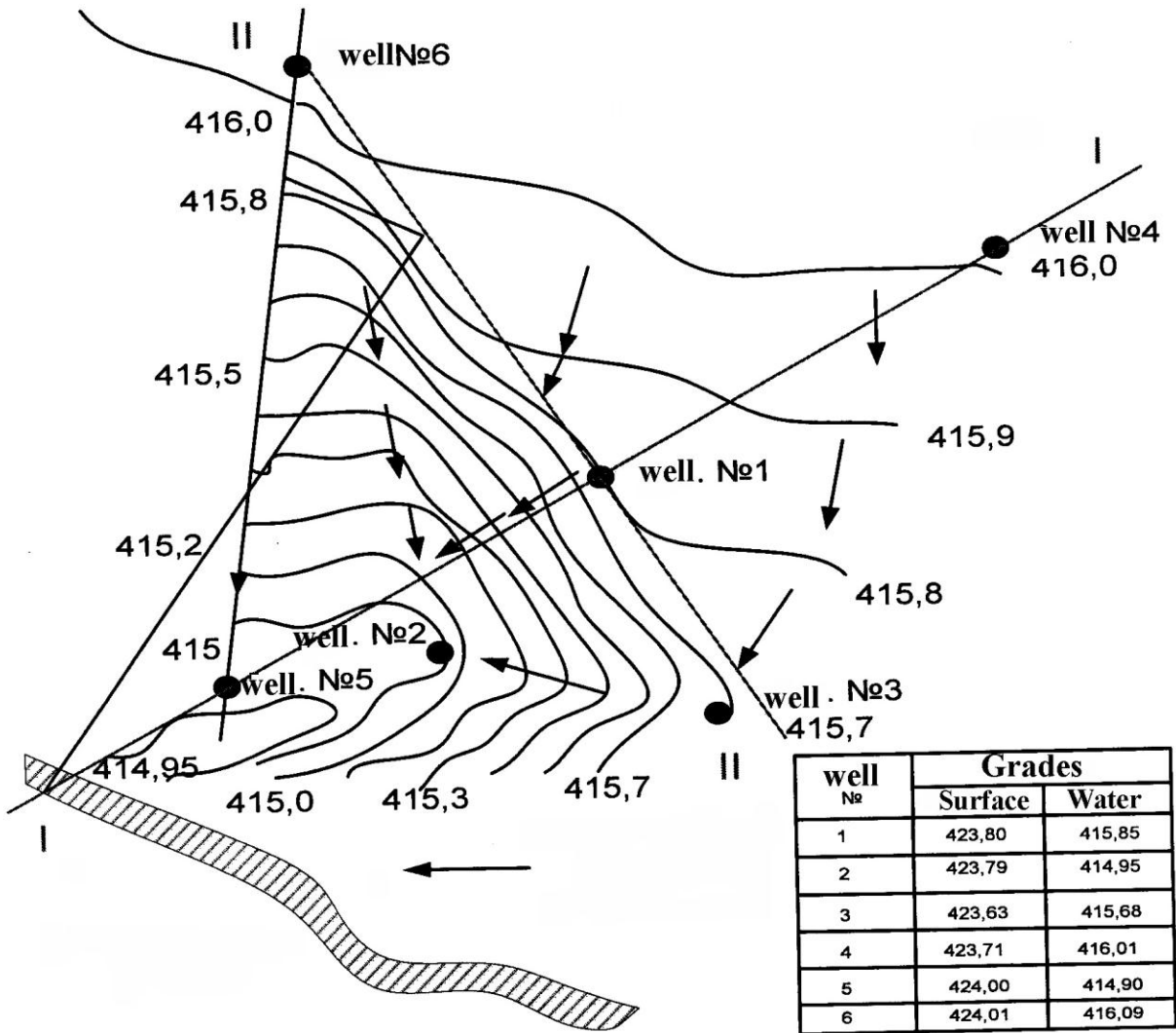
In order to determine the direction of the water flow we poured concentrated permanganate solution into a well, waited for the solution to appear in the next well and observed the color changes of the solution.

Having received reliable data about the water levels we created the hydro-isohyps map of the “Darejani Palace” (scheme 2).

Based on the chemical analysis of the water the formula of its composition has been resolved (The Kurlov Formula):

$$M_{2,3} \frac{SO_4 88 HCO_3 11}{Ca 91}$$

Thus, the overall mineralization index makes 2,3 g/l. According to its chemical composition this is basically sulphate-calcium water. Out of the anions it contains small quantity of chlorine ions (equivalent to 0,4mg). Hydro-carbon ions are represented in somewhat increased quantities. Sodium is found in small quantities (equivalent to 2,5 mg). Reaction of the water is neutral (PH=7). It does not contain azote composites (NH, NO, NO ) that indicates that there is no fecal or any other organic contaminating substance of the water. Overall harshness of the water is equivalent to 29,64mg, out of this the permanent harshness is equal to 24 04mg and the carbon harshness - equivalent to 3,6 mg. As for the water aggressiveness towards building constructions we should mention the following: in cases when regular non-sulphate-resistant cement is used, the water is characterized by high aggression, as far as the composition of sulphate ions makes 1352,0 mg/l while the admissible lower limit is 250 mg/l.



Scheme 2. Hydro-isohyps Map.

### Main Technical Solutions

In order to avoid the deformations of the “Darejani Palace” ledge rocks it is necessary to isolate them from the underground water feed area by means of creating a hydro-isolation screen.

Creation of hydro-isolation screen is possible in the wells drilled along section 1-1 (scheme 3) by means of injecting tamponage solution. The distance between the well centers will be  $l=1,2$  m. Number of the wells is equal to:  $n=l/l=31/1,2=25,8=26$

To make sure that monolithic massifs - received as a result of tamponage solution dissemination around the wells - will cover each-other to create uninterrupted hydro-isolation screen, it is required that the radius of tamponage solution dissemination is equal to 0,7 meters ( $R=0,7m$ ).

The following formula [1] will be used to determine the required productivity of the cementation pump:

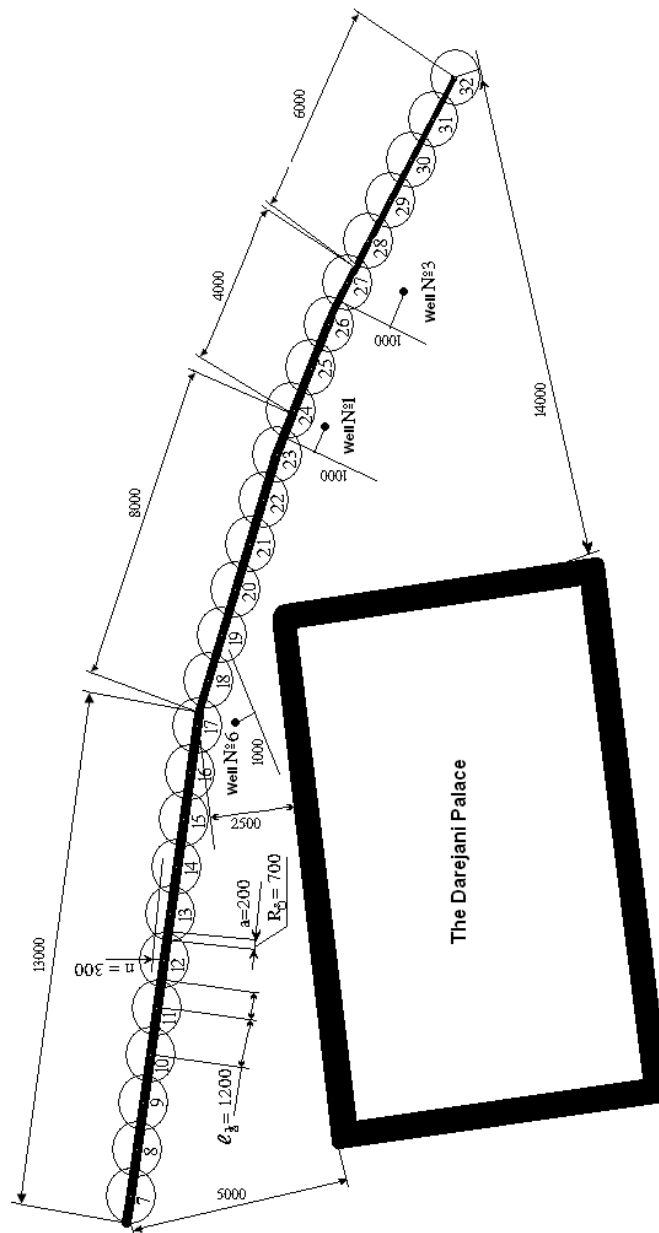
$$Q = \frac{R^2 \pi H n K}{t};$$

Where:  $t=7\text{min}=0,12$  hours – is the duration of injecting the tamponage solution into the well and is calculated according to the movement speed of underground waters ( $t=R/V=0,7/10=7\text{min}$ );

$H=9,0\text{m}$  – is the capacity of tamponage zone (depth of the well in this particular case);

$n=0,22$  – is the overall moisture capacity of the rocks;

$K=1,3$  – is the coefficient of pore and crack distribution in the rocks.



Scheme 3. Hydro Isolation Screen



As a result we receive:  $Q=33,0$  m/hr. The water-cement correlation may be 1/2. 5 % of liquid glass should be added to water-cement solution. Sulphate-resistant cement should be used.

In order to increase the solidity of the ledge rocks, composing the plateau beneath the Palace it is recommended to fortify them with reinforced concrete anchors. Depth of the anchors - 2,5-3,0 meters. Upon the completion of fortification works the surface of the rock should be covered with EnviroCell-type waterproof, colorless and ecologically clean hydro-isolation material.

The suggested technical solution is based on the results of our engineering-geological studies and it will completely solve the “Darejani Palace” problems.

### 3. Conclusions

Based on the studies carried out on the territory of the Palace the following conclusions have been drawn:

1. Up to 11 meters of depth from the surface the rock massif is composed by low elasticity, loose and weakly connected rocks that are characterized by high porosity and high water permeability.
2. Deeper than 11 meters from the surface the rock massif is composed by semi-rocky and rocky, elastic tuffogenic rocks ( $R=58-66$  MPa) that are characterized by low porosity and low water permeability. Semi-rocky rocks are represented in the massif by the 10-15sm mid-layers of argillites that fall apart quickly if placed in a different environment.
3. Tuffogenic rocks, situated at the depth of 11 meters from the surface can be considered as a barrier for underground waters.
4. The existing water can not be deemed as leakage from sewerage or water-supply systems. Presumably this is a part of the Avlabari-Navtlukhi terrace waters.
5. The water is discharged at the facade side of the “Darejani Palace”. The maximum discharge point coincides with the cross-point of the South wall of the Palace and the hedge wall.
6. The underground water is leveled at 8 meters of depth from the surface and it spreads mainly up to 11 meters of depth.
7. The bearing wall and the hedge wall wets up above the underground water level (that can be easily noticed) can be explained by high capillary rise of the bricks that were used to construct the walls.
8. Bare ledge rocks of the Palace are falling apart easily in changed environment (under the conditions where they are intensively washed at the points of underground water outlets; in addition they are affected by atmosphere changes). This creates serious threat to the stability of the construction.
9. The previous drainage system designed to remove underground waters was inefficient, as far as it was projected without the preliminary studies of hydro-geological conditions.

10. Underground waters are aggressive towards non-sulphate-resistant cements.

### Reference

1. I. D. Nassonoff, V. I. Ressin, M. N. Shuplic, V. A. Fedunets-Technology of Underground constructions, Special Means of Constuction. M. Publishing houze, Academy of Mining Scicnes. p. 376, 1998.

### დარეჯანის სასახლის საინჟინრო-გეოლოგიური პრობლემები. ი. გუჯაბიძე, მ. ლაპიაშვილი, რ. მჯავანაძე, ი. ცუცქირიძე, დ. კუპატაძე.

მოცემულია მიწისქვეშა წყლების ინტენსიური ზემოქმედებისაგან ნაგებობის დაცვის მეთოდი ჰიდროსაიზოლაციო ფარდის გამოყენებით. მოცემულია კონკრეტული ობიექტის დეტალური საინჟინრო-გეოლოგიური და ჰიდროგეოლოგიური გამოკვლევის შედეგები. დადგენილია ჰიდროსაიზოლაციო ფარდის პარამეტრები.

საკვანძო სიტყვები: მიწისქვეშა წყლები, ფილტრაცია, ჰიდროსაიზოლაცია, ქანები, ჭაბურღილი, ცემენტაცია.

### THE “DAREJANI PALACE” ENGINEERING-GEOLOGICAL PROBLEMS. I.

Gujabidze, M. Lapiashvili, R. Mjavanadze, I Tsutskiridze, D. Kupatadze.

The work introduces a method of safeguarding constructions from the influence of underground waters, using hydro-isolation screens. The results of detailed engineering-geological and hydro-geological studies of a specific construction are presented. Parameters of hydro-isolation screen are determined.

**Key words:** underground waters, filtration, hydro-isolation, rocks, well, cementation.

### ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ «ДВОРЦА ДАРЕДЖАН». Гуджабидзе

И., Лапиашвили М., Мжаванадзе Р., Цуцкиридзе И., Купатадзе Д.

Приведен метод защиты сооружения от вод с использованием гидроизоляционного занавеса. Даются итоги детального инженерно-геологического и гидрогеологического исследования конкретного объекта. Установлены параметры гидроизоляционного занавеса.

**Ключевые слова:** подземные воды; фильтрация; гидроизоляция; породы; скважина; цементация.

## კავკასიონის ქვედა-შუაიურული ფიქლებრივი ტერი- ტორიული წყებების მეტამორფიზმისათვის ალაზანგალმა კახეთის მაგალითზე

წარდგენილია საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის დ. შენგელიას მიერ

### 1. შესავალი



კ. აქიმიძე,

გეოლოგიურ-მინერალოგიურ  
მეცნ. დოქტორი, ივ. ჯავახი-  
შვილის სახ. თბილისის  
სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ასოცირებული პროფესორი

ცნობილია, რომ რეგიონალური მეტამორფიზმი დიდ როლს ასრულებს მეტამორფოგენული ბუნების სასარგებლო ნამარხების ფორმირებასა და განაწილებაში. მეტამორფოგენული გამადნებები, როგორც მათი შემცველი კომპლექსები, ყალიბდება ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ერთი და იგივე ან მსგავსი წნევისა და ტემპერატურის რეჟიმის პირობებში. ამის გამო, გამადნებათა ინტენსივობა და ხასიათი დამოკიდებულია შემცველი ქანების პირველად ბუნებასა და მათი გარდაქმნის ხარისხზე. მსოფლიოს მრავალ რეგიონში ფიქლებრივ ტერიგენულ წყებებთანაა დაკავშირებული მეტამორფოგენული ე.წ. „შავფიქლებრივი“ ტიპის ოქროს მნიშვნელოვანი საბადო. ცნობილი მკვლევარის ვ.ბურიაკის (Буряк, 1986) აზრით, ოქროს სამრეწველო მნიშვნელობის მეტამორფოგენული საბადოების შერჩევითი კავშირი საერთო კანონზომიერებას

წარმოადგენს ნახშირბადშემცველი ტერიგენული კომპლექსების დაბალტემპერატურული რეგიონალური და ჰიდროთერმული მეტამორფიზმის პროდუქტებთან, რომლებიც, ამავე დროს, ფუძე ეფუზიური ფაციესის სხეულებსაც შეიცავენ. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მეტამორფიზმის შესაბამისინ დონეების დადგენას კავკასიონის ქვედა-შუაიურულ ფიქლებრივ ტერიგენულ წყებებში დიდი მნიშვნელობა აქვს მათი რეკონოსტირებითი შეფასებისათვის ოქროს დადგენაზე. ამავე დროს, არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ტერიგენულ წყებებში დაბალტემპერატურული მეტამორფიზმის დონეების განსაზღვრა ნავთობისა და გაზის საბადოების პროგნოზირებისათვის. ცნობილია, რომ ნავთობის წარმოშობა დანალექი წყებების პოსტდიაგენეტური გარდაქმნის პროცესებს უკავშირდება. იგი იწყება დიაგენეზის მიწურულში და კატაგენეზის სტადიის გვიანდელ ეტაპზე მაქსიმუმს აღწევს. რაც შეეხება გაზს, მისი წარმოშობა მცირე რაოდენობით ახლავს ნავთობის ფორმირებას, ინტენსიური ხდება მეტაგენეზის დაწყებასთან ერთად და მაქსიმუმს მეტაგენეზის სტადიის ადრეული ეტაპის ბოლოს აღწევს (Б.Туссо, Д.Вельте, 1981) ამ თვალსაზრისით, ინტერესს იმსახურებს კავკასიონის ქვედა-შუა იურული ფიქლებრივი ტერიგენული ნალექების დაბალტემპერატურული მეტამორფიზმის პროდუქტები, რომლებსაც კახეთის რეგიონის მაგალითზე განვიხილავთ.

სანამ უშუალოდ კახეთის მასალების განხილვაზე გადავიდოდეთ უნდა აღვნიშნოთ, რომ თვით დაბალტემპერატურული რეგიონალური მეტამორფიზმის კვლევის პეტროლოგიური ასპექტები მნიშვნელოვანწილად დაუზუსტებელი და წინააღმდეგობრივია. დღესაც პრობლემატურია და ბევრ კითხვაზე, მათ შორის- სად მთავრდება ნალექების დიაგენეზი და სად იწყება მეტამორფიზმი-ცალსახა პასუხი არ არსებობს.

საკამათო არაა, რომ პარამეტამორფულ კომპლექსებში დიაგენეზსა და „ნამდვილ“ მეტამორფიზმს შორის გამოიყოფა შუალედური სტადია. ამ სტადიაზე, ქანების ფორმირების პროცესი მიმდინარეობს განსხვავებული, ხშირად წყვეტილი, გეოდინამიკური – წნევა- ტემპერატურული და ფლუიდური რეჟიმების პირობებში, როდესაც ქანების ჩამოყალიბებისას არ არის მიღწეული სრული ფიზიკურ-ქიმიური წონასწორობა. ასეთ პირობებში ფორმირებულ ქანებს შენარჩუნებული აქვს როგორც დიაგენეტური, ისე მეტამორფოგენული ნიშნები, რაც ართულებს შემცველი კომპონენტების დიაგნოსტიკას და პროცესების კლასიფიკაციას. ერთი დ აიგივე პროცესი და ამ პროცესში ჩამოყალიბებული ქანების კომპლექსი, სხვადასხვა ავტორის მიერ სხვადასხვა ტერმინითა და მნიშვნელობით განისაზღვრება.

მკვლევართა უმრავლესობის მიხედვით, რეგიონალური მეტამორფიზმის დასაწყისად მიიჩნევა მომენტი, როდესაც ქანის მომცემ ყველა ფაზას შორის მყარდება სრული ფიზიკურ-ქიმიური წონასწორობა (Добрецов и др.1972). ტემპერატურული ინტერვალი ქანის სრული დიაგენეზიდან მის სრულ ფიზიკურ-ქიმიურ წონასწორობამდე განისაზღვრება 100–350<sup>0</sup>С .

ამ ტემპერატურულ ინტერვალს ს.კორიკოვსკი (Кориковский, 1979) 150–300<sup>0</sup> С-ით შემოფარგლავს, მას ანქიმეტამორფიზმს უწოდებს და ანქიზონად და ეპიზონად ჰყოფს (Кориковский, Путищ,1999). ანქიზონა მოიცავს ტემპერატურულ ინტერვალს – 150–250<sup>0</sup>С, ეპიზონა – 250–300<sup>0</sup>С. ამ ავტორის მიხედვით, დაბალტემპერატურული რეგიონალური მეტამორფიზმი მწვანე ფიქლების ქლორიტ-სერიციტული სუბფაციისით იწყება, რომლის ფორმირების ტემპერატურული ინტერვალია 300-350<sup>0</sup>С. ანალოგიური შეხედულებისაა თ. წუწუნავაც (Цуцунава, 2004).

ბ. ლოგვინენკო (Логвиненко,1984) დიაგენეზსა და მეტამორფიზმს შორის გამოყოფს კატაგენეზისა და მეტაგენეზის სტადიებს, საერთო ტემპერატურული ინტერვალით 100-350<sup>0</sup>С, რომლებიც, თავის მხრივ, ორ ადრეულ და გვიანდელ ეტაპებად იყოფა. კატაგენეზის ადრეული ეტაპის ტემპერატურული ინტერვალია 100-120<sup>0</sup>С, გვიანდელის–120-200<sup>0</sup>С. მეტაგენეზის ადრეული ეტაპი ყალიბდებოდა 200–300<sup>0</sup>С, გვიანდელი – 300–350<sup>0</sup>С. მეტამორფულ გარდაქმნებს 200–350<sup>0</sup>С ფარგლებში ზოგი მკვლევარი (У.Файф, Ф.Тернер, Дж.Ферхуген, 1962; Винклер,1969; Миясиро,1976), რეგიონალური მეტამორფიზმის საწყის–ცეოლითურ და პრენიტ-პუმპელიტურ ფაციესებში აერთიანებს.

გარდა აღნიშნული პრობლემატური პეტროლოგიური საკითხებისა, ალაზნგალმა კახეთის ქვედა-შუა იურული ტერიგენულ-ვულკანოგენური ნალექების დაბალტემპერატურული, რეგიონალური მეტამორფიზმის პროდუქტების შესწავლას ართულებს აგრეთვე ის, რომ მათ განცდილი აქვთ დინამომეტამორფული, ავტომეტამორფული, კონტაქტურული და ჰიდროთერ-

მული, მეტამორფიზმი და ძლიერ დისლოცირებულია ოროგენული და პოსტოროგენული პროცესებით (დანაოჭებული, დაქერცლილი და დაბლოკილი).

## 2. ძირითადი ნაწილი

საკვლევ რეგიონში ყველაზე ახალგაზრდა და შესაბამისად, სუსტად გარდაქმნილი ტორსულ-აალენური ნალექებია. ტორსული ნალექები რაიონში ორი წყებით—პანკისისა (Топчишвили, 1996) და ღურუჯის (Чихрадзе, 1976), აალენური—ალმატის წყებით (Топчишвили 1969) ან ალმატის ჰორიზონტით (Вашакидзе, 1985) არის წარმოდგენილი. ღურუჯის წყება უწყვეტად გაიდევნება ჩელთი-შოროხევის შუამდინარეთში. მისი ქვედა ნაწილი ფლიშიოდური – თიხაფიქლებისა და ალევროლითების 1-5 სმ სიმძლავრის ზოლების მორიგებით. ფლიშიოდური დასტა ჭრილში ზემოთ გადადის ქვიშაქვიანში, რომელშიც შრეების სიმძლავრე 5 მ და მეტს შეადგენს.

პანკისის წყება, რეგიონში ალაზანი-ჩელთისა და შოროხევი-მაზიმჩაის გამოსავლებით არის წარმოდგენილი. წყების ქვედა ნაწილი, ღურუჯის წყების ქვედა ნაწილის მსგავსად, ფლიშიოდურია ალევროპელიტური ზოლების მონაცვლეობით, რომელიც ჭრილში ზემოთ ერთგვაროვან პელიტურ-ალევროპელიტურ დასტაში გადადის ქვიშაქვების იშვიათი 10-40სმ სიმძლავრის განშრევებით. ღურუჯის წყების ფსამიტური და პანკისის ალევროპელიტური დასტები მიმართებაზე – მდ. ჩელთისა და მდ. შოროხევის მერიდიანებზე სრული თანდათანობით ანაცვლებენ ერთმანეთს.

ალმატის წყება ალევროპელიტურია, ზედა ნაწილში ფსამიტური შრეების მატებითა და ბაზალტური ბალიშა ლავების განფენებით. წყება უწყვეტად გაიდევნება პანკისიდან აზერბაიჯანის საზღვრამდე და აღმოსავლეთითაც.

პოსტდიაგენეტური შეცვლის პროცესი მეტ-ნაკლებად არის ასახული ამ წყებების ამგებ პელიტომორფულ ნაწილში. ეს უკანასკნელი პიგმენტირებულია წვრილდისპერსიული ნახშიროვანი ნივთიერებით და სუსტად რეაგირებს პოლარიზაციულ სინათლეზე. თიხამინერალების შეცვლის ხარჯზე ჩნდება ერთეული ჰიდროქარს-ქლორიტული დაკბილული ქერცლები, სუსტად ორიენტირებული ფიქლებრიობისადმი. პელიტომორფულ მასაში ფიქსირდება აგრეთვე კვარცისა და პლაგიოკლაზის მარცვლები და კლასტური ბიოტიტის მცირე ზომის საკმაოდ სადი ქერცლები. პელიტომორფული მასა ილიტ-მონტმორილონიტურია. რენტგენოსტრუქტურული კვლევების მიხედვით ჰიდროქარსი აქ 1 Md და 1M ტიპისაა.

პოსტდიაგენეტური გარდაქმნა უფრო სუსტია ქვიშაქვებსა და ალევროლიტებში. ეს ქანები გამკვრივებულია, ხშირად ზოლებრივი ტექსტურებით. კლასტური მინერალები - კვარცი, საშუალო და მჟავე პლაგიოკლაზი, სადი ბიოტიტი და სუსტად გაქლორიტებული ამფიბოლი. ცემენტი—პელიტური, მონტმორილონიტითა და ჰიდროქარს-ქლორიტის ფირფიტებით.

ვულკანური წარმონაქმნები ჭრილის სულ ზედა ნაწილშია გამოვლენილი. ისინი წარმოდგენილია ბაზალტური ბალიშა ლავების მცირე სიმძლავრის ჰორიზონტებით შაქრიანის მთის მიდამოებსა და მდ. მაწიმის ხეობაში. ეს ქანები შედარებითი სისაღით გამოირჩევა. მათი

ბალიშების ცენტრალური ნაწილი – ოფიტურ-დიაბაზური სტრუქტურისაა და სადი ლაბრადორის რიგის პლაგიოკლაზითა და პიროქსენით (დიალაგი) არის აგებული. ბალიშის ქერქისკენ ქანის ოფიტური სტრუქტურა პორფირულით იცვლება, რომლის ძირითადი მასა ინტერსერტალურია. ბალიშების ქერქი ვიტროფირული ან კრიპტოკრისტალურია. პორფირული გამონაყოფები ალბიტიზირებული ლაბრადორითა და პიროქსენით, ხოლო მიკროლითები – ალბიტ - ტიქლორიტით არის წარმოდგენილი. ვულკანური მინა სუსტად დევიტრიფიცირებულია და ალბიტ-ქლორიტ-კვარც-კალციტის აგრეგატში გადადის.

განხილულ ტოარს-აალენურ ტერიგენულ ნალექებში შეუცვლელი თიხური და სადი კლასტური (ბიოტიტი, კვარცი, პლაგიოკლაზი) მინერალების არსებობა, აუტიგენურ-ქლორიტ-ჰიდროქარსულ მინერალებთან ერთად, როდესაც ჰიდროქარსი 1 Md, 1 M ტიპისაა, აგრეთვე ბალიშა ლავებში სადი პიროქსენი, რომელსაც შეცვლა არ განუცდია—ამ კომპლექსის მეტად სუსტ პოსტდიაგენეტურ შეცვლაზე მიუთითებს. ამ შეცვლას მ.ლოგვინენკოს (Логвиненко, 1984) სქემის მიხედვით, კატაგენეზის გვიანდელი სტადიის შესატყვისად მივიჩნევთ.

ტოარსულ-აალენური ნალექები სტრატეგრაფიულად ქვემო, პლინსბახური ასაკის მონოტონური თიხა-ფიქლების (ალევიროლიტის იშვიათი 0,5-3 სმ ზოლებით) შრენარით იცვლება. ფიქლების ეს ჰორიზონტი, რომლის საერთო სიმძლავრე 1 კმ აჭარბებს, ფართო გავრცელებით სარგებლობს, არა მარტო კახეთის რეგიონში, არამედ მთლიანად კავკასიონის სამხრეთი ფერდის გასწვრივ. იგი ფუნისტურად არის დათარიღებული და წიკლაურის წყების სახელით არის ცნობილი (Топчишвили, 1996).

წიკლაურის წყების პოსტდიაგენეტური შეცვლა საგრძნობია არა მარტო ტოარსულ-აალენურ ნალექებთან შედარებით, არამედ თვით წყების შიგნითაც—სახურავიდან საგებისაკენ გარდაქმნის მატებით. შეცვლა აისახება, როგორც ფიქლოვან სრულყოფაში, ისე თვით შრენარის ამგები თიხური და კლასტური მინერალების შეცვლაში. ფიქლებრიობის სრულყოფა კარგად ჩანს სტანდარტული ბლოკების ფილების გამოსავლიანობაში, რომელიც წყების ზედა ნაწილში 20 სმ სიმძლავრის ბლოკში—4-5 ფირფიტას, საგებში 8-10 ფირფიტას შეადგენს. ქლორიტიზირებული – ჰიდროქარსიანი თიხური მინერალები კი სახურავიდან საგებისკენ თითქმის მთლიანად ქლორიტ-ჰიდროქარსული ასოციაციით იცვლება. წყების ზედა დონეზე ჰიდროქარსი 1 M, 2M ტიპებითაა წარმოდგენილი, საგებთან მხოლოდ 2M ტიპი ფიქსირდება. კლასტური მინერალები კვარცის, პლაგიოკლაზის მარცვლებითა და ბიოტიტის ქერცვლებით არის წარმოდგენილი. კვარცი შრენარის ზედა ნაწილში სადია, კარგად მომრგვალებული კონტურებით, საგებისკენ შეიმჩნევა მისი კოროზია, კიდების დაკბილვა და დანაწევრება. სუსტად შემღვრეული პლაგიოკლაზი –სიღრმეში თანდათანობით მთლიანად სოსურიტული მასით ინაცვლება. ბიოტიტის ფირფიტებზე სიღრმის მატებასთან ერთად იმატებს ქლორიტის ლაქები და ქერცვლები, თუმცა მისი პირველადი სახე და კონტურები ყოველთვის არის შენარჩუნებული.

წიკლაურის წყების ზედა ნაწილში მთელი სამხრეთი ფერდის გასწვრივ ფართოდ არის წარმოდგენილი ბაზალტური ეფუზიური ვულკანური კომპლექსი, რომელიც ალაზნგაღმა კახეთის ტერიტორიაზე გამოვლენილია მდინარეების—ქვაჩადალის, სტორის, კაბალის, შრომისხევის, ლაგოდენის ხევის და მაწიმის ხეობებში. ვულკანიტები ლავაბრექჩიებით, ბალიშა ლავური

განფენებით, მასიური სილური და დაიკური სხეულებითა და ტუფოლაგებითაა წარმოდგენილი. ეს ტექსტურული და გენეტიკური ნაირსახეობები იძლევა როგორც იზოლირებულ გამოსავლებს, ისე გვხვდება ერთმანეთში გარდამავალი წარმონაქმნების სახითაც. მათი რაოდენობრივი თანაფარდობა სხვადასხვა გამოსავალში განსხვავებულია. ქვაჩადალაზე მაგალითად, ლავაბრეჭიები დომინირება და კომპლექსის 35% შეადგენს. ბალიშა ლაგები -25%, მასიური ტექსტურის სახესხვაობები -20%, და კვარც-ეპიდოტ-კარბონატული ძარღვაკებით გაჯერებული სახესხვაობები - 10%, ბაზალტური კომპლექსი სუბტუტე რიგს მიეკუთვნება (Akimidze, 2005).

ბაზალტები განიცდიან მნიშვნელოვან პოსტმაგმურ ცვლილებებს, რომელთა რეგიონალური შეცვლის ხასიათი ალაზნაგალმა კახეთის ყველა გამოსავლისთვის მსგავსია. ეს არის კარგად გამოხატული ბუდინირება – ბრეჭირება—ორიენტირებული დანალექი კომპლექსების ფიქლებრიობას თანხვედნილი სიბრტყეებით და პირველადი მინერალების შეცვლის საერთო ხასიათი.

პირველადი მინერალები (პიროქსენი, ფუძე პლაგიოკლაზი) რელიქტების სახით მხოლოდ პორფირულ გამონაყოფებში არის დარჩენილი. ისინი აღინიშნება მასიური და ბალიშა ტექსტურის ქანებში და ლავაბრეჭიების ზოგიერთ ნატეხში. რელიქტური პლაგიოკლაზი ლაბრადორ-ბიტოენიტის რიგისაა, ის ჩაენაცვლება როგორც ალბიტისა და სერიციტის ქერცლებითა და ეპიდოტის მარცვლებით, ისე მათი წვრილაგრეგატული-სოსურიტული მასით. პირველადი პორფირული პიროქსენის კონტურებს შიგნით აღინიშნება ამ მინერალის კოორდირებული რელიქტები, უმეტესწილად კი იგი მთლიანად არის ჩანაცვლებული –აქტინოლიტით, ქლორიტითა და ზოგჯერ პრენიტით. ბალიშა წარმონაქმნების ქერქი, ლავაბრეჭიებისა და ტუფობრეჭიების ცემენტი დევიტრიფიცირებულ მინას წარმოადგენს, რომელიც ქლორიტის, აქტინოლიტის, კალციტის, ეპიდოტ-ციოზიტის წვრილაგრეგატულ მასაშია გადასული.

როგორც წიკლაურის წყების დანალექი და მისი სინქრონული ბაზალტური ვულკანური ქანების პოსტდიაგენეზური შეცვლის მოყვანილი დახასიათებიდან ჩანს, მათი რეგიონალური შეცვლა მიესადაგება ნ. ლოგვინენკოს სქემის მეტაგენეზისის ადრეულ სტადიას, რის შედეგაც ჩამოყალიბდა კომპლექსი თიხაფიქლების ასპიდური სახესხვაობებითა და შეცვლილი ვულკანიტებით.

ალაზნაგალმა კახეთის რეგიონში ყველაზე ძველი და, შესაბამისად, ყველაზე ღრმად გარდაქმნილი კომპლექსი - ჰეტანუ-სინემური სტორის წყებითაა წარმოდგენილი, რომელიც იზოლირებული გამოსავლების სახით კარტირებულია მდინარეების—სტორის, დიდხევის, ლოპოტის, მაწიმის აუზებში და სპეროზისა და კაცდავის ( აზერბაიჯანი) ქედებზე.

წყების ქვედა ნაწილში დომინირებს უხეშნატეხოვანი ნალექები წარმოდგენილი შეცვლილი არკოზული ქვიშაქვებისა და გრაველიტების დასტებით—შიდაფორმაციული კონგლომერატის შრეებითა და ფილიტიზირებული ალევროპელიტური პაკეტებით.

უხეშკლასტური ნალექები აღმავალ ჭრილში თანდათანობით შეცვლილ ალევროპელიტურ და პელიტურ ქანებში გადადის, რომლებშიც, ზოგან გამარმარილოებული კირქვები და მარმარილოს ლინზები აღინიშნება.

ტერიგენული ნალექების სხვადასხვა დონეებზე აღინიშნება ანტიდრომული რიოლიტ-დაციტ-ანდეზ-ბაზალტური ფორმაციის ვულკანიტები. ქვედა ლიასური ვულკანოგენურ-ტერიგენული კომპლექსი გაჯერებულია დიაბაზური სუბვულკანური (დაიკები, სილები) სხეულებით, რომელთა ნაწილი ბუდინირებული და დაფიქლებულია. გენეტური და ლითოლოგიური ნაირგვარობის მიუხედავად სტორის წყების ამგები კომპლექსების რეგიონალური მეტამორფიზმის ხასიათი საკმაოდ ერთგვაროვანია.

მასიური აგებულების ქვიშაქვებისა და გრაველიტების ყველა გამოსავალში შეინიშნება ლეიკოკრატული მასალის მობილიზაცია ზოლებისა და ლინზების სახით. ისინი კვარციტის ტიპის ქანად იწყებენ ჩამოყალიბებას, თუმცა დანალექი ქანების მთავარ ელემენტებს (შრეებრიობის ზედაპირები, მასალის ახარისხება და სხვა) ბოლომდე არ კარგავს.

ზოლებრიობა უმთავრესად კვარციტით არის განპირობებული, რომელიც ორი გენეტური ტიპით - ძველი, კლასტური და ახალი გენერაციით არის წარმოდგენილი. კლასტური კვარციტით დასხვრეული - დაკბილული და კოორდირებულია. აქვს კარგად გამოხატული ტალღისებრი ჩაქრობა. ახალი გენერაციის კვარციტია საღია, წვრილკრისტალური - მობილიზებულია ზოლებისა და ლინზების სახით. პლაგიოკლასის საღი რელიქტები თითქმის აღარაა შერჩენილი, თუმცა ფიქსირდება მისი პირველადი კონტურები, ამოვსებული სერიციტით. კლასტური ბიოტიტიც მთლიანად ქლორიტ-სერიციტშია გადასული.

გრაველიტებისა და ქვიშაქვების პელიტური ცემენტი, როგორც მათი შრეების გამყოფი პელიტური ფენები, თითქმის მთლიანად გადასულა  $14 \text{ \AA}$  II B ტიპის ქლორიტსა და  $2M_1$  სერიციტში კალციტთან ერთად. ქლორიტ-სერიციტული აგრეგატი მორგებულია კვარციტის ლინზებსა და ზოლებზე და ქანს ფილიტის ელვარებასა და მომწვანო შეფერილობას აძლევს.

რეგიონალური მეტამორფული გარდაქმნის ნიშნები უკეთესად არის გამოვლენილი წყების ალევროპელიტურ ნაწილში. თიხაფიქლების ხარჯზე ფორმირდება  $14 \text{ \AA}$  II B ტიპის ქლორიტ- $2M_1$ -სერიციტიანი და კვარც-ალბიტ-სერიციტიანი ფიქლები. უკანასკნელი ალევრიტის ზოლებისა და შრეების ხარჯზე ჩნდება. ალევრიტულ ნაწილში შეინიშნება აგრეთვე კვარც-ალბიტური ასოციაციის მობილიზება ლეიკოკრატული ზოლებისა და ლინზების სახით. არაიშვიათად გვხვდება ნახშირნივთიერების ლინზისებრი წარმონაქმნები, ორიენტირებული კვარც-ალბიტური ზოლების პარალელურად.

რეგიონალური გარდაქმნები ფიქსირდება კარბონატულ ქანებშიც, რომელთა გამოსავლები ყველაზე უკეთ მდინარე ლოპოტის ხეობაშია კარტირებული. აქ გამოვლენილია მარმარილოს ფენები და ლინზები, რომელთა სიმძლავრე ერთეული მეტრიდან 40 მდე მერყეობს. მიმართებაზე ისინი 100-700 მ იღვენება. მარმარილოები წვრილთანაბარცვლოვანი ქანებია, ერთგვაროვანი მთელ სიმძლავრეზე. ისინი ქლორიტ-სერიციტალბიტთან ფიქლებში სხედან და ხშირად თვითონაც შეიცავენ 3-5 სმ სიმძლავრის ანალოგიურ ზოლებს.

რეგიონალური მეტამორფული გარდაქმნები, ბუნებრივია, ზედ დაელო აგრეთვე დანალექი კომპლექსების სინქრონულ ანტიდრომულ რიოლიტ-დაციტ-ანდეზიტ-ბაზალტურ ვულკანიტებს. ეს ფორმაცია ყველაზე სრულად ალაზნგალმა კახეთის შემომფარგლავი კაცდაგის ქედზეა წარმოდგენილი ერთიანი ტექტონო-ვულკანური ნაგებობების სახით (Бенидзе и др. 1979,



Бенидзе и др., 1987). ისინი წარმოდგენილია ეფუზიური და სუბუელკანური ფაციესის ქანებით. ფორმაციის მჟავე და საშუალო სიმჟავიანობის წევრებს ახლავ პიროკლასტური წარმონაქმნები. მეტამორფულ გარდაქმნაზე რამდენადმე განსხვავებულად რეაგირებენ განსხვავებული შედგენილობის ქანები, თუმცა საერთო ნიშნებიც აქვთ—ვულკანური მინის სრული დევიტრიფიკაცია და მუქი მინერალის (პიროქსენის) ფენოკრისტალების ტოტალური ამფიბოლიზაცია-ქლორიტიზაცია. კერატოფირების (რიოდაციტები, დაციტები) და მათი პიროკლასტების გარდაქმნის შედეგად მიიღება: ქლორიტი + მუსკოვიტი (სერიციტი) + კვარცი + კალციტი + ეპიდოტი + სფენი. ანდეზიტების, ანდეზიბაზალტების და ბაზალტების შეცვლის პროდუქტებში წინამდებარე აუტიგენურ მინერალურ ასოციაციას ემატება ალბიტი და აქტინოლითი და აკლდება მუსკოვიტი, ხოლო ეპიდოტის ნაცვლად (ან მასთან ერთად) წარმოდგენილია ცოიზიტი და კლინოცოიზიტი.

როგორც მოყვანილი მასალიდან ჩანს, ალაზნგალმა კახეთის ქვედა-შუა იურული ნალექების ჭრილში ყველაზე უფრო ინტენსიური რეგიონალური მეტამორფული გარდაქმნა განცდილი აქვს სტორის წყების ამგებ კომპლექტებს. გარდაქმნის ამ ეტაპზე დანალექ ქანებში შეინიშნება ზოლოებრივი ტექსტურების გაჩენა. გრაველიტები და ქვიშაქვები გაკვარცებულ და ფილიტიზირებულ სახესხვაობებში, ხოლო კარბონატები—წვრილმარცვლოვან მარმარილოებში გადადის. ამ ეტაპზე პელიტოლითებში ჰიდროქარსი- 2M1, გადადის 2M1 -სერიციტში ( ან მუსკოვიტში), ხოლო რელიქტური ბიოტიტი ბოლომდე ჩანაცვლებულია 2M1 სერიციტით და 14 Å Пв ტიპის ქლორიტით. ამავე დროს მჟავე და საშუალო სიმჟავიანობის ვულკანიტებში ყალიბდება ქლორიტ - სერიციტ - (მუსკოვიტ) - კვარციანი, ხოლო ფუძე ვულკანიტებში - აქტინოლიტ-ქლორიტ-ალბიტ-ეპიდოტიანი მინერალური ასოციაცია.

ეს მეტამორფული გარდაქმნა შეესაბამება ნ.კორიკოვსკის (Кориковский, Путиш 1999) ანტიმეტამორფიზმის ეპიზონას, რაც ნ. ლოგვინენკოს (Логвиненко 1984) პოსტდიაგენეტური გარდაქმნის მეტაგენეზისის გვიანდელი სტადიის შესატყვისია.

### 3. დასკვნა

ამგვარად, კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ტერიგენული ქვედა-შუა იურულ ნალექებს, ალაზნგალმა კახეთის მაგალითზე, განცდილი აქვს პოსტდიაგენეტური გარდაქმნის სამი ეტაპი: კატაგენეზის გვიანდელი, მეტაგენეზის ადრეული და მეტაგენეზის გვიანდელი ეტაპები.

თუ დავუბრუნდებით კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედა -შუა იურული ნალექების პერსპექტიულობის საკითხს მეტამორფოგენულ - ოქროს გამაღწევაზე, მოყვანილი ანალიზის საფუძველზე, ალაზნგალმა კახეთის ტერიტორიაზე პერსპექტიულად მივიჩნევთ როგორც მეტაგენეზის გვიანდელ ეტაპზე ფორმირებულ სტორის წყებას, ისე მის ანალოგებს კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ფიქლების სერიაში. მით უმეტეს, რომ ბოლო დროს, ჩვენ მიერ, სტორის წყებაში (უშუალოდ სტორის ხეობაში) შტუფურ სინჯებში დაფიქსირებულია ოქროს შემცველობა 0,25-10გ/ტ ფარგლებში (Акимидзе, Акимидзе 2008).

ალაზნგალმა კახეთის ქვედა-შუა იურულ ნალექებში ნახშირწყალბადის ნაერთების ფორმირებისათვის ხელშემწყობი დონეების განსაზღვრა პრაქტიკული მნიშვნელობისაა. მოყვა-

მეცნიერება

-

ბეოლოგია

-

SCIENCE

ნილი მონაცემების მიხედვით, რეგიონში ნავთობის წარმოქმნისათვის ხელსაყრელი პირობები უნდა შექმნილიყო ტოარსული ასაკის პანკისის წყებისა და აალენური ასაკის ალმატის წყების პოსტდიაგენეტური გარდაქმნის კატაგენზის სტადიის გვიანდელ ეტაპზე. გაზის წარმოშობისათვის ხელშემწყობი გარემო კი – პლინსბახური ასაკის წიკლაურის წყების მეტაგენზის სტადიის ადრეულ ეტაპზე შეიქმნებოდა. რაც შეეხება წარმოშობილი ნახშირწყალბადის ნაერთების მიგრაციასა და საბადოების ფორმირების საკითხს რეგიონში, იგი ბუნებრივია მომავალში სპეციალური კვლევის საგანია.

### ლიტერატურა

1. Акимидзе А.З., Акимидзе К.Г. –Геолого-геохимическая характеристика сланцевых отложениях нижней юры Зааланской Кахетии (на примере ущ.р.Стори ). Труды ИГ.Нов.сер. вып.124.2008.
2. Бенидзе Г.М., Буадзе В.И., Твалчрелидзе Т.А. – Генетические типы руд и условия их локализации в восточном сегменте Южного склона Большого Кавказа. В кн. „Вопросы геологии и технологии полезных ископаемых Кавказа“, изд.-во „Сабчота Сакартвело“, Тб. 1979.
3. Бенидзе Г.М., Джanelидзе Т.В., Кириани И.Б.-Этапы вулканизма и колчаданного рудообразования в Восточном сегменте сланцевой зоны Южного склона Большого Кавказа. В кн. „Мезозойский и кайнозойский вулканизм и связанные с ним полезные ископаемые“, Тб., 1987
4. Вашакидзе И.Г.- Стратиграфия ниже и среднеюрских отложений Большого Кавказа.Сов.Геол. 6/1985.
5. Винклер Г. – Генезис метаморфических пород. М.,„Мир,,1969.
6. Добрецов В.А., Соболев В.С., Хлестов В.В. – Фации регионального метаморфизма умеренных давлении. М.Наука, 1972.
7. Логвиненко Н.В.- Постдиагенетические изменения осадочных пород.Л.,1968.
8. Логвиненко Н.В.- Петрография осадочных пород . М.,Выш.шк.1984.
9. Миясиро А. – Метаморфизм и метаморфические пояса. М. „Мир ,,1976.
10. Файф У., Тернер Ф., и Ферхуген Дж.- Метаморфические реакции и метаморфические фации. М., „Мир“, 1962.
11. Топчишвили М.В. – К стратиграфии верхней части песчано-сланцевой свиты Зааланской Кахетии. Изд. Геол.общ.- а Грузии – 1969 т.VI; вып.1,2.
12. Топчишвили М.В. – Стратиграфия нижеюрских и ааленских отложениях Грузии. Тб.,1999.
13. Цуцунава Т.Н. – От диагенеза к метаморфизму.тр. ГИН А.Н. Грузии.2004.,Нов.сер. вып.119.
14. Чихрадзе Г.А.- Литология ниже и среднеюрских отложениях Южного склона Большого Кавказа. Тб.,„Мецნიერება,,1979.

## CAUCASIAN LOWER-MIDDLE JURASSIC SLATY TERRIGENIC SUITE AFTER THE EXAMPLE OF TRANSALAZANI KAKHETI

Presented by D. Shengelia, corresponding-member of the Georgian Natinal Academy of Sciences

### 1. Introduction

It is known that regional metamorphism plays an important role in formation and distribution of ominoral resources metamorphogenic nature.

Both metamorphogenic mineralizations and their consistent complexes have been formed for a long time in the same or alike pressure-temperature mode conditions. That is why the miniralization intensity and character depend on the primary characted of the consistent layers and conversion degree. The metamorphogenic-so called ``blackslaty`` type gold ore is connected with slaty terrigenic suite in lots of regions all over the world. According to the famous researcher V.Buriack the gold metamorphic ore of industrial importance possible selective link with lowtemperature regional and hydrothermic metamorphism products of carbon consistent terrigenic complet is a common regularity. At the same time they consist of root effusive facies bodies. Hence for determination of adequate level of metamorphism in caucasian lower-middle jurassic slaty terrigenic suites has great importance for their recognostic evaluation to determin gold. At rhe same time determination of metamorphism levels in terrigenic lowtemperature suites has no less importance for oil and gas field prognosis. It is known that oil formation is connected with sediment suite postdiagenetic conversion processes. It starts towards the end of diagenesis and reaches its maximum at the catagenesis late stage. As to the gas its origin in a little amount is accompanied by oil formation, it becomes intensive with metagenesis start point and reaches its maximum at the end of earlier metagenesis stage (B.Tusso, D.Velte, 1981). From this point of view the Caucasus lower-middle jurassic slaty terrigenic deposits lower temperature metamorphism products deserve interest. We discuss them after the model of Kakheti region. Before we move to the discussion it must be noted that low temperature regional metamorphism research petrological aspects are rather inaccurate and controversial. Even today it is problematic and there is no answer to a lot of questions, among them there is no answer to the question-where the deposit diagenesis ends and where the metamorpism starts.

It goes without saying that between diageneses and ``real`` metamorphism in parametamorphic complexes the intermediate stage is distinguished. At this stage the layer formation process goes on in different. sometims broken, geodynamic-pressure-temperature and fluid regime conditions. Complete physical-chemical balance is not achieved when the rock formation takes place. The rocks formed in these conditions keep both diagenetic and metamorphogenic features; it complicates the consisting component diagnostics and process

classification. The same process and the rock complex formed in this process are determined with different terms and meanings by various authors.

According to researchers the starting point of regional metamorphism is considered the moment when among all rock forming phases absolute physical-chemical balance is formed (Dobretsov and others, 1972). The temperature interval is determined 100-350<sup>0</sup>C from rock absolute diagenesis up to its physical-chemical balance.

S. Korikovski (1979) determines this temperature interval within 150<sup>0</sup>-300<sup>0</sup>C. He calls it antimetamorphism and divides into anchizone and epizone (Korikovski, Putishts, 1999). Anchizone covers temperature interval-150<sup>0</sup>-250<sup>0</sup>C, metazone-250<sup>0</sup>-300<sup>0</sup>C, according to this author the lowtemperature regional metamorphism starts with green slate chlorite serritsit subfacies. Its formation temperature interval is 300<sup>0</sup>-350<sup>0</sup>C. T. Tsutsunava (2004) has analogical view as well.

N. Logvinenko (1984) distinguishes the catagenesis and metagenesis stages between diagenese and metamorphism by common temperature interval of 100-350<sup>0</sup>C. They for their part are divided into two early and late stages. the temperature interval of the earlier stage of catagenesis is 100-120<sup>0</sup>C and of late stage is 120-200<sup>0</sup>C. Metagenesis earlier stage had been forming 200-300<sup>0</sup>C, late-300-350<sup>0</sup>C. Some researchers (U. Fife, F. Turner, J.Ferkhughen, 1962; Vikler, 1969, Mijasiro, 1976) combine metamorphic transformations within 200-350<sup>0</sup>C with regional metamorphism starting-ceolyth and prenit-pumpelit facies.

Besides mentioned problematic petrologic problems the Transalazani Kakhetian lowtemperature regional metamorphism product investigation of lower middle jurassic is complicated because they have suffered dinamometamorphic, autometamorphic, contactthermal and hydrothermal metamorphism and it is dislocated by orogenic and postorogenic processes (folded, scaled and blocked).

## 2. The Body

In the region to be investigated there are newest and accordingly weakly converted Toarse Aalenian deposits. The toarse deposits are presented by two suites-Pankisi (Topchishvili, 1996) and Duruji (Chikhradze, 1976) but Aalenian-by Almata suite (Topchishvili, 1969) or Almatian horizon (Vashakidze, 1985). The Duruji suite runs along Chelti-Shorokhevi. Its lower part is flyschy with clay-slate and aleurolith of 1-5 sm stripes alternation. Flyschy pack turns into sandstone in the section upper part. Here the slice strength makes 5 m and more.

The Pankisi suite is presented by Alazani-Chelti and Shorokhevi-Mazimchai passages. The suite lower part like Duruji suite lower part is flyschy aleuro pelite stripe alternation that becomes uniform pelite-aleuropelit group sandstone of rare strength of 10-40 sm exfoliation. Duruji suite psamit and Pankisi aleuropelite groups alternate gradually along the rivers of shorokhevi and Chelti meridians.

Almatian suite is aleuropelite with psamite slice development in the upper part and basalt cushion like walls. The suite extends unbreak from Pankisi to Aserbaijan boarder and east too.

Postdiagenic changing process is given in the pelitomorphic part that builds these suites. The last is pigmented with small dispersion carbon substance and its reaction week to the polarisation light is week. On the expense of claymineral change there appears a hydromica-chloride serrate scale weakly oriented on slateness. Also Quarts and plagioclase seeds in pelitomorphic mass and sound clastic biotite scales of small size are being fixed.

Pelitomorphic mass is illit-montmorillonitic. According to X-ray structural researches hydroclase in this case is of 1 md and 1 m type.

Postdiagenic conversion is weaker in sandstones and aleurolites. These rocks often get springy with stripe textures. Clastic minerals-quarts, average and sour plagioclase, sound biotite and montmorillonite illite and hydromica-chlorite plates.

Volcanic formations are revealed in the upper top part of the section (cut). They are presented by basalt cushionlike long wall horizons of small strength in Shakriani mount area and in the Matsimi gorge. These rocks are comparatively sound. Their cushiony central part is of offitediabasic structure and it is built with good Labrador plagioclase and piroxen (dialag). Towards the cushiony crust the rock offite structure changes into porphire one the bulk mass of which is intersertal. Cushiony crust is vitrophirisc or criptocrystal. The porphire gamonayofebi are albitized with labrador and piroxen but microlites are presented by albiti-chlorite. Volcanic glass is less devitriphed and turns into albit-chlorite-quarts-calcit agregat. In the discussed toarse-aalenian terrigenic sediments the unchangeable and sound clastic (biotite, quartz, plagioclase) mineral presence together with autigenic-chlorite-hydromica minerals when hydromica is of 1md, 1 m type; also in the cushion lavas sund piroxen that remained unchangeable indicates less post diagenetic change of the complex. According to Logvinenko (1984) scheme we consider this change as adequate to catagenesis late stage. The toarse-aalenian sediments are changed by monotone clayslate (with urolite rare 0,5-3 sm stripes). Shrenari slate horizon the strength of which exceeds 1 km is widely developed not only in Kakheti region but along the caucasian south slope as a whole.

It is dated funistically and is known as Tsiklauri suite (Topchishvili, 1996).

Tsiklauri suite postdiagenetic change is felt not only in comparison with toarse-aalenian sediments but inside the suite itself – from roof to foot with change expansion. The change is seen both in slate perfection and in clay and clastic mineral change that build lyers. Perfection of slateness is seen in plate amount in standard bloks that make 4-5 plates in the upper top part of the suite and 8-10 plates at the foot.

But the chlorinated – including hydromica clay minerals change almost absolutely by chlorite-hydromica assosiation from roof to foot. On the upper level of the suite hydromica is presented by 1m, 2m types, by the foot only 2m type is fixed. Clastic minerals are presented by quartz, plagioclase seeds and biotite scales. Quartz in the upper part of layers is stable, with round contours, towards the foot its corrosion is noticed, broken edge notch and a bit turbid plagioclase is gradually changed by sossurite mass absolutely. On the biotite plates the deeper the depth the more chlorite points and scales, though its original form and contours are always preserved.

In the Tsiklauri suite upper part along the south slope the basalt effasive volcanic complex is widely presented. They are revealed in Kvachadali, Stori Kabali, Shromiskhevi, Lagodekhikhevi

and Masimi gorges. Volkanites with lavabreccia, cushiony lava extension, mass sand dyke bodies and tufflavas are presented. This texture and genitive variates give isolated passages and they encounter in a way of intermoving formations. Their numerical relationship in various outlet is different. In Kvachadala, for example, lavabreccias dominate and make 35% of the complex. Cushiony lavas-25%, mass texture variates-20% and quarts epidotcarbonates vein saturated variates-10%, basalt complex belongs to subalkali range (Akimidze 2005).

Basalts have suffered considerable postmagmatic changes out of which regional change is the same for all outlets of TransAlasani Kakheti.

It is well shown (revealed) by planes coinsiding the budiniring-breccing-oriented sediment complex slate and original mineral change common character.

Primary minerals (pinoxene, plagiclase) in a form of relicts remain only in porphiry cropping out. They are present in massiff cushiony texture rocks and in some lavabreccia pieces. Relict plagioclase is of labrador-bitovnit group. It may be substituted for both albite, serricite scales, epidote seeds and for small agregate sossurite mass.

Inside primery porphire pinoxene contours the mineral corroded relict is noticed, mostly it is substituted for-actinolite, chlorite and sometimes prenite. Cushion like formation crust, lavabreccia and tuffbreccia cement are devitrificated glass that is turned into chlorite, actinolyth, calcite, apidotetsoite smallagregate mass. As it is seen from Tsiklauri suite sediment and its sinchrone basalt volcanic rock postdiagenetic change characteristic their, mentioned above their regional change corresponds to N. Logvinenko shceme metagenesis of earlier stage as a result of which a complex with clayslate aspide varieties and changed volkanites have been formed.

In TransAlazani Kakheti region the oldest and consiquently the deeply converted complex-hetange-cinemure Story suite is presented by suite that is mapped in a kind of isolated outlet in rivers Story, Didkhevi, Lopota, Matsimi pools and Sperosa and Katsdagi (Aserbaijan) summits.

In the lower part of the suite rough piece sediments dominate that are presented by changed arcose sandtones and gravelite packs-with inside formation conglomerate layers and phylitized aleuropelite packages.

Rough clastik sediments grandually turn into changed aleuropelite and pelite rocks upward cut in which some turned into marble limestones and marble linses.

At terrigenic sediment different levels volkanites are noticed of antidrome riolit-datsit-andezi-basalt formation. Lower Lias volcanogenic-terrigenic complex is full of diabase subvolcanic (dyke, sands) bodies part of which is braccied and slated. Inspite of genetic and lythologic variaties the Story suite builder complexes regional metamorphic character is quite umform.

In all massif built outlets of sandstones and gravelites leikocrate material in a kind of stripes and linses are noticed.

They start to form in a quartsite type rock though they lose not principle alements of sedimentary rocks.

Stripes mostly are conditioned by quarts that is presented by two genetic types-old, clastic and new generation. Clastik quarts is broken, serrated and corroded. It goes out wavelike. Quarts of new generation is sound, small cystalled-mobilized in a form of sripes and linses. There are no

blagioclase sound relicts any more though its primery contours filled with serritsite are fixed. Clastic byotite is converted into chlorite-serritsite as well.

Gravelite and sandstone pelite cement like their layer separator pelite layers are converted into 14A II b type of chlorite and 2m<sub>1</sub> serritsite-with caltsite. Clorite-serritsite agregate is adjusted to quarts linses and stripes and it gives the rock greenish colour and phillite shine.

Regional metamorphic conversion is better revealed in the aleuropelite part of the suite. On the expence of clay slate 14A II V type chlorite 2 m<sub>s</sub> with serritsite and quarts-albite-serritsite slates are formed.

The last appears at the expense of stripes and slices. In the aleurite part quarts-albite association is also noticed to mobilize in a kind of stripes and linses. Not rarely we encounter carbonsubstance linselike formations, in parallel with oriented quarts-albite stripes.

Regional conversions are mapped in carbon roks the outlests of which are mapped best of all in Lopoti vealley. Here marble layers and linses are revealed which strength ranges between 1-40m. They are ignored at 100-700m. Marbles are small-equalseed rocks, uniform at strength they are situated in clorite – serritsite albit slates and not rarely they contain analogical stripes of 3-5sm strength.

Regional metamorphic conversions, naturally, covered also sedimentary complexes synchronic antidrome riolite-datstite-andesite-basalt volcanites. This formation is most fully presented at TransAlazani Kakheti Katsdagi summit in a form of unite tectonic-volcanic structures (Benidze and others, 1979; Benidze, 1987 ). They are presented by effusive and subvolcanic fase rocks. Sour and averege sourness members of the formation are accompanied by piroclastic formations. To the metamorphic conversion the rocks of different composition response differently, to some extent, though they have common features as well-volcanic glass complete devitrification and dark mineral (piroxen) phenocrystall total amphibolisation-chloritisation. As a result of keratofir (riodatsites, datsites) and their piroclast conversion chlorite+muskovite(serrate)+quarts+calcit+epidote+sphen are obtained. In products converting andezite, andezibasalt and basalt the outigenic mineral assocation is enriched by albite and actionole but it misses muscovite. Instead of epidote (or together with it) tsiosite and clinotsosite are presented.

As it is clear from the material mentioned above the Story suite builder complect has suffered the most intensive regional metamorphic conversion in TransAlasani Kakheti lower-middle jurassic sediment section. At this stage of conversion in sedimentary rocks the stripe textures appear. Gravelites and sandstones convert into quartzized and philitized varieties and carbonates-into smallseed marbles. At this stage in pelitolythes hydromica-2m<sub>1</sub> goes to 2m<sub>1</sub> serritsites (or muskovite), relict byotite is completely substituted for 2m<sub>1</sub> serritsite and 14A IIb type chlorite. At the same time in sour and average sourness volcanites chlorite-serritsite (muskovite)-quarts are formed, in root volcanites-actinilite-chlorite-albite-epidote mineral association.

This metamorphic conversion corresponds N. Korikovskiy (1999) antimetamorfism epozone, that corresponds N. Logvinenko (1984), postdiagenetic conversion metagenesis of late stage.

### 3. Conclusion

This Caucasion south slope terrigenic lower-middle jurassic sediments have suffered three stage of postdiagenic conversion: late catagenesis, early metagenesis and late metagenesis.

Coming back to Coucasian southern slope lower-middlejurassic sediment perspective problem of metamorphogenic gold mineralization according to the given analysis we consider perspective both Story suite formed at the late metagene period isn the across Alasani Kakheti territory and its analogs in the slate series of Caucasian Southern slote. More than that in recent period gold content in the range of 0,25-10g is fixed in lump of coal tests in the Story suite (just in the Story Velley) (Akimidze, Akimidze, 2008).

Determination of favourable levels for hydrocarbon compound formotion is of practical importance. According to the given date the favourable conditions for oil generation in the region should have been created in the Pankisi suite of toarse age and almati suite of alenian age at the late catagene stage of postdigenetic conversion.

Favourable surroundings for gas generetion should have been created at the early stage of Tsiklauri suite metagenese stage of Plins back age. As to hydrocarbon compound migretion and field formation problem in the region it is the object of special investigation in the future.

### Reference

1. A. 3. Akimidze; K. G. Akimidze-Geilogik-geo-chemical characteristic of lowjurassic transalalani Kakheti slate sediments (after the example of Story Velley). Works. UR. New ser. eddition. 124.2008.
2. I. G. Benidze; Vashakidze-Stratigraphy of lower and middle jurassic sediments of Great Coucasus. Soviet Geology, 6|1985.
3. Бенидзе Г.М., Бუადზე В.И., Твалчრელიძე Т.А. – Генетические типы руд и условия их локализации в восточном сегменте Южного склона Большого Кавказа. В кн. „Вопросы геологии и технологии полезных ископаемых Кавказа“, изд.-во „Сабчота Сакартвело“, Тб. 1979.
4. Бенидзе Г.М., Джanelidze Т.В., Кириани И.Б.-Этапы вулканизма и колчаданного рудообразования в Восточном сегменте сланцевой зоны Южного склона Большого Кавказа. В кн. „Мезозойский и кайнозойский вулканизм и связанные с ним полезные ископаемые“, Тб., 1987
5. G. Vinkler-Metamorphic rock genesis. M. “Mir”, 1969.
6. V.A. Dobretsoff; V. S. Soboleff. V.V. Khlestoff-Regional metamorphism facies of moderate pressure. M. “Nauka”, 1972.
7. N. V. Logvinenko-Postdiagenetic changes of sedimentary rocks. L.. 1968.
8. N. V. Logvinenko-Petrograperhy of sedimentary rocks. M. Higher school, 1984.
9. A. Miassiro- Metamorphism and metamorphic belts. M.”Mir.” 1976.



10. U . B. File. F. B. Terner and J. Ferkhugen- Metamorphic reactions and metamorphic facies. M. “ Mir” . 1962.
11. M. V. Topchishvili-On stratigraphy of sandy-slate suite upper part of transcaucasian Kakheti. Publ. H. Geologic society, Georgia-V. VI. edd. 1,2. 1969.
12. M. V. Topchishvili Stratigraphy of lower jurassic and aalenian sediments, Tbilisi, Georgia, 1999.
13. T. N. Tsutsunava-From diagenesis to metamorphism, works, Sinst. Academy of sciences, Georgia, New series eddit, 119, 2004.
14. G. A. Chikhradze-Lithology of lower and middle jurassic sediments of Great Caucasus south slope. “Mecniereba”. 1979. Tbilisi.

### **კავკასიონის ქვედა-შუაიურული ფიქლებრივი ტერიგენული წყებების მეტამორფიზმისათვის ალანგალმა კახეთის მაგალითზე. კ. აკიმიძე.**

განხილულია კავკასიონის სამხრეთი ფერდის ქვედა-შუა იურული წყებების პოსტდიაგენური რეგიონალური მეტამორფიზის საკითხები ალანგალმა კახეთის მაგალითზე. გამოყოფილია პოსტდიაგენური გარდაქმნის სამი-კატაგენიზის გვიანდელი, მეტაგენიზის ადრეული და მეტაგენიზის გვიანდელი ეტაპი. დანაღები და ვულკანური კომპლექსების ანტიმეტამორფული გარდაქმნის ფონზე არის მცდელობა მეტამორფოგენულ ოქროზე გამოიყოს პერსპექტიული ნაღები და ნახშირწყალბადის ნაერთების წარმოქმნისათვის ხელსაყრელი ეტაპები რეგიონში.

**საკვანძო სიტყვები:** კატაგენიზი მეტაგენიზი, ქანი, კომლექსი.

### **CAUCSIAN LOWER-MIDDLEJURASSIC SLATY TERRIGENIC SUITE AFTER THE EXAMPLE OF TRANSALAZANI KAKHETI. K. Akimidze.**

The article deals with regional postdiagenic metamorphic problems of caucasian south slope lower middle jurassic suite after the example of TransAlasani Kakheti. Three stages of postdiagenic conversion are distinguished: late catagenesis, early catagenesis and late catagenesis. Against the background of the antimetamorphic conversion of Sedimentary and volcanic complexes mineral resources there is some attempt to distinguish perspective deposits on the metamorphic gold and favourable stages for hydrocarbon compound in the region.

**Key words:** catagenesis, metagenesis, layer, complex.

### **К МЕТАМОРФИЗМУ НИЖНЕ-СРЕДНЕЮРСКИХ СЛАНЦЕВЫХ ТЕРРИГЕННЫХ СВИТ КАВКАЗА НА ПРИМЕРЕ ЗААЛАЗАНСКОЙ КАХЕТИИ. Акимидзе А.**

Рассмотрены вопросы постдиагенетического регионального метаморфизма ниже-среднеюрских свит Южного склона Большого Кавказа на примере заалазанской Кахетии. Выделены 3 этапа постдиагенетического преобразования-поздний катагенез, ранний метагенез и поздний метагенез. На фоне анхиметаморфического преобразования осадочных и вулканических комплексов делается попытка выделения перспективных отложений на метаморфогенное золото и выявление благоприятных этапов для образования углеводородов в регионе.

**Ключевые слова:** катагенез; метагенез; порода; комплекс.

შაკ 665(035)

ნ. მამულაიშვილი, ზ. მეგრელიშვილი,  
 ტ. გენძეხაძე, თ. ხითარიშვილი

## ბათუმის ნავთობტერმინალზე API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების დანერგვის ზოგიერთი ასპექტი

### 1. შესავალი



**ნ. მამულაიშვილი,**

შრს უნივერსიტეტის  
 საინჟინრო-ტექნოლო-  
 გიური ფაკულტეტის  
 ასოც. პროფესორი

დღესდღეობით სახელმწიფო და კერძო საწარმოო სტრუქტურები საქართველოში ორიენტირდება საერთაშორისო API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად, რაც უზრუნველყოფს წარმოების მენეჯმენტის კოორდინირებულ მართვას, გამოშვებული პროდუქციის ხარისხის დადგენისა და მისი დროული მიწოდების მიზნით.

აღნიშნული საერთაშორისო ევრო-სტანდარტების გამოყენება გულისხმობს ცალკეულ საწარმოო ობიექტებზე



**ზ. მეგრელიშვილი,**

შრს უნივერსიტეტის  
 საინჟინრო-ტექნოლო-  
 გიური ფაკულტეტის  
 სრ. პროფესორი

სტანდარტით გათვალისწინებული საზომი ხელსაწყოების ტექნიკის სრულყოფას,



**ტ. გენძეხაძე,**

ბათუმის ნ/ტერმი-  
 ნალის სასწავლო  
 ცენტრის უფროსი

გაზომვის სიზუსტეს, მომსახურების კომფორტს (სხვადასხვა პროცედურის ჩატარების დროს) და პროდუქტის ხარისხის სტაბილურობის შენარჩუნებას, შენახვის პირობებში. აქედან გამომდინარე, საერთაშორისო API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების გამოყენება ბათუმის ნავთობტერმინალის სხვადასხვა საწარმოო უბანზე, ობიექტებზე მიზანშეწონილია და წარმოადგენს მნიშვნელოვან ინტერესს ტერმინალის



**თ. ხითარიშვილი,**

შრს უნივერსიტეტის  
 საინჟ-ტექნ. ფაკულ-  
 ტეტის ნავთობისა და  
 გაზის სპეციალობის  
 მაგისტრი

ოპტიმიზაციისა და მსოფლიო ბაზარზე მისი საყოველთაო აღიარებასთან დაკავშირებით.

### 2. ძირითადი ნაწილი

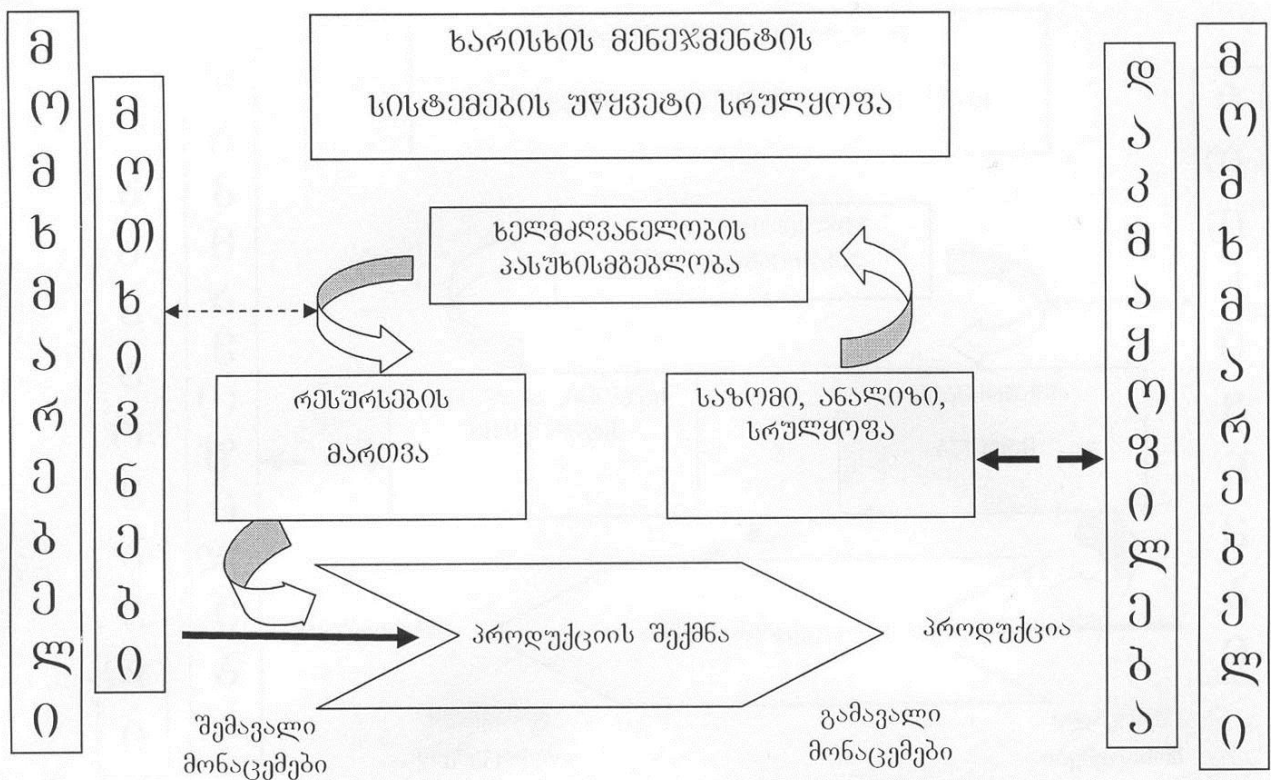
ჩვენ მიერ შრს უნივერსიტეტის საინჟინრო-ტექნოლოგიური ფაკულტეტის და ბათუმის ტერმინალის სასწავლო ცენტრის ბაზაზე შემუშავებულ იქნა სასწავლო

საწარმო პროექტი, რომელიც ითვალისწინებს ბათუმის ნავთობტერმინალზე საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვას.

ნებისმიერი საერთაშორისო სტანდარტი ითვალისწინებს მომსახურების შემდეგ ასპექტებს:

1. ნავთობპროდუქტის მიღებას;
2. ნ/ პროდუქტის შენახვას და დაბინავებას;
3. ნ/პროდუქტის ხარისხის განსაზღვრას და მის შენარჩუნებას;
4. ნ/პროდუქტის დროულ გადატვირთვას, მინიმალური დანაკარგებით.

ზოგადი სახით ISO-9000:2000 სტანდარტის წარმოების მენეჯმენტის სისტემის კონცეფციული მოდელი მოცემულია სქემაზე (ნახ. 1). იგი აგებულია მომხმარებლის მოთხოვნის პრინციპზე და მისი დაკმაყოფილების შედეგებზე. ითვალისწინებს წარმოების ყველა სახის რესურსის ეფექტურ მართვას, კადრების პროფესიულ და პროცესულ მიდგომას, ურთიერთმომგებიანი პოზიციების დამყარებას და მიღებული პროდუქტის სრულყოფილ ანალიზს.



ნახ.1. ხარისხის მენეჯმენტის სისტემის მოდელი

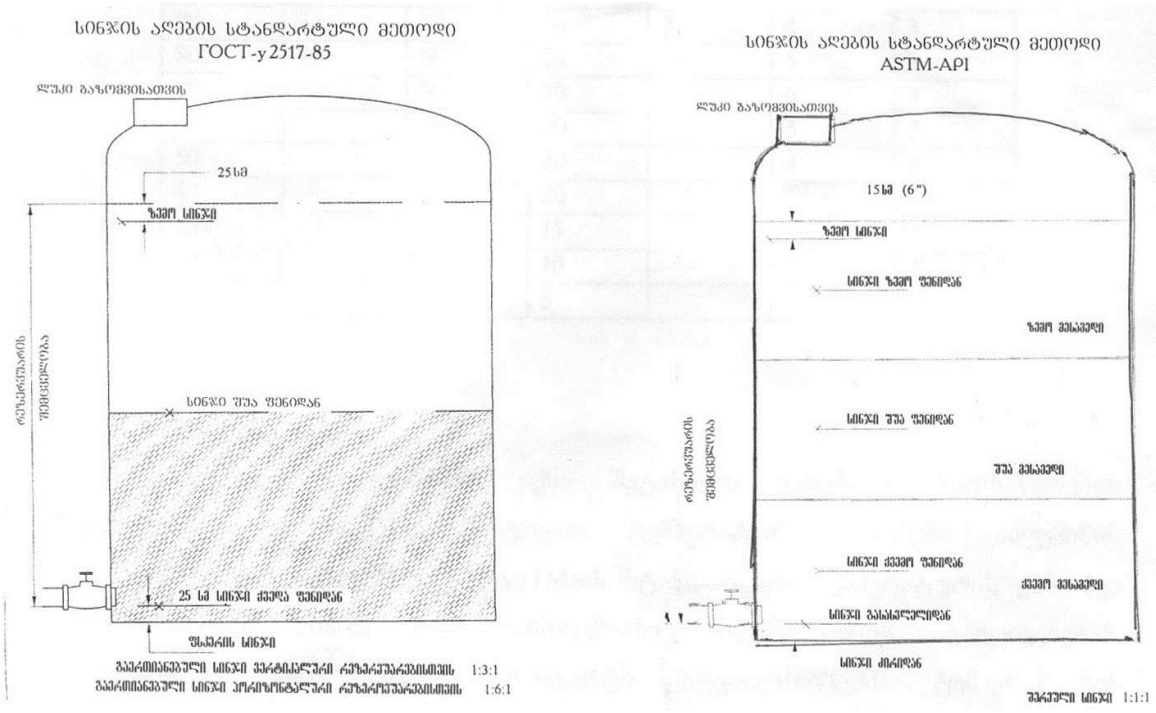
წარმოდგენილი მოდელი მოიცავს საერთაშორისო სტანდარტის ყველა მოთხოვნას, მაგრამ არ მოიცავს იმ დეტალურ პროცესებს, რომელიც უზრუნველყოფს მათ წარმატებულ მიმდინარეობას.

ორგანიზაცია, სადაც ხდება ამ სტანდარტების დანერგვა, ვალდებულია დაადგინოს ამ პროცესების მიმდინარეობის თანამიმდევრობა, განახორციელოს მასზე მონიტორინგი და გაანალიზოს იგი.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა საერთაშორისო, ევრო API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების დანერგვის ზოგიერთი ასპექტი, დანერგილი პროცესების მიმდინარეობის თანამიმდევრობა და მონიტორინგის შედეგები ნავთობტერმინალის სხვადასხვა საწარმოო უბანზე ნ/პროდუქტის ექსპლუატაციის (შენახვა-გადატვირთვის ოპერაციების) დროს.

ნავთობტერმინალის სარეზერვუარო პარკი დაკომპლექტებულია სხვადასხვა კონსტრუქციის (ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ტიპის) მქონე რეზერვუარების ერთობლიობით, რომელიც საჭიროებს სისტემატურ მომსახურებას კვალიფიციური პერსონალისა და თანამედროვე ტექნიკით აღჭურვილი ხელსაწყოების გამოყენებით.

ერთ-ერთი მთავარი ოპერაცია, რომელიც წარმოებს სარეზერვუარო პარკში არის სინჯის აღების პროცედურა. ГОСТ-ის მიხედვით სინჯის აღება რეზერვუარებში (ვერტიკალური ტიპის) ხდება შემდეგი წესის დაცვით (ნახ. 2):



ნახ. 2

პირველი სინჯი იღება რეზერვუარის ზემო ფენიდან 25 სმ ქვემოთ, მე-2 სინჯი – რეზერვუარის შუა ფენიდან, ხოლო მე-3 სინჯი – რეზერვუარის ქვემო ფენიდან. კომპოზიტის სინჯი მზადდება თანაფარდობით: 1 : 3 : 1.

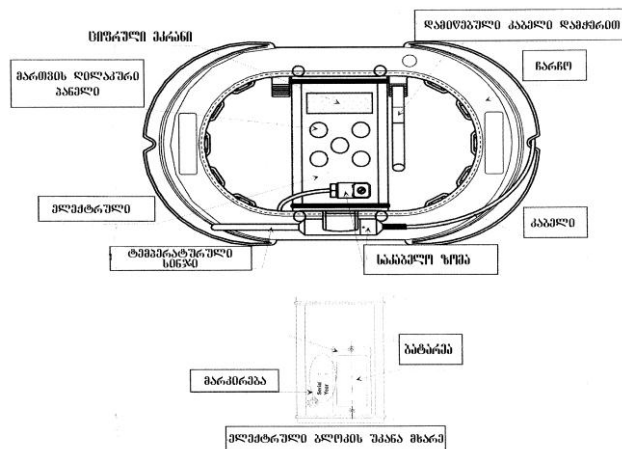
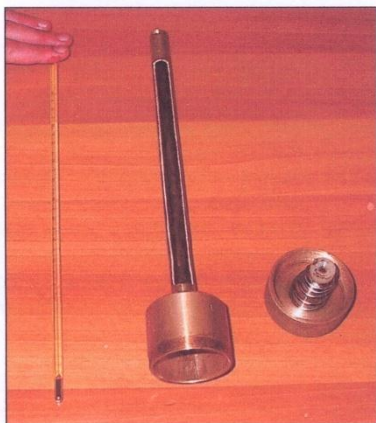
საერთაშორისო API-ASTM სტანდარტის მიხედვით სინჯი იღება რეზერვუარის ზემო ფენიდან 15 სმ ქვემოთ, მე-2 სინჯი შუა და მე-3 სინჯი რეზერვუარის ქვემო ფენიდან. კომპოზიციური სინჯი მზადდება შეფარდებით: 1 : 1 : 1 (იხ. ნახ 2).

API-ASTM სტანდარტის მიხედვით ცილინდრული ფორმის რეზერვუარიდან სინჯის აღება წარმოებს ცხრილში მოცემული წესით.

მითითება ჰორიზონტალური, ცილინდრული რეზერვუარიდან სინჯის აღებისათვის

სითხის დონე %	აღების დონე დიამეტრულად			კომპოზიციური სინჯი, თანაფარდობა		
	ზემო	შუა	ქვემო	ზემო	შუა	ქვემო
100	80	50	20	3	4	3
90	75	50	20	3	4	3
80	70	50	20	2	5	3
70		50	20		6	4
60		50	20		5	5
50		40	20		4	6
40			20			10
30			15			10
20			10			10
10			5			10

რეალური ცვლილებები იქნა შეტანილი გასაზომი ხელსაწყოების მიმართაც. თუ ГОСТ-ის მიხედვით ტემპერატურა იზომება ალუმინის გარსაცმიანი თერმომეტრით, API-ASTM სტანდარტით ტემპერატურის გაზომვა ითვალისწინებს სპილენძის გარსაცმიანი თერმომეტრის გამოყენებას. თანამედროვე ISO-9001-2000 სტანდარტი ითვალისწინებს ტემპერატურის გაზომვას ციფრული ეკრანის მქონე თერმომეტრის გამოყენებით, იგი დაკომპლექტებულია ციფრული ეკრანისაგან, საკონტაქტო მოძრავი კაბელისა და შტეკერისაგან, რაც უზრუნველყოფს ტემპერატურის გაზომვას რეზერვუარის ნებისმიერ სიმაღლეზე (ნახ. 3).



ნახ. 3

აღნიშნულ სტანდარტებს შორის პრინციპული განსხვავება არ არის. არის მხოლოდ განსხვავებული მოთხოვნები, რომლებსაც ითვალისწინებს ცალკეული

კომპანიის ინტერესები. მაგალითად, ძირითადი განსხვავება ГОСТ სტანდარტსა და ASTM-API-ს შორის არ შეიმჩნევა, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში იმ ცვლილებას, რომელიც დაკავშირებულია გაზომვის ტექნიკასთან. ასე, მაგ., ГОСТ სტანდარტის მიხედვით S გოგირდის განსაზღვრა ნპროდუქტში წარმოებს პოტენციომეტრული მეთოდით, მისი ანალიზის მსვლელობას სჭირდება 40 წუთი. აპარატურული მოწყობილობა მოიცავს რამდენიმე ხელსაწყოს გამოყენებას, როგორცაა, პოტენციომეტრი, კალმელის და მინის ელექტრული მოწყობილობა ავტომატური ტიტრებისათვის, ვოლტმეტრი (ელექტრო) მგრძობელობით  $\pm 2mB$ . სატიტრი ბიურეტები (10 მლ) და ბევრი სხვა. იგივე პარამეტრი (S-ის შემცველობა) ნავთობპროდუქტში იზომება რენტგენო-ფლუორესცენტრული სპექტროსკოპიული ხელსაწყოთა გამოყენებით (ASTM-ის D 4294-98 სტანდარტით), რომელიც წარმოადგენს ძვირად ღირებულ ხელსაწყოს პოტენციომეტრთან შედარებით, მაგრამ გამოირჩევა გაზომვის სიზუსტით და დროის მინიმალური დანაკარგით.

ГОСТ-190 ითვალისწინებს ნავთობპროდუქტის სიმკვრივის განსაზღვრას  $20^{\circ}C$ -ზე არეომეტრის გამოყენებით. ეს პროცედურები მოითხოვს დროის გახანგრძლივების ხარჯებს, ხოლო შემოთავაზებული API - ASTM სტანდარტი D 4052-96 ითვალისწინებს ნავთობპროდუქტის სიმკვრივის განსაზღვრას ციფრული მეთოდით. მისი გაზომვის დროის ხანგრძლივობა შეადგენს 3 წუთს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია საერთაშორისო სტანდარტების დანერგვა ნავთობტერმინალის ყველა ობიექტზე, რაც უზრუნველყოფს ნავთობპროდუქტების ექსპლუატაციური მომსახურების ოპტიმიზაციას, პროდუქტის შენახვას, მისი ხარისხის შენარჩუნებასა და დროულ მიწოდებას დანიშნულების ადგილზე.

### 3. დასკვნა

პროექტში ნაჩვენებია საერთაშორისო სტანდარტების უპირატესობა სახელმწიფო ГОСТ სტანდარტებთან შედარებით. რეკომენდებულია აღნიშნული სტანდარტების გამოყენება არა მარტო ბათუმის, არამედ ჩვენი რეგიონის სხვა ტერმინალებზეც.

### ლიტერატურა

1. Стандарты ISO 9000-2000 курс обучения внутренних аудитов Бюро Веритас. Украина, 2003.
2. International standard  
Системы менеджмента качества. Требования ISO, 2003.
3. ISO 10012-21997. Требования по обеспечению качества для измерительного оборудования.
4. ამერიკის ნავთობის ინსტიტუტის მიერ გამოყენებული მასალების კატალოგი. „ნავთობის გაზომვის სტანდარტები“, 2005. ორდერი №852-031AI.

UDC 665(035)

N. Mamulaishvili, T. Gendzekhadze,  
 Z. Megrelishvili, T. Khitarishvili

## SOME ASPECTS OF INTRODUCTION FPI-ASTM T ISO-9001 THE INTERNATIONAL STANDARDS ON THE BATUMI TERMINAL

### 1. Introduction

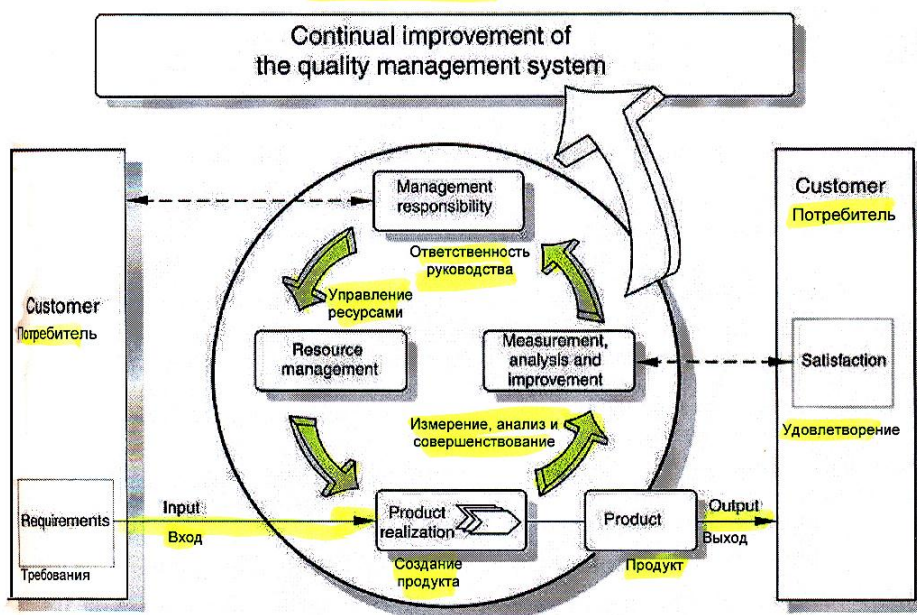
Nowadays the state and private-productive structures in Georgia are oriented according the demand of the international standards, providing manufacture coordinating management, to determine the production quality and its duly delivery to the consumer.

Application of European standards means improvement of techniques of measuring devices on separate sites of manufacture, comfort of service and provides stability of quality of transported production in conditions of storage.

Proceeding from the aforesaid, application of these standards in Batumi oil terminal is expedient, and is of significant interest in connection terminal optimization and its recognition in the international market.

### 2. The Body

Based on the Faculty Engineering Technological Faculty of Shota Rustaveli State University and the educational center of the Batumi terminal, the research--production project has been developed that provides some aspects of introduction of the international standards on the Batumi terminal.



Any state standardization of manufacture considers the following:

1. Reserving and storage of oil products.
2. Definition and retain of quality of products.
3. Duly transport with slightest losses.

The conceptual model of the given Euro-standard is given in fig. 1. It reflects integration of system of the requirement of the consumer and results of its satisfaction.

It provides efficient control of all productive resources, positions approach from a position of process, with the purpose of maintenance mutually advantageous.

The presented model includes all requirements of the international standards, but does not contain detailed processes that provide successfully implementation of these processes.

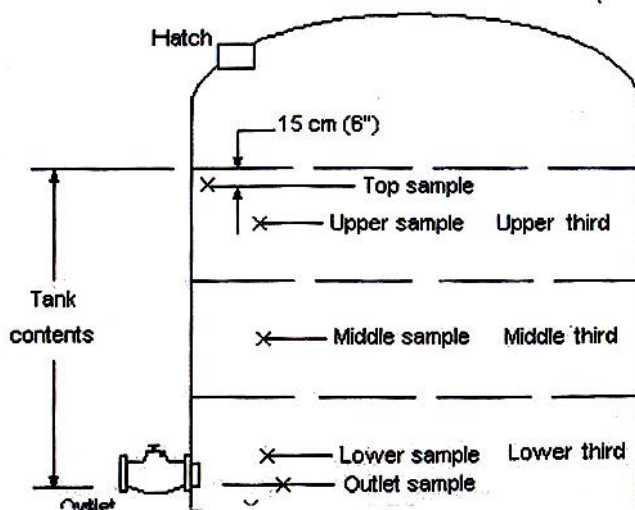
The organization where the introduction of these standards takesplace is obliged to establish sequence of implementation of these processes, to provide monitoring on them and analyze it.

We have studied some aspects of introduction of these international standards, and installed sequence of these processes and results of monitoring under operating conditions.

Reservoirs of Batumi oil terminal are complected with the tanks of various designs and purposes, that heed regular qualified service and application of measuring devices.

One of the principle operations of service of reservouars is test taking.

test taking according to GOST from the tank of vertical type is carrying out as follows rules: (pic .2) the First test is taken from the top part of the tank at the distance of 25 cm second test is taken from the the middle part, and third from the bottom layer of the tank. Composite is test prepareds (1 : 3 : 1).



Under standards API ASTM test is taken from the top layer of the tank at distance of 15 cm, second test from an middle layer, 3-rd test from the bottom layer of the tank. Composite test is done (1: 1: 1).

Instruction for test taking from the cylindrical tank;



Level of a liquid in %	Level sample selection diametrically			Level sample selection diametrically		
	Top	The middle	Bottom	Top	The middle	Bottom
100	80	50	20	3	4	3
90	75	50	20	3	4	3
80	70	50	20	2	5	3
70		50	20		6	4
60		50	20		5	5
50		40	20		4	6
40			20			10
30			15			10
20			10			10
10			5			10

Real changes have been introduced for measuring devices, as well.

The thermometer is completed: with 1) the digital screen; 2) contact long cable with the tip, providing measurement of temperature of a product at any level of the tank. See fig. 3.

There is no basic difference between these standards but there are only different approaches and the requirements of companies. In particular concerning measuring techniques.

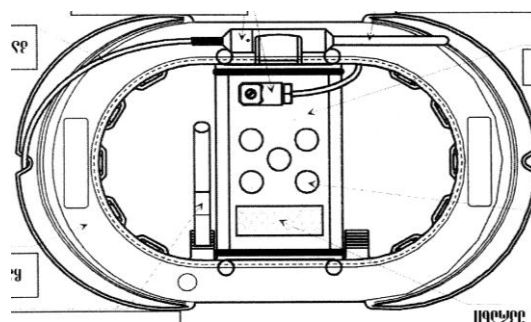
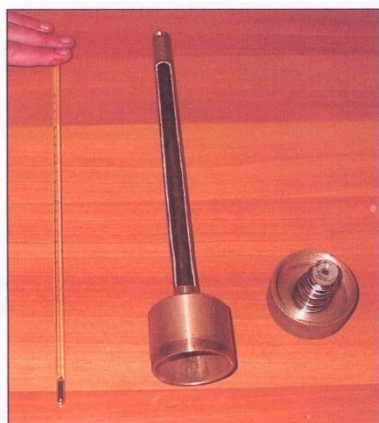


Figure 3. Thermometers with the digital screen

By GOST standard Ssulphur definition oil products is carried out by means potentiometric method of It takes 40 minutes, besides the hardware equipment application includes several devices: potentiometer kalomel and glass electric equipment for automatic titres voltmeter, etc.

The standard of GOST-190 provides definition density of product; at 200C-a by means of aerometer procedure borrow a lot of operation (measurement, calculation) and time. (15 minutes) as under standards Д4052-96 procedure borrows only 3 minutes.

Analyzing above specified aspects, introducing API-ASTM and ISO-9000: 2000 international European standards based on the Batumi terminal expediently also are represented with successful interest, with the purpose of optimization of process of operation and service of the terminal.

### 3. Conclusion

It is shown advantage of application of the international standard in comparison of GOST. Introduction of the international standards on other terminals of our region is recommended.

### References

1. Standards ISO 9000-2000 curriculum of internal audits of Bureau Veritas. The Ukraine, 2003.
2. International standard Systems of quality management. Requirements ISO, 2003.
3. ISO 10012-21997. Requirements for providing the quality of measuring equipment.
4. The catalogue applied by Institute of Oil of the USA. Standards of measurement of oil, 2005, Warrant № 852-031AI.

### **ბათუმის ნავთობტერმინალზე API-ASTM-ისა და ISO-9001-2000 სტანდარტების დანერგვის ზოგიერთი ასპექტი. ნ. მამულაიშვილი, ზ. მეგრელიშვილი, ტ. გენძეხაძე, თ. ხითარიშვილი.**

ნაშრომში განხილულია საერთაშორისო API-ASTM და ISO 9000:2000 სტანდარტების დანერგვის პროექტის ძირითადი ასპექტები. მოცემულია ხარისხის მენეჯმენტის სისტემის ძირითადი კონცეპციული მოდელი. ნაჩვენებია საერთაშორისო API-ASTM –ის და ISO 9000:2000 უპირატესობა ГОСТ –ის სტანდარტებთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** საერთაშორისო სტანდარტი, კონცეპციული მოდელი, ხარისხის მენეჯმენტის სისტემა, დანერგვის ძირითადი ასპექტები, ნავთობის ტერმინალი, პროცესების მონიტორინგი.

### **SOME ASPECTS OF INTRODUCTION FPI-ASTM T ISO-9001 THE INTERNATIONAL STANDARDS ON THE BATUMI TERMINAL. N. Mamulaishvili, T. Gendzekhadze, Z. Megrelishvili, T. Khitarishvili.**

The work deals with the basic aspects of international API-ASTM and ISO 9000:2000 standard project introduction. The quality management system principle conceptual model is given. Innternational API-ASTM and ISO 9000:2000 advantage is shown compared with ГОСТ-standards.

**Key words:** international standards, conceptual model, system of quality of management, the basic aspects of introduction, the oil terminal, monitoring of processes.

### **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ FPI-ASTM T ISO-9001-2000 НА БАТУМСКОМ ТЕРМИНАЛЕ. Мамулашвили Н.Д., Мегрелишвили З.Н., Гендзехадзе Т. Е., Хитаришвили Т.Д.**

В работе рассмотрены основные аспекты проекта внедрения международных стандартов API-ASTM и ISO 9000-2000 на Батумском терминале; представлена концептуальная модель системы менеджмента качества. Показано преимущество данного стандарта по сравнению с ГОСТ-ами.

**Ключевые слова:** международные стандарты; концептуальная модель: система менеджмента качества; основные аспекты внедрения; нефтяной терминал; мониторинг процессов.

## საქართველოს ნავთობის, გაზის, გადამუშავების მოკლე მიმოხილვა და აღდგენა-აღორძინების პროგრამა

### 1. შესავალი

#### მინერალური საწვავი



გურამ ვარშალომიძე,

საქართველოს და უკრაინის სა-  
ინჟინრო აკადემიების აკადემი-  
კოსი, სტუ-ს „ნავთობისა და  
გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტა-  
მენტის თემჯდომარე, ტექნიკის  
მეცნიერებათა დოქტორი,  
პროფესორი

ნავთობსა და ნახშირწყალ-  
ბადოვან აირს საქართველოს ეკო-  
ნომიკის განვითარებაში მნიშვნე-  
ლოვანი ადგილი უკავია. მათი  
მოპოვების ზრდა და გადამუშავება  
ასახავს მეცნიერების და ტექნო-  
ლოგიის დონეს ქვეყანაში.

მეცნიერულ-ტექნოლოგიურ-  
ად გააზრებული, ეკონომიკურად  
და ეკოლოგიურად დასაბუთებული  
პროგრამის უქონლობის გამო, ამჟამად მოპოვებული  
ნავთობი საქართველოში პრაქტიკულად არ გადამუშავდება  
და მისი რეალიზაცია ხორციელდება საზღვარგარეთ, ხო-  
ლო ნავთობის თანმხლები აირი ფუჭად იწვის ჩირაღდანზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, წარმოდგენილ ნაშრომში მოკლედ განიხილება  
შემდეგი საკითხები:

-ენერგორესურსების გამოყენების პრობლემები მსოფლიოსა და საქართვე-  
ლოში;

-საქართველოს ნავთობგაზმოპოვების მრეწველობის მდგომარეობის მიმოხი-  
ლვა და აღორძინების პროგრამა;

-საქართველოში ნავთობისა და გაზის გადამუშავების მდგომარეობის  
მიმოხილვა და პერსპექტივები;

-საქართველოში მოპოვებული სასაქონლო ნავთობიდან და მისი თანმხლები  
ნახშირწყალბადოვანი აირიდან სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი, ძვირად ღირებუ-  
ლი სამამულლო ნავთობპროდუქტების წარმოების აღდგენის პროგრამა.

ამჟამად, საქართველო მთლიანად დამოკიდებულია იმპორტირებულ სხვადა-  
სხვა სახის ნავთობპროდუქტებზე.



დ. გაჯიევი-შენგელია,

ქიმიურ მეცნ. დოქტორი,  
პროფესორი, ექსპერტი

ჩვენი მთავარი მიზანია უახლოეს მომავალში კვალიფიციურად განხორციელდეს არსებული დაბალდებიტიანი საბადოების რეაბილიტაცია, ახალი საბადოების აღმოჩენა, მცირეტონიანი, რენტაბელური ნავთობის და გაზის გადამუშავების მრეწველობის აღდგენა, ქვეყნისათვის სტრატეგიულად საჭირო, ძვირად ღირებული ნავთობპროდუქტების წარმოება, სასაქონლო ნავთობის ექსპორტის შეზღუდვა, ახალი სამუშაო ადგილების გამოვლენა და ეკოსისტემის დაცვა.

ნაშრომის ბოლოს მოცემულია სამგორისა და ტარიბანის ნავთობშემკრები პუნქტიდან აღებული ნავთობების კომპაუნდირებული ნარევის არასიღრმეული გადამუშავების სქემა, ნახშირწყალბადოვანი გამსხნელების - დიზელის საწვავის, მაზუტის წარმოების, აგრეთვე ნავთობური, ნახშირწყალბადური გაზის გამოყენების და ფინანსური მონაცემები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### ენერგორესურსების გამოყენების პრობლემები და პერსპექტივები მსოფლიოსა და საქართველოში

თანამედროვე ცივილიზაციის არსებობის მთავარ პირობას წარმოადგენს ენერგორესურსების გამოყენება. ენერგორესურსში იგულისხმება ენერჯის ყველა ბუნებრივი წყარო, რომელიც შეიძლება გარდაიქმნას სხვადასხვა სახის გამოყენებად ენერჯიად.

განასხვავებენ ენერგეტიკულ რესურსებს: არააღწარმოებადს ანუ ისეთ ენერგორესურსებს, რომელთა მარაგი ხელახლა არ ივსება და თანდათან მცირდება გამოყენებისას (ნავთობი, ბუნებრივი ნახშირწყალბადოვანი აირი, ქვანახშირი და მურა ნახშირი, წვადი ფიქლები, ტორფი, ბირთვული საწვავი და ა.შ.); აღწარმოებადს ანუ ისეთ ენერგორესურსებს, რომელთა მუდმივი განახლება ხდება (მზის, ქარის, ჰიდრო, გეოთერმული და ა.შ.). ეკოლოგიურ ასპექტში უმეტესი სისუფთავით გამოირჩევა აღწარმოებადი ენერგორესურსები.

მსოფლიო ენერგობალანსის სტრუქტურა მოცემულ პერიოდში გამოიყურება შემდეგი სახით (%): ნავთობი—38, ბუნებრივი აირი—23, ქვანახშირი—29, ბუნებრივი ენერჯია—4, აღწარმოებადი რესურსები (ჰიდროენერჯიასთან ერთად) —6 [1]. როგორც ჩანს, მსოფლიო ენერგომომხმარების 90% უზრუნველყოფილია ნახშირბადშემცველი წიაღისეულით, რომელთა დანახარჯის სიჩქარე წელიწადში მილიონობით აღემატება მათი ბუნებრივი დაგროვების სიჩქარეს დედამიწის წიაღში. ასეთი მოვლენა განსაკუთრებით აისახება ნავთობზე, რომელიც დიდი ხანია ითვლება ტრადიციულ ენერგორესურსად. უკვე ამოღებულია დაძიებული ნავთობის მსოფლიო მარაგის ნახევარი, ხოლო რაიმე მნიშვნელოვანი შემომატება უახლოეს მომავალში მოსალოდნელი არ არის. ამასთან, შეინიშნება მისი მოპოვების შენელება და გართულება, მცირდება ახალი საბადოების გახსნა. ეს შენარჩუნდება შემდეგ წლებშიც.

თანამედროვე ეკონომიკის ძირითადი არააღწარმოებადი ენერგორესურსების ფასი განუხრელად იზრდება შემდეგი თანამიმდევრობით: ნავთი > ბუნებრივი აირი > ნახშირი. ნავთობზე ფასების უწყვეტი ზრდა იღებს მუდმივ ხასიათს. ერთი ბარელის ფასმა უკვე გადააჭარბა 100 ამერიკულ დოლარს. კაცობრიობა დგას მორიგი ენერგოკრიზისის და, შესაბამისად, ეკონომიკური კრიზისის წინაშე.

ნაშრომის [1] ავტორის აზრით, აღნიშნული პროცესის აღქმა, როგორც კრიზისისა, არასწორი იქნება, ადგილი აქვს მსოფლიო ეკონომიკის გადასვლას იაფი ნავთობის გამოყენებიდან ძვირი ნავთობის გამოყენებისაკენ. ამიტომ აუცილებელია ნავთობის ყაირათიანი მოხმარება და საწვავი მიმართულებით მისი გამოყენების შეზღუდვა.

მსოფლიოში მოპოვებული ნავთობის 90% მიმართულია საწვავი დანიშნულების ნავთობპროდუქტების მისაღებად, ხოლო ნავთობქიმიური საჭიროებისათვის გამოიყენება ნავთობის მხოლოდ 10%. მიუხედავად იმისა, რომ ნავთობის დანახარჯი საწვავზე 9-ჯერ აღემატება ნავთობქიმიური მიზნებით გამოყენებულ რაოდენობას - ნავთობქიმიური პროდუქციის საერთო ღირებულება მრავალჯერ აჭარბებს ყველა ნავთობური საწვავის ფასს და, ამდენად, ნავთობქიმიური მიმართულების გამოყენება პერსპექტიულია.

ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში, აფასებდა რა ნავთობში შემავალ ნახშირწყალბადებს, დ. მენდელეევი აღნიშნავდა, რომ ნავთობი, უპირველეს ყოვლისა, არის ქიმიური ნედლეული.

ნავთობისა და ბუნებრივი ნახშირწყალბადური აირის გამოყენება ენერჯის მისაღებად პერსპექტივაში გვესახება ძალზე არარაციონალურად, ვინაიდან მომავალში ენერჯია შეიძლება მიღებულ იქნეს სხვა ხერხებით, ხოლო „შავი ოქროს“ და ბუნებრივი აირის შემცველის მოძებნა დიდად გაჭირდება. პერსპექტივაში ნავთობის და ბუნებრივი აირის ხარჯვის გამორიცხვა საწვავი მიმართულებით არის უპირველესი და თვალნათელი გზა მათი ეკონომიისა.

ბუნებრივი აირის მსოფლიო მარაგები ნავთობთან შედარებით გაცილებით დიდია. ამასთან, პროგნოზები მუდმივად იცვლება გაზრდის მიმართულებით. ბუნებრივი აირის სახელწოდებაში იგულისხმება მეთანი, რამეთუ მისი შემცველობა აირებში მერყეობს 70-დან 99%-მდე. არსებობს ასევე ბუნებრივი აირები, რომლებიც არიან ნავთობის და ნახშირის საბადოებში. ძალზე დიდია არატრადიციული მარაგები, კერძოდ, ნახშირბადული მეთანისა, რომლის წლიური მოპოვება აშშ-ში შეადგენს 35 მლრდ მ<sup>3</sup>. ბუნებრივი აირის ძირითადი რესურსები თავმოყრილია ახლო აღმოსავლეთსა და რუსეთში. რუსეთი აკონტროლებს აგრეთვე თურქმენული აირის მიწოდებას მსოფლიო ბაზარზე, მაგისტრალური ნავთობსადენების ქსელის გავლით, რაც რუსეთს აქცევს წამყვან ენერგოქვეყანად XXI საუკუნეში.

ბუნებრივი აირი აბიოგენურია, ე.ი. ნავთობისა და ნახშირისგან განსხვავებით მისი კლასიკური საბადოების გვერდით არსებობენ სხვა პოტენციური ენერგოწყაროები, რომელთა მნიშვნელობა მსოფლიო ენერგობალანსში გამოვლინდება

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადამუშავება, ნავთობში** SCIENCE

უახლოეს მომავალში. კერძოდ, ესაა ბუნებრივი აირის კრისტალჰიდრატები. ითვლება, რომ 200-600 მ სიღრმეზე არსებული მსოფლიო ოკეანის ფსკერის 90% წარმოადგენს მომავალში ნახშირწყალბადთა მოპოვების მსხვილ პოტენციურ რეზერვს.

მოპოვებული ბუნებრივი აირის მხოლოდ 5% მოიხმარება ქიმიურ და ნავთობქიმიურ მრეწველობაში. დანარჩენი მიემართება ჩვეულებრივ საწვავად.

ეკოლოგიური თვალთახედვით, ბუნებრივი აირი, როგორც ენერგომატარებელი, მისი უშუალო გამოყენებისას და როგორც ნედლეული, ქიმიურ და ნავთობქიმიურ მრეწველობაში, გამოირჩევა უკეთესი პერსპექტივებით, ვიდრე ნავთობი და ქვანახშირი. როგორც საწვავი ბუნებრივი და ნავთობური აირები ფლობენ უდაო უპირატესობას საწვავის სხვა სახეობებთან შედარებით, ტექნიკურ-ეკონომიკური და ეკოლოგიური თვალთახედვით. აირადი საწვავის უპირატესობა თხევადთან შედარებით, პირველ რიგში, განპირობებულია თვით აირადი საწვავის ბუნებით, რომელიც შეიცავს წყალბადს გაცილებით მეტი რაოდენობით, ვიდრე თხევადი. ნახშირწყალბადურ აირებში ნახშირბადის ნაკლები შემცველობა ამცირებს ატმოსფეროში გამონახობლქვი ნახშირმჟავა აირის რაოდენობას. აირადი საწვავის გამოყენება არსებითად ამცირებს საწვავის ხარჯს. აირადი საწვავი 2-3-ჯერ იაფია ბენზინზე.

ქვანახშირის მსოფლიო მარაგი მრავალი თანრიგით აღემატება ნავთობურ რესურსებს და იგი შეიძლება გვექონდეს არაერთ საუკუნეს. მისი მარაგი მსოფლიოში განაწილებულია უფრო თანაბრად, ვიდრე ნავთობისა. რუსეთი, აშშ და ჩინეთი ფლობენ ქვანახშირის მსოფლიო რესურსების 26% და მუდმივად ზრდიან მისი მოპოვების ტემპებს. ჩინეთში ქვანახშირი უზრუნველყოფს ელექტროენერჯის გამომუშავების 75%. აშშ-ში ქვანახშირის 50% მეტი იწვის თბოსადგურთა საცეცხლურებში, რაც ეკოლოგიურად არცთუ უსაფრთხოა. აშშ-ში შემუშავებულია ქვანახშირიდან ენერჯის მიღების ეკოლოგიურად სუფთა მეთოდები. XXI საუკუნეში ნახშირის ელექტროსადგური საწვავად გამოიყენებს არა თვით ნახშირს, არამედ მისი გაზიფიკაციით მიღებულ სინთეზაირს ან წყალბადს.

ნახშირის გაზიფიკაცია, რომელიც ფართოდ გამოიყენებოდა უწინ, XX საუკუნის მეორე ნახევრის ნავთობქიმიური ბუმის შემდეგ კარგავს თავის პოზიციებს. ამჟამად მხოლოდ ფირმა “Salos” სამხრეთ აფრიკაში ნახშირის სინთეზაირიდან აწარმოებს ბენზინს, გაზოილს და პარაფინებს. ქარხნის ჯამური წარმადობა არის წელიწადში  $\approx 5$  მლნ ტ. მოსალოდნელია, რომ უახლოეს მომავალში ნახშირის, როგორც ქიმიური ნედლეულის, მნიშვნელობა მოიმატებს.

ამჟამად მეცნიერები და მეწარმეები ცდილობენ შექმნან საერთო პროექტები წყალბადის მისაღებად, რათა მომავალში მიიღონ ენერჯია. აშშ ენერჯეტიკის მინისტრი სპ. ბრაჰამი მოუწოდებს მსოფლიო თანამეგობრობას აქტიურად მიიღოს მონაწილეობა წყალბადიდან ენერჯის მისაღებად გამიზნული ტექნოლოგიების შემუშავებაში. ეს შეამცირებს მსოფლიო ენერჯეტიკის დამოკიდებულებას ნავთობზე [2].

გამოდის, რომ საჭიროა მოიძებნოს არა ახალი ენერგოწყარო, არამედ ეფექტური მეთოდები უკვე არსებული ენერგორესურსების გარდაქმნისა ისეთ

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადაყვანა - SCIENCE**  
**ნავთობში**

ენერჯიად, რომელიც ხელსაყრელი იქნება მომხმარებლისთვის გადასაცემად მრეწველობაში, ტრანსპორტზე, საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის.

ამჟამად ძნელი სათქმელია წყალბადის მიღების რომელი მეთოდი იქნება მომავალში ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად მისაღები ენერგეტიკისათვის. მაგრამ აშკარაა, რომ წყალბადის საწვავის მიღება წყლიდან, ამასთან ფართო მასშტაბით, არცთუ მოსალოდნელი საქმეა. როგორც ამტკიცებენ ნაშრომში [1], სრულიად თვალსაჩინოა, რომ ვიმყოფებით ახალი – წყალბადის ენერგეტიკული ერის კარიბჭეზე.

უკანასკნელ წლებში ფართოდ განიხილება წყალბადის გამოყენების შესაძლებლობა შიგაწვის ძრავებში. უახლესი მონაცემების თანახმად, ვაშინგტონში უკვე მუშაობს რამდენიმე გასამართი სადგური მსგავსი ტიპის საწვავით.

ევროკომისიის პროგნოზით, 2020 წლისთვის ალტერნატიულ საწვავებს შორის წამყვან ადგილს დაიკავენ ბიოსაწვავი (15%) და ბუნებრივი აირი (10%) [3].

ბიოდიზელის ნედლეულად გამოიყენება მცენარეული ზეთები (სოიო, რაფსი, მდოგვი, სიმინდი, არაქისი, ბამბა, კუნტუი, პალმა), ცხოველური ცხიმები და საკვების ნარჩენები (კვების მრეწველობის საწარმოთა მიერ გამოთქმული მცენარეული ზეთები).

ბიოდიზელი წარმოადგენს ცხიმოვან მჟავათა მონოალკილურ ეთერებს, რომლებიც მიიღება სპირტებთან (მეთანოლი, ეთანოლი) ეთერიფიკაციის შედეგად. იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დიზელის ძრავების გასამართად როგორც სუფთა სახით (აშშ-ში იგი აღინიშნება B100), ისევე განზავებული ტრადიციული, ნავთობური დიზელის საწვავით (B20), რომელიც შედგება 20% ბიოდიზელისა და 80% ტრადიციული დიზელისაგან. აშშ ეროვნული ბიოდიზელის საბჭოს (National Biodiesel Board) მონაცემებით, ბიოდიზელის საწვავი 5%-ით უფრო ეკონომიურია და 5%-ით უფრო ენერგოტევადი, ვიდრე ტრადიციული.

ბიოდიზელის უმსხვილეს მწარმოებლებს წარმოადგენს ევროპა, კერძოდ, გერმანია. ბიოდიზელის სახელმწიფო პროგრამები მიღებულია აშშ-ში, რუსეთში, საფრანგეთში, ავსტრიაში, ბრაზილიაში და ა.შ.

ნათელია, რომ კაცობრიობა დგას მრეწველობის ახალი დარგის – ბიოდიზელის საწვავის წარმოების მიჯნაზე.

მაღაიზია 2006 წლიდან სრულად გადავა საავტომობილო ტრანსპორტის გამართვაზე ეთანოლით, რომელიც ეკოლოგიურად უფრო სუფთა საწვავია ბენზინთან შედარებით.

უკანასკნელ ხანს, მინერალურ საცხე ზეთებზე მოთხოვნის ზრდასთან ერთად, ბაზარზე ნედლი ნავთობის გაძვირებასთან და ნავთობური წარმოშობის ნარჩენებით გარემოს დაბინძურებასთან დაკავშირებით, მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ყურადღება მიექცა ნამუშევარი საცხე ზეთების შეგროვებას და ხელმეორედ გამოყენებას. მაგალითად, აშშ-ში ნამუშევარი ზეთების წლიური ხარჯი 45%-ია.

ძალზე გაიზარდა ინტერესი ნახშირწყალბადური აირების ქიმიურ გადამუშავებაზე, რათა მათგან მიღებულ იქნეს ეკოლოგიურად სუფთა საწვავი და

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადამუშავება. - SCIENCE**  
**ნავთობში**

ღირებულ ქიმიური პროდუქტები. საზღვარგარეთ მას აღნიშნავენ GTL (Gaz-To-Liquid). ბუნებრივი აირის კონვერსიის ყველაზე დიდტონაჟიან პროდუქტს წარმოადგენს მეთანოლი, რომლის წლიური წარმოება უკვე აღწევს 35 მლნ ტ, ზრდის მუდმივი ტენდენციით. ეკონომიურად გაცილებით უფრო მომგებიანია მეთანოლის გადამუშავება ბენზინში.

მნიშვნელოვანია მეთანოლის და იზობუთილენის საფუძველზე მეთილმესამეული-ბუთილის ეთერის წარმოება, რომელსაც იყენებენ დანამატის (10-20%) სახით ბენზინებში, რათა გაიზარდოს ოქტანური რიცხვი. ნაირგვარი ნახშირწყალბადური ნედლეულის მისაღებად მეთანოლი განიცდის დეჰიდრატაციას. ამ დროს წარმოიქმნება დიმეთილის ეთერი (დმე). დმე და ბენზინის სინთეზი –ახალი მიმართულებაა ბუნებრივი აირის გარდაქმნის ძრავს საწვავად. როგორც მოელოდნენ, დმე გახდება XXI საუკუნის დიზელის საწვავი.

დღესდღეობით მსოფლიო ენერგომომხმარებლის ზრდა ნაწილობრივ კომპენსირდება ატომური ენერგეტიკის წილის ზრდით.

მიმდინარე საუკუნეში განხორციელდება ინტენსიური გადასვლა ეკოლოგიურად სუფთა აღწარმოებად ენერჯის წყაროებზე (მზე, ჰიდრო, გეოთერმული ენერჯია, ქარი, ბიომასა და სხვ.). ზემოთქმულთან დაკავშირებით, ახალი, არატრადიციული ენერჯის წყაროთა ძიება იქნება თანამედროვეობის აქტუალური პრობლემა.

ენერჯის აღწარმოებადი წყაროებიდან უმეტესად მნიშვნელოვანი და პერსპექტიულია მზის რადიაციის ენერჯია. მზის ენერჯის გამოყენება მიზანშეწონილად ითვლება, როდესაც მზის რადიაცია აჭარბებს 120 კვტ.სთ/მ<sup>2</sup> წლიურად. წლიური ნაკადი მზის რადიაციისა სხვადასხვა ქვეყნისთვის განსხვავებულია: აშშ-ში იგი აღწევს 1600-2100, ავსტრიაში-1900-2100, კვიპროსზე 1600, აზერბაიჯანში 1600-1800 კვტ.სთ/მ<sup>2</sup>.

აშშ-ში გათბობასა და გაცხელებაზე მზის ენერჯის გამოყენების წილი აღწევს ენერგომომხმარებლის საერთო ბალანსის 7%. ამასთან, მზის სადგურების და კოლექტორების ფართობების ზომა შეადგენს 10 მლნ მ<sup>2</sup>. ისრაელში გათბობასა და გაცხელებაზე დახარჯული ენერჯის 65% მოდის მზის ენერჯიაზე. აპარატურის ფართობი შეადგენს 1.72 მლნ მ<sup>2</sup>. ავსტრიაში ეს მაჩვენებლები აღწევს 37 და 30%. გათვლების თანახმად, აზერბაიჯანში 1.2 მლნ მ<sup>2</sup> (120 ჰა ანუ 1.2 კმ<sup>2</sup>) ფართობიდან მიღებულმა ენერჯიამ შეიძლება დაფაროს რესპუბლიკის მთელი ენერგომომთხოვნილების 30%.

არსებობს მზის ენერჯის უტილიზაციის სხვა გზები, მათ შორის, მზიური ფოტოელექტრული სადგურების გამოყენება.

დედამიწაზე წყლის უზარმაზარი რესურსებია. პოტენციური ჰიდროენერგორესურსები ესაა წყლის რესურსები, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ჰიდროელექტროსადგურთა მშენებლობისთვის [4]. ჰიდროენერგეტიკის ძირითადი ამოცანაა ჰიდროენერგორესურსების ოპტიმალური გამოყენების გზების ძიება და რეალიზაცია.

აღწარმოებადი ენერგორესურსების ერთ-ერთი საინტერესო სახეა გეოთერმული ენერჯია. დედამიწის გეოთერმული პოტენციალი ასევე მნიშვნელოვანია. ამჟამად გამოიყენება ცხელი, თერმული წყლების ენერჯია. მაგალითად, დასავლეთ



**მეცნიერება - ბრუნსპორტირება და გადაყვანვა -**  
**მეცნიერება - ნავთობში** SCIENCE

ევროპაში გეოთერმული ელექტროსადგურების სიმძლავრე, რომლებიც იყენებენ თერმული წყლების სითბოს, შეადგენს 472 მგვტ, მათ შორის ესპანეთში - 440 მგვტ, ისლანდიაში - 32 მგვტ. ნავთობის ექსპორტიორ ქვეყანათა შორის გეოთერმულ ელექტროსადგურთა მშენებლობის დარგში ლიდერთა პოზიციები უჭირავთ მექსიკასა და ინდონეზიას. იაპონია, რომელიც პრაქტიულად მთლიანად დამოკიდებულია ნავთობის ექსპორტზე, ფლობს გეოთერმული ენერჯის გარკვეულ მარაგს. ელექტროენერჯის მისაღებად მისი გამოყენებისას იაპონიამ შეიძლება დაფაროს მოთხოვნილების 15%.

ქარის ენერჯია წარმოადგენს პერსპექტიულ, ეკონომიკურად რეალურ სახეს აღწარმოებადი ენერჯის მისაღებად. აშშ-სა და დასავლეთ ევროპის რიგ ქვეყნებში ქარის ენერჯეტიკული დანადგარები განიხილება, როგორც კომერციულად მიზანშეწონილი წყაროები დამატებითი ენერჯის მისაღებად. ძირითად ენერგოწყაროებს კვლავ მიეკუთვნება თბო- და ჰიდროელექტროსადგურები. აშშ-ში ქარის ენერჯეტიკის განვითარების ძირითადი მიზანია ნავთობის იმპორტის შემცირება. თუმცა დასავლეთ ევროპაში ქარის ენერჯეტიკის მასშტაბი ჩამორჩება ამერიკულს, რიგ ქვეყნებში ქარის ენერჯეტიკა დაიკავებს კუთვნილ ადგილს ენერჯეტიკული ბალანსის დაგეგმვისას.

არააღწარმოებადი და აღწარმოებადი ენერგორესურსების გამოყენების პრობლემები და პერსპექტივები აქტუალურია საქართველოსთვისაც. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველო არც წარსულში და არც დღეისათვის არ მიეკუთვნება ნავთობის და გაზის მწარმოებელ წამყვან ქვეყანას. 1986-1991 წლებში მოპოვებული ნავთობის რაოდენობა 180 ათ. ტ წელიწადში, ხოლო 2007 წელს ნავთობის მოპოვება შემცირდა დაახლოებით 60 ათ. ტონამდე. 2007 წ. „საქნავთობმა“ განიცადა რეორგანიზაცია და ენერჯეტიკის სამინისტროსთან ჩამოყალიბდა „საქართველოს ნავთობის და გაზის კორპორაცია“. მისი პოლიტიკა გახდა არა ნავთობის მოპოვების ზრდა ან გადამუშავება, არამედ მოპოვებული ნავთობის ექსპორტი ქვეყნის გარეთ და, საბოლოოდ, ნავთობის საბადოების პრივატიზაცია.

თუ ნავთობის და ბუნებრივი აირის მოპოვება მოცემულ პერიოდში ასეთ მდგომარეობაში აღმოჩნდა, სხვა სურათია ქვანახშირის მრეწველობაში. ქართველ გეოლოგთა უკანასკნელი მონაცემების თანახმად, ქვანახშირის ბალანსური მარაგი შეადგენს 443 მლნ. ტ, ხოლო პროგნოზული – 745 მლნ.ტ (ტყიბული-შაორი, ახალციხე, ახალქალაქი, ტყვარჩელი). საქართველოს ქვანახშირი მაჩვენებლებით სავსებით გამოსადეგია საწვავის, ქიმიური პროდუქტების და ნახევარპროდუქტების მისაღებად. ასევე დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს მის თანმხლებ ნახშირწყალბადურ აირს.

ქვეყნისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს წყალბადის რესურსს. შავი ზღვა უნიკალურია თავისი განლაგებით და ქიმიური შედგენილობით. იგი წარმოადგენს მსოფლიოში ანაერობულ რეზერვუარს, რომლის 92% შეადგენს გოგირდწყალბადიანი წყალი. შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის შემცველობა შეადგენს 7-8 მლრდ.

**მეცნიერება, ტრანსპორტირება და გადაწყვეტა. - SCIENCE**  
**მეცნიერება - ნავთობში**

ტ, რომლის ყოველწლიური მატებაა 70-80 მლნ. ტ. მისი ელექტროლიზით შეიძლება ენერგეტიკული წყალბადის მიღება. ამ მიზნით უმთავრესი როლი ენიჭება ქვეყნის ენერგორესურსებს. გამორიცხული არ არის შავი ზღვის საქართველოს სექტორში მეთანის მარაგის არსებობა მყარი აირჰიდრატების სახით.

საქართველოში არის უდიდესი პოტენციური შესაძლებლობა ენერჯის აღწარმოებადი სახეების გამოყენებისა. საქართველო განთავსებულია მნიშვნელოვან გეოკლიმატურ სარტყელში და ფლობს აღწარმოებადი ენერჯის რესურსების დიდ მარაგს – მზე, ჰიდროენერჯია, გეოთერმული წყლები, ქარი, ბიომასა და ა.შ.

საქართველოს გააჩნია მზიური რადიაციის ულვეი რესურსები. იგი შედის ე.წ. „მზიურ სარტყელში“. ასე, მაგალითად, მზის ნათების წლიური ხანგრძლივობა უმეტეს რაიონებში შეადგენს 2000-2500 სთ (220-250 დღე) წელიწადში. მზის ენერჯის გამოყენების ყველაზე შესაფერისი პირობებით ხასიათდება სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი, შირაქის ველი, თბილისი, თელავი, სოხუმი და სხვა.

საქართველოში კონცენტრირებულია ამიერკავკასიის მთელი პოტენციური ჰიდრორესურსების 70%-ზე მეტი. ამიტომ პირველი რიგის ამოცანად გვესახება მისი მაქსიმალური ათვისება. ქვეყნის ენერგომომარაგების დარგში, ჰიდროენერგეტიკის განსაკუთრებული მნიშვნელობის გამო, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ხანგრძლივ და უსაფრთხო ექსპლუატაციის და ენერჯის გამომუშავების გაზრდას ახალი დიდი, საშუალო და მცირე ჰესების მშენებლობის ხარჯზე.

ენერჯის აღწარმოებადი სახეობიდან ჩვენი ქვეყნისთვის მნიშვნელოვანია გეოთერმული ენერჯია. გეოთერმული წყლების წლიური მოპოვება შეადგენს 8.6 მლნ მ<sup>3</sup> წელიწადში (35-38 ათ. მ<sup>3</sup> დღე-ღამეში). ამჟამად გეოთერმული წყლის მოპოვება ხდება 23 საბადოზე, რომელიც გამოვლენილია ზუგდიდის, ოჩამჩირის, გალის, ხობის, ვანის, სამტრედიის რაიონებში, თბილისის შემოგარენში. გეოთერმული წყლის მარაგი (ტემპერატურით 70-100<sup>0</sup>C) პროგნოზირდება 450 ათ. მ<sup>3</sup> დღე-ღამეში. პროგნოზული და საექსპლუატაციო მარაგების 70% განთავსებულია დასავლეთ საქართველოში, დანარჩენი – ქართლის ველზე, თბილისის შემოგარენში და სამხრეთ საქართველოს მთიანეთში.

ქარის ენერგორესურსები, რომელთაც მნიშვნელობა აქვთ ელექტროენერჯის ავტონომიურად გამომუშავებისთვის, მოიპოვება ულელტეხილებზე და კავკასიონის, თრიალეთის და ლიხის ქედების თხემებზე (მამისონის და ცხრაწყაროს ულელტეხილები, საბუეთის მთა), სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი (ფარავნის ტბა), კახაბერის ველი და კოლხიდის დაბლობის ცენტრალური ნაწილი. მთლიანად საქართველოში ქარის ერთ დანადგარზე (ღიამეტრით 6 მ) შეიძლება ყოველწლიურად მიღებულ იქნეს 210-230 მგვტ ელექტროენერჯია (ანუ 1,2 მლნ ტ პირობითი საწვავის ეკვივალენტური).

როგორც მიახლოებითი და საორიენტაციო გათვლები გვიჩვენებს, მზის ჰიდრო და გეოთერმული წყლების, ქარის ენერგორესურსების გამოყენება საქართველოში ყოველწლიურად მოგვცემს 3.6-4.0 მლნ ტ პირობითი საწვავის ეკონომიას.

ქვეყნისთვის არცთუ უმნიშვნელოა ბიომასის გამოყენება ბიოდიზელის წარმოებისათვის, რომლის საფუძველი იქნება საქართველოს ან იმპორტული ნავთობის დიზელის ფრაქციები. მსხვილტონაჟიანი წარმოების გარდა, ბიოდიზელის მიღება ჩვენში შეიძლება ფერმერული მეურნეობის პირობებში. მაგალითად, „გერმანულ“ ვარიანტში ფერმერები ყიდულობენ მცირე წარმადობის დანადგარებს (300-3000 ტ/წელიწადში) და დამოუკიდებლად მოჰყავთ რაფსი, ხოლო მისგან იღებენ ბიოსაწვავს საკუთარი ტრანსპორტისთვის.

საქართველოში სერიოზული ყურადღება უნდა მიექცეს ნამუშევარი მინერალური ზეთების შეგროვებას, გადამუშავებას და ხელახალ გამოყენებას.

ზემოთქმულთან ერთად, საქართველოში არის მეცნიერულ-ტექნიკური პოტენციალი და ინფრასტრუქტურა ენერჯის მისაღებად საკმარისი რაოდენობით, საკუთარი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, მკაცრი ეკოლოგიური ნორმების დაცვით.

ცოტა ხნის წინ კომპანიამ RAND გამოაქვეყნა მასშტაბური კვლევა „გლობალური ტექნოლოგიური რევოლუცია“, რომელშიც გაკეთებულია პროგნოზი, რომ უახლოეს ათწლეულში განვითარდება მეცნიერულ-ტექნიკური მიმართულებები: იაფი მზის ენერჯის გამოყენება; ეკოლოგიურად სუფთა წარმოება; ე.წ. ჰიბრიდული ავტომობილები, რომლებიც გამოიყენებენ არა მარტო ბენზინს, არამედ სხვა ენერგომატარებლებს; ყველა ქვეყანა გამოავლენს თავის საკუთარ, ხშირად უნიკალურ მიდგომას აღნიშნული საკითხებისადმი. საქართველოსაც მოელის არსებითი ძალისხმევა პრობლემების გადასაჭრელად.

პერსპექტივაში აღწარმოებადი ენერჯის წყაროების გამოყენება ქვეყანაში გამოათავისუფლებს მოხმარებიდან არააღწარმოებადი ნედლეულის რესურსს, კერძოდ, ნავთობს, საწვავი დანიშნულების ნავთობპროდუქტებს, ბუნებრივ აირს, რაც მიგვიყვანს საზღვარგარეთიდან მათი იმპორტის შემცირებამდე, სამამულო მაღალხარისხოვანი ნავთობის გამოყენებამდე მცირეტონაჟიან ნავთობპროდუქტთა მისაღებად.

ამისთვის საჭიროა, რომ საზოგადოების და მმართველი წრეების მენტალიტეტი ორიენტირებულ იქნეს ინვესტირებისკენ საქართველოში სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის მიმართულებით. გამონაკლისს შეიძლება წარმოადგენდეს მომსახურების ის სფეროები, რომელთა განხორციელება შეუძლებელია ადგილობრივ საწარმოებში.

ასეთია, მოკლედ, პრობლემათა ძირითადი დებულებანი და პერსპექტივები აღწარმოებადი და არააღწარმოებადი ენერჯის წყაროების გამოყენებისა მსოფლიოსა და საქართველოში [5].

### 3. დასკვნა

ამგვარად, შემოთავაზებული პროგრამის თანახმად უნდა განვითარდეს საქართველოს ნავთობგაზმოპოვების მრეწველობა. მოპოვებული სასაქონლო ნავთობი და მისი თანმხლები ნახშირწყალბადოვანი აირი გადამუშავებული იქნას ქვეყნისათვის საჭირო სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი, ძვირადღირებულ ნავთობპროდუქტებად.

გაგრძელება იხილეთ შემდეგ ნომერში.

### ლიტერატურა

1. Рустамов М. И. Каталитические процессы получения высококачественных моторных топлив. Баку: ЕЛМ, 2006. Т. 1,2.
2. Процессы нефтехимии и нефтепереработки, 2004, (4), с. 86.
3. CibbC Pebroleum Revilw. 2004, March. p. 31.
4. Александровский А. Ю. и др. Гидроэнергетика М.: Энергоиздание, 1988.- 512 с.
5. გაჯიევი-შენგელია დ., არეშიძე გ. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, 2008, 8(1) გვ.61.

### საქართველოს ნავთობის, გაზის გადაფუჭავის მოკლე მიმოხილვა და აღდგენა-აღორძინების პროგრამა. გ. ვარშალომიძე, დ. გაჯიევი.

ნაშრომში, ნაჩვენებია რომ მეცნიერულ-ტექნოლოგიურად გააზრებული, ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად დასაბუთებული პროგრამის უქონლობის გამო, ამჟამად მოპოვებული ნავთობი საქართველოში პრაქტიკულად არ გადაფუჭავდება და მისი რეალიზაცია ხორციელდება საზღვარგარეთ, ხოლო ნავთობის თანმხლები ნახშირწყალბადოვანი აირი ფუჭად იწვის ჩირაღდანზე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, შემოთავაზებულია საქართველოს ნავთობის და გაზის გადაფუჭავების მოკლე მიმოხილვა და აღდგენა-აღორძინების პროგრამა.

**საკვანძო სიტყვები:** ენერგორესურსები, ნავთობი, გაზი, ნახშირი, აღორძინებადი ენერგორესურსები, არაღორძინებადი ენერგორესურსები.

### SHORT REVIEW OF GEORGIAN GAS, OIL REFINING AND REHABILITATION PROGRAM. G. Varshalomidze, D. Gajieff.

The work deals with the problem of absence of the scientific-technologically developed program and economica-ecologically proved one. As a result at present the oil produced in Georgia fails to be refined in Georgia and its realization is being carried out abroad. The hydrocarbon gas accompanying oil is burning waste. Hence a short review on oil and gas rehabilitation has been offered in the work.

**Key words:** power resources, oil, gas, refining, ecologically proved, hydrocarbon gas.

### КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОГРАММЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ И ГАЗА ГРУЗИИ. Варшаломидзе Г., Гаджиев Д.

В работе показано, что в настоящее время из-за отсутствия научно-технической, экономически и экологически обоснованной программы, произведенная в Грузии нефть практически не перерабатывается и реализуется за пределами страны, а газ сжигается на факеле. Исходя из сказанного, предлагаются краткие сообщения о программе возрождения нефтегазовой промышленности и переработке нефти в ценные нефтепродукты.

**Ключевые слова:** энергоресурсы; нефть; газ; уголь; возобновляемые энергоресурсы; невозобновляемые энергоресурсы.

## საქართველოს ავტოტრანსპორტისა და საწვავის ხარისხის გავლენა ბარემოს დაბინძურებაზე

### 1. შესავალი



დ. გაჯიევი-შენგელია,

ქიმიურ მეცნ. დოქტორი,  
პროფესორი, ექსპერტი

განვიხილოთ XX საუკუნეს მართებულად უწოდებენ ატომური ენერჯის, კოსმოსის, ელექტრონიკის, კიბერნეტიკის საუკუნეს, მაგრამ იგი, უპირველეს ყოვლისა, დარჩება ავტომობილიზაციის ერაღ.

საავტომობილო და სხვა სახის ტრანსპორტის ფართოდ გავრცელება წარმოადგენს თანამედროვე საზოგადოების ტექნიკური პროგრესის ერთ-ერთი ყველაზე უფრო დამახასიათებელი ნიშანს. ავტომობილების რაოდენობა ამჟამად ჩვენ პლანეტაზე ასობით მილიონს აღწევს.

ავტომობილების რაოდენობის ასეთი ზრდა, ბუნებრივია, დაკავშირებულია ძრავებისათვის ბენზინის ან დიზელის საწვავის წარმოებასთან. დღეისათვის მსოფლიოში მოპოვებული ნავთობის დაახლოებით 90% გამოიყენება საწვავი დანიშნულების ნავთობპროდუქტების საწარმოებად, რომლებიც უზრუნველყოფენ სამოქალაქო, სამხედრო, საზღვაო და საავიაციო ტრანსპორტის ფუნქციონირებას, თბოელექტროსადგურების მუშაობას და ა.შ.

### 2. ძირითადი ნაწილი

კარბიურატორულ ძრავებში ბენზინის სრულწვას ადგილი არა აქვს. არასრული წვა განსაკუთრებით ვლინდება ძველი ავტომობილების ძრავებში და ქალაქის პირობებში დაბალი სიჩქარით მოძრაობისას. ამიტომ, მსოფლიოს, და მათ შორის, საქართველოს დიდი ქალაქების გარემოს დაბინძურების ძირითად მიზეზს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტი და მათ მიერ გამოყენებული საწვავის ხარისხი. ავტოტრანსპორტი აგრეთვე დიდი რაოდენობით მოიხმარს ატმოსფერულ ჟანგბადს.

ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები მაღალტოქსიკური ქიმიური ნაერთებია და ადამიანის ორგანიზმისა და მცენარეებისათვის საშიშ გარემოს ქმნიან. მსოფლიო საავტომობილო პარკი ყოველწლიურად ატმოსფეროში მაღალდისპერსიული აეროზოლის სახით დიდი რაოდენობით ტყვიას გამოტყორცნის. საწვავის არასრული წვის შედეგად ყოველწლიურად ატმოსფეროში 60 მლნ ტონა ნახშირბადის მონოქსიდი ხვდება.

სასაქონლო ბენზინების წარმოებას, რომლებიც პასუხობენ თანამედროვე საავტომობილო ძრავების მოთხოვნებს, წინ უსწრებს ნავთობიდან და გაზიდან როგორც ბაზური, ასევე მაღალოქტანური კომპონენტების მიღების რთული მრავალსტადიანი პროცესი მაღალ ტემპერატურასა და წნევაზე, სხვადასხვა კატალიზატორის თანაობისას. მათ ნავთობგადა-

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადამუშავება, ნავთობში** SCIENCE

მამუშაველ ქარხნებში აწარმოებენ არსებული ტექნოლოგიების შესაძლებლობის მიხედვით. წარმოება ხორციელდება ნავთობიდან გამოყოფილი თხევადი ფრაქციების ან ნახშირწყალბადოვანი აირების გადაშეშებით, სხვადასხვა ტექნოლოგიის გამოყენებით. საბაზო ბენზინებად უმთავრესად გამოიყენება ტექნიკური ბენზინი, მიღებული ნავთობის პირდაპირი გამოხდით, კატალიზური კრეკინგით, დაკოქსვის პროცესით, რიფორმინგით, იზოფორმინგით, ჰიდროკრეკინგით და სხვა. საბაზო პროდუქტების პარალელურად, ცალკე ბლოკში ამზადებენ მაღალექტანურ კომპონენტებს—იზომერიზატებს, ალკილატებს, პიროლიზის ჰიდროგაწმენდილ თხევად პროდუქტებს, აგრეთვე მსუბუქ ბუტან-ბუტილენურ ნაერთებს და სხვა.

ბაზური ბენზინები და მაღალექტანური პროდუქტები განსხვავდება თავიანთი თვისებებით.

ბაზური ნავთობპროდუქტების და მაღალექტანური კომპონენტების შესაბამისი ჰინოპორციებით შერევით (კომპაუნდირებით) და შემდგომ წარმოების დასრულების სტადიაში მისართის, კერძოდ, ეთილური სითხის ან სპირტის, ეთერის დამატებით მზადდება სტანდარტის მოთხოვნილების შესაბამისი სასაქონლო ბენზინების სხვადასხვა მარკები.

ზემოაღნიშნულ პროდუქტთა თანაფარდობა განსაზღვრავს სასაქონლო ბენზინის ოქტანურ რიცხვს, ფრაქციულ შედგენილობას, ტყვიის, ბენზოლის, გოგირდის რაოდენობას, ქიმიურ და ფიზიკურ სტაბილურობას და სხვა პარამეტრებს. რაც უფრო მაღალია ბენზინის ოქტანური რიცხვი, ნაკლებია მასში ტყვია, ბენზოლი (ან საერთოდ გამორიცხულია), გოგირდი, არომატული ნახშირწყალბადები, მით უფრო მაღალია მისი ხარისხი და მცირეა უარყოფითი გავლენა ძრავასა და გარემოზე.

თანამედროვე პერიოდში მსოფლიოში ძირითადად იწარმოება ოთხი ხარისხის სასაქონლო ბენზინი მარკირებული ოქტანური რიცხვით (კვლევეთი მეთოდით): ნორმალი-80; რეგულარი-91; პრემიუმი-95 და სუპერი-98. უძრავლეს ქვეყანაში იწარმოება, როგორც წესი, ორი მარკის ბენზინი —რეგულარი და ნორმალი, ხოლო ზოგიერთ რეგიონში მცირე რაოდენობით მზადდება უმაღლესი ოქტანური რიცხვის ბენზინი—სუპერი.

ნაკლებად განვითარებული ქვეყნების ნავთობგადამამუშაველ ქარხნებს თანამედროვე მაღალი ტექნოლოგიური სიმძლავრე არ გააჩნიათ, რის გამოც იძულებული არიან მაღალექტანური რიცხვის ბენზინების მისაღებად ეთილის სითხე (ტეტსაეტილ ტყვიისა და გამომტანის - ბრომეთანის, დიბრომეთანის ნარევი) გამოიყენონ. ასეთი რეცეპტით წარმოებულ ბენზინებს ეთილირებულს უწოდებენ. მისი მომზადება ბევრად ეკონომიურია, ვინაიდან არაეთილირებული მაღალექტანური სასაქონლო ბენზინის წარმოება დაკავშირებულია სიძნელებებთან და დიდი რაოდენობით სხვა მაღალექტანური კომპონენტების გამოყენებასთან.

ავტოტრანსპორტში თხევად ბენზინთან ერთად საწვავ პროდუქტად გამოიყენება შეკუმშული ნახშირწყალბადოვანი აირი. უკანასკნელის ოქტანური რიცხვი ბევრად მაღალია ბენზინთან შედარებით, ვინაიდან მასში შემავალი ნახშირწყალბადები შეიცავს დიდი რაოდენობით წყალბადს და ნაკლებად ნახშირბადს, რის გამოც წვის პროდუქტებში მცირეა ნახშირბადის მონოოქსიდის რაოდენობა. უკანასკნელ პერიოდში ინტენსიურად ვითარდება ბიოსაწვავის წარმოება. წყალბადი წარმოადგენს იდეალურ საწვავს. ის გამოიყენება ავტომობილებში.

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადაყვანა - SCIENCE**  
**ნავთობი**

მთელ მსოფლიოში ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნების გლობალური პრობლემაა აწარმოონ მაღალოქტანური სასაქონლო ბენზინები ტყვიის, ბენზოლის, გოგირდის და არომატული ნახშირწყალბადების ნაკლები შემცველობით, ე.ი. ისეთი მაღალი ხარისხის საავტომობილო საწვავი, რომელიც მთლიანად პასუხობს “კანონს ჰაერის სისუფთავეზე”.

ავტოტრანსპორტის მიერ გამოტყორცნილი გამონაბოლქვი აირები, ატმოსფეროს, საერთოდ გარემოს აბინძურებს არაორგანული (ნახშირბადის, აზოტის, გოგირდის ოქსიდებით, ტყვიის ნაერთებით, და ორგანული (დაუმწვარი ნახშირწყალბადები, განსაკუთრებით ბენზოლი, ნახშირწყალბადების არასრული დაჟანგვის პროდუქტები - ალდეჰიდები, კეტონები და სხვ.) ნივთიერებებით. მათი რაოდენობა მრავალჯერ აჭარბებს ატმოსფეროში სხვა (ელექტრო-, თბოელსადგურების და სხვა საყოფაცხოვრებო) ობიექტების მიერ გამოყოფილი მავნე ნივთიერებების საერთო მაჩვენებელს.

ნახშირწყალბადის მონოქსიდი ძლიერ შხამიანი გაზია. იგი უკავშირდება სისხლის ჰემოგლობინს და აფერხებს ჟანგბადის ტრანსპორტს ორგანიზმში. ნახშირის ორჟანგი იწვევს პლანეტის გლობალურ გათბობას. გოგირდის დიოქსიდი იწვევს სასუნთქი გზების დაავადებებს და მიეკუთვნება კიდევ უფრო მავნე და კოროზიული მოქმედების ნივთიერებებს.

აზოტის ოქსიდი წარმოიქმნება ჰაერის აზოტის ჟანგბადთან ურთიერთქმედებისას ძრავებში, იგი ისევე მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე, როგორც ნახშირწყალბადის მონოქსიდი.

ეთილირებული ბენზინის გამოყენებისას წარმოქმნილი ტყვია და მისი ნაერთები იწვევს ადამიანის ნერვიული სისტემის დაზიანებას (განსაკუთრებით ბავშვებში).

ტყვიით და მისი ნაერთებით ორგანიზმის მცირედ მოწამვლის დროსაც კი ხდება ფიზიკური განვითარების, ზრდის დაქვეითება, მცირდება სისხლში ჰემოგლობინისა და ერითროციტების რაოდენობა.

ჰაერში ტყვიის რაოდენობის ზღვრულად დაშვებული კონცენტრაცია დაკანონებული ლიმიტის (0,013 მგ/ლ) ზემოთ განსაკუთრებით საშიშია ქალაქში მცხოვრები ჩვილებისა და მოხუცებისათვის, იწვევს ზრდასრული მოსახლეობის ჰიპერტროფულ და კარდიოვასკულარულ დაავადებებს.

ამერიკის მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ტყვია, მანგანუმი და მათი ნაერთები უარყოფით ზემოქმედებას ახდენს არა მხოლოდ ადამიანის ფიზიკურ ჯანმრთელობაზე, არამედ საზოგადოების სოციალურ სიჯანსაღეზეც: იწვევს დანაშაულებათა პროვოცირებას, ხელს უწყობს ადამიანის არამოტივირებულ აგრესიულობის ზრდას.

გარემოს ევროპის ეკონომიკური განვითარების რეკომენდაციით, ტეტრაეთილტყვიის გამოყენება დასავლეთ ევროპაში აკრძალულია. ნაკლებად განვითარებული ქვეყნები კი ისევ იყენებენ ამ იაფ და ეფექტურ დანამატს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მთელ მსოფლიოში, გარემოს დაცვის მოთხოვნის შესაბამისად ხორციელდება ღონისძიებები ბენზინის ოქტანური რიცხვის ასამაღლებლად ტყვიისა და მანგანუმის შემცველი დანამატების გამოყენების გამოსარიცხად, არაეთილირებულ, ეკოლოგიურად სუფთა ბენზინების წარმოებაზე გადასასვლელად.

**მეცნიერება, ტრანსპორტირება და გადაწყვეტა.**  
**მეცნიერება - ნავთობში** SCIENCE

1992 წლიდან, ბენზინის წარმოების საერთო მოცულობაში, არაეთილირებული ბენზინის წილი აშშ-ში 90% აჭარბებს, გერმანიაში-70%, რუსეთში-27,8%; იაპონიაში, ავსტრიაში, შვეიცარიაში და სხვა განვითარებულ ქვეყნებში გამოიყენება მხოლოდ არაეთილირებული ბენზინები.

ბენზინები არა მარტო ზრდის ნამწვწარმოქმნას ძრავაში, აუარესებს მის დაბალტემპურატურულ თვისებებს, ზრდის საწვავის შემღვრევისა და გაყინვის ტემპერატურას, არამედ ტოქსიკურად მოქმედებს ცოცხალ ორგანიზმზე. სერიოზულ საშიშროებას წარმოადგენს ბენზოლი ან მისი მეტაბოლიზმის პროდუქტების ციტოტოქსიკური მოქმედება. ამ დროს ქვეითდება სუნთქვის პროცესი უჯრედებსა და ძვლის ტვინში, შეინიშნება ლიმფოციტოქსიკური ეფექტი, იზრდება ფუნქციურად შეცვლილი უჯრედების რაოდენობა. ის ახდენს პირდაპირ დამაზიანებელ ქმედებას ჟანგვით პროცესებზე სისხლწარმოქმნელ ქსოვილებში.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით, აშშ-ს შრომის დაცვის ფედერალური ადმინისტრაციის მიერ ბენზოლი შეტანილია ყველაზე საშიში ნივთიერებების სიაში.

1990 წელს აშშ კონგრესის მიერ მიღებულია კანონი ჰაერის სისუფთავის შესახებ, რომლის თანახმადაც ბენზოლის შემცველობა სასაქონლო ბენზინებში არ უნდა აღემატებოდეს 1,5%, ევროპის ქვეყნებში ეს ზღვარი მერყეობს 2-3% ფარგლებში, ხოლო რუსეთში შეადგენს არა უმეტეს 5%-ს.

ასევე მეტად ყურადსაღებია გამონახობა აირების შემადგენელი კანცეროგენური პოლიციკლური არამატული ნახშირწყალბადი 3,4-ბენზპირენი.

პერსპექტიული მოთხოვნების თანახმად, სასაქონლო ბენზინების შედგენილობაში გოგირდის, უჯერი და არომატული ნახშირწყალბადების და, განსაკუთრებით, ბენზოლის შემცველობა მკვეთრად უნდა შემცირდეს. კერძოდ, იწარმოება არაეთილირებული ბენზინი, რომელშიც არამატული ნახშირწყალბადების შემცველობა შეესაბამება 35%, ბენზოლის - 1,0-08%, გოგირდის - 0,001%-ს.

დიზელის საწვავში გოგირდის რაოდენობა შემცირდება 0,030-0,0010% მდე, ხოლო არომატული ნახშირწყალბადები - 10%-მდე.

აშშ-სა და ევროპის ქვეყნებში მიღებულია ეკოლოგიური პროგრამები, რომლებიც ითვალისწინებენ რეფორმირებული ბენზინების წარმოებას: ევრო-სუპერი-1,2,3 და ევრო-სუპერ-4, აგრეთვე პერსპექტიული დიზელის საწვავი.

საქართველო დღეისათვის არ მიეკუთვნება ნავთობის, ნახშირწყალბადოვანი გაზის მსხვილ მომპოვებელ და გადამამუშავებელ, წამყვან რეგიონს, ის მთლიანადაა დამოკიდებული იმპორტირებულ საწვავ ნავთობპროდუქტებზე.

სასაქონლო ბენზინის, დიზელის საწვავის და სხვა ნავთობპროდუქტების შემოტანა საზღვარგარეთიდან და მათი რეალიზაცია შიგა ბაზარზე ხორციელდება სხვადასხვა კომპანიების მიერ. კერძოდ, ვისოლ პეტროლგუმ ჯორჯია“ “ლუკოილ-ჯორჯია“, “რომპეტროლ-ჯორჯია“, “ეკოჯორჯია“, სოკარ პეტროლგუმ ჯორჯია“ და ა.შ.

საქართველოს ნავთობპროდუქტების მწარმოებელთა, იმპორტიორთა და მომხმარებელთა კავშირის მონაცემების თანახმად, ქვეყანაში შემოსული სასაქონლო საწვავის რაოდენობა 2007



წელს შეადგინა: ბენზინი-383 ათ. ტ, დიზელის საწვავი-344 ათ. ტ და ნახშირბადოვანი აირი 1 მლრდ მ<sup>3</sup>.

აღნიშნული ნავთობპროდუქტების იმპორტი ძირითადად ხორციელდება რუმინეთიდან, საბერძნეთიდან, იტალიიდან და აზერბაიჯანიდან.

საწვავის იმპორტიორთა კომპეტენტურობასა და საქმიანობაზე ბევრადაა დამოკიდებული ავტოტრანსპორტის ეკონომიკის განვითარება, სახელმწიფო თავდაცვის ძლიერება და გარემოს დაბინძურება.

საერთოდ საავტომობილო ბენზინის ხარისხი მკაცრად რეგულირდება და კონტროლდება სახელმწიფოს სტანდარტით. სტანდარტის შესაბამისად, სასაქონლო ბენზინის ხარისხში გულისხმობენ თვისებების ერთობლიობას, რომელიც განაპირობებს მის ვარგისობას დანიშნულებისამებრ გამოსაყენებლად. ამ განმარტებაში ხაზგასმულია სასაქონლო ბენზინზე მთავარი მოთხოვნა - დააკმაყოფილოს ავტომობილის გარკვეული მოთხოვნილება და არ დააზიანოს გარემომცველი არე. ხარისხის კრიტერიუმი, რომელიც მოყვანილია სტანდარტში სახელმძღვანელოდ, გამოიყენება სასაქონლო ნავთობპროდუქტების გამსაღებელი ორგანოების, იმპორტიორების და მომხმარებლების მიერ.

თუ საწარმოს მიერ წარმოებული ბენზინის ან დიზელის საწვავის ხარისხი არ აკმაყოფილებს სტანდარტის მოთხოვნებს ან შეგნებულად ფალსიფიცირებულია, ის პასუხს აგებს სისხლის სამართლის წინაშე.

წინა წლებში სასაქონლო ბენზინებზე სამამულო სტანდარტის უქონლობის გამო საქართველოში გამოიყენებოდა რუსეთის სახელმწიფო სტანდარტი ГОСТ 2084-77.

რუსეთში საწვავის ოქტანური რიცხვის ასამაღლებლად ფართოდ გამოიყენება ეთილირების ხერხი. უკანასკნელ წლებში ევროპული ქვეყნების მოთხოვნილების თანახმად, ბენზინის ხარისხთან და ეკოლოგიასთან დაკავშირებით, რუსეთის სტანდარტიზაციის კომიტეტის მიერ შემუშავებულ იქნა ГОСТ 51105-97 “საწვავი შიგაწვის ძრავებისათვის”.

სტანდარტი გათვალისწინებულია რუსეთის ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნის მიერ წარმოებული ბენზინებისათვის.

2000 წელს რუსეთის სტანდარტ ГОСТ51105-ში მოყვანილი გამოყენების სფერო, ნორმატიული მითითებანი, კლასიფიკაცია, მიღება, გამოცდის წესები და ა.შ. გადათარგმნილ იქნა ქართულ ენაზე და შეიქმნა “ეროვნული“ სტანდარტი სსტ 41:2000 “საწვავი შიგაწვის ძრავებისათვის“. სტანდარტი დამტკიცებულია და შემოღებულია ყოფილი საქართველოს საქსტანდარტის 2000 წლის 24 აგვისტოს №137 ბრძანებით.

ზემოაღნიშნული ქვეყნებიდან იმპორტირებული სასაქონლო ბენზინის სერტიფიკატები ხარისხზე, ტყვიის, ბენზოლის, გოგირდის და არომატული ნახშირბადების შემცველობა აკმაყოფილებს საქართველოს “ეროვნული“ სტანდარტის მოთხოვნილებებს.

რუმინეთში, საბერძნეთში, იტალიაში წარმოებული სასაქონლო ბენზინები შეიცავს ნაკლები რაოდენობით ტყვიას, ბენზოლს, გოგირდს და სხვა მავნე ნივთიერებებს, ვინაიდან გამოიყენებულია სპირტები (მეთანოლი, ეთანოლი და სხვ), რაც ამცირებს საწვავის გაშვების უნარის თვისებებს, თბოწარმოების შესაძლებლობას, მცირე ტემპერატურის პირობებში ადგილი

აქვს დაყოფას და საწვავის თვითღირებულების ზრდას. მიუხედავად აღნიშნულისა, ისინი აკმაყოფილებენ თანამედროვე ევროსტანდარტის მოთხოვნებილებს.

სასაქონლო ბენზინის წარმოებიდან დაწყებული და ავტოტრანსპორტის საწვავი ავზის შევსებამდე, განვითარებულ ევროპულ ქვეყნებში სათანადო კომპეტენტური ორგანოების მიერ სისტემატურად კონტროლდება საწვავის ხარისხი. სასაქონლო ბენზინი სერტიფიკაციით ხარისხზე, ქვეყანაში იმპორტირების შემდეგ ზედება ტერმინალში და ბენზინგასამართ სადგურებში, სადაც ადვილად შეიძლება ხარისხის შეცვლა. ასე, რომ იმპორტირებული ბენზინი სერტიფიკაციით ხარისხზე შეიძლება იყოს ნამდვილი, მაგრამ რეალიზებადი საქონელი - გაყალბებული. ზოგიერთ შემთხვევაში “გონივრულ ზღვარს“ არ იცავენ. ეს განსაკუთრებით ადვილად განსახორციელებელია იმ ქვეყნებში, სადაც არ არსებობს ოფიციალური სახელმწიფო ორგანო, რომელიც შეიძლება გააკონტროლოს იმპორტირებული და რეალიზებადი ნავთობპროდუქტების ხარისხი.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეკოლოგიური ვითარება საქართველოს დიდ ქალაქებში ძალზე დაძაბულია სატობის ნამწვის დიდი რაოდენობით დაგროვების გამო, ამიტომ გადაუდებელ ამოცანას წარმოადგენს ცენტრალიზებული, კომპეტენტური, თანამედროვე აპარატურით, მაღალკვალიფიციური სპეციალისტებით (ნავთობქიმიკოსებით და ანალიტიკოსებით) დაკომპლექტებული ლაბორატორიის ჩამოყალიბება, რომელსაც ხელეწიფება საქართველოს სამამულო სტანდარტის მომზადება ევროპული ქვეყნების დონეზე – ექსპორტირებადი და იმპორტირებადი ნავთობების, დისტრილატების, სასაქონლო საწვავი ნავთობპროდუქტების ხარისხის კონტროლი, გაუმჯობესება და უარყოფითი გავლენის შემცირება ეკოლოგიაზე.

ყველაზე მთავარი საზრუნავი უნდა გახდეს ერის ჯანმრთელობა და არა დილექტანტური მიდგომა პრობლემისადმი.

### 3. დასკვნა

აუცილებელია მკაცრი კონტროლი როგორც სასაქონლო ბენზინებზე ასევე ავტომობილის გამონაბოლქვზე. სახელმწიფო ორგანოები უნდა ახორციელებდნენ მკაცრ კონტროლს არა მარტო საავტომობილო საწვავზე და გამონაბოლქვზე, არამედ თბილსადგურებში და სასაცხობო მეურნეობებში. უნდა ხორციელდებოდეს სრული წვა, უნდა დავიცვათ ქვეყნის ეკოლოგიური სისუფთავე.

#### ლიტერატურა

1. გაჯიევი-შენგელია დ., არეშიძე გ. ნავთობქიმიის საწყისები. თბილისი 1999. გ. 4.
2. Гуреев А. А. и др. Производство высокооктивных бензинов. 1981.
3. Рустамов М. И. Каталитические процессы получения высококачественных моторных топлив. 2006, м. 2, с. 88
4. Курбатов В. А. Актуальные проблемы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Нефтехимия. 1991, 31, №2, с. 16.
5. Русланов М. И. Концепция развития нефтеперерабатывающей, газоперерабатывающей, газоперерабатывающей и нефтехимической промышленности Азербайджана. Баку. 2004., с. 4.

**მეცნიერება - მომზადება, ტრანსპორტირება და გადაყვანა, - SCIENCE**  
**საქართველოს ავტოტრანსპორტისა და საწვავის ხარისხის გავლენა**  
**გარემოს დაბინძურებაზე. დ. გაჯიევი**

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ მსოფლიოს და, მათ შორის, საქართველოს დიდი ქალაქების გარემოს დაბინძურების ძირითად მიზეზს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტი და მათ მიერ გამოყენებული საწვავის ხარისხი. ამიტომ გადაუდებელ ამოცანას წარმოადგენს ცენტრალიზებული, კომპეტენტური, თანამედროვე აპარატურით დაკომპლექტებული ლაბორატორიის ჩამოყალიბება, რომელსაც ხელეწიფება იმპორტირებული სასაქონლო საწვავი ნავთობპროდუქტების ხარისხის კონტროლი.

**საკვანძო სიტყვები:** ავტოტრანსპორტის გამონახოლქვი გაზი, სასაქონლო ბენზინების წარმოება, ეთილირებული ბენზინი, ტყვიის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე.

**MOTO TRANSPORT AND FUEL QUALITY INFLUENCE ON ENVIRONMENT POLLUTION IN GEORGIA. D. Gajieff.**

The work deals with the basic reason of the world, among them of Georgia, city environment pollution, caused by moto transport exhaust gas and the quality of the fuel used by them. Hence the urgent problem is to build a centralized laboratory in the republic in the coming future to control the quality of the imported oilproducts to the republic for commercial purpose.

**Key words:** moto transport exhaust, produce commercial petrol, ethilated petrol, influence of lead on the human body.

**ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА И КАЧЕСТВА ТОПЛИВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГРУЗИИ. Д. Гаджиев.**

В работе показано, что основными загрязнителями окружающей среды больших городов в мире и в том числе в Грузии являются выхлопные газы автомобильного транспорта. Исходя из создавшегося положения, необходимо в ближайшем будущем создать в республике централизованную лабораторию, которая будет контролировать качество импортируемых в республику нефтепродуктов топливного назначения.

**Ключевие слова:** выхлопные газы автотранспорта; производство товарных бензинов; этилированный бензин; влияние свинца на организм человека.

## მილსადენების მთლიანობის და უსაფრთხოების დაცვა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების საშუალებით

წარდგენილია საქართველოს საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსის ი. გოგუაძის მიერ

### 1. შესავალი



გ. მგელაძე,  
დოქტორანტი

ციფრულ მონაცემთა გადამუშავება ერთ-ერთი ყველაზე მძლავრი და სწრაფად მზარდი ტექნოლოგიაა, რომელიც გამოიწვევს რევოლუციურ ძვრებს მეცნიერებასა და ტექნიკაში. მნიშვნელოვან ცვლილებებს აქვს ადგილი მეცნიერების ფართო დიაპაზონის სფეროებში: კომუნიკაცია, სამედიცინო დიაგნოსტიკა, რადიოლოგია და პიდროლოგია, მეტეოროლოგია, მაღალი სიზუსტის მუსიკალური რეპროდუქცია და ნავთობისა და გაზის მარაგებისა თუ საბადოების პროგნოზირება, აგრეთვე ნავთობისა და გაზის მოპოვება და ტრანსპორტირება (მილსადენის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით). თითოეულ ამ სფეროში არის განვითარებული ციფრული სიგნალების გადამუშავება თავისი ალგორითმით, მათემატიკით და სპეციალიზებული ტექნიკით.

ოცდამეერთე საუკუნე ხასიათდება განსაკუთრებული მგრძობელობით ენერგეტიკულ მდგომარეობასა თუ პერსპექტივებზე დამოკიდებულებაში (მზარდი მოთხოვნილების გამო). მილსადენები არის არსებითი კომპონენტი ენერგომომარაგების ჯაჭვისა და მათი მთლიანობის მონიტორინგის ძირითადი ამოცანა მართვისა და კონტროლისათვის.

დღესდღეობით მილსადენები (ნავთობსადენი, გაზსადენი) გადაჭიმულია ძალიან დიდ მანძილზე, შორეულ ფართობებზე, განიცდის უხეშ ზეგავლენას ნიადაგის სხვადასხვა აგებულებისა და განსხვავებული გარემო ვითარების გამო (მათ შორის ზამთრისა და ზაფხულის ტემპერატურული ცვლილების გამო), ასევე მესამე მხარის ჩარევის გამო (ბევრი სხვადასხვა გარემოება არსებობს: ტერორისტული აქტები, ვანდალიზმი და სხვა). ცნობილი და ფართოდ აღიარებულია, რომ მილსადენებიდან გაჟონვამ შეიძლება გამოიწვიოს გარემოს დიდი ზიანი და ეკოლოგიური კატასტროფაც კი.

მილსადენების მთლიანობის და უსაფრთხოების მონიტორინგი მარშრუტის მთელ მანძილზე არის მთავარი ამოცანა მოქმედი თუ პერსპექტიული უდიდესი ენერგეტიკული პროექტებისა. მილსადენების მთლიანობის დარღვევა შეიძლება გამოიწვიოს მრავალმა მიზეზმა – ნიადაგის გადაჭარბებულმა დეფორმაციამ (მიწისძვრა, კოროზია, ნიადაგის დაღლა, ბზარი, დაცოცება, ასევე განზრახ დაზიანება).

მილსადენის მთლიანობის დაცვის უწყვეტი მონიტორინგის უზრუნველყოფის საუკეთესო საშუალებაა ციფრული მონაცემების მიღება-გადამუშავება ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიის საშუალებით. წინა სტატიაში განვიხილეთ ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების უპირატესობა და პერსპექტივები, გამოყენების სფეროები. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელის და ოპტიკურ-ბოჭკოვანი სენსორების საშუალებით შესაძლებელია დიდი მოცულობის მონაცემების უსწრაფესი მიღება და გადამუშავება.

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელი თავისი დანიშნულებით შეიძლება დაიყოს 3 ჯგუფად: მაგისტრალური, ზონური და ურბანული (საქალაქი).

მაგისტრალური ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელის დანიშნულებაა ინფორმაციის გადაცემა დიდ მანძილებზე და გადამცემი არხების მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ისინი გამოირჩევიან მცირე გათხევადებით და დისპერსიულობით და დიდი ინფორმაციის გამტარუნარიანობით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გადამწოდები შედგება ერთმოდინი ოპტიკური ბოჭკოსაგან, მოქმედი მთელ სიგრძეზე. ერთმოდინი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი სენსორს (დატჩიკს) შეუძლია შეცვალოს 1000 დისკრეტული (წერტილი) სენსორი. დაბალი გათხევადება (შესუსტება) საშუალებას იძლევა განხორციელდეს კონტროლი დიდ მანძილზე (25კმ-დე), რომელიც წარმოადგენს შთამბეჭდავ რაოდენობას გაზომვების წერტილებისა (პუნქტების). ეს ფაქტორი დანაწილებულ ტექნიკას ხდის მიმზიდველს, როდესაც საჭიროა დიდი ადგილმდებარეობის კონტროლი. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გადამწოდების სენსორული სისტემის განვითარება ეყრდნობა ადღენილ და ცნობილ მეთოდს, რომლის მიხედვითაც ხელსაწყოს (შუქსატარი) შეუძლია ურთიერთქმედება შუქთან ოპტიკური-ბოჭკოს გავლით. ტემპერატურისა და დაძაბულობის განაწილებული მონიტორინგული სისტემა DITEST(Distributed temperature and strain monitoring system) დაფუძნებული აღმოჩენის სქემაზე იყენებს არაწრფივ ოპტიკურ ეფექტს. მიმოხილვის ეს პროცესი – მენდელშტამ-ბრილოუინისა – თვისობრივი თავისებურებაა შუქის გავრცელებისა კვარცის მასალაში. მენდელშტამ-ბრილოუინის მიმოხილვის ეფექტი იძლევა ცნობილ პასუხს შიგა პარამეტრებზე, როგორცაა ტემპერატურა და დაძაბულობა. ურთიერთქმედება ბრილოუინს მიჰყავს მიმოხილული შუქთან, რომელიც განიცდის სიხშირის ცვალებადობას მიმოხილვის პროცესში. სიხშირის ეს ცვალებადობა ხაზობრივად (წრფივად) დამოკიდებულია ბოჭკოს ტემპერატურასა და დაძაბულობაზე. შედეგად, მიმოხილულ შუქს აქვს გარკვეულწილად განსხვავებული სიგრძის ტალღები, ვიდრე ჩვეულებრივ შუქს. ტალღის სიგრძე დამოკიდებულია ბოჭკოს დაძაბულობასა და ტემპერატურაზე. სისტემა დაფუძნებულია ბრილოუინის ანალიზზე – მიმოხილული შუქი ოპტიკურ ბოჭკოში, რათა განხორციელდეს ტემპერატურული და ძაბვითი გაზომვა. მთავარი კომპონენ-

ნტი – DITEST სისტემა არის მთვლელი ხელსაწყო და სენსორის (დატჩიკის) კაბელი. მთვლელი ხელსაწყო დაკავშირებულია სენსორის პროქსიმალურ ბოლოსთან და შეიძლება გადაადგილებულ იქნეს (დისტანციურად) მგრძობიარე არიდან (ზონიდან), რადგანაც ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელის სექცია (სეგმენტი) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, რათა დავაკავშიროთ მთვლელი (წამკითხველი) ხელსაწყო უშუალოდ სენსორთან, სამუშაოს ნებისმიერი დეგრადაციის გარეშე. სენსორის მეორე ბოლო შეიძლება იყოს დაკავშირებული სენსორის დაბოლოების მოდულთან (ერთდაბოლოებიანი კონფიგურაცია) ან უკუბნევით დაუკავშირდეს მთვლელ ხელსაწყოს (მრუდის, რკალის კონფიგურაცია). კონფიგურაციის შერჩევა (ერთდაბოლოებიანი თუ მრუდის ტიპის) დამოკიდებულია მოთხოვნაზე. მაძლიერებლის ოპტიკური მოდულების გამოყენება ითვალისწინებს განხორციელდეს კონტროლი (მილსადენისა ერთი ინსტრუმენტისაგან) 300 კმ-მდე.

DITEST სისტემის ტიპური ქმედებები ნაჩვენებია ქვემოთ:

გაზომვის დიაპაზონი-30კმ (სტანდარტული)

150 (გაფართოებული)

არხების რაოდენობა-2 (სტანდარტული)

მაქს.-60 (არხის გამომრთველთან ერთად)

სივრცული რეზოლუცია (გადაწყვეტა) -1მ-დან 5კმ-დე

2მ-დან 25კმ-დე

ტემპერატურული გადაწყვეტა- 0.1°C

ტემპერატურული დიაპაზონი-(-270°C-დან +500°C-მდე)

(დამოკიდებულია კაბელის ტიპზე)

ძაბვის რეზოლუცია-0.002მმ/მ

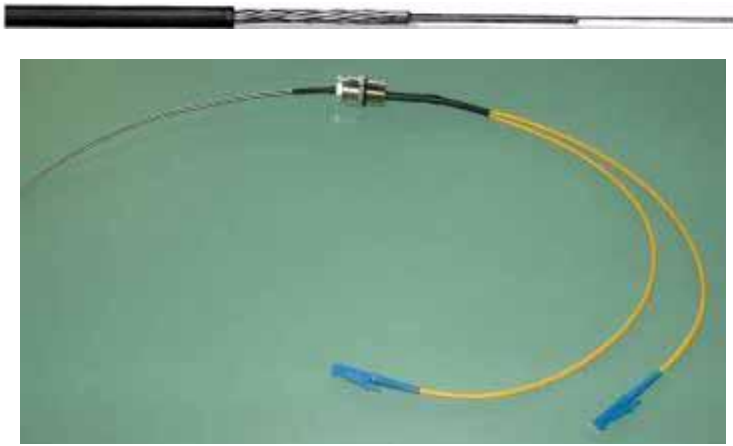
დაძაბულობის დიაპაზონი (ტიპური)- -1.25% -დან 1.25%-მდე

მოპოვების დრო (ტიპური)-2წთ.

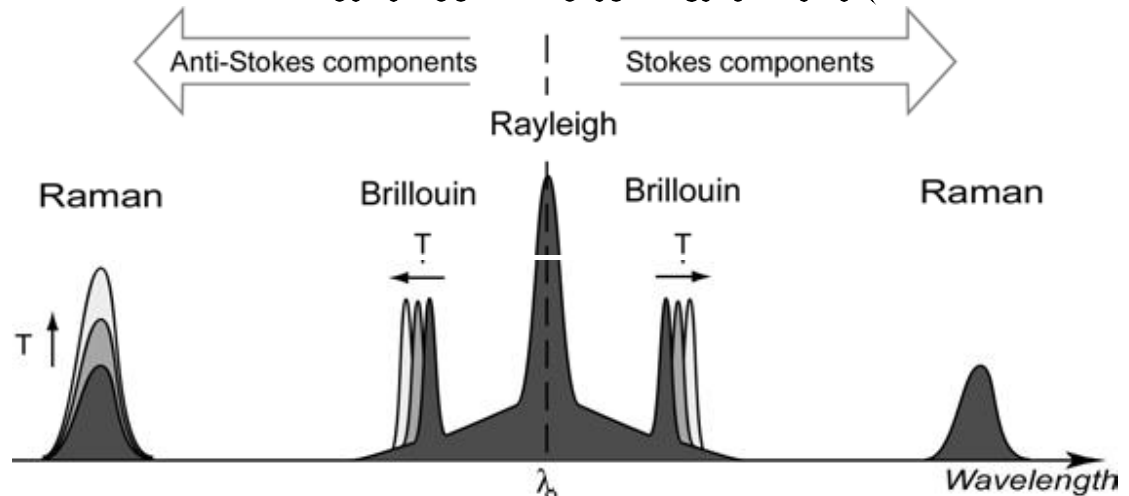
### საზომი კაბელის დიზაინი

ტრადიციული ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელების დიზაინი მიზნად ისახავს ბოჭკოს დაცვის საუკეთესო ხერხს ნებისმიერი გარე ზეგავლენისაგან. განსაკუთრებით აუცილებელია დაცულ იქნეს ოპტიკური ბოჭკო ნესტისაგან, გვერდითი დაწოლისაგან, დამანგრეველი და ხანგრძლივი ძაბვისაგან, მიმართული კაბელზე. ამ პროექტებმა დაამტკიცა ეფექტურობა, ხანგრძლივობის გარანტია კომუნიკაციისათვის გამოყენებული ოპტიკური ბოჭკოსი და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც ელემენტების შემრგობი (აღმომჩენი) იმისათვის, რომ ვაკონტროლოთ ტემპერატურა -20°C-დან +60°C-მდე დიაპაზონში ნაერთში ბრილოუინისა ან მონიტორინგის სისტემებთან Raman.შეგრძნება განაწილებული ტემპერატურის (-20°C) ქვემოთ ან

(+60 C) ზემოთ საჭიროებს განსაზღვრულ საკაბელო პროექტს, სპეციალურად ბრილოუინის მიმომბნევი სისტემისათვის, სადაც საჭიროა გარანტია, რომ ოპტიკური ბოჭკო არ განიცდის დაძაბულობას, რომელიც შესაძლებელია არასწორად იქნეს გაგებული, როგორც ტემპერატურული ცვლილება შემხვედრი (გადაბრუნებული) მგრძობელობით დაძაბულობასა და ტემპერატურას შორის. მეორე მხრივ, მენდელშტამ-ბრილოუინის მიმომბნევის დაძაბულობის მგრძობელობა იწვევს ასეთი სისტემების გამოყენებას განსაკუთრებით გააკონტროლოს ადგილობრივი (ლოკალური) დიდი სტრუქტურები, როგორცაა მილსადენი, კაშხალი ან მეწყერი. ასეთ შემთხვევებში კაბელმა ზუსტად უნდა გადმოსცეს ოპტიკური ბოჭკოს სტრუქტურული დაძაბულობა. ბოლოს, როცა მგრძობელობამ გაანაწილა დაძაბულობა, აუცილებელია ამავდროულად (ერთდროულად) ტემპერატურის გაზომვა, რომ გამოვეყნოთ ეს ორი კომპონენტი. ეს ხდება, როდესაც ვაწყობთ(ვაინსტალირებთ) ტემპერატურის და დაძაბულობის კაბელს, როგორც ნაჩვენებია ილუსტრაციაზე



ნახ. 1. ტემპერატურის ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კაბელი



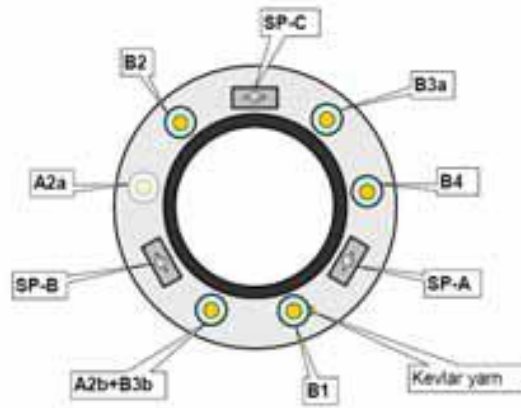
ნახ. 2. გაბნეული შუქის სპექტრის სქემა წარმოდგენილი ტალღის სიგრძის ერთადერთი სიგნალისაგან, გამრავლებული ოპტიკურ-ბოჭკოში. ბოჭკოს ტემპერატურის ზრდას აქვს ეფექტი Raman-სა და ბრილოუინის კომპონენტზე

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტემპერატურისა და წნევის გადამწოდი სენსორები (გადამწოდები) ზომავს წნევასა და ტემპერატურას ძალიან დიდ მანძილზე და წარმოადგენს საუკეთესო ინსტრუმენტს (საშუალებას) იმისათვის, რომ ვაკონტროლოთ მთლიანობა და სიჯანსაღე დიდი სტრუქტურებისა. ეს სენსორები დიდ ეკონომიას გვაძლევს ოპტიკურ კომუნიკაციებში წარმოების ზრდის ხარჯზე, რათა უზრუნველყოთ კონტროლი დიდ მანძილზე მაღალი ხარისხის გადაწყვეტით, თავისი ღირებულებით თითოეულ კილომეტრზე, რომელიც ვერ ხერხდება დღეისათვის არსებული სხვა ნებისმიერი ტექნოლოგიით. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გადამწოდები გვთავაზობს რეალურ ღირებულებას და ტექნიკურ უპირატესობებს ისეთ მოთხოვნებზე, როგორცაა მილსადენის კონტროლი, ხიდებისა და დამბების კონტროლი, ელექტროსადენებისა და სახელმწიფო საზღვრების კონტროლი. ბრილოუინის სენსორები ზედგამოჭრილია კოროზიის აღმოსაჩენად დიდ სტრუქტურებში. ყველაზე გავრცელებული ტიპი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი წნევისა და ტემპერატურის სენსორებისა ცნობილია, როგორც სტიმულირებული განბნევა მენდელშტამ-ბრილოუინისა. დატჩიკის ტიპური კონფიგურაცია საჭიროებს ორ ლაზერს, რომლებიც მიმართულია ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით იგივე ბოჭკოს მრუდში (ერთი ლაზერული მოქმედება არის უწყვეტი, მეორე – პულსირებული). როცა სიხშირეებს შორის განსხვავება ამ ორ ლაზერს შორის არის “სიხშირე-Brillouin” ბოჭკო, იქ ბრილოუინის პრინციპით ძლიერი ურთიერთქმედება ხდება ამ ორ ლაზერულ შუქს შორის ოპტიკურ ბოჭკოში და გაფართოებულ აკუსტიკურ ტალღებში (ფონონები), წარმოებულ ბოჭკოში. ეს ურთიერთქმედება იწვევს ბრილოუინის სიგნალის ძლიერ ზრდას, რომელიც ადვილად შეიძლება აღმოჩენილ იქნეს და ხდება სინჯის ამღები აპარატის ლოკალიზებული გამოყენება, რომ განვახორციელოთ დაძაბულობისა და ტემპერატურის გაზომვები ბოჭკოს გასწვრივ, ასევე აუცილებელია დავგვემოთ სპექტრი-ბრილოუინი, დავათვალიეროთ სხვადასხვა სიხშირეები ორ ლაზერულ წყაროში, რათა შეესაბამებოდეს ბრილოუინის სპექტრის პიკს, ამით მივიღებ ინფორმაციას ტემპერატურასა და წნევაზე. თანამედროვე სენსორული სისტემის (გადამწოდები) გამოყენებით შესაძლებელია ერთდროულად გაზომვით ტემპერატურა და წნევა.



ნახ. 3. ტემპერატურისა და წნევის წამკითხველი ხელსაწყო





ნახ. 4. გადამკვეთი(შემხვედრი) სისტემა

### 3. დასკვნა

მილსადენების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის სისტემის, ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა განხორციელდეს მილსადენების უწყვეტი კონტროლი და მართვა, მილსადენების უსაფრთხოების ზრდა და მომსახურება. მონიტორინგის ზემოთ მოყვანილი სისტემა და მაგალითები ნათელ წარმოდგენას გვიქმნის, როგორ შეიძლება მივიღოთ სხვადასხვა სახის ინფორმაცია დაკავშირებული მილსადენის კონდიციებთან და გარემო პირობებთან. ოპტიკურ-ბოჭკოვან გადამწოდთა სისტემები საშუალებას იძლევა გადავჭრათ შემდეგი ამოცანები: განაწილებული ტემპერატურული კონტროლი, გაჟონვის აღმოჩენა, უხეში ჩარევა (მთლიანობის დარღვევის მიზნით), განაწილებული წნევა და დეფორმაციის კონტროლი. საერთოდ, განაწილებული დაძაბულობის/დეფორმაციული და ტემპერატურული შეგრძნება არის სასარგებლო ინსტრუმენტი, რომელიც იდეალურად ემსახურება დამატებითი ნაკადის კონტროლსა და ინსპექციურ ქმედებებს, საშუალებას იძლევა უფრო ინტენსიურად იქნეს მოპოვებული საექსპლუატაციო და უსაფრთხოების პარამეტრები. გაზომვები მოპოვებულია ნებისმიერ წერტილში მილსადენის გასწვრივ. გარდა ამისა, კონტროლი ხორციელდება უწყვეტად და ხელს არ უშლის მილსადენის რეგულარულ ოპერაციებს, რომ მივალწიოთ წარმატებულ შედეგს და გამოვიყენოთ უპირატესობა აღნიშნული ტექნოლოგიისა, შევარჩიოთ და, შესაბამისად, დავაყენოთ ადეკვატური კაბელები, მორგებული განსაზღვრულ მოთხოვნებს იმ დროს, როცა ადვილია კაბელების დამონტაჟება (მილსადენის მშენებლობის დროს), ასევე შესაძლებელია არსებული მილსადენების მოდიფიცირება. ზოგიერთ შემთხვევაში, შესაძლებელია გამოვიყენოთ არსებული ოპტიკურ-ბოჭკოვანი საკომუნიკაციო ხაზები დამონტაჟებული მილსადენის გასწვრივ, სისტემის კონტროლის მონიტორინგისა და მთლიანობის დარღვევისაგან (გაჟონვა) დაცვის მიზნით.

### ლიტერატურა

1. Udd, E. (1991), Fiber Optic Sensors, Wiley
2. “Fiber optic smart sensing” Optical Measurement techniques and applications, P. K. Rastogi .
3. Karashima T. et al. (1990), "Distributed Temperature sensing using stimulated Brillouin Scattering in Optical Silica Fibers", Optics Letters, Vol. 15, pp. 1038
4. Marc Niklès, Fabien Briffod, R. Burke, G. Lyons, Greatly extended distance pipeline monitoring using fibre optics.
5. Бахтадзе Д.А. Волоконная оптика при исследовании деформации. Сакартველო, 1990, с. 213
6. ჯ. ბახტაძე, გ. ვარშალომიძე, გოგუაძე ი., მ. სამადაშვილი, ე. ქრისტესიაშვილი. მილსადენების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგი, ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები // „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, თბილისი, 2006 წ., №19.
7. Vu Lung Lo. Using in-fiber Bragg-grating sensors of measuring axial strain and temperature simultaneously on surfaces of structures. National Cheng Kung University. Taiwan. 1998.
8. B. Glisic, D. Inaudi, Sensing tape for easy integration of optical fiber sensors in composite structures, 16<sup>th</sup> International Conference on Optical Fiber Sensors, October 13-17, 2003, Nara, Japan, Vol.1, p291-298
9. მ. სამადაშვილი. მილსადენების სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგი ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდებით(თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების ტენდენციები). თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2001 წ., გვ. 91.

## DISTRIBUTED FIBER OPTIC SENSORS TO PROTECT AND MONITOR PIPELINES INTEGRITY

Presented by I. Goguadze – Honoured academician engineering academy of Georgia

### 1. Introduction

Digital signal processing is one of the most powerful technologies that will shape science and engineering in the twenty-first century. Revolutionary changes have already been made in the broad range of fields: communications, medical imaging, radar & sonar, high fidelity music reproduction, and oil prospecting. Each of these areas has developed a deep DSP(Digital signal processing) technology, with its algorithms, mathematics, and specialized techniques.

Pipelines are essential components of the energy supply chain and the monitoring of their integrity has become a major task of the pipeline management and control. Nowadays pipelines are being laid over very long distances in remote areas affected by landslides and harsh environmental conditions where soil texture differ (because temperature changes) between winter and summer increase the probability of hazards not to mention the possibility of third party intrusion. It is widely recognized that leakages from pipelines have huge environmental catastrophe, cost and image impacts.

Conventional monitoring techniques could neither offer continuous pipeline monitoring over the whole pipeline distance nor present the required sensitivity for pipeline leak or ground movement detection.

Distributed fibre-optic sensing presents unique features that have no match in conventional sensing techniques. The ability to measure temperatures and strain at thousands of points along a single fibre is particularly interesting for the monitoring of elongated structures such as pipelines, flow lines, oil wells and coiled tubing. Sensing systems based on Brillouin and Raman scattering are used for example to detect pipeline leakages, verify pipeline operational parameters, and prevent failure of pipelines installed in landslide areas.

### 2. The Body

A distributed sensor is, conventionally, a device with a linear measurement basis, which is sensitive to measures and at any of its points. Optical fibre sensors consist of a single mode optical-fibre sensitive along all its length. A single distributed fibre optic sensor could replace a thousand of discrete (point) sensors. The low fibre attenuation allows monitoring over extremely long distances (up to 25 kilometres), which are an impressive number of points. It makes distributed sensing technique very attractive when the monitoring of a large location is required.

The development of a fibre-optics distributed sensor system relies upon using a known and restored method according to which the measure can interact with the light travelling through the optical-fibre. The DITEST (Distributed Temperature and Strain monitoring system) is based on a

detection scheme using a non-linear optical effect named Stimulated Brillouin Scattering . This scattering process is an intrinsic property of the propagation of light in the silica material from which the sensing fibre is made. The Brillouin scattering effect exhibits a well-known and reproducible response to external measurands such as temperature and strain.

The Brillouin interaction results in the generation of scattered light which experiences a frequency shift through the scattering process. This frequency shift depends linearly on the fibre strain and temperature. As a consequence, the scattered light has a slightly different wavelength than the original light and the departure from the original wavelength is directly dependent on the strain and temperature of the fibre. A system based on the analysis of the Brillouin scattered light in optical fibres is naturally devoted to perform strain and temperature measurement.

The main components of the DiTeSt system are the Reading Unit and the Sensor Cable. The Reading Unit is connected to the proximal end of the sensor and can be moved remotely from the sensing area, since a section of optical fibre cable could be used to link the Reading Unit to the sensor itself without any performance degradation. The other sensor-end can be either connected to the Sensor Termination Module (single-end configuration), which could be moved remotely from the sensor area as well, or brought back and connected to the Reading Unit (loop configuration). Selection of the configuration (single-end or loop) depends on the application. The use of optical amplifier modules (range extenders) allow the monitoring of up to 300 km of pipeline from a single instrument .

### **The typical performances of the DiTeSt system are summarized in Table 1.**

Table 1. Performances of DiTeSt system

Measurement range - 30 km (standard)
150 km (extended)
Number of channels- 2 (standard)
max. 60 (with channel switch)
Spatial resolution- 1 m over 5 km
2 m over 25 km
Temperature resolution - 0.1°C
Temperature range (depends -270°C to +500°C on type of sensing cable)
Strain resolution 2 __ (0.002 mm/m)
Strain range (typical) -1.25% to 1.25%
Acquisition time (typical)- 2 minutes

### **Sensing Cable Design**

Traditional fibre-optic cable design aims the best possible protection of the fibre itself from any external influence. In particular it is necessary to shield the optical fibre from external humidity, side pressures, crushing and longitudinal strain to wards the cable. These designs have proven effectiveness guaranteeing length of optical fibres used for communication and can be used

as sensing elements for monitoring temperatures in the  $-20^{\circ}\text{C}$  to  $+60^{\circ}\text{C}$  range, in connected with Brillouin or Raman monitoring systems.

Sensing below  $-20^{\circ}\text{C}$  distributed temperature or above  $60^{\circ}\text{C}$  requires a specific cable design, especially for Brillouin scattering systems, where it is important to guarantee that the optical fibre does not experience any strain that could be misinterpreted as a temperature change due to the cross-sensitivity between strain and temperature. On the other hand, the strain sensitivity of Brillouin scattering prompts the use of such systems for distributed strain sensing, in particular to monitor local deformations of large structures such as pipelines, landslides or dams. In these cases, the cable must accurately transfer the structural strain to the optical fibre.

Finally, when sensing has distributed strain it is necessary to measure temperature simultaneously to separate the two components. This is usually managed by installing strain and temperature sensing cables in parallel as shown in Figure 1.

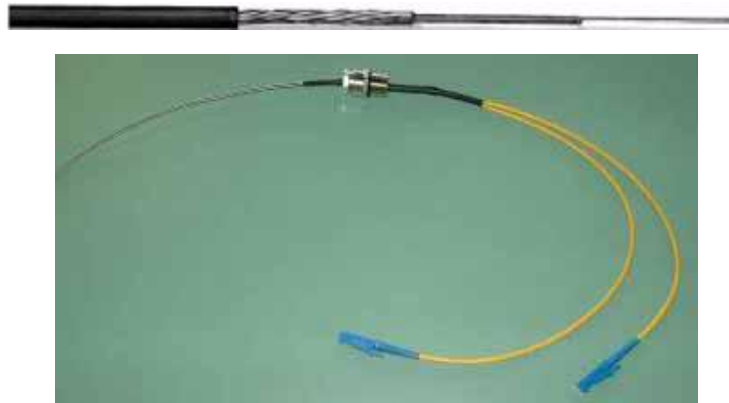


Figure 1. Temperature optical-fiber cable

Fiber optic distributed strain and temperature sensors measure pressure and temperature over very long distances and are excellent tools for monitoring large structure soundness. These sensors leverage the huge economy of scale in optical telecommunications at the expense of production increase. To provide high long-range monitoring with the cost per kilometre that cannot be matched with any other technology of today. Today distributed strain and temperature sensors offer clear cost and technical advantages in applications such as pipeline monitoring, bridge monitoring, dam monitoring, power line monitoring, and border security / perimeter monitoring. Brillouin sensors are excellent for detection of corrosion in large structures.



Figure 2: DiTeSt Reading Unit

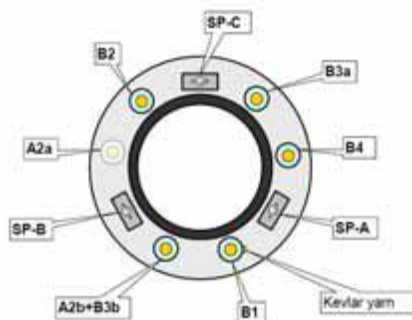


Figure 3. PDT-Coil Cross-section

### 3. Conclusion

The use of distributed fibre-optic monitoring system allows a continuous monitoring and management of pipelines, increasing their safety and allowing the pipeline operator to make informed decisions on the operations and maintenance of the pipe. The presented monitoring system and the enclosed examples shown in this paper show how it is possible to obtain different types of information on the pipeline state and conditions. In particular a distributed fibre-optic system allows to solve the following monitoring tasks: distributed temperature monitoring, leakage detection, intrusion detection, distributed strain and deformation monitoring.

In general, distributed strain/deformation and temperature sensor is a useful tool that perfectly serves complement current monitoring and inspection activities, allowing more intensive obtain of operational and safety parameters.

The measurements are done at any point along the pipeline. Furthermore, the monitoring is continuous and does not interfere with the regular pipeline operation. To achieve the above-mentioned goals and take full advantage of the described sensing technology, it is however fundamental to select and appropriately install adequate sensing cables, meeting the specific sensing demands. While it is generally easier to install sensing cables during the pipeline construction phases, it is also possible to retrofit existing pipelines. In some cases it is even possible to use existing fibre-optic telecommunication lines installed along the pipeline for securing temperature monitoring and leakage detection.

### References

1. Udd, E. (1991), Fiber Optic Sensors, Wiley
2. “Fiber optic smart sensing” Optical Measurement techniques and applications, P. K. Rastogi
3. Karashima T. et al. (1990), "Distributed Temperature sensing using stimulated Brillouin Scattering in Optical Silica Fibers", Optics Letters, Vol. 15, pp. 1038
4. Marc Niklès, Fabien Briffod, R. Burke, G. Lyons, Greatly extended distance pipeline monitoring using fibre optics.
5. J. Bakhtadze. Fiber optics in deformation investigation. p.213, 1990, Georgia.
6. J. Bakhtadze, G. Varshalomidze, I. Gogvadze, I. Samadashvili, E. Kristesiashvili. Pipeline structural integrity monitoring fiber-optic sensors//Georgian Oil and Gas, #19, 2006, Tbilisi.

7. Vu Lung Lo. Using of measuring axial strain and temperature simultaneously on surfaces of structures in-fiber Bragg-grating sensors. Cheng Kung National University. Taiwan. 1998.
8. B. Glisic, D. Inaudi, Sensing tape for easy integration of optical fiber sensors in composite structures, 16<sup>th</sup> International Conference on Optical Fiber Sensors, Vol.1, 291-298 p.p., October 13-17, 2003, Nara, Japan,
9. M. Samadashvili. Pipeline structural unity monitoring with fiber-optic sensors (contemporary situation and development tendencies). Publishing house – “Technical University”, p.p. 91, 2001, Tbilisi.

### **მილსადენების მთლიანობის და უსაფრთხოების დაცვა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების საშუალებით. გ. მგელაძე**

განხილულია დღეისათვის ძალიან აქტუალური თემა: მილსადენების მთლიანობისა და უსაფრთხოების დაცვა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიის საშუალებით, აღწერილია მისი უპირატესობა, საიმედოობა, მოხერხებულობა და ეკონომიური მომგებიანობა დღეისათვის არსებულ სხვა ტექნოლოგიებთან შედარებით. მოყვანილია ცნობილი მენდელშტამ-ბრილოუინის მეთოდი, შესაძლებლობა ერთდროულად გაიზომოს რამდენიმე ფიზიკური პარამეტრი მილსადენის ფუნქციონირებისას, ასევე შესაძლებლობა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტექნოლოგიის დანერგვისა მილსადენის მშენებლობის ფაზაში.

**საკვანძო სიტყვები:** ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გადამწოდი; მილსადენების მთლიანობის დაცვა; ოპტიკურ-ბოჭკოვანი მეთოდი

### **DISTRIBUTED FIBER OPTIC SENSORS TO PROTECT AND MONITOR PIPELINES INTEGRITY. G. Mgeladze**

Pipelines are essential components of the energy supply chain and the monitoring of their integrity has become a major task of the pipeline management and control. The presented article gives some information about the best way to protect pipelines using fiber-optical technologies. We have described the ability of distributed fiber-optic sensors to control and monitor pipelines integrity. The advantage is shown and the effectiveness of sensing system based on Brillouin and Raman scattering. Are used for example to protect pipeline leakage verify pipeline operational parameters, and prevent failure of pipelines.

**Keyword:** optical fiber distributed sensors; to protect pipelines integrity; control and monitor using fiber optical system;

### **КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ ЦЕЛОСТНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ С ПОМОЩЬЮ ОПТИКО-ВОЛОКОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Мгеладзе Г.**

Рассмотрена актуальная на сегодня тема: защита целостности и безопасности трубопроводов с помощью волоконно-оптических технологий. Описаны преимущества данного метода, его надежность и экономическая выгодность по сравнению с другими технологиями. Приведен известный метод Мандельштама-Брилоуина, дающий возможность одновременно замерять несколько физических параметров функционирования трубопровода. Рассмотрена возможность внедрения волоконно-оптических технологий в фазе строительства трубопровода.

**Ключевые слова:** защита целостности трубопровода; оптико-волоконные технологии; контроль и управление с помощью оптико-волоконных систем.

## დოლზე დახვეული დრეკადი მილების „კოლტუბინგური“ საბურღი დანადგარი

### 1. შესავალი



**გურამ ვარშალომიძე,**

საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, სტუ-ს „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის თემუჯლომარე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

დასავლეთ ქვეყნების, კერძოდ, ამერიკული და კანადური კომპანიების მიერ დოლზე დახვეული დრეკადი მილების კოლტუბინგური საბურღი დანადგარის დაპროექტებამ და შექმნამ მოითხოვა საწარმოო პირობებში ჭაბურღილების გაყვანისას ბურღვის ახალი ტექნოლოგიის შემუშავება.



**თემურ ბარაბაძე,**

გეოლ.-მინ. მეცნიერებათა დოქტორი, გეოსერვისის გენ.დირექტორი

კოლტუბინგური დანადგარის გამოყენებით ჭაბურღილების ბურღვისას დრეკადი მილის ძირითადი უპირატესობა ჩვეულებრივ საბურღ კოლონასთან შედარებით ის არის, რომ ჭაბურღილის ლულაში დრეკადი მილი უწყვეტად ეშვება დიდი

სიჩქარით იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ჭაბურღილში ნავთობის მოდინებას აქვს ადგილი [1-2].



**ირაკლი გოგუაძე,**

საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ხელმძღვანელი, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფესორი

### 2. ძირითადი ნაწილი

კოლტუბინგური დრეკადი მილებით ბურღვისას (ნახ.1). უმეტეს შემთხვევაში, საბურღ ხსნარად გამოიყენება ნედლი ნავთობი (დიზელის სათბობი) [3]. მას ურევენ აზოტს, რომლის შერევის შემდეგ საბურღი ხსნარი გაივლის სპეციალურ აზოტის ტუმბოში, რომელიც აზოტს გარდაქმნის თხევადიდან აირად



**ვალერი ხითარიშვილი,**

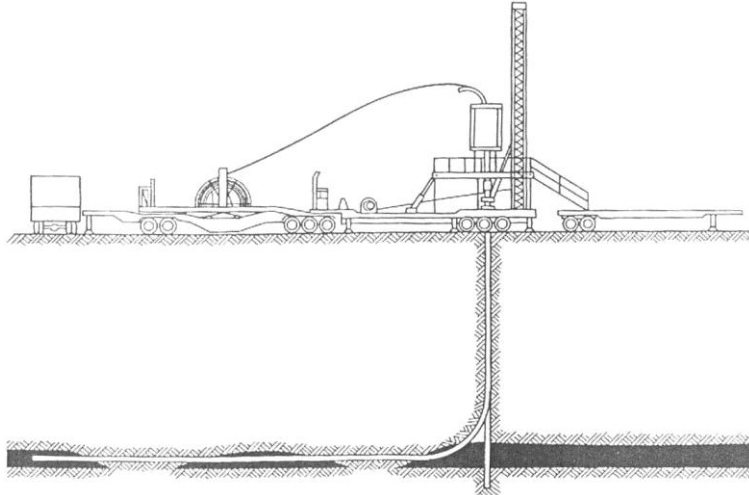
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; ტექნ. მეცნ. დოქტორი; სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასოცირებული პროფესორი

მდგომარეობაში. ამ დროს ხსნარის სიმკვრივე საგრძნობლად მცირდება და მისი მოცულობა 8 - 10-ჯერ მატულობს ბოილ-მარიოტ-გეილუსაკის კანონის თანახმად.

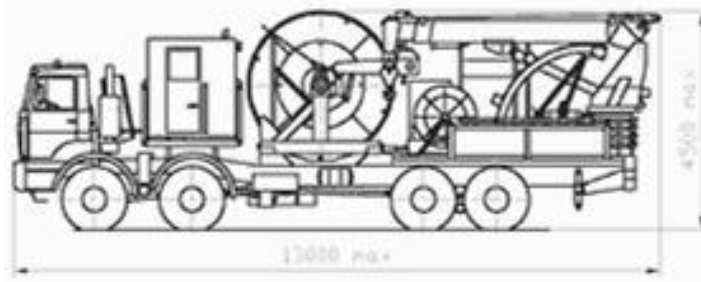


**მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაცია - SCIENCE**

საბურღი ხსნარს აზოტს უმატებენ, რათა დიდ სიღრმეებზე შემცირდეს სითბოს ფაქტორი, რომელიც უარყოფითად მოქმედებს კოლტუბინგური დანადგარის დრეკად მიღზე.



ა) მიწისზედა კოლტუბინგური დანადგარის განთავსების სქემა დრეკადი მილით



ბ) კოლტუბინგური დანადგარი M – 20

ნახ. 1. დოღზე დახვეული დრეკადი მილის კოლტუბინგური დანადგარი

ჭაბურღილში, სანგრევის განაბურღი ნაწილაკებისაგან გაწმენდის შემდეგ ხსნარი მიღგარე სივრცის გავლით ამოდის ჭაბურღილის პირზე. ამომავალი ნაკადი გაივლის დახურულ სისტემას, რომელშიც ჩართულია სეპარატორი. ამ უკანასკნელში წარმოებს სარეცხი ხსნარიდან შლამისა და წყლის გამოცდა. აქვე ხსნარი სეპარაციის შემდეგ გათავისუფლდება გაზისა და აზოტისაგან, შემდგომ საბურღი ხსნარი (ნედლი ნავთობი ან დიზელის სათბობი) მიედინება მიმღებ ავზში და იქიდან ტუმბოებისაგან. სპეციალური ტუმბოს საშუალებით ხდება ისევ აზოტის შერევა და სარეცხი ხსნარის სიმკვრივის დაწვევა, შემდგომში ხსნარი საბურღი ტუმბოებით ისევ ჩაიტუმბება ჭაბურღილში. საბურღი ხსნარის ცირკულაციის ეს ციკლი მეორდება შეკრულად, უწყვეტად, ამ დროს ბურღვა მიმდინარეობს დეპრესიული წნევით, რაც ხელს უწყობს პროდუქტიული ფენის სანგრევისპირა ზონიდან ნავთობის მოდენას. ამრიგად, კოლტუბინგური დანადგარით ბურღვის ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა, დეპრესიული წნევის ზემოქმედების გამო, გაიზარდოს პრო-

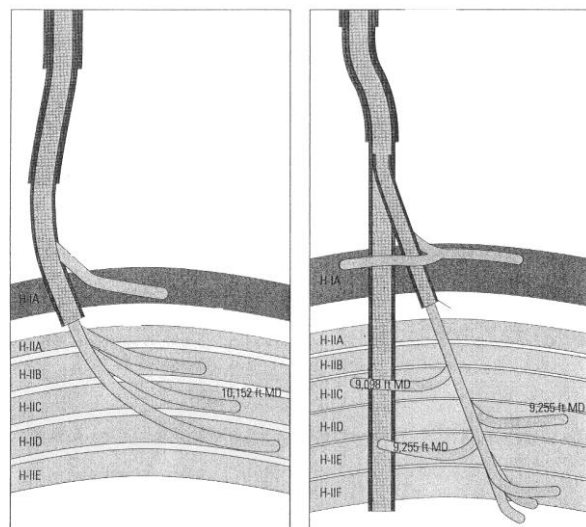
დუქტიული ფენის ნავთობგაცემის კოეფიციენტი და სარეცხი ხსნარის სიმკვრივის შემცირების შედეგად ამალდეს ბურღვის მექანიკური სიჩქარე.

ამჟამად, კოლტუბინგური დანადგარის საშუალებით საქართველოში წარმოებს ჭაბურღილების ჰორიზონტალური და განშტოებადი ლულების გაბურღვა. კოლტუბინგური დანადგარის დრეკადი მილი არ ბრუნავს და ვერ ახორციელებს სატეხის მოძრაობას სანგრევზე, რათა მოხდეს ქანების ნგრევა, ამიტომ სატეხის ბრუნვით მოძრაობაში მოსაყვანად აუცილებელია გამოყენებული იქნეს სასანგრევო ძრავები.

იმის გამო, რომ დეპრესიის შესაქმნელად საჭიროა სარეცხი ხსნარად ნავთობისა ან ღიზელის სათბობის, აგრეთვე აირირებული აზოტის გამოყენება სასანგრევო ძრავებს ამზადებენ სპეციალური სტატორით, რომელსაც შეუძლია აღნიშნულ პირობებში იმუშაოს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

უდიდესი ეფექტური შედეგი მიიღწევა სატეხზე გავლის გაზრდის შემთხვევაში კოლტუბინგური დანადგარის გამოყენების დროს. ამ შემთხვევაში რბილი და საშუალო სიმაგრის ქანების გასაბურღად გამოიყენება თანამედროვე ტიპის სატეხები, რომლებიც მოპირკეთდება პოლიკრისტალური ალმასებით. მაგარი ქანების გასაბურღად გამოიყენება სატეხები, რომლებიც მოპირკეთებულია თერმომდგრადი ალმასებით.

ამგვარად, საზღვარგარეთის ქვეყნებში, კერძოდ, ამერიკაში, კანადაში, არაბეთის ქვეყნებში, რუსეთში და სხვაგან ფართოდ იხერგება მაღალეფექტური დოლზე დახვეული დრეკადი მილის კოლტუბინგური დანადგარით ჭაბურღილების დამატებითი განშტოებული და ჰორიზონტალური ლულების ბურღვა (ნახ. 2). ამ დანადგარებით ბურღვისას სატეხების ბრუნვით მოძრაობაში მოყვანა ხორციელდება მოცულობითი სასანგრევო ძრავების საშუალებით. კოლტუბინგური დანადგარების ტიპები და მათი ტექნიკური დახასიათება მოცემულია პირველ ცხრილში.

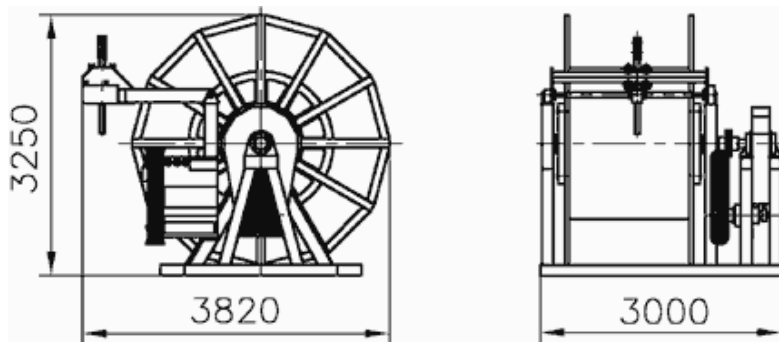


ნახ. 2. დოლზე დახვეული დრეკადი მილის კოლტუბინგური დანადგარით ჭაბურღილების დამატებითი განშტოებული და ჰორიზონტალური ლულების ბურღვა

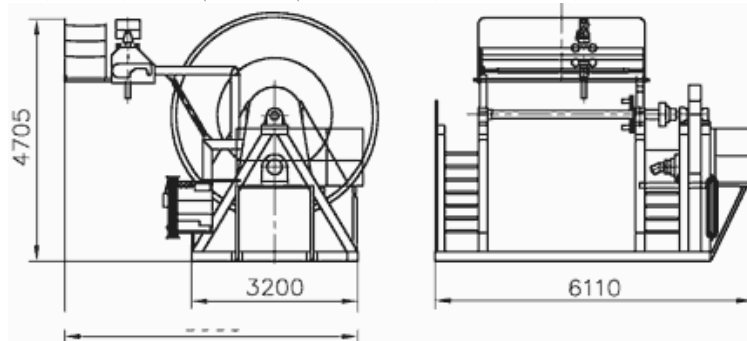
კოლტუბინგური დანადგარების ტიპები და მათი ტექნიკური დახასიათება

№	ტექნიკური დახასიათება	კოლტუბინგური დანადგარების ტიპები								
		M – 10 M – 10a	M – 20	M – 40	M – 1001	M – 1002	M – 1003	M – 2001	M – 2002	M4001
1	შასი	MA3- -631708	MЭKT- -652712		MA3- -631708	KAMA3- 53228				
2	ნახევრად მისაბმელი			MA3- -9379- 15			MA3- -998640	MA3- -9379-15	MA3- -9379-15	M3KT- -9379- 15
3	უნაგირა ტიპის გამწვევი							MA3- -6425		
4	ჭაბურღილის პირზე მაქსიმალური წნევის სიდიდე, მპა	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5	ინჟექტორის გამწვევი ძალის სიდიდე, კნ	120	240	400	120	100	120	240	240	440
6	შლანგის დიამეტრი, მმ	19,05- 44,45	19,05- 44,45	44,45- 73,5	19,05-38,1	19,05-38,1	19,05- 44,45	19,05- 44,45	38,1-50,8	44,45- 73,0
7	დოლის ტევადობა, მ	9,900- 1800	17,600- 3100	6100- 2000	7500-1800	6400-1600	9,900-1800	9700-3700	6400-3500	6800- 2200

დრეკადი მილის (შლანგის) დოლზე დასახვევად და გადასახვევად გამოყენებულია УПТ – 1 და УПТ – 2 მოწყობილობები (ნახ. 3, 4), რომლებიც შედის კოლტუბინგური დანადგარის კომპლექტში.



ნახ. 3. დრეკადი მილის (შლანგის) გადასახვევი დანადგარი УПТ – 1



ნახ. 4. დრეკადი მილის (შლანგის) გადასახვევი დანადგარი УПТ – 2

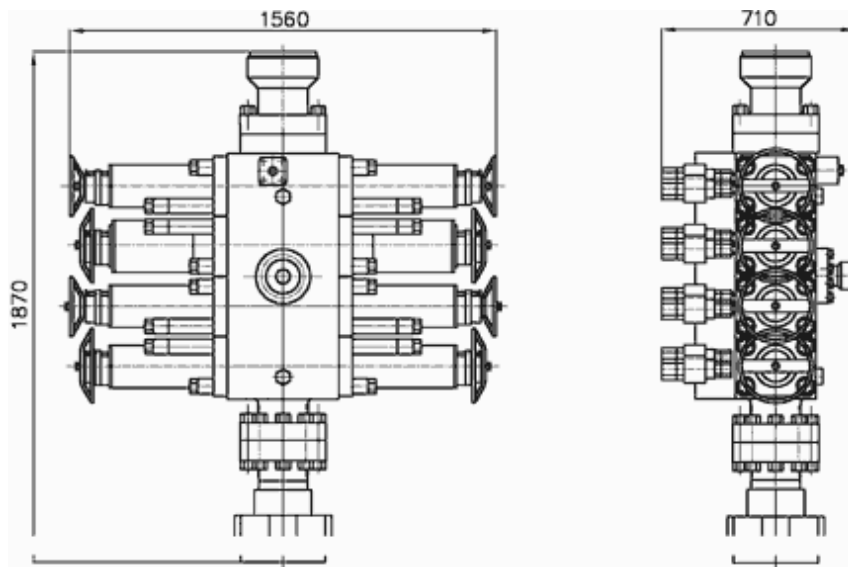
УПТ – 1-ის და УПТ – 2 მოწყობილობების მართვა ხორციელდება გადასატანი მართვის პულტის მეშვეობით. დანადგარის ჰიდროსისტემა უზრუნველყოფს დრეკადი მილის მდოვრე, მუდმივი სიჩქარით დახვევას და გადახვევას დოლზე. კოლტუბინგური დანადგარების კომპლექტში შედის პრევენტორების ბლოკი, რომელიც განკუთვნილია ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილის პირის ჰერმეტიზაციისათვის. იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს ავარიულ მდგომარეობას ღია შედრევირების დროს, გარემოს დაბინძურების თავიდან აცილებისა და მუშაობის უსაფრთხოების დაცვის მიზნით პრევენტორების ბლოკი უზრუნველყოფს ჭაბურღილის პირის ჰერმეტიზაციას, როდესაც ჭაბურღილში ჩაშვებულია დრეკადი მილი ან, როდესაც არ არის ჩაშვებული, როდესაც ხდება სამაგრი მილების ჩაშვება.

მე-2 ცხრილში მოცემულია პრევენტორული ბლოკების ტიპები და მათი ტექნიკური დახასიათება. მე-5 ნახ-ზე ნაჩვენებია აღნიშნული ბლოკების ტიპები.

ცხრილი 2

პრევენტორული ბლოკების ტიპები და მათი ტექნიკური დახასიათება

№	ტექნიკური დახასიათება	პრევენტორული ბლოკების ტიპები		
		БП65 × 35	БП65 × 70	БП100 × 70
1	პირობითად გამავალი სივრცის ზომა დიამეტრებში, მმ	65	65	100
2	ჭაბურღილის პირზე წნევის მაქსიმალური სიდიდე, მპა	35	70	70
3	შემჭიდროებული მილების დიამეტრი, მმ	19-38,1	19-44,45	50,8-73,0
4	სამართავი პიდრავლიკური წნევის სიდიდე, მაპ			
	ნომინალური	15	15	16
	მაქსიმალური	20	20	25
5	საერთო მასა, კგ	400	800	2000



ნახ. 5. პრევენტორული ბლოკი БП100 × 70

დრეკადი მილი (შლანგი), რომელიც ეხვევა დოღზე, მზადდება ისეთი ტექნოლოგიით, რომ მის შედგენილობაში შედის თითქმის 15 სხვადასხვა ნივთიერება. მათი ნარევისაგან დამზადებული დრეკადი მილი უძლებს მაღალ წნევებსა და ტემპერატურას. ასე, მაგალითად, ამერიკული QT – 1000R, TRUE – TAPERED კომპანიის მიერ დამზადებულ დრეკად მილს (შლანგს) აქვს შემდეგი შედგენილობა (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

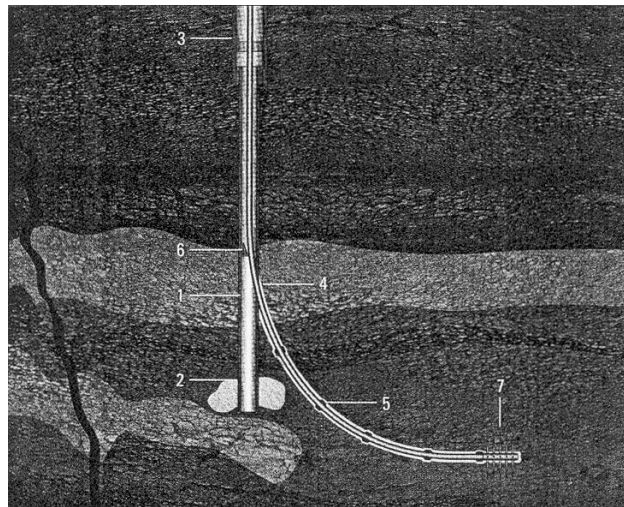
დრეკადი მილის შემცველ ნივთიერებათა შედგენილობა

C	Mn	P	S	Si	Cr	Cu	Ni	V	Nb	N
0,15 MAX	1,65 MAX	0,025 MAX	0,005 MAX	0,50 MAX	0,50 MAX	0,25 MAX	0,20 MAX	0,010 MAX	0,005 MAX	0,020 MAX

მისი დნობის მინიმალური ზღვარი – 100 000 *PSi* (689 ნ/მმ<sup>2</sup>)

მინიმალური ზღვარი წყვეტაზე – 110 000 *PSi* (758 ნ/მმ<sup>2</sup>)

დნობის ზღვარი ჭიმვაზე – 800 000 *PSi*



ნახ. 6. ვერტიკალური ჭაბურღილიდან ცემენტის ხიდის დაყენების შემდეგ ჰორიზონტალური ლულის შესვლა პროდუქტიულ ფენში კოლტუბინგური დანადგარის გამოყენებით

მე-6 ნახ-ზე ნაჩვენებია ვერტიკალური ჭაბურღილიდან ცემენტის ხიდის დაყენების შემდეგ ჰორიზონტალური ლულის შესვლა პროდუქტიულ ფენში კოლტუბინგური დანადგარის გამოყენებით.

### 3. დასკვნა

დოღზე დახვეული დრეკადი მიღების კოლტუბინგური საბურღი დანადგარებით ბურღვა საშუალებას იძლევა, ჩვეულებრივი საბურღი კოლონით ჭაბურღილების ბურღვასთან შედარებით, სამუშაო დროის ბალანსში საგრძნობლად შემცირდეს ჩაშვება-ამოღების ოპერაციებზე დახარჯული დრო და გაიზარდოს სუფთა ბურღვის დროის ხანგრძლივობა, ამალღდეს ბურღვის მექანიკური სინქარე, გადიდეს პროდუქტიული ფენიდან ნავთობის მოღენა. კოლტუბინგური დანადგარის საშუალებით ჭაბურღილების გაყვანა მნიშვნელოვნად ზრდის ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

### ლიტერატურა

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993.
2. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნოლოგია. I და II ნაწილი, თბილისი: სტუ, 2004.
3. ი. გოგუაძე, ვ. ხითარიშვილი, ტ. სარჯველაძე, მ. ქამუშაძე. დოღზე დახვეული დრეკადი მიღების (კოლტუბინგ) დანაგარებით ბურღვისა და სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას სარეცხი სითხის შერჩევა //საქართველოს ნავთობი და გაზი, №14, 2005.

## «КОЛ-ТЮБИНГОВАЯ» БУРОВАЯ УСТАНОВКА С НАМОТАННЫМИ НА БАРАБАН УПРУГИМИ ТРУБАМИ

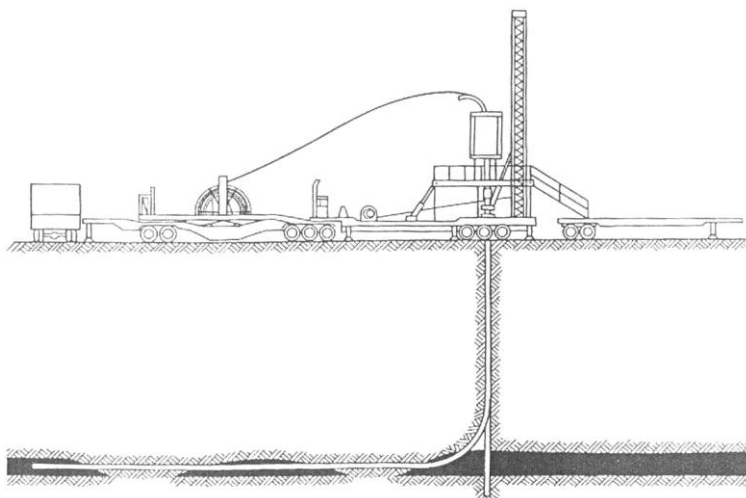
### 1. Введение

В западных странах, в частности в американских – канадских компаниях за-проектирована и создана «кол-тюбинговая» буровая установка с намотанными на барабан упругими трубами, которая потребовала в производственных условиях при проводке скважин разработки новой технологии бурения.

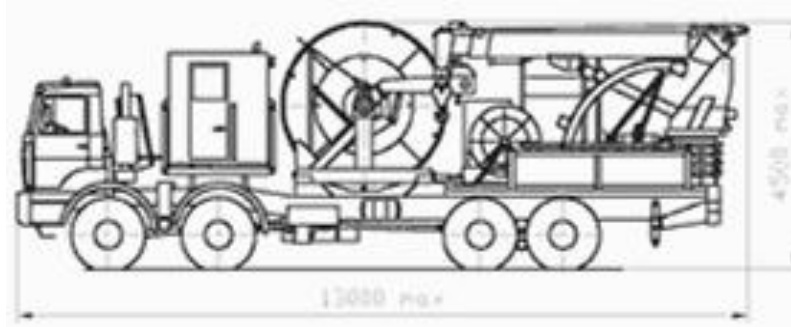
При проводке скважин с применением «кол-тюбинговой» установки основное преимущество упругой трубы по сравнению с обыкновенной бурильной колонной состоит в том, что упругая труба непрерывно опускается в стволе скважины с большой скоростью даже в том случае, когда в скважине имеет место приток нефти [1-2].

### 2. Основная часть

При бурении кол-тюбинговыми упругими трубами (рис. 1) в большинстве случаев в качестве бурового раствора применяется сырая нефть (дизельное топливо) [3], ее смешивают с азотом, после чего буровой раствор пройдет в специальный насос, где азот переходит из жидкого состояния в аэрированное. В это время плотность раствора значительно снижается и его объем в 8-10 раз повышается согласно закону Бойля-Мариотта-Геилусака. В буровой раствор добавляют азот, который на больших глубинах снижает тепловой фактор. Этот фактор отрицательно действует на упругую трубу кол-тюбинговой установки. В скважине, после очистки забоя от выбуренных частиц, раствор поднимается через затрубное пространство в устье скважины. Восходящий поток проходит закрытую систему, в которой включен сепаратор, где происходит отделение шлама и воды от промывочного раствора. Здесь же в результате сепарации раствор освобождается от газа и азота, после чего промывочный раствор (сырая нефть или дизельное топливо) течет в приемные чаны и оттуда в насосы. Этот цикл циркуляции повторяется непрерывно и закрыто. В это время бурение ведется в условиях депрессивного давления, что улучшает приток нефти из продуктивного пласта. Таким образом, технология бурения кол-тюбинговой установкой дает возможность под действием депрессивного давления увеличить коэффициент нефтеотдачи продуктивного пласта и при снижении плотности бурового раствора повысить техническую скорость бурения.



ა) Схема размещения кол-тюбинговой установки с упругой трубой на поверхности земли



ბ) Кол-тюбинговая установка М – 20

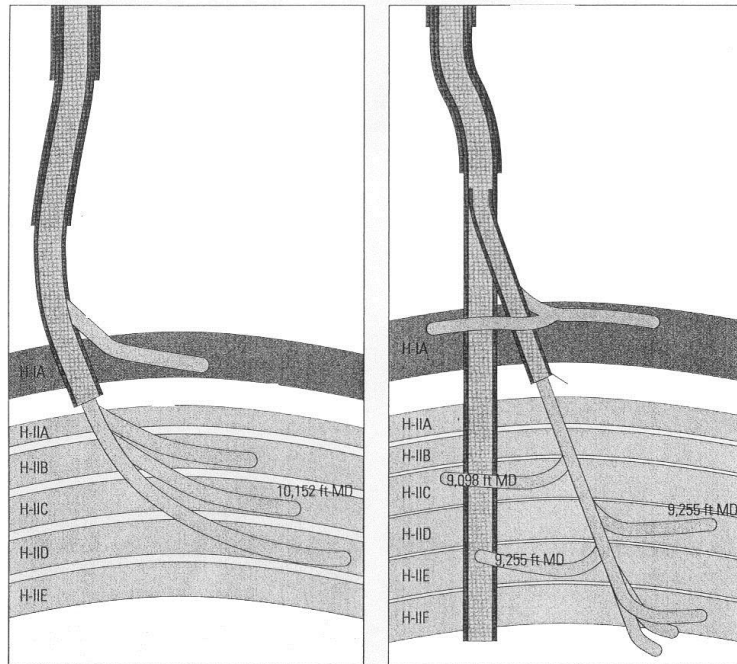
Рис. 1. Кол-тюбинговая установка с намотанной на барабан упругой трубой

На сегодняшний день в Грузии с помощью кол-тюбинговой установки ведется бурение горизонтальных и наклонных стволов скважин. Как известно, упругие трубы кол-тюбинга не вращаются; для того чтобы разрушить породу надо вращать долото, для этого используются забойные двигатели. Чтобы создать депрессию, необходимо в качестве бурового раствора применять нефть или дизельное топливо, а также аэрированный азот. Чтобы в этих условиях длительное время работали забойные двигатели, для них готовят специальные статоры.

Применением кол-тюбинговой установки повышается проходка на долото. Для бурения мягких и средних пород используются современные типы долота, которые армированы поликристаллическими алмазами; для бурения крепких пород применяются долота, которые армированы термостойкими алмазами.

В зарубежных странах, в частности, в Америке, Канаде, в арабских странах, России и др. странах широко внедряется бурение горизонтальных и наклонных стволов скважин с применением кол-тюбинговых установок (рис. 2).





რის. 2. Бурение горизонтальных и наклонных стволов скважин с применением кол-тюбинговых установок

Типы кол-тюбинговых установок и их техническая характеристика приведены в табл.1.

Таблица 1

Типы кол-тюбинговых установок и их техническая характеристика

№	Техническая характеристика	Типы кол-тюбинговых установок								
		M – 10 M – 10a	M – 20	M – 40	M – 1001	M – 1002	M – 1003	M – 2001	M – 2002	M4001
1	Шасси	MA3-631708	МЭКТ-652712		MA3-631708	КАМА3-53228				
2	Полуприцепные			MA3-9379-15			MA3-998640	MA3-9379-15	MA3-9379-15	МЭКТ-9379-15
3	Седловина тягового типа							MA3-6425		
4	Величина максимального давления на устье скважины, МПа	70	70	70	70	70	70	70	70	70
5	Величина тяговой силы инжектора, кН	120	240	400	120	100	120	240	240	440
6	Диаметр шланга, мм	19,05-44,45	19,05-44,45	44,45-73,5	19,05-38,1	19,05-38,1	19,05-44,45	19,05-44,45	38,1-50,8	44,45-73,0
7	Объем барабана, мм	9,900-1800	17,600-3100	6100-2000	7500-1800	6400-1600	9,900-1800	9700-3700	6400-3500	6800-2200

Для наматывания упругой трубы (шланга) на барабан применяются оборудования УПТ – 1 и УПТ – 2, которые входят в комплект кол-тюбинговой установки. Управление оборудованием УПТ – 1 и УПТ – 2 осуществляется переносным пультом управления. Гидросистема установки наматывает упругую трубу на барабан с постоянной скоростью.

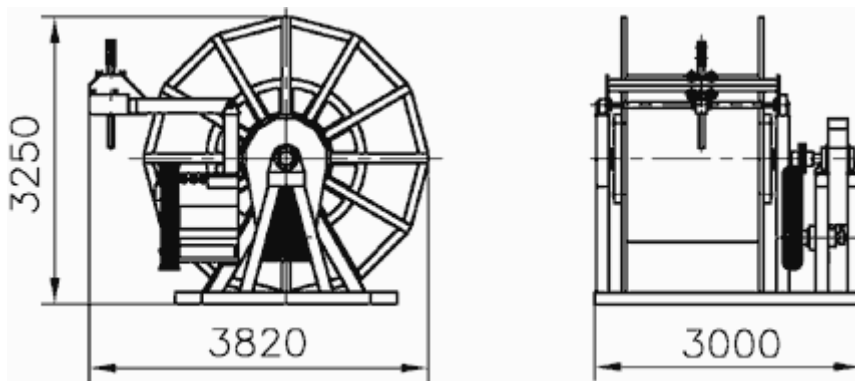


Рис. 3. Установка для наматывания упругой трубы (шланга) УПТ – 1

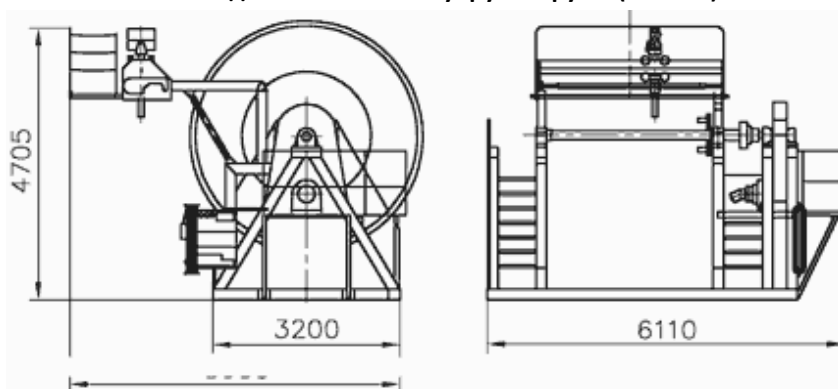


Рис. 4. Установка для наматывания упругой трубы (шланга) УПТ – 2

В комплект кол-тюбинговой установки входит блок превенторов, который предназначен для герметизации устья скважины при открытом фонтанировании нефти и газа, а также для предотвращения загрязнений окружающей среды и с целью охраны безопасности работ.

В таблице 2 приведены типы превенторных блоков и их технические характеристики, а на рис. 5 показаны схемы типов превенторных блоков.

Таблица 2

Типы превенторных блоков и их техническая характеристика

№	Техническая характеристика	Типы превенторных блоков		
		БП65 × 35	БП65 × 70	БП100 × 70
1	Размер условно проходимого пространства в диаметрах, мм	65	65	100
2	Максимальное давление на устье скважины, МПа	35	70	70
3	Диаметр уплотнительных труб, мм	19-38,1	19-44,45	50,8-73,0
4	Управляющее гидравлическое давление, МПа			
		Номинальное	15	15
	Максимальное	20	20	25
5	Общая масса, кг	400	800	2000

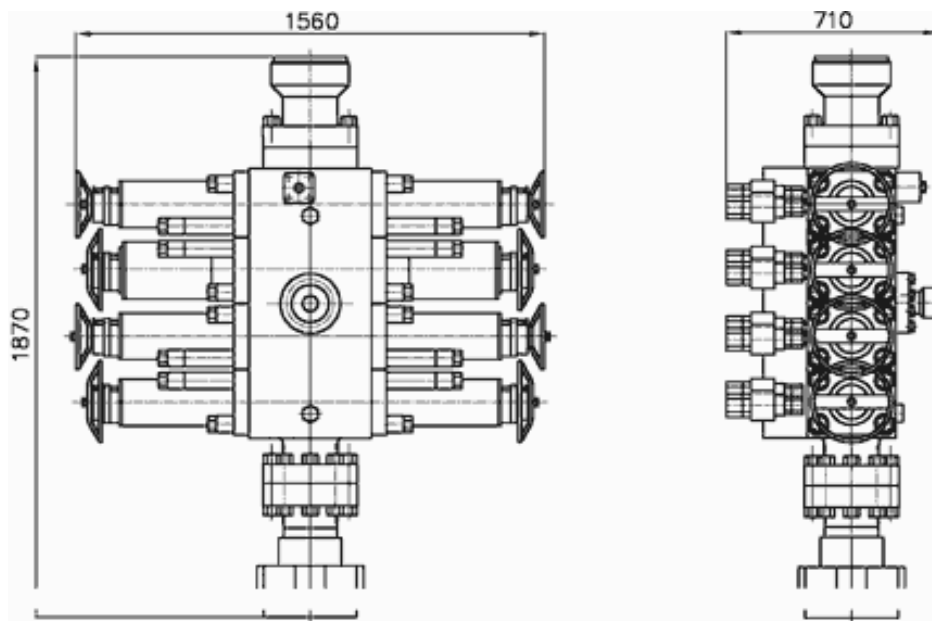


Рис.5. Превенторный блок БП100 × 70

Упругую трубу готовят такой технологии, что в ее состав входят почти 15 различных веществ. Приготовленная из таких смесей упругая труба имеет высокую выносливость против вредных влияний при сравнительно повышенных давлении и температуре.

Изготовленная американской компанией упругая труба QT – 1000 R, RTUE – TAPERED содержит в своем составе следующие вещества (таб. 3).

Таблица 3

Состав различных веществ в упругой трубе

C	Mn	P	S	Si	Cr	Cu	Ni	V	Nb	N
0,15	1,65	0,025	0,005	0,50	0,50	0,25	0,20	0,010	0,005	0,020
MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX	MAX

- Минимальный предел текучести материала – 100 000 PSi (689 н/мм<sup>2</sup>).
- Минимальный предел на разрыв – 110 000 PSi (758 н/мм<sup>2</sup>).
- Предел текучести на растяжение – 800 000 PSi.

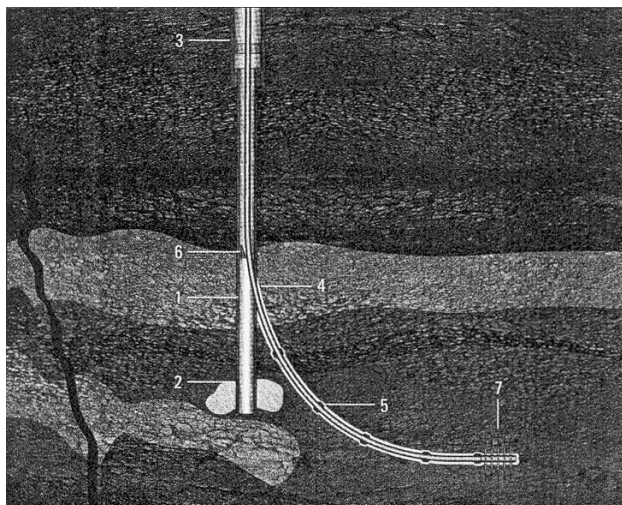


Рис. 6. Вхождение из вертикальной скважины после установления цементного моста горизонтального ствола в продуктивный пласт с применением кол-тюбинговой установки

На рис. 6 показано, как из вертикальной скважины после установления моста входит горизонтальный ствол в продуктивный пласт с применением кол-тюбинговой установки.

### 3. Выводы

Бурение с применением намотанных на барабан упругих труб кол-тюбинговой установки даёт возможность, по сравнению с бурением скважин обыкновенными бурильными колоннами, значительно снизить затраченное на спуско-подъемные операции время и повысить продолжительность времени чистого бурения в балансе рабочего времени. При этом увеличиваются механическая скорость бурения и приток нефти из продуктивного пласта. Проводка скважин с применением кол-тюбинговой установки значительно повышает технико-экономические показатели бурения.

### Литература

1. Абесадзе Н. Бурение нефтяных и газовых скважин. Тбилиси: Ганатлеба, 1993. (на груз. яз).
2. Гогуадзе И. К. Технология бурения нефтяных и газовых скважин. Ч. I и II. Тбилиси: Технический университет, 2004.
3. Гогуадзе И. К., Хитаришвили В. Э., Сарджвеладзе Т., Камушадзе М. Выбор промысловой жидкости при проведении бурения установками с намотанными на барабан упругими трубами (кол-тюбинговыми) и при ремонтных работах Нефть и газ Грузии, №14, 2005.

**მეცნიერება - ბურღვის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაცია - SCIENCE**

**დოღზე დასვეული დრეკადი მიღების კოლტუბინგური საბურღი დანადგარი. გ. ვარშალომიძე, თ. ბარაბაძე, ი. გოგუაძე, ვ. ხითარიშვილი.**

კოლტუბინგური საბურღი დანადგარით ბურღვა ჩვეულებრივ საბურღი კოლონით ჭაბურღილების ბურღვასთან შედარებით საგრძნობლად ამცირებს ჩაშვება-ამოღების ოპერაციებზე დახარჯულ დროს და ზრდის სუფთა ბურღვის დროის ხანგრძლივობას, ამადლებს ბურღვის მექანიკურ სიჩქარეს, ადიდებს პროდუქტიული ფენიდან ნავთობის მოდენას და მნიშვნელოვნად ზრდის ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

**საკვანძო სიტყვები:** დოღზე დასვეული, დრეკადი მიღები, კოლტუბინგური დანადგარი.

**“COIL-TUBING” DRILLING RIG WOUND ON THE REEL OF ELASTIC PIPES. G. Varshalomidze, T. Barabadze, I. Gogvadze, V. Khitarishvili.**

Drilling applying coil-tubing drilling rig decreases time spent on downhole and uplift operations compared with an ordinary drilling rig and increases length of time just for drilling, increases mechanical drilling speed. Expands flow of oil from the productive strata and considerably increases technical-economic indices of drilling.

**Key words:** wound on the reel, elastic pipes, coil-tubing, drilling rig.

**«КОЛ-ТЮБИНГОВАЯ» БУРОВАЯ УСТАНОВКА НАМОТАННЫХ НА БАРАБАН УПРУГИХ ТРУБ. Г.Х. Варшаломидзе, Т.Г. Барабадзе, И.К. Гоговадзе, В.Э. Хитаришвили.**

Бурение с применением кол-тубинговой буровой установки, по сравнению с бурением скважин обыкновенной буровой колонной значительно уменьшает время затраченное на спуско-подъемные операции и повышает продолжительность времени на чистое бурение, увеличивает механическую скорость бурения. Повышает приток нефти с продуктивного пласта и значительно увеличивает технико-экономические показатели бурения.

**Ключевые слова:** намотанный на барабан; упругие трубы; кол-тубинговая установка.

## კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროებიანი მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარების გამოყენება ჭაბურღილების დასაცემენტებლად

### 1. შესავალი



**თემურ ბარაბაძე,**  
გეოლ.-მინ. მეცნიერებათა  
ლოქტორი, გეოსერვისის  
გენ. დირექტორი

გ/სმ<sup>3</sup>-მდეა, უძლებს



**ნიაზ ჯიქია,**  
სტუ-ს „ნავთობისა და  
გაზის საბადოების დამუ-  
შავების“ მიმართულების  
ასისტენტ პროფესორი

არსებობის დროს. სატამპონაჟო ხსნარის 1,15-1,4 გ/სმ<sup>3</sup> სიმკვრივის დროს შეიძლება მივიღოთ მაღალი სიმტკიცის, დაბალი შეღწევადობის ცემენტის ქვა, რაც აიხსნება იმით, რომ კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროების დამატება სატამპონაჟო ხსნარში ამცირებს ხსნარის სიმკვრივეს მიკროსფეროების დაბალი სიმკვრივის გამო. ეს არ შეიძლება აიხსნას წყალმთხონილების (წყლის დამატების აუცილებლობის) გაზრდის შედეგად, რასაც ადგილი აქვს უმეტესად

პოლიმერული, მინის და კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროების გამოყენება მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარების მისაღებად ბოლო ხანებში გახდა შესაძლებელი [1-3]. პოლიმერული და მინის გაზით შევსებული მიკროსფეროები არცთუ დიდ წნევებს უძლებს (3,4-7,0 მპა ფარგლებში), ამიტომ პრაქტიკაში გამოყენება ვერ პოვა. კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროების მარცვლის სიმკვრივე 0,2-დან 0,8 წნევას დაშლის გარეშე 17,6-20,5 მპა-ის ფარგლებში. ამ მიკროსფეროებით დამატებული სატამპონაჟო ხსნარები წარმატებით სიღრმის ჭაბურღილების დასაცემენტებლად.



**ვალერი ხითარიშვილი,**

საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; ტექნ. მეცნ. დოქტორი; სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასოცირებული პროფესორი

გამოიყენება 1000 მ-მდე

### 2. ძირითადი ნაწილი

კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროებიანი მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარების გამოყენება ჭაბურღილების დაცემენტების მრავალ პრობლემას გადაწყვეტს ანომალურად დაბალი ფენის წნევისას, შთანმთქმელი ფენების



**ნოდარ მაჭავარიანი,**  
სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასისტენტ პროფესორი

შემამსუბუქებელი დანამატების გამოყენების შემთხვევაში. ყოველივე ეს ნათლად ჩანს დანამატებით დამუშავებული სატამპონაჟო ხსნარის სიმკვრივის შემდეგი განტოლებიდან:



ტარიელ სარჯველაძე,  
 სტუ-ს „ჭაბურღილების  
 ბურღვის ტექნიკისა და  
 ტექნოლოგიის“ მიმარ-  
 თულების ასისტენტ  
 პროფესორი

$$\rho_{ს.ბ.} = \frac{B+1}{\frac{A_{ღ} + A_{დ} + B}{\rho_{ღ} \rho_{დ} \rho_{წყ}}}, \quad (1)$$

სადაც  $B$  სატამპონაჟო ხსნარის წყალშერევის შეფარდებაა;  $\rho_{ს.ბ.}$ ,  $\rho_{ღ}$ ,  $\rho_{დ}$ ,  $\rho_{წყ.}$  – სატამპონაჟო ხსნარის, ცემენტის, დანამატის და წყლის სიმკვრივე.  $A_{ღ}$  და  $A_{დ}$  – ცემენტის და დანამატის წილები მშრალ ნარევაში.

$$A_{ღ} + A_{დ} = 1. \quad (2)$$

გარდა ამისა, წყალშერევის შეფარდება შეიძლება გამოისახოს ცემენტის, დანამატის წყალმოთხოვნილების და ნარევაში მათი წილების საშუალებით

$$B = A_{ღ} \cdot B_{ღ} + A_{დ} \cdot B_{დ}, \quad (3)$$

სადაც  $B_{ღ}$  სატამპონაჟო ცემენტის წყალმოთხოვნილებაა, რომელიც საჭიროა 18-20 სმ დენადობის სატამპონაჟო ხსნარის მისაღებად შემამსუბუქებელი დანამატების გარეშე,  $B_{დ}$ -დანამატის წყალმოთხოვნილება მსუბუქ სატამპონაჟო ხსნარში. (2) ფორმულიდან

$$A_{ღ} = 1 - A_{დ}. \quad (4)$$

(4) ფორმულიდან  $A_{ღ}$ -ს მნიშვნელობა და სატამპონაჟო ხსნარის სიმკვრივის საპროექტო (საჭირო) სიდიდე შეგვაქვს (1) ფორმულაში.

გამოყენებული მასლების წყალმოთხოვნილება და სიმკვრივე განისაზღვრება ექსპერიმენტების საშუალებით. დანამატის საჭირო წილი მოცემული სიმკვრივის სატამპონაჟო ხსნარის მისაღებად გამოითვლება ფორმულით:

$$A_{დ} = \frac{\frac{B_{ღ}}{\rho_{ს.ბ.}} + \frac{1}{\rho_{ს.ბ.}} - \frac{1}{\rho_{ღ}} - \frac{B_{ღ}}{\rho_{წყ.}}}{\frac{B_{ღ}}{\rho_{ს.ბ.}} + \frac{1}{\rho_{დ}} + \frac{B_{დ}}{\rho_{ს.ბ.}} - \frac{B_{დ}}{\rho_{ს.ბ.}} - \frac{1}{\rho_{ღ}} - \frac{B_{ღ}}{\rho_{წყ.}}}. \quad (5)$$

$A_{ღ}$ -ს წილი განისაზღვრება (4) გამოსახულებიდან.

ცნობილი ხერხით გამოითვლება სატამპონაჟო ხსნარის საჭირო მოცულობა  $V_{ს.ბ.}$  მოცემულ ინტერვალში სამაგრი მილების დასაცემენტებლად.

განვსაზღვროთ მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარის მოცულობა, რომელიც მიიღება 1 ტონა „ცემენტი-დანამატი“ მშრალი ნარევიდან:

$$V_1 = (\beta + 1) / \rho_{ს.ბ.}, \text{ მ}^3/\text{ტ}; \quad (6)$$

გამოვიანგარიშოთ მშრალი ნარევის საჭირო რაოდენობა

$$Q_{შშ} = V_{ს.ბ.} / V_1, \text{ ტ}; \quad (7)$$

ცემენტის ხარჯი

$$Q_{ღ} = A_{ღ} \cdot Q_{შშ} \cdot 1,05 \text{ ტ}; \quad (8)$$

დანამატის ხარჯი

$$Q_{\text{დ}} = A_{\text{დ}} \cdot Q_{\text{შშ}} \cdot 1,05, \text{ ტ}; \quad (9)$$

საჭირო წყლის მოცულობა

$$V_{\text{წყ}} = \frac{\beta \cdot (Q_{\text{გ}} - Q_{\text{დ}}) \cdot 1,1}{\rho_{\text{წყ}}}, \text{ მ}^3. \quad (10)$$

მაგალითი. საექსპლუატაციო კოლონის დასაცემენტებლად საჭიროა 1,35 ტ/მ<sup>3</sup> სიმკვრივის კერამიკული გაზით შევსებულ მიკროსფეროებით დამატებული 35 მ<sup>3</sup> მოცულობის მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარის მომზადება.

გაანგარიშებისათვის საჭირო საწყისი მონაცემები მოყვანილია 1-ელ ცხრილში

ცხრილი 1

გამოყენებული მასალების დახასიათება

დასახელება	$\rho_{\text{გ}}, \text{ ტ/მ}^3$	$\rho_{\text{დ}}, \text{ ტ/მ}^3$	$\rho_{\text{წყ}}, \text{ ტ/მ}^3$	$B_{\text{გ}}$	$B_{\text{დ}}$
მაჩვენებელი	3,12	0,6	1,0	0,5	0,8

(3) – (10) ფორმულით აწარმოებენ მოცემული მოცულობის სატამპონაჟო ხსნარის მოსამზადებლად საჭირო მასალების ხარჯის გაანგარიშებას, მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

35 მ<sup>3</sup> მოცულობის სამონტაჟო ხსნარის მოსამზადებლად საჭირო მასალების ხარჯი

დასახელება	$A_{\text{დ}}$	$A_{\text{გ}}$	$\beta$	$V_1, \text{ მ}^3$	$Q_{\text{შშ}}, \text{ ტ}$	$Q_{\text{გ}}, \text{ ტ}$	$Q_{\text{დ}}, \text{ ტ}$	$V_{\text{წყ}}, \text{ მ}^3$
მაჩვენებელი	0,203	0,797	0,561	1,156	30,28	25,34	6,45	19,6

მოცემული შედეგების სატამპონაჟო ხსნარის ლაბორატორიულმა შემოწმებამ აჩვენა, რომ 20 სმ დენადობის დროს მისი სიმკვრივე 1,35 ტ/მ<sup>3</sup>-ია, რაც აკმაყოფილებს საწყის მოთხოვნებს.

ცნობილია, რომ მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარის ცემენტის ქვის სიმტკიცე, მნიშვნელოვნად მცირეა, ვიდრე ნორმალური სიმკვრივის ხსნარის სიმტკიცე. ცემენტის ქვის სიმტკიცის ამაღლება შესაძლებელია სატამპონაჟო ხსნარის წყალმოთხოვნების შემცირების ხარჯზე, საჭირო კონსისტენციის შენარჩუნების მეშვეობით. სატამპონაჟო ხსნარში C – 3 მარკის სუპერპლასტიფიკატორის დამატება 1,5%-მდე მშრალი ნარევის მასის სახით შესაძლებლობას იძლევა წყალმოთხოვნის 30%-მდე შევამციროთ.

(1) ფორმულიდან ჩანს, რომ სატამპონაჟო ხსნარის სიმკვრივის რეგულირება შეიძლება კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროების წილის ცვლილებით მშრალ ნარევაში.



სატამპონაჟო ხსნარში სუპერპლასტიფიკატორის შეყვანის დროს ცემენტის წყალმოთხოვნილება  $B_G = 0,35$ , დანამატის წყალმოთხოვნილება კი -  $B_D = 0,6$ .

35 მ<sup>3</sup> მოცულობის და 1,35 ტ/მ<sup>3</sup> სიმკვრივის სატამპონაჟო ხსნარის მისაღებად გაანგარიშებულ იქნა მასალების ხარჯი, რომელიც მოყვანილია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

მასალების ხარჯი

დასახელება	$A_D$	$A_G$	$\beta$	$V_1$ , მ <sup>3</sup>	$Q_{მშ}$ , ტ	$Q_G$ , ტ	$Q_D$ , ტ	$V_{წყ}$ , მ <sup>3</sup>	$Q_{სპ}$ , ტ
მაჩვენებელი	0,233	0,767	0,408	1,043	33,56	27,03	8,21	15,82	0,503

$Q_{სპ}$  - სუპერპლასტიფიკატორის ხარჯი მშრალი ნარევის მასის 1,5%-ია.

ლაბორატორიულმა შემოწმებამ აჩვენა, რომ ამ შედეგის მიხედვით სატამპონაჟო ხსნარს აქვს 1,35 ტ/მ<sup>3</sup> სიმკვრივე, 19,5 სმ დენადობა, ხოლო ПЦТ-II პორტლანდცემენტის ცემენტის ქვას 75<sup>0</sup>C ტემპერატურაზე ორი დღე-ღამის განმავლობაში გამყარების შემდეგ ჰქონდა სიმტკიცე ლუნვაზე 2,18 მპა. საზღვარგარეთ ისეთ კერამიკულ გაზით შევსებულ მიკროსფეროებს ამზადებენ, რომელთა ზედაპირი დამუშავებულია რეაგენტებით, რაც ამცირებს წყალმოთხოვნილებას. ეს რეაგენტი წარმოადგენს ოლიგინის მჟავას. ასეთი რეაგენტის დამატება ამცირებს ცემენტის ქვის სიმტკიცეს [4,5].

3. დასკვნა

ამრიგად, კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროების გამოყენებით შეიძლება დამზადებულ იქნეს მოცემული სიმკვრივის, მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარები ჭაბურღილების დასაცემენტებლად საქართველოს ნავთობშემცველ ფართობებზე ანომალურად დაბალი ფენის წნევების პირობებისათვის.

ლიტერატურა

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993 წ.
2. Облегчающая добавка для снижения плотности тампонажных растворов. /А.В. Федоров, Ю.А. Мучулаев, С.И. Зликин и др. М.:Недра, 1985.
3. Тампонажный раствор. /Г.Н. Горчаков, И.Н. Лифоносов, Д.В. Орешкин и др. М.:Недра, 1991.
4. ნ. თევზაძე, გ. ლილუაშვილი, ვ. ხითარიშვილი. საძიებო სვეტური ბურღვა. თბილისი: ეკომობილი, 2001 წ.
5. ნ. თევზაძე, გ. ლილუაშვილი, ტ. სარჯველაძე. ჭაბურღილების დამთავრება. თბილისი: ცოტნე, 2004 წ.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКИХ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ ГАЗОНАПОЛНЕННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН

### 1. Введение

Использование газонаполненных микросфер (полимерных, стеклянных, керамических) для получения легких тампонажных растворов известно давно [1-3]. Полимерные и стеклянные газонаполненные микросферы выдерживают небольшие давления (в пределах 3,4-7,0 МПа), поэтому широкого применения не нашли. Керамические газонаполненные микросферы имеют плотность зерна от 0,2 до 0,8 г/см<sup>3</sup>, выдерживают без разрушения давление в пределах 17,6-20,5 МПа и могут успешно применяться в тампонажных растворах при цементировании скважин глубиной до 1000 м.

### 2. Основная часть

Применение керамических газонаполненных микросфер решает многие проблемы цементирования скважин с АНПД при наличии поглощающих пластов. При плотности тампонажного раствора от 1400 до 1150 кг/м<sup>3</sup> можно получить высокопрочный безусадочный цементный камень с низкой проницаемостью. Объясняется это тем, что с применением газонаполненных микросфер в тампонажном растворе снижение плотности идет за счет малой плотности самих микросфер, а не в результате повышения водопотребности, как в случае применения большинства облегчающих добавок. Это видно из следующего уравнения плотности тампонажного раствора с добавками:

$$\rho_p = \frac{B + 1}{\frac{A_{ц}}{\rho_{ц}} + \frac{A_{д}}{\rho_{д}} + \frac{B}{\rho_{в}}}, \quad (1)$$

где  $B$  – водосмесевое отношение тампонажного раствора;  $\rho_p$ ,  $\rho_{ц}$ ,  $\rho_{д}$ ,  $\rho_{в}$  - плотность соответственно тампонажного раствора, цемента, добавки и воды затворения;  $A_{ц}$  и  $A_{д}$  - доля цемента и добавки в сухой смеси:

$$A_{ц} + A_{д} = 1. \quad (2)$$

Кроме того, водосмесевое отношение можно выразить через водопотребность цемента, добавки и их доли в смеси:

$$B = A_{ц} \cdot B_{ц} + A_{д} \cdot B_{д}, \quad (3)$$

где  $B_{ц}$  - водопотребность тампонажного цемента для получения тампонажного раствора без облегчающей добавки, растекаемостью 18-20 см;

$B_{д}$  - водопотребность добавки в легком тампонажном растворе.

Из формулы (1) находим значение  $A_D$ . Для этого в формулах (2) и (3)  $A_C$  выражаем через  $A_D$  и подставляем их значения в формулу (1):

$$A_C = 1 - A_D. \quad (4)$$

В формулу (1) вносим и проектируемую (требуемую) плотность тампонажного раствора.

Водопотребность и плотность используемых материалов определяются экспериментальным путем.

Вычисляем требуемую долю добавки для получения заданной плотности тампонажного раствора:

$$A_D = \frac{\frac{B_C}{\rho_p} + \frac{1}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_C} - \frac{B_C}{\rho_B}}{\frac{B_C}{\rho_p} + \frac{1}{\rho_D} + \frac{B_D}{\rho_p} - \frac{B_D}{\rho_p} - \frac{1}{\rho_C} - \frac{B_C}{\rho_B}}. \quad (5)$$

Долю  $A_C$  находят из выражения (4).

Известным способом рассчитываем требуемый объем тампонажного раствора  $V_p$  для цементирования заданного интервала обсадной колонны.

Определяем выход легкого тампонажного раствора из 1 тонны сухой смеси «цемент-добавка» в  $m^3/t$ :

$$V_1 = (\beta + 1) / \rho_p \quad (6)$$

Определяем необходимое количество сухой смеси в т:

$$Q_c = V_p / V_1, \text{ т}; \quad (7)$$

Расход цемента, т:

$$Q_c = A_C \cdot Q_c \cdot 1,05. \quad (8)$$

Добавки, т:

$$Q_D = A_D \cdot Q_c \cdot 1,05. \quad (9)$$

Объем воды,  $m^3$ :

$$V_B = \frac{\beta \cdot (Q_c - Q_D) \cdot 1,1}{\rho_B}. \quad (10)$$

Например, для цементирования эксплуатационной колонны требуется приготовить  $35 m^3$  легкого тампонажного раствора плотностью  $1,35 t/m^3$  с добавкой газонаполненных керамических микросфер.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Характеристики применяемых материалов

Наименование	$\rho_C, t/m^3$	$\rho_D, t/m^3$	$\rho_B, t/m^3$	$B_C$	$B_D$
Показатель	3,12	0,6	1,0	0,5	0,8

По формулам (3) – (10) проводят расчет расхода тампонажного раствора, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Расход материалов для приготовления 35 м<sup>3</sup> тампонажного раствора**

Наименование	$A_d$	$A_c$	$\beta$	$V_1, \text{ м}^3$	$Q_c, \text{ т}$	$Q_{ц}, \text{ т}$	$Q_d, \text{ т}$	$V_b, \text{ м}^3$
Показатель	0,203	0,797	0,561	1,156	30,28	25,34	6,45	19,6

Известно, что прочность цементного камня из облегченного тампонажного раствора значительно ниже, чем из раствора нормальной плотности. Повысить прочность цементного камня можно за счет снижения водопотребности тампонажного раствора при сохранении требуемой консистенции. Добавка в тампонажный раствор суперпластификатора С – 3 до 1,5 мас.% от сухой смеси позволяет снизить водопотребность до 30%. Из уравнения (1) видно, что при этом несколько увеличивается плотность тампонажного раствора, что можно компенсировать повышением доли керамических микросфер в сухой смеси.

При введении в тампонажный раствор суперпластификатора водопотребность цемента будет составлять  $B_{ц} = 0,35$ , а водопотребность добавки  $B_d = 0,6$ .

Для получения тампонажного раствора плотностью 1,35 т/м<sup>3</sup> в объеме 35 м<sup>3</sup> был рассчитан расход материалов, приведенный в таблице 3.

Таблица 3

**Расход материалов**

Наименование	$A_d$	$A_c$	$\beta$	$V_1, \text{ м}^3$	$Q_c, \text{ т}$	$Q_{ц}, \text{ т}$	$Q_d, \text{ т}$	$V_b, \text{ м}^3$	$Q_{сп}, \text{ т}$
Показатель	0,233	0,767	0,408	1,043	33,56	27,03	8,21	15,82	0,503

$Q_{сп}$  – расход суперпластификатора, 1,5 мас.% от сухой смеси.

Лабораторная проверка показала, что тампонажный раствор этого состава имел плотность 1,35 т/м<sup>3</sup>, растекаемость 19,5 см, а цементный камень из портландцемента ПЦТ – II через двое суток твердения при температуре 75<sup>0</sup>С имел прочность при изгибе 2,18 МПа.

За рубежом керамические микросферы выпускают с обработанной реагентами поверхностью, что снижает их водопотребность. Таким реагентом может быть олеиновая кислота и др. Керамические микросферы отечественного производства перед сушкой также надо обрабатывать гидрофобизаторами. Это снизит их водопотребность и при добавке в тампонажный раствор обеспечит повышенную прочность цементного камня [4-5].

**3. Выводы**

Таким образом, с применением керамических микросфер можно проектировать легкие тампонажные растворы заданной плотности для цементирования скважин с АНПД в условиях нефтеносных площадей Грузии.

## Литература

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993 წ.
2. Облегчающая добавка для снижения плотности тампонажных растворов/ А.В. Федоров, Ю.А. Мучулаев, С.И. Зликин и др. М.:Недра, 1985.
3. Тампонажный раствор/ Г.Н. Горчаков, И.Н. Лифонов, Д.В. Орешкин и др. М.:Недра, 1991.
4. ნ. თევზაძე, გ. ლილუაშვილი, ვ. ხითარიშვილი. საძიებო სვეტური ბურღვა. თბილისი: ეკომობილი, 2001 წ.
5. ნ. თევზაძე, გ. ლილუაშვილი, ტ. სარჯველაძე. ჭაბურღილების დამთავრება. თბილისი: ცოტნე, 2004 წ.

**კერამიკული გაზით უმვსებელი მიკროსფეროების დამატებით დამზადებული მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარების გამოყენება ჭაბურღილების დასაცემენტებლად. თ. ბარაბაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. ჯიქია, ნ. მაჭავარიანი, ტ. სარჯველაძე.**

ჭაბურღილების დაცემენტების ხარისხის გასაუმჯობესებლად და შთანთქმის აღმოსაფხვრელად ანომალურად დაბალი ფენის წნევების პირობებისათვის შემუშავებულია სატამპონაჟო ხსნარები, რომელთა შედგენილობაში შედის კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროები. ჩატარებულ იქნა მოცემული მოცულობის სატამპონაჟო ხსნარის დასამზადებლად საჭირო მასალების ხარჯი, თეორიული და პრაქტიკული გაანგარიშებანი.

**საკვანძო სიტყვები:** ჭაბურღილების დაცემენტება, ანომალურად დაბალი ფენის წნევები, კერამიკული გაზით შევსებული მიკროსფეროები, მსუბუქი სატამპონაჟო ხსნარები.

## **THE SLURRIES WITH CERAMIC MICROSPHERES FILLED WITH GAS. T.**

**Barabadze, V. Khitarishvili, N. Jikia, N. Machavariani, T. Sarjveladze.**

To prevent fluid loss and increase the quality of well casing under anomalous low formation pressures the slurries are developed composition of which includes ceramic microspheres filled with gas.

Theoretical and practical estimations and calculations have been carried out of required materials, expenditure for preparation of present amount of the slurry is given.

**Key words:** wellhole cementing, anomalous low pressures, microspheres filled with ceramic gas, light slurries.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКИХ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ ГАЗОНАПОЛНЕННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН.**

**Барабадзе Т. Г., Хитаришвили, В. Э., Мачавариани Н. А., Джикиа Н., Сарджвеладзе Т. Дж.**

С целью исключения поглощения и улучшения качества цементирования скважин в условиях АНПД, разработаны тампонажные растворы, в состав которых входят керамические газонаполненные микросферы.

Приведены теоретический и практический расчеты расхода материалов для приготовления заданного объема тампонажного раствора.

**Ключевые слова:** цементирование скважин; аномально низкое пластовое давление; керамические газонаполненные микросферы; легкие тампонажные растворы.

## ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემები

### 1. შესავალი



გურამ ვარშალომიძე,

საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, სტუ-ს „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის თვზღლომარე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკურმა საშუალებებმა ბოლო პერიოდში მნიშვნელოვანი პროგრესი და აღმავლობა განიცადა.

ბურღვის პროცესის ანალიზმა აჩვენა, რომ როტორული ბურღვა, ტექნიკური თვალსაზრისით, მოძველდა და ეკონომიკურად არაეფექტური გახდა. გამოჩნდა ბურღვის ახალი მოწყობილობები ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემების სახით. ამ სისტემების უპირატესობის აღიარებას, ბურღვის როტორულ ხერხთან შედარებით, თითქმის 80 წელი დასჭირდა [1-2]. ზედა ამძრავი



ვალერი ხითარიშვილი,

საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; ტექნ. მეცნ. დოქტორი; სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ დამართულების ასოცირებული პროფესორი

სისტემების ისტორია



მ. წურწუშია,

ინჟინერი, ტექნიკურ მეცნიერებათა აკად. დოქტორი

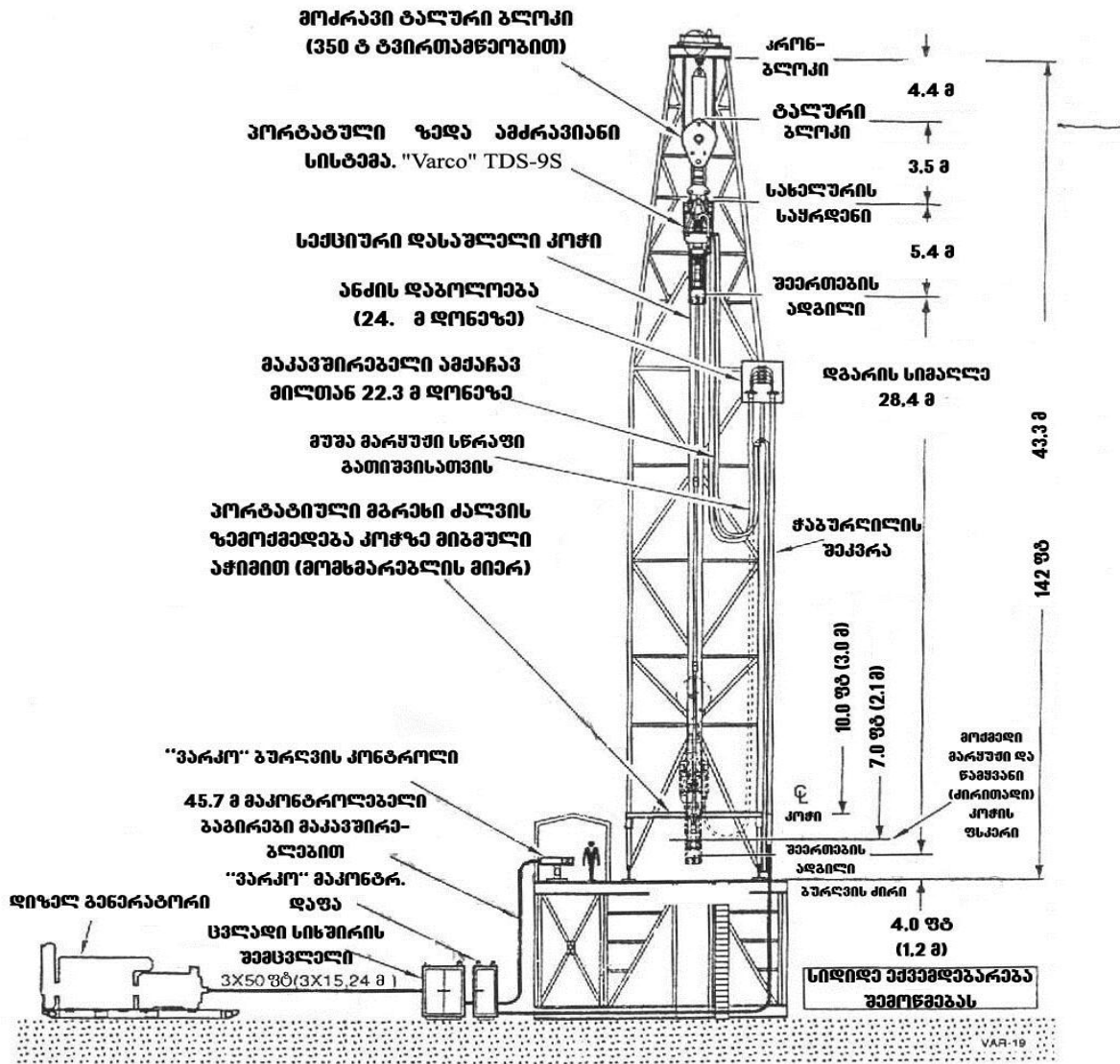
შედარებით ახლო პერიოდში დაიწყო პირველი ასეთი დანადგარი სახელწოდებით DPM-650-DC გამოშვებულ იქნა 1984 წელს. მას ჰქონდა მუდმივი დენის ელექტროამძრავი. ის განკუთვნილი იყო ზღვაზე ბურღვისათვის პლატფორმების საშუალებით. 1996 წლიდან ზედა ამძრავის საბურღი სისტემები გახდა ზღვაზე ჭაბურღილების ბურღვის ძირითადი საშუალება. მათი გამოყენების პრაქტიკულმა გამოცდილებამ აჩვენა ამ სისტემების მაღალი ეფექტურობა და მათ იმდენი დადებითი თვისებები აღმოაჩნდათ, რომ ახლა ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემების გამოყენებით ხმელეთზე ჭაბურღილების მნიშვნელოვანი ნაწილი იბურღება.

### 2. ძირითადი ნაწილი

დღესდღეობით ფართოდ იყენებენ ტოპ დრაივის TDS და TESCO საბურღი სისტემებს (ნახ. 1 და 2). მათი უპირატესობა ზოგადად შესაძლოა ჩამოყალიბდეს შემდეგნაირად: ამ საბურღი სისტემების მონტაჟს და დემონტაჟს ერთი დღე-ღამე სჭირდება; მათი გამოყენება საგრძნობლად ზრდის ბურღვის მექანიკურ სიჩქარეს

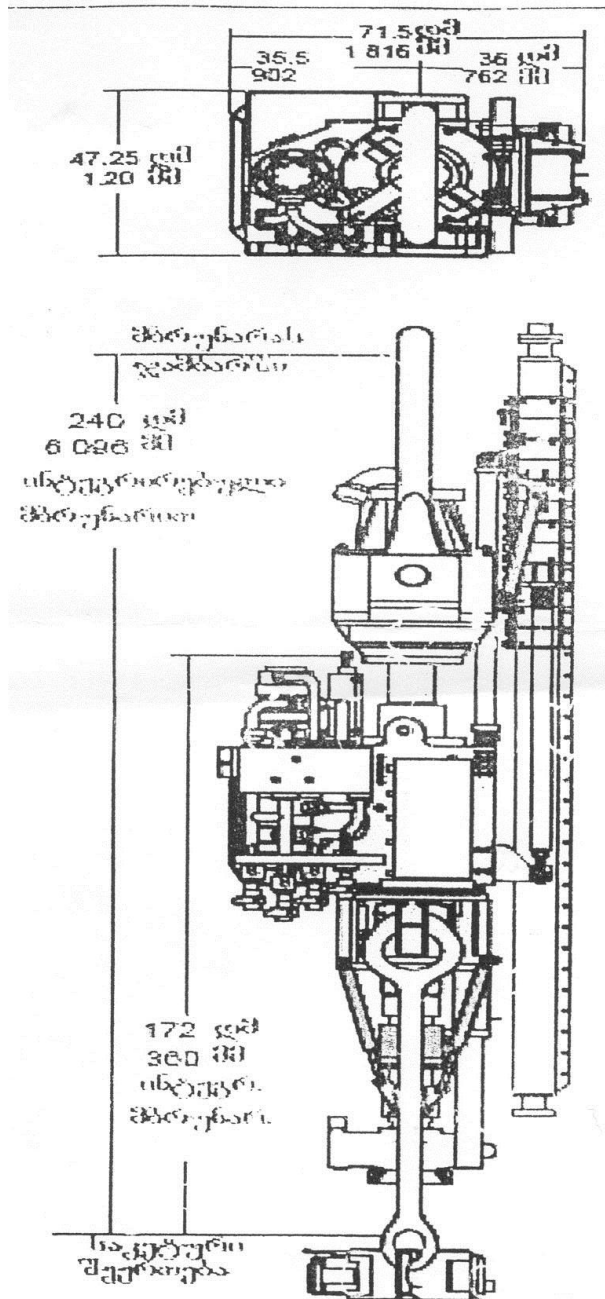
**მეცნიერება - გურღვის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაცია - SCIENCE**

და დაახლოებით 40%-ით ამადლებს დღე-ღამეში საერთო გავლას; მნიშვნელოვნად ამცირებს ბურღვითი სამუშაოების თვითღირებულებას.



ნახ. 1. ზედა ამკრავ რეჟიმში მომუშავე „ტობ დრაივ“ TDS საბურღი სისტემა

ზედა ამკრავ TDS ტიპის საბურღი სისტემას აქვს მთელი რიგი დადებითი თვისებები როტორულ ბურღვასთან შედარებით [3]: იწვევს ჭაბურღილიდან ფლუიდის ამოსროლის ალბათობის შემცირებას. ხელს უწყობს სამაგრი მიღების ჩაშვების გამარტივებას, გართულების ზონაში ბურღვის და რეცხვის ხარჯზე ამადლებს კერნის გამოსავლის ხარისხს.



ნახ. 2. TESCO-HCI ტიპის ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემა

ზედა ამძრავის TDS საბურღი სისტემა წარმოადგენს საბურღი მოწყობილობის პრინციპულად ახალ ტიპს, რომელიც სრულად უზრუნველყოფს რიგი ტექნოლოგიური ოპერაციების შესრულებას და საშუალებას იძლევა ხარისხიანად განვახორციელოთ ბურღვის პროცესი.

TDS ტიპის ზედა ამძრავი წარმოადგენს მობილურ საბურღი სისტემას, რომელიც ამადლებს საბურღი სამუშაოების ჩატარების ეფექტურობას, ამცირებს ბურღვის პროცესში ავარიებს და გართულების წარმოშობის რისკს. ამ სისტემების



გამოყენების დროს გაუმჯობესებულია და ავტომატიზებული მომსახურე პერსონალის მიერ ზედა ამძრავის მართვა და დაცულია მათი უსაფრთხოება ნავთობგაზგამოვლინების დროს.

ბურღვის ეფექტურობის ამაღლება ხორციელდება შემდეგი ტექნოლოგიური ოპერაციების გამარტივების ხარჯზე: ბრუნარასა და კვადრატის შურფიდან ამოღება-ჩაშვების, საბურღი მილის წარმატების, ბურღვისა და ჩაშვება-ამოღების ოპერაციების ჩატარებისას.

დახრილ-მიმართული ბურღვის დროს საბურღი მილების წამატება ხორციელდება ისე, რომ მათი ქველი იმყოფება უშუალოდ სანგრევეზე, რაც ამცირებს დროის დანახარჯებს საბურღი იარაღის გადაორიენტირებაზე, ყოველი წამატებისას. გაცილებით უფრო მეტი დრო რჩება ბურღვისათვის, ვიდრე საბურღი მილის წამატებისას ჩაშვება-ამოღებითი ოპერაციების დროს.

ზედა ამძრავ რეჟიმში მომუშავე TDS საბურღი სისტემის მნიშვნელოვან უპირატესობად ითვლება ის, რომ უწყვეტად ხორციელდება საბურღი კოლონის ბრუნვა და გამრეცხი ხსნარის ცირკულაცია ლულის დამუშავების დროს ზემოდან ქვემოთ და პირიქით. ეს პროცესი საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად შემცირდეს ხახუნის ძალები საბურღი კოლონის ჩაშვება-ამოღების ოპერაციების ჩატარებისას დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის დროს.

ზედა ამძრავის ტოპ დრაივის TDS საბურღი სისტემასთან შედარებით უფრო ეფექტურია TESCO-HCI ტიპის ზედა ამძრავის ტოპ დრაივი საბურღი სისტემა.

TESCO-HCI ტიპის ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემა გამოიყენება მაღალეფექტური ბურღვისათვის. ეს სისტემა წარმოადგენს უნივერსალურ დანადგარს TESCO მოწყობილობების სერიიდან. ის საკმარისად კომპაქტურია A-სებრი და გუმბათისებრი კოშკებისათვის როგორც ხმელეთის, ასევე ზღვის საბურღი დანადგარებისათვის. აღნიშნული ზედა (მაღლივი) ამძრავი სისტემა უზრუნველყოფს ჩაშვება-ამოღების ოპერაციებს საშუალო და ღრმა ჭაბურღილების ბურღვისას.

TESCO-HCI ტიპის მაღლივი ამძრავის მუშაობისათვის იყენებენ სპეციალურ ძრავებს, აგრეთვე ჰიდრავლიკური ტუმბოებისა და ფილტრაციული მოწყობილობების ზედა ამძრავებს, რომლებიც გამოიყენება ჭაბურღილების ბურღვისათვის სამრეწველო პირობებში. TESCO-HCI ზედა ამძრავი დამონტაჟებულია ბრუნარით. ეს საბურღი სისტემები მზადდება ტვირთამწეობის მიხედვით, არსებობს 500 ან 650 ტონის მინიმალური ტვირთამწეობის მქონე დანადგარები. ამ ზედა ამძრავების მუშა მახასიათებლები (მგრეხი მომენტი და სიჩქარე) შეიძლება შეიცვალოს გადაცემათა სიჩქარის და კვების წყაროს შერჩევის საშუალებით.

ამ სისტემის უპირატესობა, ექსპლუატაციის თვალსაზრისით, მდგომარეობს შემდეგში:

მთლიანი საბურღი სისტემა, ზედა ამძრავის ძალური დანადგარისა და მბრუნავი მომენტის შემცირების სისტემის ჩათვლით შეიძლება დამონტაჟდეს ერთ დღეზე ნაკლებ დროში. უმეტეს შემთხვევაში, ამ პროცესის დროს საბურღი დანადგარის მოდიფიკაცია არ მოითხოვება. TESCO-HCI სისტემას გააჩნია ჰიდრავლიკური სამილე მანიპულატორი, რომლის დახმარებით შესაძლებელია საკიდი ელევატორის გადახრა, გამოწვევა ჭაბურღილის ღერძისაკენ და მისი საშუალებით მილების წამა-

ტეხა. შურფიდან 60 დმ-ის მანძილზე ჭაბურღილის ცენტრისკენ შესაძლებელია სამილე მანიპულატორის ბრუნვა 360<sup>0</sup>-ით, რითაც ხდება ელევატორის და ჩამჭერი გასაჩერებელი მოწყობილობის დისტანციური მართვა. TESCO-HCI-ის ზედა ამძრავის გასაჩერებელს შეუძლია იმუშაოს საბურღი მილების საკეტებით.

ზედა ამძრავ საბურღ სისტემას შეუძლია ჭაბურღილის ღერძიდან და ღერძისაკენ გადაწევა, აქვს ჰიდრაულიკური გადამწევი ჭოკი და ავტომატურად ჩამკეტი ელევატორი, რომლებიც საშუალებას იძლევიან შემცირდეს მილების ჩახსნა-ამოხრახნის დროს მძიმე ფიზიკური შრომა, რითაც მაღლდება მუშაობის უსაფრთხოება.

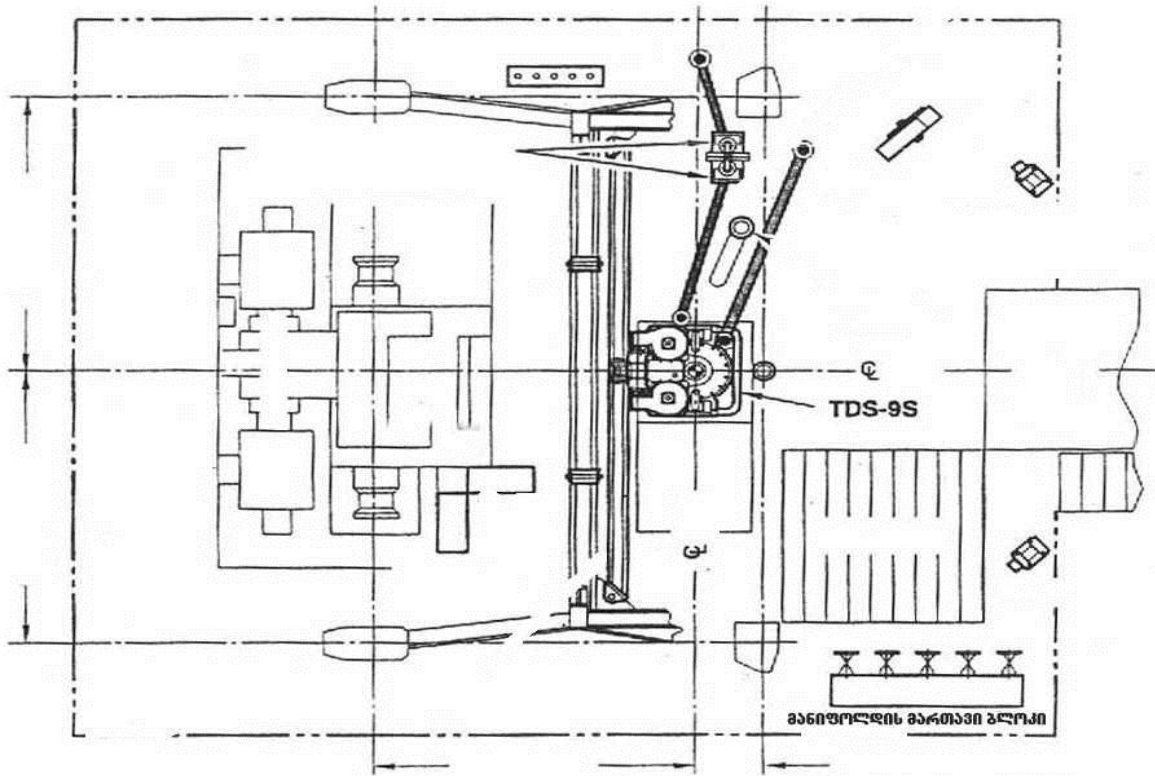
ავტომატურად ჩამკეტი ელევატორი, რომელსაც მართავს მზურღავი თავიდან იცილებს მომსახურე პერსონალის საწარმოო ტრამვეებს, რასაც ხშირად ადგილი აქვს, როცა ელევატორი ხელით იკეტება.

ზედა ამძრავი საბურღი სისტემა ამაღლებს სამუშაოთა წარმოების უსაფრთხოებას ამოსროლის დროს, ამცირებს ამოსროლის საწინააღმდეგო მოწყობილობათა ცვეთას, რადგან მოქმედ პრევენტორში რეზინის ელემენტი დააჭერს მილის ტანს და არა კვადრატის ზედაპირს. ეს სისტემა მომსახურე პერსონალს საშუალებას აძლევს შეამციროს ხელით შესასრულებელი სამუშაო ოპერაციების რიცხვი, რადგან მათი უმეტესობა დისტანციურად სრულდება მზურღავის პულტიდან და ბურღვა ხორციელდება ნაკლებად საშიშ პირობებში, ეს გამოწვეულია იმით, რომ ზედა ამძრავის სისტემა უზრუნველყოფს საბურღი მილების შეერთებას და გადახსნას გასაღების გამოყენების გარეშე.

ზედა ამძრავის ტექნოლოგიურ უპირატესობად ითვლება ის, რომ შესაძლებელია ერთდროულად ჭაბურღილის ბურღვა და გამაგრება სამაგრი მილებით, რაც შემუშავებულია კომპანია „Tesco Corporation if varco international, inc“-ის მიერ. ამრიგად, შესაძლებელია გაიბურღოს და გამაგრდეს ჭაბურღილი. ამ დროს სამაგრი მილები გამოყენებულ იქნება ისე, როგორც საბურღი მილების კოლონა.

ზედა ამძრავის TESCO-HCI საბურღი სისტემა წარმოადგენს მაღალეფექტურ დანადგარს, რომლის სიმძლავრე მზრუნავ ღერძზე შეიძლება იყოს 450-135 ცხენის ძალა. მას აქვს დამოუკიდებელი ენერგოუზრუნველყოფა და აგრეთვე რეაქტიული მომენტის გადაცემის და დაგროვების სისტემა. ქვედა ჩამჭერი, რომელიც ასრულებს საყრდენ-სამანქანო გასაღების როლს გამოიყენება მილების მოსაჭერად და გადასახსნელად. ეს სისტემა არის რთული გაერთიანების მქონე ბრუნარა, რომლის საბურღი ჩობალის ქვედა ნაწილი მოძრაობაში მოჰყავს ორ ელექტროძრავას (სიმძლავრე 350 ცხ.ძ) და ამწეს, რომელზედაც ავტომატური ელევატორი ჩამოკიდებულია საბურღი კოლონით. ამწის ეს კომპლექტი საკიდით დამოკიდებულია კავზე სახეველა სისტემის მეშვეობით, სრიალებს ზემოთ და ქვემოთ მაცენტრირებულ კოჭზე.

ზედა ამძრავი საბურღი სისტემის ძირითად ნაწილებად ითვლება მზრუნარა ზედა საბურღი ძრავა, ამწე-აგრეგატი მასზე დაკიდებული ავტომატური ელევატორით და წამყვანი მაცენტრირებელი ორტავრი კოჭი, რომელზედაც სრიალებს მთელი ეს სისტემა. მე-3 ნახ-ზე ნახვენებია ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ (საბურღი სისტემის) მოწყობილობის განლაგების სქემა.



ნახ. 3. ზედა ამძრავის რეჟიმში მომუშავე ტოპ დრაივის (საბურღი სისტემის) მოწყობილობის განლაგების სქემა

### 3. დასკვნა

ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემები როტორული ბურღვის ხერხთან შედარებით, გამოირჩევა მთელი რიგი დადებითი თვისებებით, მცირდება ბურღვის პროცესში ავარიების და გართულებების რაოდენობა, გაუმჯობესებულია სამუშაოების უსაფრთხოება, ავტომატიზებულია სისტემის მართვა. ზედა ამძრავის სისტემების გამოყენების დროს ბურღვის ეფექტურობის ამაღლება წარმოებს ტექნოლოგიური ოპერაციების გამარტივების შედეგად, საგრძნობლად იზრდება ბურღვის მექანიკური სიჩქარე და დაახლოებით 40%-ით მატულობს დღე-ღამეში საერთო გავლა. მნიშვნელოვნად მცირდება ბურღვითი სამუშაოების თვითღირებულება.

### ლიტერატურა

1. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993.
2. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ბურღვის ტექნიკა და ტექნოლოგია, I და II ნაწილი. თბილისი: სტუ, 2004.
3. ი. გოგუაძე. ზედა ამძრავ რეჟიმში მომუშავე „ტოპ დრაივის“ საბურღი სისტემა TDS-9S// საქართველოს ნავთობი და გაზი, 2002 წ., №2(6).

УДК 622.244

Г.Х. Варшаломидзе, В.Э. Хитаришвили,  
М. Цурцумия, Т. Сулханишвили

## БУРОВЫЕ СИСТЕМЫ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА «ТОП-ДРАЙВА»

### 1. Введение

Технические средства бурения скважины последнего периода привели к значительному прогрессу. Анализ процесса бурения показал, что роторный способ бурения устарел и стал экономически неэффективным. Сейчас в бурении применяется более эффективная новая установка буровой системы верхнего привода «топ-драйва». Для доказательства преимущества верхнего привода по сравнению с роторным способом бурения потребовалось на практике почти 80 лет [1-2]. Первую такую установку DPM-650-DC выпустили в 1984 году. Она имела постоянный ток и была предназначена для морского бурения с применением платформ. С 1996 года буровые системы верхнего привода стали основным способом для проводки скважин на море. Практический опыт их применения показал эффективность и так много положительных свойств «топ-драйва», что сейчас с применением буровой системы верхнего привода также ведут бурение значительной части скважин на суше.

### 2. Основная часть

На сегодняшний день широко применяются TDS и Tesco буровые системы верхнего привода «топ-драйва» (рис. 1, 2). Преимущество этих систем проявляется в следующем: монтаж и демонтаж буровой системы верхнего привода «топ-драйва» требует одних суток; значительно повышается механическая скорость бурения и приблизительно на 40% растет общая проходка в сутки; значительно снижается себестоимость буровых работ.



Рис. 1. Буровая система TDS «топ-драйва», работающая в режиме верхнего привода

Буровая система верхнего привода типа TDS имеет целый ряд положительных свойств по сравнению с роторным способом бурения [3]. Например: вызывает снижение вероятности выброса флюида из скважины, упрощает спуск обсадных труб в зоне осложнений, повышает качество выхода керна.

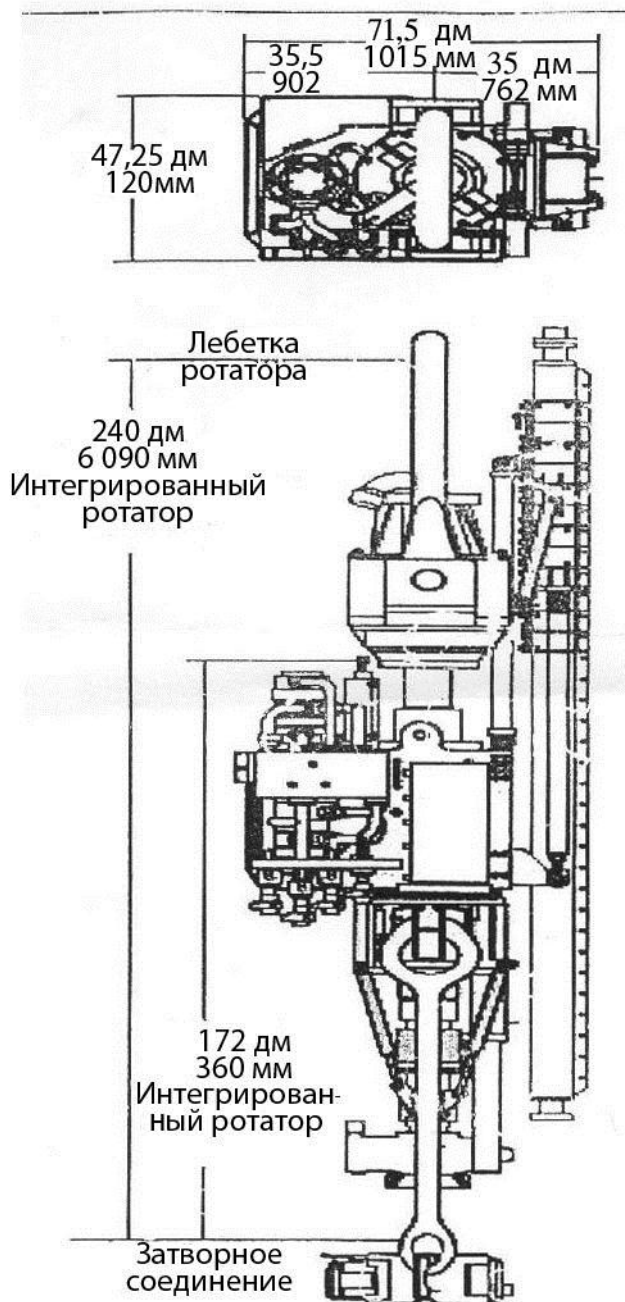


Рис. 2. Буровая система, работающая в режиме верхнего привода топ-драйва типа TESCO-HCI

Верхний привод буровой системы «топ драйва» типа TDS представляет принципиально новый тип бурового оборудования, которое полностью обеспечивает выполнение ряда технологических операций и дает возможность качественно провести процесс бурения.

Верхний привод типа TDS представляет мобильную буровую систему, повышающую эффективность проведения буровых работ, снижающую риск возникновения осложнений и аварий.

Улучшено и автоматизировано управление верхним приводом для служащего персонала и защищена их безопасность при проявлениях нефти и газа.

Повышение эффективности бурения производится за счет упрощения следующих технологических операций:

- При спуско-подъеме из шурфа квадрата и вертлюга.

- При наращивания бурильной трубы во время бурения и проведения операции спуско-подъема.

- При наклонно-направленном бурении наращивание бурильных труб проводится так, что их низ находится на забое, что снижает затраты времени на переориентирование бурового снаряда. При каждом наращивании значительно много времени остается для бурения, чем для спуско-подъемной операции. Значительным преимуществом верхнего привода буровой системы типа TDS считается то, что вращение бурильных колонн и циркуляция промывочных растворов производятся непрерывно при разработке ствола сверху до низа и снизу до верха.

Непрерывное вращение бурильных колонн дает возможность значительно уменьшить силы трения при проведении спуско-подъемных операций во время горизонтального и наклонно направленного бурения.

По сравнению с верхним приводом «топ-драйва» типа TDS более эффективен верхний привод буровой системы типа TESCO-HCl. Это очень универсальная установка, она достаточно компактная для А-образных и башенных вышек, применяется как буровое оборудование на суше, а также на море.

Для работы верхнего привода типа TESCO-HCl применяются двигатели, а также приводы для гидравлических насосов, которые эффективны при бурении скважин. Эти буровые системы выпускают по грузоподъемности. Существуют установки, имеющие 500 или 600-тонную номинальную грузоподъемность. Рабочие характеристики (крутящий момент и скорость) верхнего привода TESCO-HCl можно изменять в соответствии с видом источника питания и числом передач.

Преимущество буровой системы типа TESCO-HCl в эксплуатации состоит в следующем.

Целую систему, включая верхний привод силовой установки и системы снижения вращающего момента, можно монтировать меньше одного дня. Система TESCO-HCl имеет расширенные функции: с помощью гидравлического трубового манипулятора возможно наклонять подвешенный элеватор, передвигать его в сторону оси скважины, провести наращивание труб. Вращение трубового манипулятора на 360° дает возможность дистанционно управлять элеватором и зажимно-остановочным оборудованием. Остановитель верхнего привода типа TESCO-HCl может работать замками бурильных труб.

Верхний привод буровой системы «топ-драйва» типа TESCO-HCl может передвигаться к оси скважины и от оси скважины. Он имеет передвигательный шток и автоматически закрывающийся элеватор, которые дают возможность снизить тяжелый физический труд, чем повышается безопасность работы.

Автоматически закрывающийся элеватор, который управляется бурильщиком, может полностью предотвратить производственные травмы служащего персонала. Травмы часто имеют место, когда элеватор закрывается ручным способом. Верхний привод буровой системы повышает безопасность работы производства при выбросе, снижает износ противовыбросного оборудования, так как действующий в превенторе резиновый элемент нажимает на тело трубы, а не на поверхность квадрата. Эта система дает возможность служащему персоналу снизить число операций, выполняемых ручным способом, так как большинство этих операций ведется дистанционно из пульта бурильщика и бурение проводят в менее сложных условиях. Верхний привод буровой системы обеспечивает соединение и развинчивание бурильных труб без применения трубного ключа.

Технологическим преимуществом верхнего привода считается то, что возможно одновременно произвести бурение и крепление скважин обсадными трубами. Этот метод разработан компанией «Tesco corporation if varco international inc». Таким образом возможно пробурить скважины с применением обсадных труб вместо бурильных.

Верхний привод буровой системы представляет высокоэффективную установку, мощность которой равна мощности вращающейся оси 450-135 л.с. Он имеет самостоятельное энергетическое обеспечение, а также систему передачи и накопления реактивного момента. Нижний зажиматель исполняет роль опорно-машинного ключа. Он применяется для свинчивания и развинчивания труб. Эта система применяется как вертлюг сложного состава; нижняя часть бурового сальника этого вертлюга движется с помощью двух электродвигателей (мощность 350 л.с.), и подъемник, на котором автоматический элеватор подвешен с бурильной колонной. Комплект подъемника висит на крюке и с помощью талевой системы скользит вверх и вниз на центрировочной балке.

Основными частями буровой системы верхнего привода считаются вертлюг-верхний буровой двигатель, подъемный агрегат, на котором подвешен автоматический элеватор, и ведущая центрировочная балка и по ней скользит вся эта система. На рис. 3 показана схема верхнего привода «топ-драйва» (буровой системы).



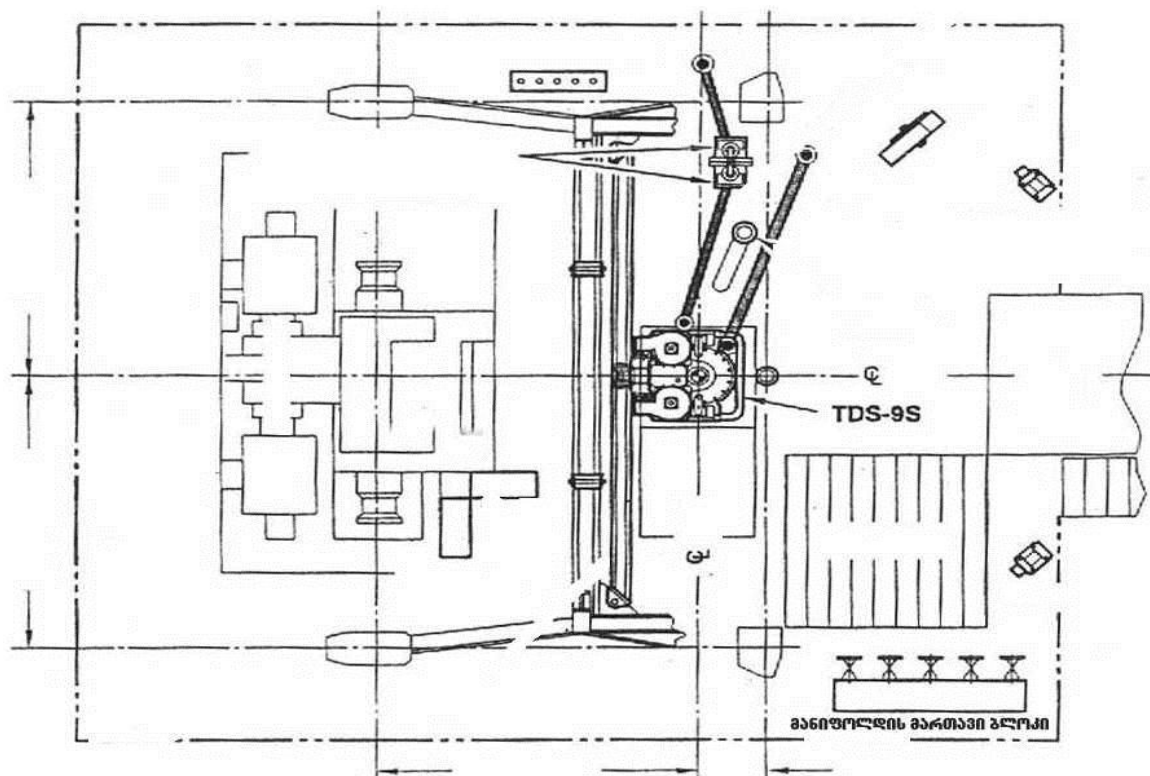


Рис. 3. Схема расположения устройства топ-драйва (буровой системы), работающего в режиме верхнего привода

### 3. Заключение

По сравнению с роторным способом бурения верхний привод типа «топ-драйв» системы имеет целый ряд положительных свойств: снижается число аварий и осложнений в процессе бурения, улучшена безопасность работ, автоматизировано управление системой. При применении верхнего привода повышение эффективности бурения достигается за счет упрощения технологических операций. Значительно увеличивается механическая скорость бурения и приблизительно на 40% растет общая проходка в сутки. Снижается себестоимость буровых работ.

### Литература

4. ნ. აბესაძე. ნავთობისა და აირის ჭაბურღილების ბურღვა. თბილისი: განათლება, 1993.
5. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ბურღვის ტექნიკა და ტექნოლოგია. I და II ნაწილი, თბილისი: სტუ, 2004.
6. ი. გოგუაძე. ზედა ამძრავ რეჟიმში მომუშავე „ტოპ დრაივ“ საბურღი სისტემა TDS-9S// საქართველოს ნავთობი და გაზი, 2002 წ., №2(6).

**ზედა ამძრავის „ტოპ დრაივი“ საბურღი სისტემები. გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი, მ. წურწუმია, თ. სულხანიშვილი.**

ზედა ამძრავის საბურღი სისტემას როტორული ბურღვის ხერხთან შედარებით აქვს მთელი რიგი უპირატესობა, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს: შემცირებულია ბურღვის დროს ავარიებისა და გართულებების რიცხვი; ჭაბურღილების გაყვანისას საგრძნობლად იზრდება ბურღვის მექანიკური სინქარე და დაახლოებით 40%-ით მატულობს დღეღამური საერთო გავლა; ავტომატიზებულია სისტემის მართვა; სრულყოფილია და გამარტივებულია ჩაშვება-ამოღების ოპერაციები; შემცირებულია ბურღვითი სამუშაოების თვითღირებულება.

**საკვანძო სიტყვები:** ზედა ამძრავი, ჩაშვება-ამოღების ოპერაციები, ბურღვის სისტემები.

**DRILLING SYTEMS OF ``TOP-DRIVE`` UPPER DRIVE . G. Varshalomidze, V. Khitarishvili, M. Tsurtsumia, T. Sulkhanihvili.**

Drilling systems of upper drive have a number of advantages compared with rotory drilling method. They are : number of wrecks and complications during drilling is reduced. Running the well-hole the drilling mechanical rate considerably increases and approximately the 24 hours total run increases by 40%. The system control is automized. Downhole and uplift operations are perfected and simplified. Drilling work cost is reduced.

**Key words:** upper drive, drilling systems, dounhole-uplift operations.

**БУРОВЫЕ СИСТЕМЫ ВЕРХНЕГО ПРИВОДА «ТОП-ДРАЙВА». Варшаломидзе Г.Х., Хитаришвили В.Э., Цурцумия М., Сулханишвили Т.**

Буровые системы верхнего привода по сравнению со способом роторного бурения имеют целый ряд преимуществ, которые состоят в следующем: снижено число аварий и осложнений при бурении. При проводке скважин значительно повышается механическая скорость бурения и приблизительно на 40% растёт суточная общая проходка. Благодаря этому приводу автоматизирована система управления, усовершенствованы и упрощены операции спуска-подъема. Снижена себестоимость буровых работ.

**Ключевые слова:** верхний привод; операции спуска-подъема; буровые системы.

## ბურღვის პროცესში სასანბრეშო პარამეტრების ჰიდრაბ- ლიკური არხით ტელემეტრიული სისტემის კვლევა

### 1. შესავალი



გურამ ვარშალომიძე,

საქართველოს და უკრაინის სა-  
 ინჟინრო აკადემიების აკადემი-  
 კოსი, სტუ-ს „ნავთობისა და  
 გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტა-  
 მენტის თემჯდომარე, ტექნიკის  
 მეცნიერებათა დოქტორი, პრო-  
 ფესორი

ბურღვის პროცესის პარამეტრ-  
 ების ტელემეტრია შესაძლოა განხორცი-  
 ელდეს ელექტრული, მაგნიტური და ჰი-  
 დრაულიკური გზით. პრაქტიკულად ყვე-  
 ლაზე მოსახერხებელია და ეკონომიური  
 მისი განხორციელება ჰიდრაულიკური  
 არხით, რაც მეტად აქტიურ პრობლემად  
 ითვლება ახალი ტექნიკისა და ტექნო-  
 ლოგიის დანერგვის თვალსაზრისით.



ირაკლი გოგუაძე,

საინჟინრო აკადემიის საპატ-  
 იო აკადემიკოსი, სტუ-ს „ჭა-  
 ბურღილების ბურღვის ტექ-  
 ნიკისა და ტექნოლოგიის“ მი-  
 მართულების ხელმძღვანელი,  
 ფიზ.-მათ. დოქტორი, სრული  
 პროფესორი

### 2. ძირითადი ნაწილი

ამოცანა მდგომარეობს ჰიდრაული-  
 კური არხის მოდელის შედგენაში. ვიხელმძღვანელოთ მილსა და  
 მილგარე სივრცეში მოძრავ სითხეში მკუმშავი წვეთოვანი სითხის დიფერენციალური განტოლებ-  
 ით, რომელიც პირველად შედგენილ და ამოხსნილ იქნა ნ. ჟუკოვის მიერ და რომელიც განავი-  
 თარა ი. ჩერნოვმა [1]. იგი წარმოადგენს მასის სიჩქარისა და წნევის ცვალებადობის გაწრ-  
 ფივებულ განტოლებათა სისტემას დროში

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{\partial P}{\partial X} = \rho \frac{\partial w}{\partial t} + 2awe \\ -\frac{\partial P}{\partial t} = \rho c^2 \frac{\partial w}{\partial x} \end{array} \right\} \quad (1)$$

სადაც  $P$  ჰიდრაულიკური წნევის სიდიდეა;  $\rho$ -საბურღი გამრეცხი ხსნარის სიმკვრივე;  $W$ -  
 განივკვეთში მოძრავი სითხის საშუალო სიჩქარე;  $c$ -ხმის გავრცელების სიჩქარე მკვრივ  
 წვეთოვან სითხეში, რომელიც მოედინება მკვრივი კედლების მქონე მილში;  $a$ -ჩაქრობის დეკრე-  
 მენტი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია სიბლანტის კინემატიკურ კოეფიციენტზე და მილის  
 შიგა და მილგარე რგოლური სივრცის დიამეტრზე.

მრგვალი საბურღი მილისათვის, რომლის დიამეტრია  $d$ , ადგილი აქვს ტოლობას  $2a =$   
 $32V/d^2$  [4], სადაც  $V$  სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტია.

(1) გამოსახულებას ეწოდება კავშირის, ტელეგრაფის განტოლება, რადგანაც იგი გვხვდე-  
 ბა ელექტრული ღენის კაბელზე გავრცელებულ ამოცანებში.

აღნიშნული განტოლების გამოყენება უფრო დასაშვებია იმ პირობებში, როდესაც საქმე გვაქვს სითხის დაბალი სიდიდის მოძრაობასთან, ვიდრე ხმის გავრცელების სიჩქარეა, როდესაც შესაძლებელია მხედველობაში არ მივიღოთ წნევის ცვალებადობის სიჩქარე. საბურღი ხსნარის ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე მიღწევა არხში არის 100 ლ/წ. 5''-ის მქონე საბურღი მილებში შეადგენს დაახლოებით 11 მ/წმ, ხმის გავრცელების სიჩქარე სითხეში შეადგენს დაახლოებით 1500 მ/წმ, ე.ი. სითხის ნაკადის სიჩქარე შეადგენს 0,7%-ს ხმის გავრცელების სიჩქარესთან.

გამოვსახოთ 1-ელი განტოლებათა სისტემა შემდეგი სახით:

$$\begin{cases} -\frac{\partial P}{\partial X} = \frac{\rho}{S} \left( \frac{\partial Q}{\partial t} + 2aQ \right), \\ -\frac{\partial Q}{\partial X} = \frac{S}{\rho c^2} \frac{\partial P}{\partial t}, \end{cases} \quad (2)$$

სადაც  $Q = WS$  სითხის მოცულობათა ხარჯია;  $S$ -შია და გარე განიკვეთის ფართობი,  $S + (D - S)$ .

(2) განტოლების გარდაქმნის შედეგად ლაპლასის გარდაქმნებით წნევისა  $\Delta P$  და ხარჯის ნაზარდებისათვის  $\Delta Q$  მივიღებთ:

$$\begin{cases} \frac{d}{dx} \Delta \bar{P} = -\frac{\rho}{S} \Delta \bar{Q} (\rho + 2a), \\ \frac{d}{dx} \Delta \bar{Q} = -\frac{\rho}{\rho c^2} \rho \Delta \bar{P}, \end{cases} \quad (3)$$

სადაც  $P$  ლაპლასის გარდაქმნილი ცვლადია;

(3) განტოლების ამოხსნით ვღებულობთ

$$\frac{d^2}{dx^2} \Delta \bar{P} - V^2 \Delta \bar{P} = 0, \quad (4)$$

სადაც

$$v = \frac{1}{c} \sqrt{P(P + 2a)}. \quad (5)$$

ამოვსხნათ (4) განტოლება

$$\Delta \bar{P} = Ach(vx) + Bsh(vx), \quad (6)$$

სადაც  $A$  და  $B$  წარმოებული მუდმივი სიდიდეებია, რომლებიც ამოიხსნება გარკვეული სასაზღვრო პირობებით.

თუ (6) განტოლებას ჩავსვავთ (3) განტოლებათა სისტემაში მივიღებთ ხარჯის ნაზარდის სიდიდეს  $\Delta Q$ .

$$\Delta \bar{Q} = -\frac{SV}{(P + 2a)S} [Ash(vx) + Bch(vx)]. \quad (7)$$

თუ მხედველობაში მოვიღებთ (5) გამოსახულებას და შემოვიღებთ აღნიშვნას, მივიღებთ:

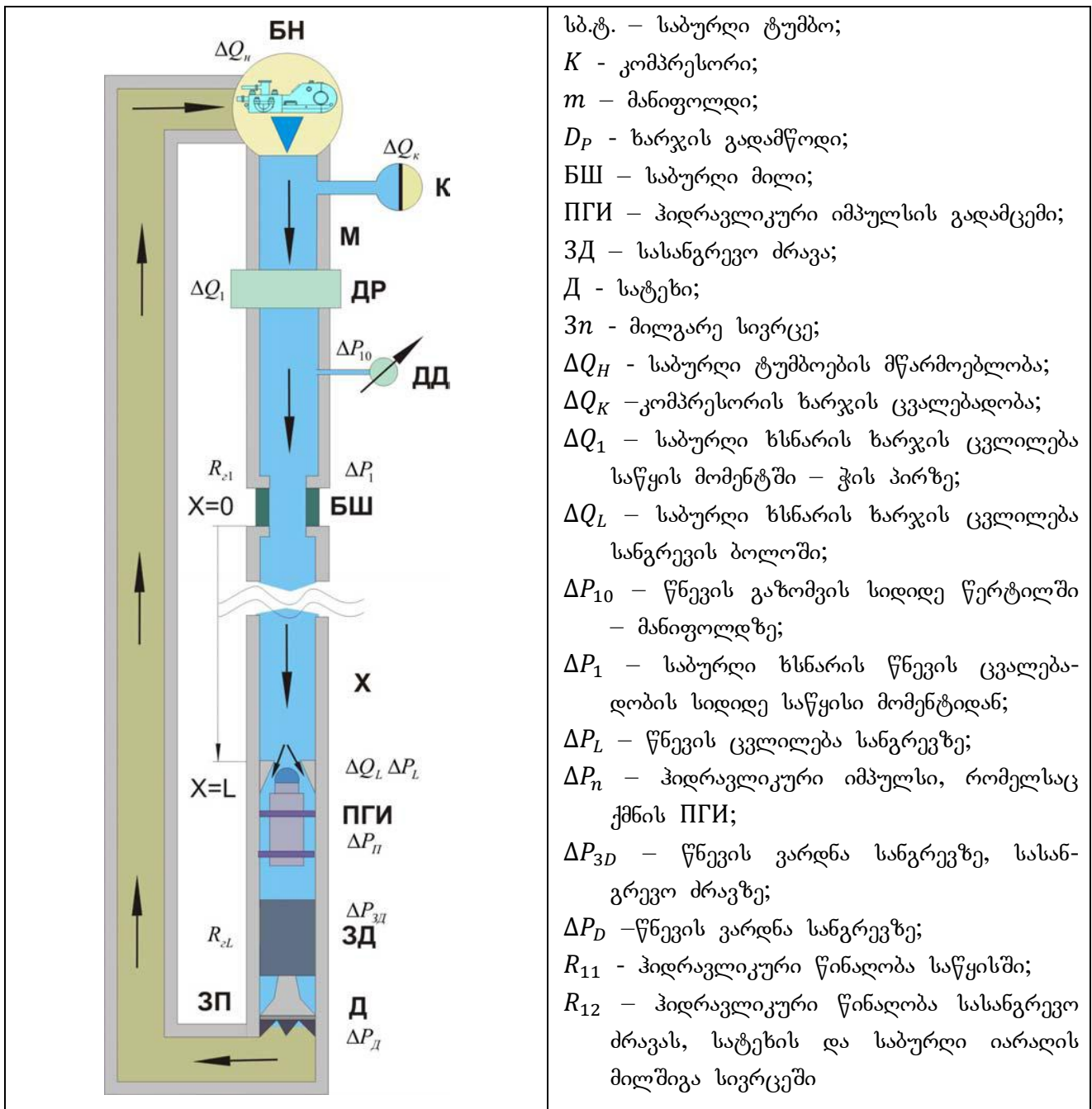
$$P_T = C/S \sqrt{P + 2a/P}, \quad (8)$$

სადაც  $P_T$  გრძელი ხაზის ტალღური წინაღობაა, ჯამში ვღებულობთ განტოლებათა სისტემას, რომელიც გარკვეული მუდმივი სიზუსტით განსაზღვრავს წნევისა და ხარჯის ფუნქციის ნაზარდის სიდიდეს.

$$\begin{cases} \overline{\Delta P} = Ach(vx) + Bsh(vx), \\ \Delta Q = -\frac{1}{P_T P} [Ash(vx) + Bch(vx)]. \end{cases} \quad (9)$$

A და B მუდმივი სიდიდეების განსაზღვრისათვის სასაზღვრო პირობებს ვაღებთ გამართივებული ეკვივალენტური სქემის ჰიდრაულიკური ხაზით (იხ. ნახ. 1).

გავარჩიოთ ორი სასაზღვრო პირობა ჭის პირზე ( $X = 0$ ) და სანგრევზე ( $X = L$ ).



ნახ. 1. ჰიდრაულიკური ხაზის ეკვივალენტის სქემა

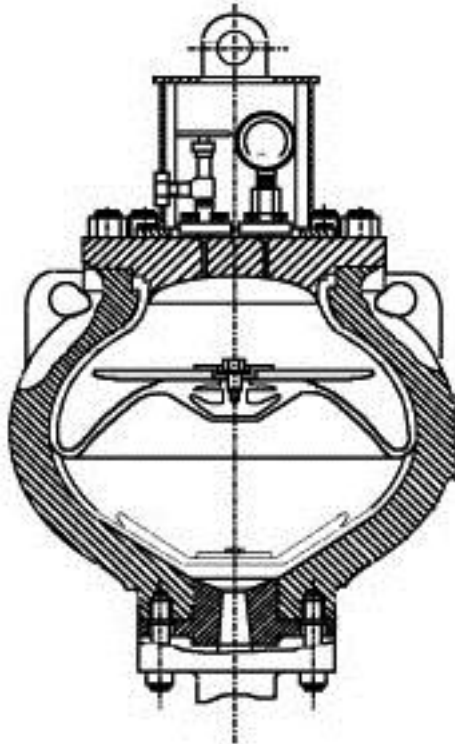
- ს.ბ. - საბურღი ტუმბო;
- K - კომპრესორი;
- m - მანიფოლდი;
- DP - ხარჯის გადამწოდი;
- БШ - საბურღი მილი;
- ПГИ - ჰიდრაულიკური იმპულსის გადამცემი;
- 3Д - სასანგრევო ძრავა;
- Д - სატეხი;
- 3n - მილგარე სივრცე;
- ΔQH - საბურღი ტუმბოების მწარმოებლობა;
- ΔQK - კომპრესორის ხარჯის ცვალებადობა;
- ΔQ1 - საბურღი ხსნარის ხარჯის ცვლილება საწყის მომენტში - ჭის პირზე;
- ΔQL - საბურღი ხსნარის ხარჯის ცვლილება სანგრევის ბოლოში;
- ΔP10 - წნევის გაზომვის სიდიდე წერტილში - მანიფოლდზე;
- ΔP1 - საბურღი ხსნარის წნევის ცვალებადობის სიდიდე საწყისი მომენტიდან;
- ΔPL - წნევის ცვლილება სანგრევზე;
- ΔPn - ჰიდრაულიკური იმპულსი, რომელსაც ქმნის ПГИ;
- ΔP3D - წნევის ვარდნა სანგრევზე, სასანგრევო ძრავზე;
- ΔPD - წნევის ვარდნა სანგრევზე;
- R11 - ჰიდრაულიკური წინაღობა საწყისში;
- R12 - ჰიდრაულიკური წინაღობა სასანგრევო ძრავას, სატეხის და საბურღი იარაღის მილშიგა სივრცეში

სასაზღვრო პირობები ჰიდრავლიკური ხაზის დასაწყისში ( $X=0$ ) წარმოდგენილია ეკვივალენტური სქემის მიხედვით:

$$\overline{\Delta Q_1} = \overline{\Delta Q_H} - \overline{\Delta Q_K}, \quad (10)$$

სადაც  $\overline{\Delta Q_1}$  საბურღი ხსნარის ხარჯია დასაწყისში;  $\overline{\Delta Q_K}$  - საბურღი ხსნარის ხარჯის ცვალებადობა კომპრესორით;  $\overline{\Delta Q_H}$  - საბურღი ხსნარის ცვალებადობა საბურღი ტუმბოებზე.

კომპენსატორის კონსტრუქცია, რომელიც განკუთვნილია წნევის რხევების შესამცირებლად და საბურღი ხსნარის გასათანაბრებლად ნაჩვენებია მე-2 ნახ-ზე.



ნახ. 2. საბურღი ტუმბოს კომპენსატორი

თუ შემოვიღებთ  $V_0$  და  $P_0$  აღნიშვნებს და მოვიშველიებთ ბოილ-მარიოტის კანონს – ჰაერი იკუმშება იზოთერმულად, რის გამოც  $P_0 V_0 = P_{10} (V_0 - Y)$ .

საიდანაც 
$$P_{10} = P_0 V_0 / (V_0 - Y), \quad (11)$$

სადაც  $P_{10}$  წნევაა მანიფოლდის ხაზზე გაზომვის წერტილში.

თუ (11) გამოსახულების მარჯვენა მხარეს გავამრავლებთ და გავყოფთ  $(V_0 + Y)$ -ზე მივიღებთ:

$$P_{10} = \frac{P_0 V_0 (V_0 + Y)}{V_0^2 - Y^2} = \frac{P_0 V_0^2}{V_0^2 - Y^2} + \frac{P_0 V_0 Y}{V_0^2 - Y^2}. \quad (12)$$

რადგან ნორმალურად მომუშავე კომპენსატორში  $Y$ -ის მნიშვნელობა ნაკლებია  $V_0$ -ის მნიშვნელობაზე ანუ  $V^2 - Y = V_0^2$ , გამომდინარე აქედან

$$P_{10} = P_0 \left( 1 + \frac{Y}{V_0} \right). \quad (13)$$

სითხის მოცულობითი ნაზარდი ერთეულ დროში კომპენსატორში

$$\frac{dY}{Dt} = \frac{V_0}{P_0} \frac{dP_{10}}{dt} = Q_K. \quad (14)$$

მე-14 გამოსახულებაში ლაპლასის გარდაქმნებით მივიღებთ:

$$\Delta Q_K = \frac{V_0}{P_0} \overline{P_{\Delta P_{10}}}. \quad (15)$$

რადგანაც ტუმბოს მწარმოებლობა მუდმივი სიდიდეა  $\overline{\Delta Q_{11}} = 0$ , გამოსახულება (10) მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\overline{\Delta Q_1} = -\overline{\Delta Q_K}. \quad (16)$$

შემოვიღოთ აღნიშვნა  $V_0/P_0 = K_K$  - კომპენსატორის კონსტრუქციული პარამეტრია, რის გამოც მივიღებთ საბურღი გამრეცხი ხსნარის მოძრაობის ცვლილებას

$$\overline{\Delta Q_1} = \overline{\Delta P_{10}} P_K. \quad (17)$$

ენერგიის კარგვების გათვალისწინებით

$$\frac{\overline{\Delta Q_1}}{\overline{\Delta P_{10}}} = \frac{PK_K}{1 + PT_K} = W_K, \quad (18)$$

სადაც  $T_K$  არის დროის მუდმივა, ხოლო  $W_K$ -კომპენსატორის გადამცემი ფუნქცია.

საბურღი პირობები ჰიდრავლიკური ხაზის ბოლოს  $X = L$  სანგრევზე

სასაზღვრო პირობები სანგრევზე განისაზღვრება ეკვივალენტური ჰიდრავლიკური სქემის (ნახ. 1) მიხედვით. დავადგენთ წნევის ბალანსის განტოლებას. ამავე დროს ვითვალისწინებთ საბურღი ხსნარის ნაკადის ტურბულენტურ მნიშვნელობას, რომლის წნევის ვარდნილი ხარჯის კვადრატის პროპორციულია. ე.ი.  $P = R + Q^2$  და ასევე ნაკადის ნაზარდის სიდიდისა

$$\left. \begin{aligned} \Delta P &= 2R_T \Delta Q \\ \Delta \overline{P}_1 &= \Delta \overline{P}_n + \Delta \overline{P}_T \\ \Delta P_1 &= 2R_{TL} + \Delta Q_1 \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

სადაც ყველა აღნიშვნები მოყვანილია 1-ელ ნახ-ზე.

სასაზღვრო პირობების ((18) და (19)) განტოლებების ჩასმით (4) განტოლებათა სისტემაში მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} \Delta \overline{P}_1 &= A \\ \Delta Q_1 &= -\frac{1}{P_1 \rho} \beta, \text{ როცა } X = 0 \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta \overline{P}_1 &= Ach(VL) + Bsh(VL) \\ \Delta \overline{Q}_1 &= -\frac{1}{P_1 \rho} [Ash(VL) + Bch(VL)] \end{aligned} \right\}, \text{ როცა } X = L \quad (21)$$

(18) და (21) განტოლებათა საფუძველზე და სათანადო გარდაქმნებით ვღებულობთ საბოლოო გამოსახულებას წნევისა ( $\overline{\Delta P_{10}}$ ) და ხარჯისათვის  $\overline{\Delta Q_1}$ . სიგნალის გაზომვის წერტილში ჰიდრავლიკური იმპულსის ( $\overline{\Delta P_{11}}$ ) გადაცემისას

$$\frac{(\overline{\Delta P_{10}})}{(\overline{\Delta P_{11}})} = \frac{1}{(1 + 2R_r W_K)ch(VL) + \left[ W_K P \rho + \frac{2R_r L}{P P_1} (1 + 2R_r W_K) \right] sh(VL)}, \quad (22)$$

$$\frac{(\overline{\Delta P_{10}})}{(\overline{\Delta P_{11}})} = \frac{W_K}{(1 + 2R_1 W_K)ch(VL) + \left[ W_K P P_1 + \frac{2R_r L}{\rho P_1} (1 + 2R_{r1} W) \right] sh(VL)}, \quad (23)$$

სადაც  $R_r$  არის მთლიანი ჰიდრაულიკური წინაღობა

$$R_r = R_{r1} + R_{rL}. \quad (24)$$

(22) და (23) გამოსახულებების კვლევა შესაძლოა შევასრულოთ ძალიან მარტივად, ცნობილი სიხშირული მეთოდით, ასევე მისი შესრულება შესაძლებელია გამოთვლითი ტექნიკის საშუალებით. ისეთი რთული ფუნქციების განსაზღვრა, როგორებიცაა (22) და (23) გამოსახულებები, წარმოადგენს საკმაოდ რთულ ამოცანას. მიღებული ამონახსნი წარმოადგენს უსასრულო რიგის ფუნქციას, რომლის გაანალიზება, განსაკუთრებით ზღვრული შემთხვევებისათვის, ძნელად წარმოსადგენია, რომელიც ამ წუთს წარმოადგენს თვით მიმდინარეობის პროცესს. სიხშირულ კვლევას აქვს დიდი უპირატესობა, თუ მისი გარდაქმნის პროცესის ანალიზი ფურიეს უკუგარდაქმნით ხორციელდება. ფურიეს გარდაქმნის ჩქაროსნული აპარატი БПФ ძალზე ამარტივებს გამოთვლებს.

ლაპლასის გარდაქმნიდან ფურიეს გარდაქმნებზე გადასვლისათვის (22) და (23) გამოსახულებებში  $P$ -ს ვცვლით  $i\omega$ -თი. ასეთ შემთხვევაში გამოსახულებაში  $V$ -ს და  $P_r$ -ს ექნება შემდეგი სახე ((5) და (8) გამოსახულებების გათვალისწინებით):

$$V = \frac{1}{C} \sqrt{i\omega(i\omega + 2a)} = \frac{1}{C} \sqrt{\frac{\omega}{2}} \left[ \sqrt{\omega^2 + 4a^2} - \omega + i \sqrt{\omega^2 + 4a^2} + \omega \right], \quad (25)$$

$$P_r = \frac{C}{S} \sqrt{1 + \frac{4a^2}{\omega^2}} c - i \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2a}{\omega}. \quad (26)$$

(21) და (18) განტოლებათა გათვალისწინებით ვლებულობთ გამოსახულებას, რომელიც შესაძლო დახასიათდეს კომპენსატორებისათვის:

$$W_K(i\omega) = \frac{i\omega K_K}{1 + i\omega T_K}. \quad (27)$$

როგორც (22) და (27) გამოსახულებებიდან ჩანს, ჰიდრაულიკური კავშირის ხაზის სიხშირული მახასიათებლები დამოკიდებულია ბევრ პარამეტრზე (ხაზის სიგრძეზე, ჩაქრობის კოეფიციენტზე, საბურღი ხსნარის სიმკვრივეზე, კომპენსატორებს წნევის სიდიდეზე და სხვ.) ყოველივე ამის გამო ჩვენ მიერ შემოღებული იქნა შემდეგი მეთოდი:

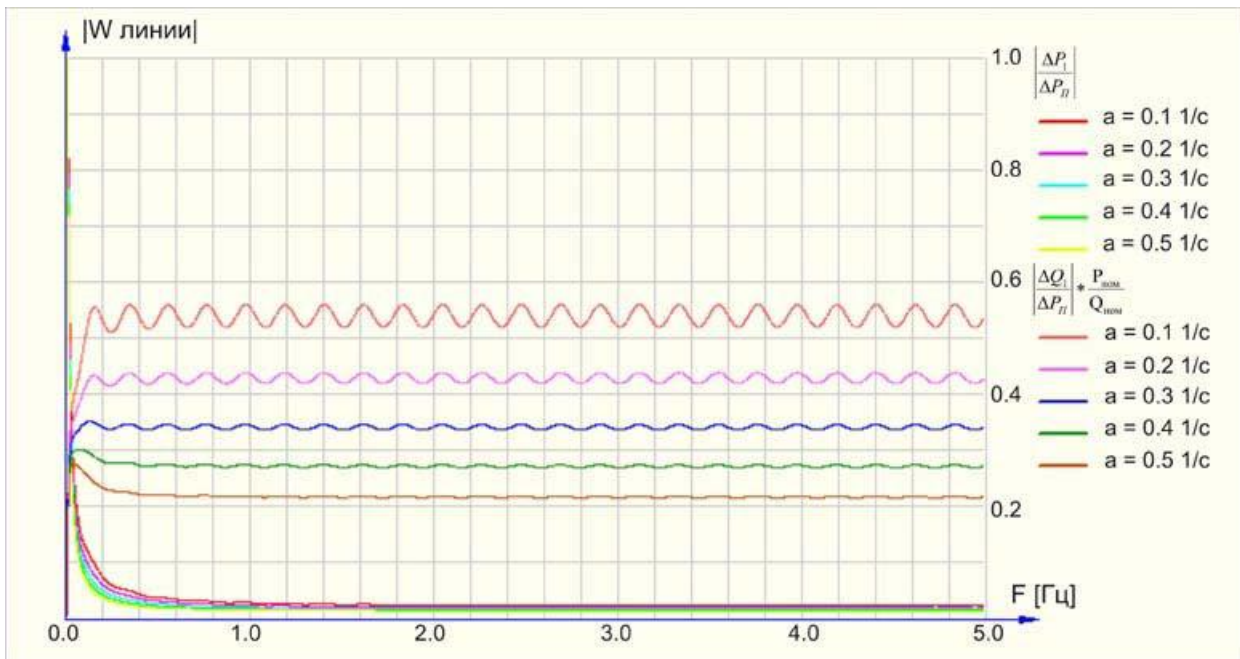
- ა) ე.წ. „ცენტრალიზებული“ საექსპლუატაციო და საკონსტრუქციო კავშირის ხაზის პარამეტრირება ანუ ცენტრალური გაზომვები ყველა პარამეტრისა.
- ბ) სიხშირული მახასიათებლების გაზომვისას პარამეტრებიდან ერთ-ერთი ანალიზირდებოდა. დანარჩენი პარამეტრები მათი ცენტრალური მნიშვნელობის მუდმივად და ტოლ სიდიდეებად რჩებოდა.



**მეცნიერება - ზურღვის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, გართვის ავთომატიზაცია - SCIENCE**

მე-3 ნახ-ზე წარმოდგენილია ამპლიტუდურ-ფაზური მახასიათებლები  $a$  სხვადასხვა კოეფიციენტთა ჩაქრობის მნიშვნელობისათვის. ამ გრაფიკიდან ჩანს, რომ ჩაქრობის კოეფიციენტი  $a$  დიდი სიდიდით მოქმედებს სინშირულ მახასიათებლებზე ხარჯის გაზომვის დროს. საბურღი ტუმბოს კომპენსატორის პირობების გამო, სიგნალი წნევის შესახებ მცირდება 10%-ით თავისი, საწყისი სიდიდის მნიშვნელობიდან 0,8-დან 1,6 ჰც სინშირეებზე დამოკიდებულ ჩაქრობის კოეფიციენტზე, მაშინ, როდესაც ხარჯის სიგნალი რჩება ინფორმაციულად ჯერ კიდევ უფრო მაღალ სინშირეზე, მაგრამ საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ, ჩაქრობის კოეფიციენტის სიდიდე  $a < 0,3 \text{ 1/c}$ , შესაძლებელია გამოიყოს სიგნალი წნევის გადამწოდებზე, მუშა სინშირეზე 0,5ჰც. სინშირული მახასიათებლები იწვევს რეზონანსულ მოვლენებს. რეზონანსული სინშირის მნიშვნელობები უშუალოდ დაკავშირებულია ხაზის სიგრძესთან.

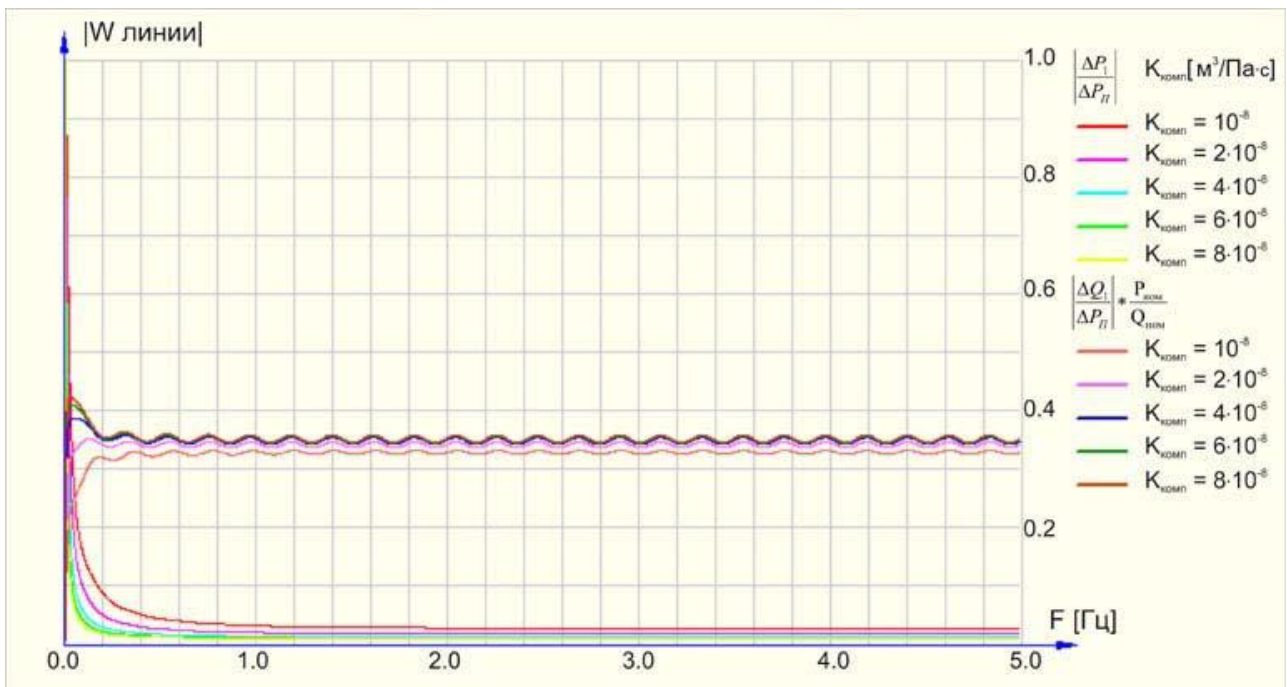
მე-4 ნახ-ზე წარმოდგენილია ამპლიტუდურ-სინშირული მახასიათებლები სხვადასხვა სიგრძის პიდრავლიკური ხაზისათვის. როგორც ჩანს, რაც მეტია ხაზის სიგრძე, მით უფრო ქრობადია სიგნალის სიდიდე. განსაკუთრებით ეს ჩანს ხარჯის სიგნალისათვის. 1000 მ-დან 6000 მ სიგრძეზე სიგნალის გადაეცემა სამჯერ. როდესაც ხაზის სიგრძე 6000 მ-ია და მაშინ ხაზზე კომპენსატორის წნევის სიგნალი დაწყებული 0,8 ჰც-დან უკვე აღარ არის ინფორმაციული და სიგნალის ხარჯი შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს დეკოდირებისთვის წარმატებული სასანგრეო ინფორმაციის მისაღებად ყველა სიგრძეზე, დაწყებული 1000 მ-დან 6000 მ-მდე.



ნახ. 3. ასმ ჩაქრობის სხვადასხვა მნიშვნელობის კოეფიციენტი



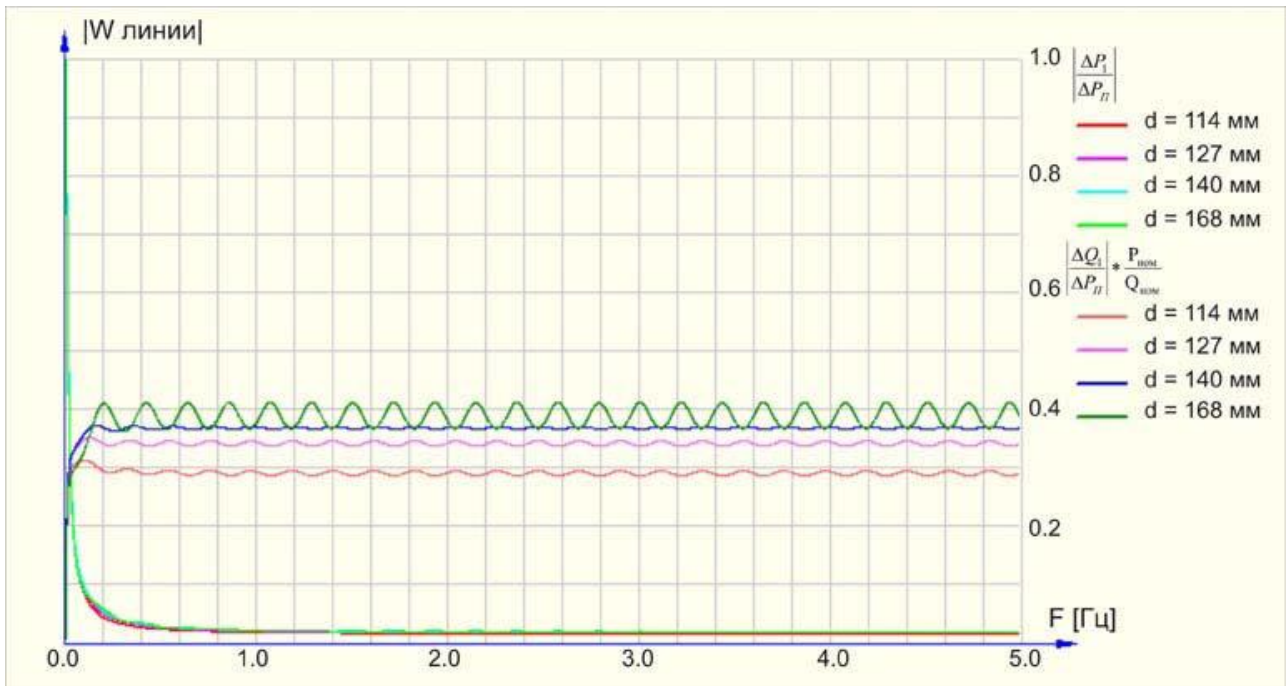
ნახ. 4. ასმ სხვადასხვა სიგრძის ჰიდრავლიკური ხაზის დროს



ნახ. 5. ამპლიტუდურ-ფაზურ-სიხშირული (აფს) მასასიათებელი წნევის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის კომპენსატორზე

მე-5 ნახ-ზე მოყვანილია ამპლიტუდურ-სიხშირული მასასიათებელი (ასმ) საბურღი ტუმბოს კომპენსატორის სხვადასხვა რეჟიმში მუშაობისას. წარმოდგენილი გრაფიკიდან ჩანს, რომ 2 ჰც სიხშირის ფარგლებში ჰაერის წნევის სიდიდე კომპენსატორში (კამერის მუდმივი

მოცულობის პირობებში) მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სიგნალის როგორც წნევის სიდიდეზე, ასევე ხარჯზე, წნევის ზრდის დროს (კომპენსატორის კოეფიციენტის შემცირების დროს) სიგნალის ხარჯი მცირდება, ხოლო წნევისა იზრდება. წნევის გაზრდისას კომპენსატორში ჰაერი შესაძლებელია შემცირდეს ათჯერ, ასევე მიღწეულ იქნეს ის, რომ სიგნალის სიდიდე გაუტოლდეს ხარჯის სიგნალის სიდიდეს, ხოლო შემდგომი წნევის ზრდისას სიგნალის სიდიდე გადააჭარბებს მას, მაგრამ ამ დროს კომპენსატორი აღარ მუშაობს, ვეღარ ასრულებს თავის როლს.



ნახ. 6. ჰიდრავლიკური ხაზის აფს მახასიათებელი სხვადასხვა დიამეტრის საბურღი მილებისათვის

მე-6 ნახ-ზე მოყვანილია ჰიდრავლიკური ხაზის აფს მახასიათებელი სხვადასხვა დიამეტრის საბურღი მილების შემთხვევაში. გრაფიკიდან ჩანს, რომ საბურღი მილების დიამეტრი გავლენას ახდენს ძირითადად ხარჯის ამპლიტუდურ-სიხშირულ მახასიათებლებზე, რაც აიხსნება იმით, რომ, ერთი მხრივ, საბურღი მილის შიგა დიამეტრზე დამოკიდებული განიკვეთის ფართობია  $S$ , ხოლო, მეორე მხრივ, შიგა დიამეტრი გავლენას ახდენს ქრობის კოეფიციენტზე  $a$ , რომელიც, თავის მხრივ, გავლენას ახდენს ხარჯის სიდიდეზე 114 მმ-დან 168 მმ-მდე. საბურღი ხსნარის კინემატიკური სიბლანტის უცვლელობის პირობებში ქრობის კოეფიციენტი თითქმის 2,5-ჯერ მცირდება.

### 3. დასკვნა

ამ მონაცემების ანალიზზე შესაძლოა დავასკვნათ, რომ ტელემეტრიული სისტემით ინფორმაციის მიწოდება ზედაპირზე უნდა ხორციელდებოდეს სიხშირით არა უმეტეს 0,5 ჰც-ისა.

თუმცა ამ ზღვრებშიც სიგნალის გარჩევა ფაზის მიხედვით ძალზე ძნელდება, რომელიც მოითხოვს სპეციალურ კონსტრუქციებსა და პროგრამულ საშუალებებს.

### ლიტერატურა

1. Розенберг Г.Ф., Буяновский И.Н. О гидравлическом канале связи в бурения нефтяных . №2-3, 1992 г.
2. Черный И.А. Неустановившиеся движения реальной жидкости в трубах. М.:Недра, 1975 г.

### ბურღვის პროცესში სასანბრემო პარამეტრების ჰიდრაულიკური არხით ტელემეტრიული სისტემის კვლევა. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე.

წარმოდგენილია ბურღვის პროცესის მოდელი, რომლის მიხედვით სანგრევიდან შესაძლებელია ინფორმაციის მიღება ტელემეტრიული სისტემით.

კვლევა ეხება ჰიდრაულიკური არხის გზით საბურღი პარამეტრების სიდიდეების გამოცნობას ამპლიტუდურ-ფაზურ-სიხშირული პარამეტრების მეშვეობით, რომელთა ზედაპირზე გაშიფვრა საშუალებას იძლევა ვმართოთ ბურღვის პროცესი. კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს გადავწყვიტოთ მომავალში გამზომი და მართვის ხელსაწყოების დაპროექტების მონაცემები.

**საკვანძო სიტყვები:** ტელემეტრიული სისტემები; ბურღვის პარამეტრები; ჰიდრაულიკური არხი; ამპლიტუდა, ფაზური, სიხშირული, პარამეტრები.

### FACE PARAMETERS TELEMETRIC SYSTEM INVESTIGATION THROUGH HYDRAULIC CHANNEL WHILE DRILLING. G. Varhalomidze, I.Gogvadze.

The article deals with the drilling process model according to which it is available to gain information by means of telemetric system. The investigation concerns the drilling parameter volume identification through hydraulic channels by means of amplitude phase frequency parameters. Their decypher enables to control the drilling process from the surface.

The results of the investigation enable to determine the data for projecting measuring and controlling devices.

**Key words:** telemetric system, drilling parameter, hydraulic channel, amplitude, frequency parameters, decypher.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ ЗАБОЙНЫХ БУРОВЫХ ПРОЦЕССОВ. Варшаломидзе Г., Гогуадзе И.

В работе представлена модель бурового процесса, с помощью которого из забоя возможен прием информации с помощью информационной системы.

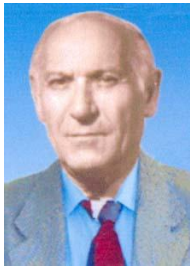
Исследование касается гидравлического канала связи, в котором распознаются параметры бурильного процесса в виде амплитудно-фазочастотных показателей, расшифровка которых на поверхности даст возможность управления, т. е. управлять буровым процессом.

Результаты исследования дают возможность в будущем проектировать некоторые зоны измерительно-информационной системы.

**Ключевые слова:** телеметрические системы; Параметры бурения; Гидравлический канал; Амплитуда, фаза, частотный; параметри.

## ჭაბურღილების ბურღვის ახალი ტექნოლოგიები

### 1. შესავალი



**ირაკლი გოგუაძე,**

საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ხელმძღვანელი, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფესორი

მენავთობე მბურღავისათვის ნომერ პირველ პრობლემად ითვლება პროდუქტიული ჰორიზონტების პირველადი გახსნა ბურღვის პროცესში, განსაკუთრებით საქართველოს საბადოებზე, რომლებიც ხასიათდება ნაპრალოვან-კოლექტორების დაბალი განვლადობის, დაბალი ფენით წნევით და დაბალი სიმკვრივის ბრენდის ტიპის ნავთობით.

ჭაბურღილის მშენებლობისას, ბურღვით დაღრმავების პროცესში, ბურღვა უნდა ხორციელდებოდეს ყოველმხრივ გაწონასწორებულად სამთო-ჰიდროსტატიკურ წნევებს



**ტარიელ სარჯველაძე,**

სტუ-ს „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასისტენტ პროფესორი

შორის. პროდუქტიული ფენების ბურღვით გახსნისას ეს წონასწორობა ძალაუნებურად ირღვევა და წარმოიშობა ზვრული დიფერენციალური ჰიდრავლიკური დამაბულობის ძალები, რომლებიც, უმეტეს შემთხვევაში, უფრო მეტი სიდიდისაა, ვიდრე პროდუქტიული ქანების სიმტკიცის ზღვრული მნიშვნელობები.

ანიზოტროპიულ ქანებს როგორც დრეკადობისას, ასევე მოცულობითი გაფართოებისას სხვადასხვა სიმტკიცის მდული აქვთ. ანიზოტროპიულობა თავისთავად იწვევს დეფორმაციულ დამაბულობას, განსაკუთრებით სანგრევისპირა ზონაში და თუ ეს სივრცე არსებობს ნაპრალოვანი დაბალი განვლადობის კავერნები მათში წარმოიშობს უფრო მეტი დამაბულობის კონცენტრაციის ზონებს, დიდ ნაპრალებს და კავერნებს ანუ წარმოიქმნება ნაპრალოვან-ფოროვან-კავერნული განვლადობის დეფორმაციული ანიზოტროპიულობა, რაც ერთ-ერთი მთავარი მიზეზთაგანია ნავთობის შემოდინების შესამცირებლად.

თუ რას ნიშნავს პროდუქტიული ნავთობმემცველი ფენის ხარისხოვანი და სუფთა გახსნა ჭაბურღილის მშენებლობის პროცესში, რომლისთვისაც ღღეს იქმნება სპეციალური ოპერატიული კომპანიები, რომლებიც იკვლევენ და წინასწარ სწავლობენ ფენის გახსნის პროცესს და მეთოდებს და შემდგომ ღებულობენ გადაწყვეტილებებს განვიხილოთ ნინოწმინდის საბადოს მაგალითზე.

## 2. ძირითადი ნაწილი

დღეისათვის ჭაბურღილებში არსებული პროდუქტიული ფენების გახსნის და ათვისების (დამთავრების) ხერხები მაინცდამაინც ვერ პასუხობს ტექნიკისა და ტექნოლოგიის მაღალ მოთხოვნებს, რის გამოც გამოიყენება ფენის დაბალი პროდუქტიულობის კოეფიციენტის ოპტიმალური მნიშვნელობა, ნაპრალოვან და დაბალი განვლადობის კოლექტორებში ნინოწმინდის საბადოზე, განსაკუთრებით კი მისი ექსპლუატაციის გვიან სტადიაზე.

ფენის პირველადი გახსნის პროცესში საბურღი ხსნარის მყარი წვრილმარცვლოვანი ფაზა და განაბურღი ქანის ნაწილაკები, თიხოვანი გლობულები, დამამძიმებლებლის კრისტალები, პოლიმერები ფილტრატთან ერთად შეაღწევენ კოლექტორის ფორებსა და ნაპრალებში. მათი შეღწევის სიღრმე რამდენიმეჯერ აღემატება პერფორირებული არხების სიღრმეს და სწორედ ეს არის მთავარი ფაქტორი ნავთობის შემოდინების გაუარესებისა. ყოველივე ეს არის საბურღი ხსნარის რეოლოგიური პარამეტრების შეუთავსებლობა გასაბურღი კოლექტორების ფიზიკურ-ქიმიურ შემადგენილობასთან, ბურღვითი ფენის გახსნისა და ასევე ჰიდრაულიკური პროგრამისა შეუთავსებლობა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სანგრევსპირა ზონაში წარმოიქმნება ფორიანობისა და განვლადობის დეფორმაციული ანიზოტროპიულობა, რაც ძირითადი მიზეზია ნავთობის შემოდინების შემცირებისა პირველადი გახსნის დროს.

პრობლემა სწორედ იმაშია, რომ ფენში სწრაფშეღწევადობა მყარშეწონილი ფაზისა ფილტრატთან ერთად და კოლექტორის დეფორმაციული ცვლილება ბურღვითი გახსნის დროს ერთდროულად ხდება. რაც იწვევს შეუქცევ პროცესს, ვთქვათ, როგორც არის დაშლამვა და ფორების დაცობა. განსაკუთრებით ეს პროცესი მგრძობიარეა ნაპრალოვან-კარბონატულ კოლექტორებში, როგორცაა წარმოადგენს შუა ეოცენური ნალექები ნინოწმინდის საბადოზე.

### ახალი საბურღი ტექნიკა და ტექნოლოგია ჰიდროაკუსტიკური ქვედის მოწყობილობით

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის დეპარტამენტის №88 მიმართულების ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიის პრობლემური ლაბორატორიაში შექმნილია პროდუქტიული ფენის ბურღვისა და გახსნის ჰიდროაკუსტიკური ტექნიკა და ტექნოლოგია 2008 წელს, რომელიც წარდგენილია საქპატენტში.

იგი შედგება სატეხისა და დამძიმებული მოდულისაგან, რომელიც ამავე დროს კონსტრუქციულად წარმოადგენს ჰიდრაულიკურ გენერატორს. ამ ტექნიკის გამოყენება ბურღვის ტექნოლოგიაში მთლიანად ემყარება პრინციპულად ახალ მიდგომას და სახავს ახალ მიმართულებას ამ უდიდესი პრობლემის გადასაწყვეტად.

სასანგრევო ჰიდრაულიკური მოწყობილობის შექმნის მიზანია დამუშავებულ და შექმნილ იქნეს მაღალეფექტური კონსტრუქციის ჰიდროაკუსტიკური მოწყობილობა ღრმა ჭაბურღილების

გასაბურღად რთულ გეოლოგიურ პირობებში, რომელიც უზრუნველყოფს ფენის ბუნებრივი პროდუქტიულობის შენარჩუნებას მისი პირველადი გახსნის დროს.

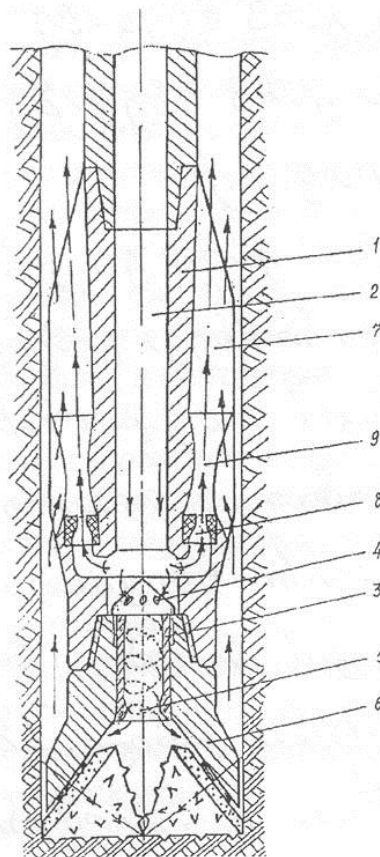
სასანგრევო ჰიდროაკუსტიკური მოწყობილობა შედგება ქვედის ორი მოდულისაგან. ქვედა მოდული შედგება სატეხის თავზე განთავსებული ჰიდროაკუსტიკური ექვეტორული კვანძისაგან, რომელშიც წარმოიქმნება იმპულსურ-კავიტაციური რხევები და ზედა მოდული, რომელში მყოფი კვანძი წარმოქმნის ტორსულ მოძრაობას. ორივე მოდულში საბურღი ხსნარის მაღალი წნევით გავლის დროს ხორციელდება სანგრევისპირა პროდუქტიული ფენის ეფექტური გახსნა (ნახ. 1).

კავიტაციის რაოდენობრივი მომენტი და მისი წარმოქმნის ხარისხი ფასდება კავიტაციის კრიტიკული რიცხვით  $K$ , რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

$$K = \frac{P_o - P_K}{P_v}$$

სადაც  $P_o$  ჰიდროაკუსტიკური წნევის სიდიდეა ჰიდროაკუსტიკურ ველში;  $P_K$  გამრეცხი სითხის გაჯერების წნევის მნიშვნელობა;  $P_v$  - ჰიდროაკუსტიკური წნევის ამპლიტუდის სიდიდე.

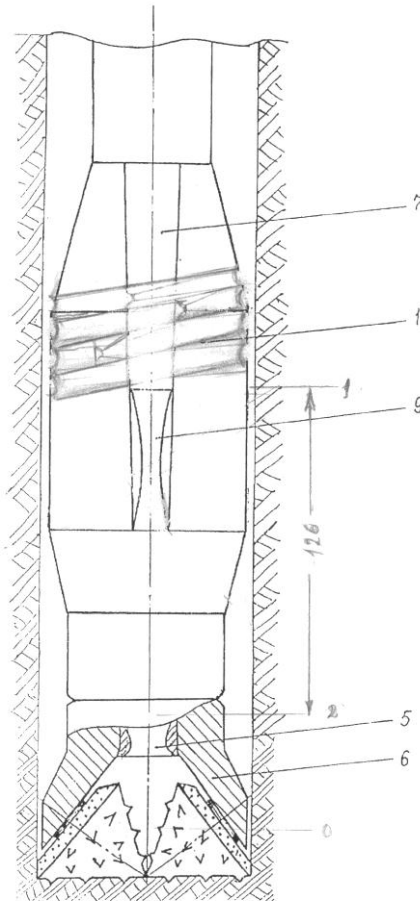
ჭრილში წარმოდგენილია სანგრევისპირა ჰიდროაკუსტიკური მოწყობილობის საერთო ხედი, რომელიც განახორციელებს პროდუქტიული ფენის ბურღვით გახსნას და რომლის შედეგად პროდუქტიული ფენა ინარჩუნებს თავის პირვანდელ ბუნებრივ პარამეტრს (ფორიანობას, ნაპრალოვნებასა და განვლადობას).



ნახ. 1. ქვედის ჰიდროაკუსტიკური მოწყობილობის ხედი

ჭრილში ნაჩვენებია აგრეთვე ექვეტორული კვანძი, რომელიც ქმნის იმპულსურ დებრესიას, რომლის ტალღები იწვევს კავიტაციას, მონაბურღ ნაწილაკებს წარიტაცებს – შეხლუპვის ეფექტით, ხოლო ზედა მოდულის კვანძი ახორციელებს ტორსულ ბრუნვას, ჰიდროსტატიკური წნევის შემცირებას სანგრევზე და პროდუქტიული ფენის გასწვრივ ქვემოლან ზემოთ.

RU 2 270 315 C2



ნახ. 2. ჰიდროკუსტიკური ქველის მოწყობილობის საერთო ხედი ნაკადის გრიგალური ჩახვევით

მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია საბურღი ქველის ზედა მოდულზე დატანილი გრძივი კვალის ფორმის ღარები, რომელშიც გამრეცხი ხსნარი ლებულობს ტორსულ მოძრაობას.

$$\text{წნევის ვარდნილი ბურღვის დროს } \Delta P = P_{\text{კსტ}} + P_{\text{მგს}} - P_{\text{ფწ}};$$

სადაც  $P_{\text{კსტ}}$ -გამრეცხი ხსნარის ჰიდროსტატიკური წნევაა;

$P_{\text{მგს}}$ -წნევის კარგვები მიღგარე რგოლურ სივრცეში;

$P_{\text{ფწ}}$ -ფენის წნევაა.

ამავე დროს  $\Delta P = P_1 + P_2$  და რადგანაც  $P_1 = g\rho(l_2 - l_1) - \rho_{\text{ფ}}$ , ამიტომ  $\Delta P = g\rho(l_2 - l_1) - P_{\text{ფ}} + P_2$ ; საიდანაც

$$l_2 - l_1 = \frac{\Delta P + P_{\text{ფ}} - P_2}{g\rho}$$



რაც შეეხება კავიტაციური მოძრაობს

$$V_3 = l_2 - l_1/t$$

თუ ჩავსვამთ  $(l_2 - l_1)$  -ის მნიშვნელობას

$$V_2 = \Delta P / gpt$$

რაც წარმოადგენს ტორსული მოძრაობის სიჩქარეს და იგი უტოლდება ასევე შეხლეპვის სიდიდეს.

მბრუნავი ხრახნული ამომავალი ნაკადის შესაქმნელად ზედა მოდულში მილისთა შორის სივრცეში დატანილია ღრმულები 7 ხრახნული შესრულებით, რომელშიც წარმოიშობა ტორსული მბრუნავი ნაკადი (იხ. ნახ. 3). ამომავალი ნაკადის ამპლიტუდურ-სიხშირული რხევების შექმნისათვის გრიგალური კამერა 3 ცილინდრული, კონუსური, სფერული ან ელიფსური ფორმისაა.

პულსირებული ნაკადის მოდულირებული ჰიდროაკუსტიკური ტალღების მიღების მიზნით ქვედა მოდულში, (ნახ. 1) და ქანებზე ზემოქმედების ეფექტურობის გაზრდისათვის კორპუსში 1 ჩადგმულია უნაგირი 12 და გრიგალური კამერა 2, რომელიც ზის ზამბარაზე მხრებით 13. რგოლისებრ გვერდში ჩადგმულია უნაგირი 12, ზამბარა 14 იმყოფება მხარსა 13 და სატეხის დაბოლოებას შორის 6 (ნახ. 3 და 4).

იმისათვის რომ, შეიქმნას მძლავრი სიღრმული დეპრესია ჰიდროსტატიკური წნევის სახით  $P_{\text{ჰს}}$  შემცირდეს და დიფერენციალური წნევის სიდიდე სანგრევზე  $P_{\text{დიფ}}$  (ფენზე), ეფექტორული კვანძი შესრულებულია, როგორც ნაკადური აპარატი, რომელიც ბოლოვდება შევიწროებული საქშენით 8. კამერას 15 აქვს გვერდითი ფანჯარა 17, რომ მიიღოს ინჟექტირებული სითხე წნევით  $P_1$ .

მოწყობილობა მუშაობს შემდეგნაირად: (იხ. ნახ. 1) საბურღი ხსნარი საბურღი მილებით მიეწოდება არხს 2 კორპუსში 1, შემდეგ ხსნარის ნაკადის ნაწილი ტანგენციური არხით 4 მიედინება ვიზრულ კამერაში 3, ხოლო ნაკადის მეორე ნაწილი საქშენით 8 და გრძივი ტორსული არხებით 7 მიედინება მილგარე სივრცეში.

გრიგალურ კამერაში 3 ნაკადი იძენს ინტენსიურ ბრუნვით ტორსულ მოძრაობას სპირალურად. ამავე დროს გრიგალურ კამერასა 3 და სანგრევის ცენტრალურ ზონაში წარმოიქმნება გაიშვიათება.

შედეგად საბურღი ხსნარის პერიოდული გაშვებით სანგრევისპირა ზონიდან, ცენტრალურ ვიზრულ კამერაში 5 გენერირებას იწყებს ჰიდროაკუსტიკური წნევის იმპულსები, რომელსაც ავტორხვეითი ხასიათი აქვს, ე.ი. იქმნება გრიგალური სისტემის მოქმედება.

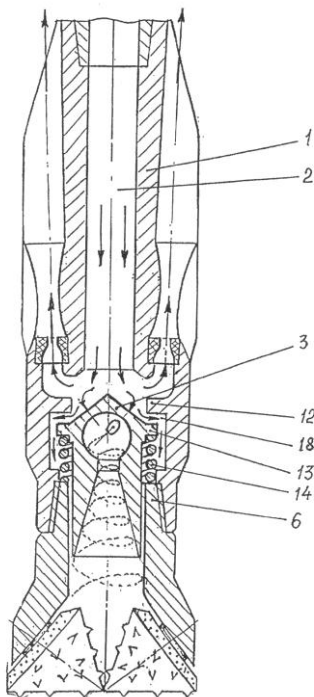
$$P_{\text{ჰს}} = P_1 + P_{\text{დიფ}} = P_{\text{ფენ}}$$

საბურღი ხსნარის ნაკადი, რომელიც გადის საქშენში 8 და გრძივ ხვეულ ხნულებში 7 მიმართულია მილთაშორის სივრცეში ზემოთ. ამავე დროს საქშენი 8 და ხვეული ხნულები 7 ვიწროვდება უბანზე 9 და მოქმედებს, როგორც ნაკადური ტორსული მოძრაობა და ამცირებს სანგრევის წნევას საქშენის 8 იხ. ქვემოთ. შედეგად ჭაბურღილის სანგრევის პირზე ხდება ჰიდროაკუსტიკური და დეპრესიული ზემოქმედება, რაც იწვევს სანგრევის ნგრევის ინტენსიფიკაციას და ზედა ნაწილით შეხლეპვას.

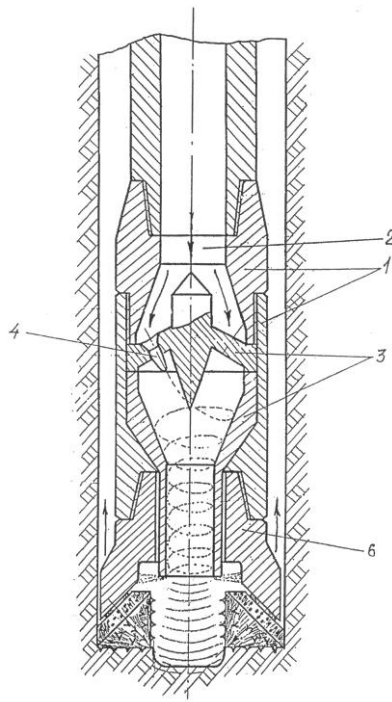
მოწყობილობის მუშაობის პრინციპი, რომელიც ნაჩვენებია მე-3 და მე-4 ნახ-ებზე არ განსხვავდება მუშაობის პრინციპისგან, რომელიც ნაჩვენებია 1-ელ და მე-2 ნახ-ზე, განსხვავდება მხოლოდ გენერირებადი ტალღების მოდულაციით.

გავარჩიოთ მე-3-4 ნახაზებით მიღებული ჰიდროაკუსტიკური ტალღების მოდულაცია.

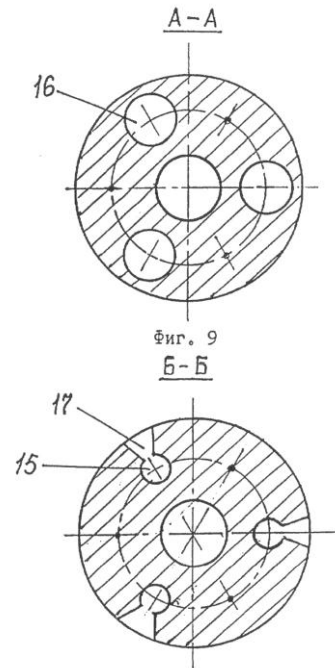
საბურღი ხსნარის არხით 2 მიწოდებისას ვიხრულ კამერაზე 3 იქმნება წნევა  $P_3$ , რომლის ზემოქმედებით კამერა გადაინაცვლებს ქვემოთ (იხ. ნახ. 3), აწვება ზამბარას 14 და ავიწროებს. ამ დროს უნაგირსა 12 და რგოლურ მხრებს 13 შორის წარმოიქმნება რგოლური ღრეჩო 18 და საბურღი ხსნარის ნაწილი ამ ღრეჩოში გადის, ჩაედინება სანგრევზე. საბურღი ხსნარის წნევა ვიხრულ კამერაში 3 ვარდება, ხოლო ზამბარის 14 ზემოქმედებით გრიგალურ კამერაში 3 უბრუნდება საწყის მდგომარეობას, ხურავს რგოლურ ღრეჩოს 18 (იხ. ნახ. 3, 4), საბურღი ხსნარის ნაკადი გრიგალური კამერით 3 იზრდება. ყოველივე ეს იწვევს ამპლიტუდურ-სისშირული პარამეტრის ზრდას, რომელიც ამ დროს გენერირებს და ეს ციკლი მეორდება.



ნახ. 3

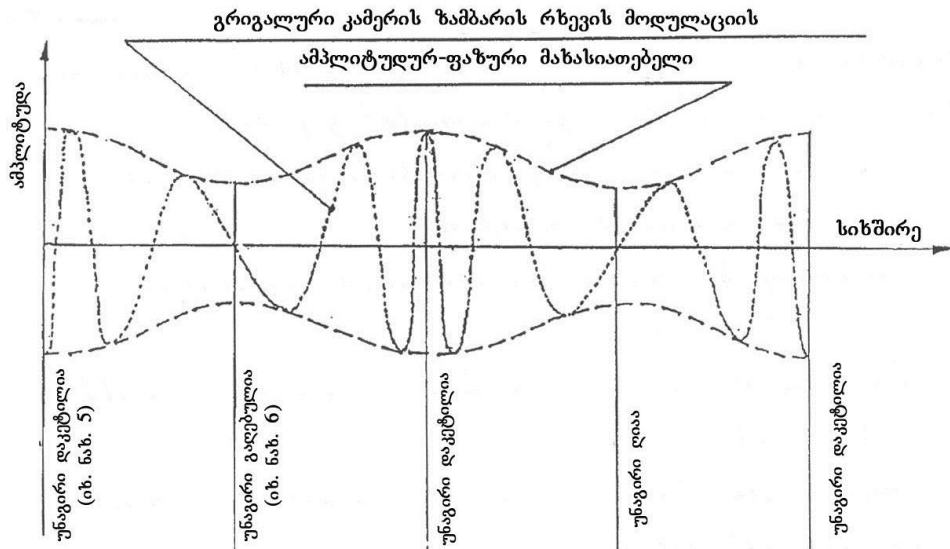


ნახ. 4



ნახ. 5

მე-3, მე-4 და მე-5 ნახ-ებზე მოყვანილია ექვეტორული კამერა, რომელიც წარმოადგენს ჭავლურ აპარატს დიფუზორით.



ნახ. 5. ზამბარიანი გრიგალური კამერის ამპლიტუდურ-ფაზურ-სიხშირული მახასიათებელი

ზამბარის ქვედა გრიგალური კამერა 3 გადადის ავტორხევით მუშაობის რეჟიმში, წარმოიქმნება სანგრევისპირა ზონაში ჰიდროაკუსტიკური ტალღების მოდულაციის გენერაცია. ტალღების მოდულაცია დამოკიდებულია ზამბარის 14 სიხისტეზე, გრიგალური კამერის 3 მასაზე, საბურღი ხსნარის სიმკვრივესა და სიბლანტეზე.

ჰიდროაკუსტიკური ტალღების დეპრესიული ზემოქმედება და კავიტაციური ეფექტი იწვევს განაბურღი ნაწილაკების შეხლუპვას ღრმა საძიებო ჭაბურღილების ბურღვის დროს, რომელსაც შემდგომ წარიტაცებს სატენზედა გრიგალური კამერა ტორსული მოძრაობით, რომლის შედეგად პროდუქტიული ფენა ინარჩუნებს ბუნებრივ პირვანდელ მდგომარეობას ფენში ბურღვის დროს.

### 3. დასკვნა

იგი გამოიწვევს:

-ბურღვის ეფექტურობის მკვეთრ ზრდას, რაც გამოიხატება ბურღვის რეისული სიჩქარის გაზრდაში 30-80 მ/სთ, თითქმის 90%-ით.

-ბურღვის პროცესში ჭაბურღილის ირგვლივ შეიქმნება თხელი დამცავი ეკრანის აფსკი, რომელიც დაიცავს საბურღი და ცემენტის ხსნარის შეღწევას პროდუქტიულ და წყლოვან ფენებში. უზრუნველყოფს კოლექტორების სისუფთავეს.

-ბურღვის პროცესში ადგილი აღარ ექნება მოსალოდნელი დაბალი სიდიდის (20მ<sup>3</sup>/სთ) შთანთქმებს.

-მნიშვნელოვნად შემცირდება ნავთობ-გაზ-წყალგამოდინების ალბათობა ბურღვის დროს.

-აღარ ექნება ადგილი სატენის საღარავებზე საცმის წარმოქმნას-ჩამოქცევებს და ჩამონგრევებს ბურღვის დროს არამდგრად ქანებში, რითაც გაიზრდება ქანების გამხოლოება და კედლების სიმდგრადე.

- აღნიშნული ტექნიკისა და ტექნოლოგიის გამოყენებით გაიზრდება ნავთობის მოპოვება 2-2,5 ჯერ.

ჰიდროაკუსტიკური ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია დაცული იქნება საქართველოს საპატენტოში და ვფიქრობთ მის დაფიქსირებას საზღვარგარეთის ქვეყნებში.

ვფიქრობთ, რომ მისი გამოყენება ჰორიზონტალური ბურღვის დროს მაღალ შედეგებს მოგვცემს. უახლოეს მომავალში იგი გამოცდილი იქნება ჰორიზონტალური ბურღვისას საქართველოს რიგ საბადოებში.

მაღალი მაჩვენებლები ექნება ახალი ჰიდრაულიკური ტექნიკის გამოყენებას ჭაბურღილების რემონტის დროს. უახლოეს თვეებში იგეგმება მისი გამოყენება შპს “იორის ველის საბადოს ჭაბურღილში“.

ჰიდროაკუსტიკური ტექნიკისა და ტექნოლოგიის დანერგვა ჭაბურღილების პროდუქტიული ფენების ბურღვის დროს უნდა გახდეს სავალდებულო როგორც ახალი ჭაბურღილების, ასევე სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას თუნდაც ჭაბურღილების ათვისების ბოლო სტადიაზე.

#### ლიტერატურა

1. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკა და ტექნოლოგია. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი. I ნაწილი, 2004 წ., 523 გვ. II ნაწილი, 2005 წ., 450 გვ.
2. ი. გოგუაძე. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და მათემატიკური მოდელირება ნავთობისა და გაზის მრეწველობაში. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2003 წ., 332 გვ.

## NEW TECHNOLOGIES OF WELL DRILLING

### 1. Introduction

Number first problem for oil driller is the first opening of productive horizons during drilling process especially on the Georgian deposits characterized with the low possibilities of cleft-collector with low pressure and low density of brand-type oil.

During well constructing, while drilling deepening process, drilling must be realized balanced in all its aspects between the hydro-statistical pressures during opening the productive stratum by drilling, this balance abolishes involuntarily and the marginal differential hydraulic forces, which are greater sizes then the utmost meanings of density of productive layer.

Especially in non isotropic layers which have different modules of firmness both elasticity and volume expansion. Non isotropiy itself causes deformational strain, especially at the nearby bottom hole and if this space is clefty, cavities arise with low passability arises in them more strain, concentrating zones, large clefts and cavities, or the redefining non isotrop of cleft-cavity-porous passability which is one of the first causes of shoredusing oil inflow.

What does the qualitative and accurate opening of the productive oil-consisting layer mean while well constructing. For that special operative companies are created, which search and study the process and methods beforehand and then take decisions about opening the layer. We discuss the Ninotsminda Layer example.

### 2. The Body

At present in the existing and operating wells, methods for opening and exsloitation do not answer the high demands for techniques and technologies. That's why the optimal meaning of factor of the layer low productivity is applied in clefty and low collectorsof low passability in Ninotsminda fields, especially at the late stage of exploitation.

During the first opening process of the stratum, the firm, fine-grained phase of the mud fluid and the parts of the drilled rock, clay hardening crystals, polymeres together with filtr penetrate into the collector's cracks and pores. The depth of penetration many times surpasses the depths of the perforated channels and just this is the main factor of oil-embayment impairment. All this is the incompatibility of the rheological parameters of the mud fluid with the physical-mechanical consistence, opening the drilling stratum and the hydraulic program.

As we have already mentioned, at the bottom-hole zone the porous and passability deformation nonisotropy arises, which is the main cause of reduction of oil-flow during the primary opening.

The problem is that the quick-penetration into the stratum of the firmly balanced phase together with the filter and deformation change of the collector during drilling-opening takes place

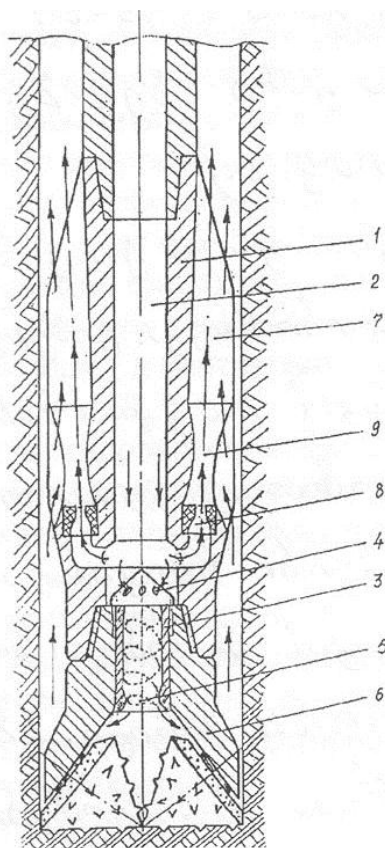
simultaneously, which provokes the irrevocable process, as silting and corking of pores. This process is especially sensitive in porous-carbonate collectors like middle eocene sediments in Ninotsminda fields.

### New Drilling Techniques and Technologies with Hydro-acoustic Bottom Devices

The specialists of faculty 88 of oil and gas technologies department, GTU created the hydro-acoustic techniques and technologies for drilling and opening of productive stratum in 2008, which is forwarded to “Sakpatenti” for adoption.

It consists of chisel and the hardened module, which at the same time is hydraulic generator by construction. Application of this techniques fully introduces new attitude in drilling technologies and gives a new way to decide the greatest problem.

The goal of creating the hydro acoustic devices is to be created and developed hydro acoustical device for deep well-drilling of high effective construction, in the high complex geological conditions, which will provide reatining the natural productivity of productive stratum while first opening.



**Pic. 1. Bottom hydroacustik device**

Bottom hole hydro acoustic device consists of two modules of bottom. The lower bottom module consists of hydro acoustic injector knot situated at the chiesel top. There arise impulsive-cavitation oscillations and upper module, in which the knot arises the torso movement. During

passing the drilling liquid at high pressure through both modules, the effective opening of nearby bottom hole productive stratum takes place. (pic.1)

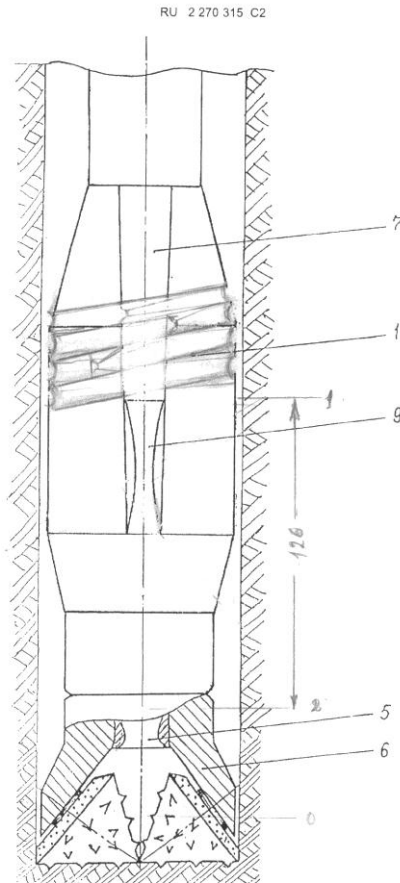
The quantitative moment of cavitation and its originating quality  $\alpha$  is valued by extreme number of cavitation –  $\alpha$ , which is determined by the formula:

$$\alpha = \frac{P_o - P_K}{P_v}$$

Where  $P_o$  is the magnitude of hydro acoustic pressure in the hydro acoustic field;  $P_k$  – the meaning of the liquid saturation stream pressure;  $P_v$  – amplitude quantity of hydro acoustic pressure.

The communal sight presented in the slit of nearby bottom-hole hydro acoustic device which carries out the opening of productive stratum, as a result the productive stratum keeps primary natural parameter (passability porosity and etc.).

An injective knot is shown too in the slit which inspires impulsive depression, which waves inspire the cavitation, absorbs some drilled of fragments – with loud suction effect, and the upper module knot carries out the torque rotation; reduction of hydroacoustic pressure on the bottom-hole and along the productive stratum upwards.



Pic. 2. Upper module of the bottom hydroacoustic devace

There are prolonged form of grooves on the upper module of drilling bottom in pic.2. where the washing liquid takes torce-hurricane movement.

To create the screw up moving stream, there are grooves installed between the under pipe space-7, carried out with screw, where the torso-rotate stream is formed (pic. 3). To obtain the amplitude-frequency characteristic of up-rising flow, the hurricane chamber-3 is of cylindrical, conical, spherical or elliptical form.

To receive the pulsing stream flow and modulating hydro acoustic waves, pic.-1, and to increase the effective impact on the strata saddle-12 and hurricane chamber-2 are fixed on the spring with shoulders -13 in block-1. Saddle-12 is installed into the circled-side, spring-14 is situated between shoulder-13 bit-end-6 ( pic.3,4).

To create the magnetic deep depression and decrease the differential pressure on the bottom-hole the injective knot is done in a stream device from which ends with mud narrowed hole-8. Chamber-15 has side window-17 to receive injected fluid.

The device works as follows: (pic.-1.) drilling mud is given through drilling pipes in drilling groove-2 in block-1, then a part of the mud stream flows through tangent groove-4 to hurricane chamber-3, and the second part flows through nozzle-8 through long grooves-7 to the interpipe space.

In hurricane-chamber-3 the stream becomes intensive rotary-hurricane-torso spiral movement. At the same time in hurricane chamber-3 and the central zone of down hole there is a under pressure.

A a result , by periodic starting up of the mud from the bottom hole zone to the hurricane chamber central chamber, hurricane-chamber-5 the hurricane acoustic pressure impulses start to generate which is characterized by auto fluctuation, that is, the system movement principle.

The stream of drilling mud which runs through nozzle-8 and grooves-7 is directed towards the inter pipe space, at same time, the nozzle-8 and the dried grooves-7 narrow at section-9, they act as stream electric-torso movement. They reduce bottom-hole pressure below nozzle-8. As a result at the nearby bottom hole the hydro acoustic and depressive movement take place, which cause bottom-hole destroying and sucking up with upper part.

Working principles of the device, given in pic. 5.and pic. 8 do not differ from the working principles given in pic. 1. It differs in the generatable waves modulation.

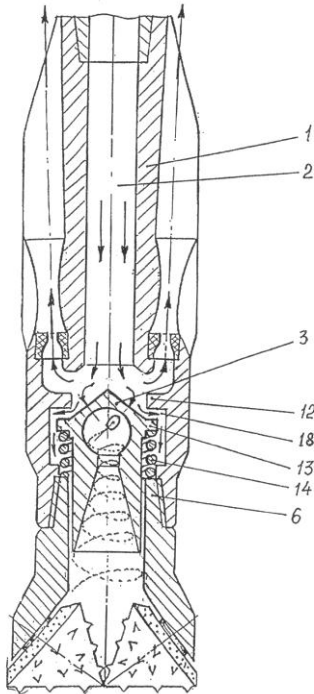
### **Amplitude-phase characteristic of the modulation of the hurricane chamber spring**

Let's differ the hydro acoustic wave modulation obtained by pic. 3,4.

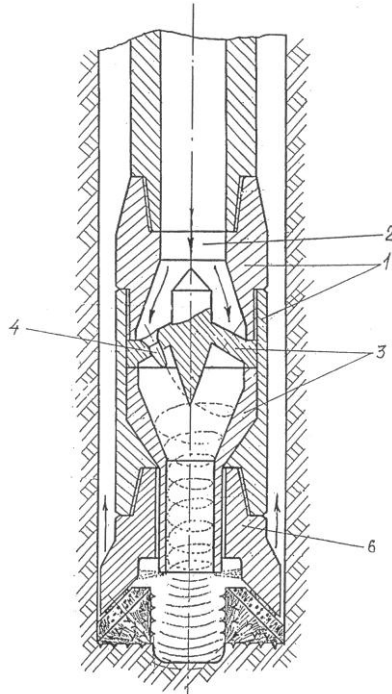
While submitting the drilling mud by groove 2, impresses to chamber-3, pressure arises that moves the chamber down, (pic. 3) it presses spring-14 and narrows it. At the same time circle crack-18 arises between saddle-12 and circle shoulders-13and the part of the drilling mud runs through this crack, it runs down the bottom hole. The drilling mud pressure on the hurricane chamber-3 falls, and by the influence of spring-14 vertical chamber -3 comes back to its initial position, closes



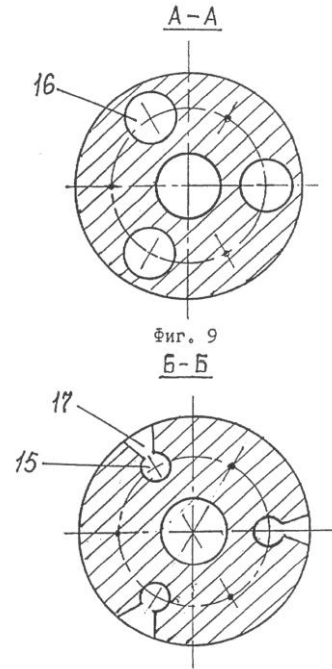
circle crack-18 (pic. 3,4) drilling mud stream in the vertical chamber-3 increases. All this causes amplitude-frequency parameter increases, which is generating at this time and this cycle repeats.



Pic. 3.



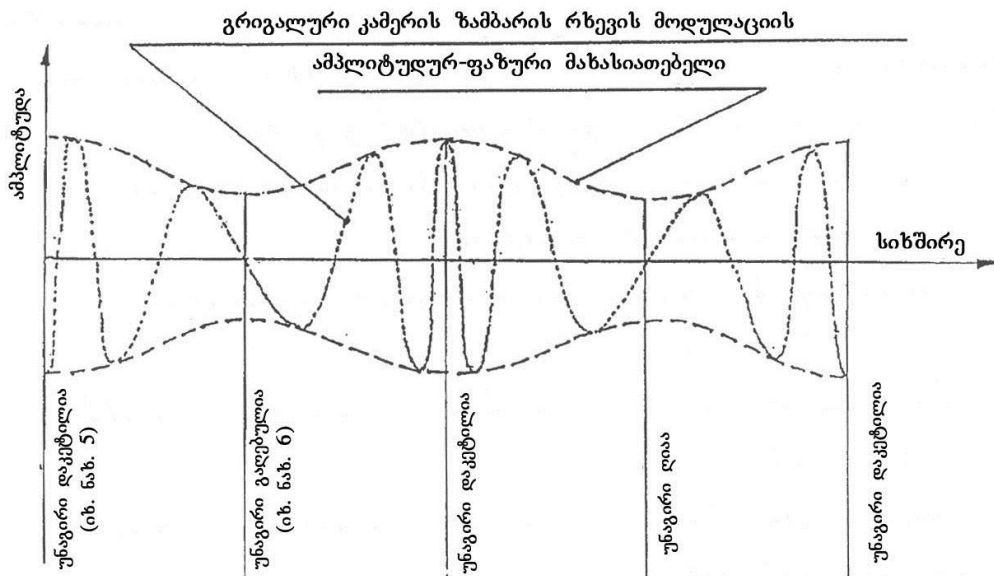
Pic. 4.



Pic. 5.

In pic.-s 3,4 and 5 an injector chamber is given, which is a jet apparatus with a diffuser.

The spring bottom vertical chamber-3 moves to the auto fluctuating working mode, here the generation of the hydro acoustic wave modulation arises near the bottom hole. The wave modulations depend upon spring-14 hardness, weight of vertical chamber -3 and the viscosity and density of the drilling mud.



pic. 6.

The depressive influence of the hydro ultrasonic waves and the cavitation effect inspires the imbibitions of drilled off fragments while deep well-drilling, which will be intercepted by the above nozzle hurricane chamber with the torso movement. As a result the productive stratum keeps its natural primary constance while stratum drilling.

### 3. Conclusion

It will inspire:

Sharp growth of effective drilling which is shown in the growth of trip velocity of drilling from 30-80m/sec. about 90%.

- During well drilling a thin protecting pleura screen appears, which prevents the productive and watery stratum from the cement penetration and drilling mud liquid, and provides the cleanness of collectors.

- There are no place for the expected during drilling process possible absorptions of 20m/c/h any more.

- Considerably reduces the probability of oil, gas and water leaking during drilling.

- There are no collapcrs in bottom hole during drilling in the unsteady formations.

- Aoolying above mentioned techniques and technologies the oil production increases 2-2.5 times.

- Hydro ultrasonic new techniques and technologies is in the Georgian patent and we plan to register it in any country abroad.

- We think to pilot it nearest future in many fields of Georgia.

- Applying new hydraulic techniques in repairing wells has high indexes. In the nearest months its application is planned in the well of “Iori Vely” Ltd.

Installation of hydro ultrasonic techniques and technologies during well drilling of productive strata, must become obligatory both during new well drilling and repairing works, at least the final stage.

### References

1. I. Gogvadze – Wellhole drilling technique and technology. Publishing house “Technical University”, p.1, p.323, 2004; p. 2, p. 450, 2005, Tbilisi.
2. I. Gogvadze – Planning and mathematic modelling of experiment in oil and gas industry; Publishing house “Technical University”, p.332, 2003; Tbilisi.

**ჭაბურღილების ბურღვის ახალი ტექნოლოგიები. ი. გოგუაძე ტ. სარჯველაძე.**

წარმოდგენილია პროდუქტიული ფენის პირველადი ბურღვის გახსნის ახალი ტექნოლოგია, რომელშიც საბურღ იარაღის ქვედად გამოყენებულია სანგრევისპირა ჰიდროაკუსტიკური მოწყობილობა, რომელიც შედგება ორი მოდულისაგან. ქვედა მოდულში გამრეცხი სითხის წნევის ზემოქმედებით წარმოიქმნება ჰიდროაკუსტიკური გრივალური რხევები, რომელიც წარმოშობს კავიტაციურ ეფექტს ქანების დაშლის პროცესში, ხოლო ზედა მოდულში იქმნება გამრეცხი სითხის ტორსული ტანგენციური მოძრაობა. შედეგად პროდუქტიული ფენის გასწვრივ ადგილი აქვს შეხლუპვის პროცესს, რომლის შედეგად პროდუქტიული ფენა ინარჩუნებს თავის პირვანდელ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ანიზოტროპია, სანგრევისპირა, ჰიდროაკუსტიკური, ორი მოდული, ფენის წნევა, ჰიდროსტატიკური წნევა.

**NEW TECHNOLOGIES OF WELL DRILLING. I. Goguadze, T. Sarjveladze**

New technolog for opening the productive stratum by means hycrostatic deviceof the drilling rig consisting of tow modules is given in the work. In the bottom module hydroacoustic vibrations are setup and in the upper module the fluid torso tangent process takes place. As a pesult of these motions there occur sucking in process that favours the intensification of well break down. In this process the productive stratum retains its natural physical-mechanical properties.

**Key words:**

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН. Гогуадзе И. К., Сарджвеладзе Т. Дж.**

Представлена новая технология вскрытия продуктивного пласта с помощью гидроакустического устройства низа буровой колонны, которое состоит из двух модулей. В нижнем модуле происходят гидроакустические колебания, а в верхнем модуле-торсионные вихревые движения промывочной жидкости. В результате этих движений создается зона разрежения, что и способствует интенсификации процесса разрушения забоя захлопыванием, в процессе которого продуктивный пласт сохраняет свои естественные физико-механические показатели.

**Ключевые слова:** анизотопное; призабоинное; гидростатическое; два модуля; пластовое давление; гидростатическое давления.

უპკ 622.691.4  
279.51.691

თ. წერეთელი

## ნავთობსადენები სწრაფი გატუმბვით და ჩაცლით

### 1. შესავალი



თ. წერეთელი,  
სს „საქართველოს  
ნავთობსადენების“ კომპანიის  
გენ. დირექტორი

არცთუ იშვიათად, მომხმარებელთა მომარაგებისათვის ტრასის გასწვრივ ხორციელდება გადასატუმბავი ნავთობის ართმევა ნავთობსადენიდან, ჩამოცლა. ჩამოცლა არსებობს უწყვეტი და პერიოდული. უწყვეტი ჩამოცლა შესაძლოა ორგანიზებულ იქნეს, მაგალითად, ნავთობის მისაწოდებლად ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნებისათვის, რომლებიც განთავსებულია ტრასის გასწვრივ. პერიოდული ჩამოცლა, ჩვეულებრივ, არსებობს ნავთობპროდუქტგამტარებზე (ახლომდებარე ნავთობბაზის მარაგების შევსებისათვის). თუ რომელიმე ადგილზე გადის ნავთობსადენი სამრეწველო რაიონის სიახლოვეს, შესაძლოა ორგანიზებულ იქნეს გატუმბვა; ამავე სარეწაოზე მოპოვებულ ნავთობს მიმართავენ იმავე ნავთობსადენში. საბადოს სიმძლავრის მიხედვით

გატუმბვა შესაძლოა იყოს როგორც უწყვეტი, ისე პერიოდული.

ნავთობსადენის გაანგარიშება უწყვეტი ჩაცლით ან გატუმბვით შესაძლოა განხორციელდეს უბნების მიხედვით. უმნიშვნელო ჩაცლის პირობებში ან უმნიშვნელო გატუმბვისას ნავთობსადენი გაიანგარიშება მათ გარეშე. მაგრამ საჭიროა მხედველობაში მოვიღოთ, რომ პერიოდული ჩაცლისას ან გატუმბვის შემთხვევაში იცვლება გადატუმბვის ტექნოლოგიური რეჟიმი; ჩვეულებრივ, ეს მოითხოვს სატუმბი სადგურების მუშაობის რეგულირებას.

### 2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ ნავთობსადენის მუშაობის რეჟიმი პერიოდული ჩაცლისას და გატუმბვისას. ნავთობსადენის უბნის საწყისი წერტილიდან ჩაცლის პუნქტამდე (გატუმბვამდე) შესაძლოა ვუწოდოთ მარცხენა, ხოლო ჩაშვების (გატუმბვის) პუნქტიდან ბოლო ან საუღელტეხილო წერტილამდე—ვუწოდოთ მარჯვენა. ნავთობის იმ გარკვეული რაოდენობის ჩამოცლით, რომელიც მიემართება მილსადენის მარჯვენა უბნისაკენ — ის მცირდება. სატუმბი სადგურები, რომლებიც მუშაობს ამ უბანზე, იწყებენ ნავთობის გამოტუმბვას მილსადენიდან. შედეგად იზრდება ხარჯი ნავთობსადენის მარცხენა ნაწილში და მცირდება საბჯენი ყველა შუალედურ სადგურზე.

დაწნევის ბალანსის განტოლებიდან ნავთობსადენის მარცხენა ნაწილისათვის

$$\Delta H_B + (a - bQ^{2-m}) = fl_{c+1}O^{2-m} + \Delta Z_{c+1} + \Delta H_{c+1}$$
$$\Delta H_\eta + c(a - bO^{2-m}) = fl_{c+1}Q^{2-m} + \Delta Z_{c+1} + \Delta H_{c+1}$$

და განტოლებებიდან (გადატუმბვა ჩაცლის გარეშე) ვიპოვოთ საბჯენის შემცირება სადგურის წინ  $(c + 1)$

$$\Delta H_{c+1} = \Delta H_{c+1} - \Delta H_{(c+1)*}$$

სადაც განთავსებულია მოხსნის პუნქტი:  $\delta H_{c+1} = (cb + fl_{c+1})(Q_*^{2-m} - Q^{2-m})$ .

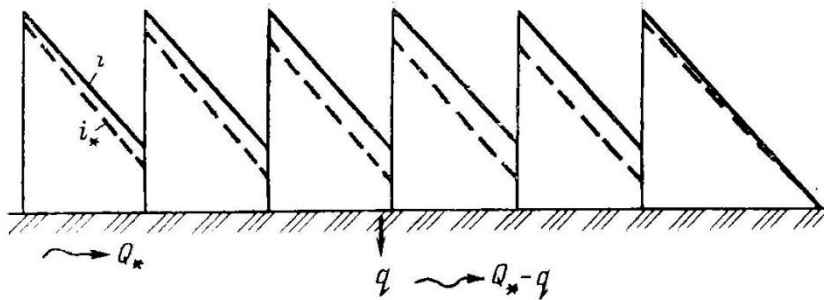
ასეთივე ფორმულით განისაზღვრება საყრდენის ცვალებადობა სადგურის  $(c^1 + 1)$  წინ, რომელიც  $(c + 1)$  სადგურის მარცხნივ მიემართება:

$$\delta H_{c+1} = (c^1 b + fl_{c+1}^1)(Q_*^{2-m} - Q^{2-m})$$

აქ  $Q_*$ -ს აქვს ისევე ძველი მნიშვნელობა.

რადგან  $c^1 < c$ , ამიტომ  $\delta H_{c^1+1} < \delta H_{c+1}$ . გამოდინარე აქედან, მილსადენის მარცხენა მხარის საყრდენი სადგურის წინ (დაწყებული მეორედან) მცირდება უმცირესი საყრდენი  $(c + 1)$  სადგურზე, სადაც წარმოებს მოხსნა.

ნავთობსადენის მარჯვენა უბნის სიგრძის მიხედვით, საყრდენი იზრდება; ეს შესაძლოა ვაჩვენოთ ანალოგიური მსჯელობით. საყრდენების ცვალებადობა სადგურის წინ ჩაცლისას ილუსტრირებულია ნახ-ზე. გატუმბვის შემთხვევაში, ნავთობსადენის მარცხენა მხარეს ხარჯი  $Q_* < Q$ , ხოლო მარჯვენა  $O_* + g > Q$ .  $q$  გატუმბვის გაზრდისას, ხარჯი  $Q_*$  მცირდება. სადგურის წინ  $(c + 1)$  გატუმბვის ზრდის პირობებში საყრდენი იზრდება. საყრდენების განაწილება სადგურის წინ შემდეგნაირი იქნება: გატუმბვის პუნქტთან ახლოს უდიდესია; ნელ-ნელა მცირდება სადგურიდან მოშორებისას ორთავე მხარეს. მოხსნას და ხარჯვას ნავთობსადენის მარცხენა მხარეს, რომლის დროს საყრდენი  $c + 1$  სადგურის წინ (ჩამოცლის პუნქტში) აღწევს უმცირეს დასაშვებ სიდიდეს  $\Delta H_e = h_{BC} + H_s$ , რომელსაც ვუწოდოთ კრიტიკული ( $q_{კრ}$  და  $Q_{კრ}$ )



ნავთობსადენის მუშაობის ცვალებადობის ხაზები მოხსნის დრო

დავწეროთ დაწნევის ბალანსის განტოლება ნავთობსადენის მარცხენა ნაწილისათვის კრიტიკული სწრაფი მოხსნის დროს

$$\Delta H_\eta + c(a - bQ_{კრ}^{2-m}) = fl_{c+1}Q_{კრ}^{2-m} + \Delta Z_{c+1} + \Delta H_e,$$

საიდანაც ვპოულობთ კრიტიკულ ხარჯს

$$Q_{კრ} = \left( \frac{\Delta H_\eta + ca - \Delta Z_{c+1} - \Delta H_e}{cb + fl_{c+1}} \right)^{1/2-m}$$

დაწნევის ბალანსის განტოლება ნავთობსადენის მარჯვენა ნაწილისათვის  $\Delta H_e + (\eta - c) [a - b(Q_{კრ} - q_{კრ})^{2-m}] = f(L - l_{c+1})(Q_{კრ} - q_{კრ})^{2-m} + \Delta Z$ , საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ფორმულა, რომელიც განსაზღვრავს კრიტიკული მოხსნის სიდიდეს

$$q_{კრ} = Q_{კრ} - \frac{\Delta H_e + (\eta - c)a - (\Delta Z - H_{კრ})}{(\eta - c)b + f(L - l_{c+1})}$$

სადაც  $\Delta Z$  არის სიმაღლეთა სხვაობა ბოლო პუნქტსა და სადგურს  $(c + 1)$  შორის.

აქ მოხსნა  $q > q_{კრ}$ , რაც საშუალებას გვაძლევს, საჭიროების შემთხვევაში, საყრდენი ხელოვნურად გავზარდოთ სადგურის  $(c + 1)$  წინ, რათა უზრუნველვეყოთ უკავიტაციო მუშაობა, რომელიც უნდა იყოს არანაკლებ  $\Delta H_e$ . საყრდენი შეიძლება გაიზარდოს ჰიდრაულიკური წინაღობის გაზრდით მილსადენის მარჯვენა მხარეს ან იმ დაწნევის შემცირებით, რომელსაც ავითარებს იქ განთავსებული სადგურები პუნქტის ჩაცლის შემდეგ. ეს ხორციელდება რეგულირებით.

გამოვიკვლიოთ, თუ როგორი უნდა იყოს წინაღობის გაზრდის სიდიდე ან, რაც იგივეა, როგორი უნდა იყოს დაწნევა  $H^1$ , რომელიც რეგულირებით უნდა ჩაქრეს. ვინაიდან რეგულირებით სადგურის წინ  $(c + 1)$  შენარჩუნდება საყრდენი  $\Delta H_e$ , ხარჯი ნავთობსადენის მარცხენა მხარეს ტოლია  $O_{კრ}$ , ხოლო მარჯვენა მხარეს  $O_{კრ} - q$ . დაწნევა  $H^1$ , რომელიც უნდა შთანთქმულ იქნეს რეგულირებით, განისაზღვრება განტოლებიდან

$$\Delta H_e + (\eta - c) [a - b(O_{კრ} - q)^{2-m}] = f(L - l_{c+1})(O_{კრ} - q)^{2-m} + \Delta Z + H_j + H^1.$$

როცა  $H^1 = KH_{ტუმბ} + h^1$ , სადაც  $H_{ტუმბ}$  დაწნევის სიდიდეა, რომელსაც ავითარებს ერთი ტუმბო  $(Q_{კრ} - q)$  ხარჯვის დროს;  $K$  - მუდმივი კოეფიციენტი როდესაც  $h^1 < H_{ტუმბ}$  მიზანშეწონილია გამოირთოს  $K$  ტუმბო, ხოლო დაწნევა  $h^1$  ჩაქრეს დროსელირებით.

კრიტიკული გაატუმბვა  $q_{კრ}$  ვუწოდოთ ისეთს, რომლის დროს დაწნევის სიდიდე სადგურში  $(c + 1)$  მიაღწევს მაქსიმალურ დასაშვებ სიდიდეს  $H_e$ . ხარჯს ნავთობსადენის მარჯვენა მხარეს კრიტიკული გატუმბვის დროს ვუწოდოთ კრიტიკული  $O_{კრ}$ .

კრიტიკულ ხარჯს ასევე ვიპოვიოთ დაწნევის ბალანსის განტოლებიდან ნავთობსადენის მარჯვენა მხარისთვის:

$$H_e + (\eta - c - 1)(a - bQ_{კრ}^{2-m}) = f(L - l_{c+1})O_{კრ}^{2-m} + \Delta Z + H_j$$

(გატუმბვა ასევე სადგურის წინ  $(c + 1)$ ),

მივიღებთ

$$Q_{კრ} = (H_e + (\eta - c - 1)a - (\Delta Z - \Delta H_s) / (\eta - c - 1)b + f(L - l_{c+1}))^{1/2-m}.$$

ახლა დავწეროთ მილსადენის მარცხენა მხარის დაწნევის ბალანსის განტოლება კრიტიკული გატუმბვის პირობებში

$$\Delta H_\eta + c [a - b(Q_{კრ} - q_{კრ})^{2-m}] = fl_{c+1}(Q_{კრ} - q_{კრ})^{2-m} + \Delta Z_{c+1} + H_e - (a - bQ_{კრ}^{2-m}).$$

აქედან ვპოულობთ, რომ კრიტიკული გატუმბვა

$$q_{კრ} = Q_{კრ} - \left\{ \frac{\Delta H_\eta + ca - \Delta Z_{c+1} - H_e - (a - bQ_{კრ}^{2-m})}{cb + fl_{c+1}} \right\}^{1/2-m}.$$

$q > q_{cr}$  გატუმბვის დროს აუცილებელია რეგულირება. რეგულირების მიზანია ნავთობსადენის მარცხენა მხარეს ხარჯვის შემცირება  $Q_{კრ} - q$  სიდიდემდე. ეს კი მიიღწევა იმავე გზით – სატუმბი აგრეგატების ნაწილობრივი გამორთვით ან ჰიდრაულიკური წინაღობის გაზრდით.

დაწინევა  $H^1$ , რომელიც საჭიროა მოიხსნას რეგულირებით მილსადენის მარცხენა მხარეს, განისაზღვრება შემდეგი განტოლებიდან:

$$\Delta H_{\eta} + c \left[ a - b(Q_{კრ} - q)^{2-m} \right] = fl_{c+1}(Q_{კრ} - q)^{2-m} + \Delta Z_{c+1} + H_e - (a - bQ_{კრ}^{2-m}) + H^1.$$

### 3. დასკვნა

ამგვარად გატუმბვის დროს  $q$ -ს მნიშვნელობა მეტი უნდა იყოს  $q_{cr}$  კრიტიკულზე, რისთვისაც საჭიროა მიწოდებული ხარჯის რეგულირება.

### ლიტერატურა

1. გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე. მაგისტრალური ნავთობგაზსადენების, გაზსაცავების და სუფსის ტერმინალის მართვის ავტომატიზაცია. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2006 წ., 237 გვ.
2. მ. სიღამონიძე, ს. ცერცვაძე. გამომუშავებული ნავთობის საბადოებზე მიწისქვეშა გაზსაცავის შექმნის და ექსპლუატაციის მოკლე მიმოხილვა// საქართველოს ნავთობი და გაზი, №3(7), 2003 წ.
3. NATO SCIENCE PROGRAMME. Cooperative Science @Technology Sob-Programme. SECURITY OF NATURAL GAS SUPPLY THROUGH TRANSIT COUNTRIES. Tbilisi, Georgia, 22-24 May, 2003.

### ნავთობსადენები სწრაფი გატუმბვით და ჩაცლით. თ. წერეთელი.

წარმოდგენილია ნავთობსადენის ცვალებადი მუშაობის რეჟიმი სწრაფი გადატუმბვისა და ჩაცლის რეჟიმში. ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ  $q$  გატუმბვის მნიშვნელობა მეტი უნდა იყოს  $q_{cr}$  კრიტიკულზე  $\Delta q$ -სიდიდით. საკვანძო სიტყვები: გადატუმბვა, ჩაცლა, მუშაობის რეჟიმი, დაწინების ბალანსი.

### OIL PIPELINES WITH FASTPUMPING OUT AND DISCHARGE. T. Cereteli.

The oilpipeline changeable working regime is presented in a fast pumping out and discharge regime. On the basis of the analysis it was determined that the meaning of pumping out  $q$  must be more than  $q_{cr}$  kritikal by  $\Delta q$  value.

**Key Words:** pumping out, discharge, working regime, pressure balance.

### НЕФТЕПРОВОД С УСКОРЕННОЙ ПРАКАЧКИ И СПУЩЕНИЕМ. Т. Церетели.

Вработе представленно вперемежном режиме работу нефтепровода. На основе анализа установлено что величина перекачки  $q$ - должен быть больше критической  $q_{cr}$  на величину  $\Delta q$ .

**Ключевые слова:** перекачка; спуск; режим работы; баланс напора.

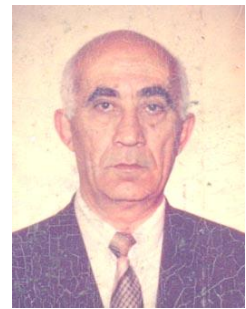
## ვაზის ნასხლავის ნაწილაკების სხვადასხვა მახასიათებლის გავლენა ფილების ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე

### 1. შესავალი



ქ. ჭკუასელი,  
საინჟინრო გრაფიკისა და  
სამრეწველო დიზაინის  
დეპარტამენტის უფროსი  
მასწავლებელი

მერქნის ბოჭკოვანი ფილების მისაღებად, ვაზის ნასხლავის გამოყენებით ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ლაბორატორიულმა ცდებმა აჩვენეს, რომ მზა პროდუქციის ხარისხზე გავლენას ახდენს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა ბოჭკოს ზომები, თავდაპირველი ტენიანობა, წნეხის ტემპერატურა, წნეხის მაქსიმალური წნევა და წნეხის რეჟიმის გრაფიკის სწორი შედგენა.



ბ. ბოქოლიშვილი,  
მანქანათმშენებლობის  
ფაკულტეტის დეკანის  
მოადგილე, პროფესორი

ბოჭკოების საწყისი ტენიანობის გარკვეულ დონემდე ზრდასთან ერთად უმჯობესდება მზა პროდუქციის ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლებიც. ხის ბოჭკოებისათვის ოპტიმალური საწყისი ტენიანობა 8-12% შეადგენს. რადგან ვაზის ლერწი თავისი სტრუქტურული აგებულებით განსხვავდება მერქნისაგან, ამიტომ მისაღებია სარეჟიმო ფაქტორის შესწავლა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

გრძელმა და წვრილმა ბოჭკოებმა წნეხისას უნდა შექმნას ერთმანეთში შეთელების ხელსაყრელი პირობები, მაგრამ ბოჭკოების სიგრძის ზედმეტი ზრდა აშკარად გამოიწვევს მზა ფილების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების გაუარესებას. ამიტომ ბოჭკოების ოპტიმალური ზომების დადგენა აუცილებელია.

ექსპერიმენტულად იქნა შესწავლილი მზა ფილების სიმტკიცეზე მოქმედი ისეთი ფაქტორები, როგორცაა წნეხის ტემპერატურა და სიდიდე. მაღალი წნევის დროს (დაახლოებით 40-60 კგ/სმ<sup>2</sup>) და 190-230°C ტემპერატურის ფარგლებში ხდება ძირითადი ფიზიკურ-მექანიკური გარდაქმნები, რომლებიც განაპირობებენ მზა პროდუქტის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს.

ექსპერიმენტების ჩასატარებლად ნედლეულის სახით გამოიყენება ვაზის ლერწის ჩამონატრები. ნაფოტის მიღება ნედლეულისაგან ხორციელდებოდა „PCC-6.0“ მარკის ჩალა-სილოს - საჭრელზე.



მიღებული ნაფოტი დეფიბრაციის წინ ტენიანდება 37-45% MD-13 დისკური წისქვილის ბუნკერში 2 საათის განმავლობაში, რომლის შემდეგ ხდება ნაფოტის დაფქვა ბოჭკოების სახით იმავე წისქვილში (MD-13).

ბოჭკოს მიღების შემდეგ ხდება მისი გამოშრობა ერთსაფეხურიან საშრობ მოწყობილობაში 155-160°C ტემპერატურაზე. ბოჭკოს ტენიანობა გამოშრობის შემდეგ 10-20% შეადგენს.

გამოშრობის შემდეგ ბოჭკო გადადის ბუნკერ-დოზატორში. ფარდაგების ფორმირება ხორციელდება ერთკამერიან ვაკუუმფორმირებად ВНИИД კონსტრუქციის მანქანაში, მათი შემდგომი დაწნეხით დოლურ-საგლინავ წნეხში. ფორმირების სიჩქარე შეადგენს 1,2-2,5 მ/წთ, ხოლო დაწნეხის ხარისხი 2-3. ფორმირების შემდეგ ფარდაგის სისქე შეადგენდა 50-90 მმ, დაწნეხის შემდეგ - 14-45 მმ. ამასთან ფარდაგის ზედა ზედაპირზე დაყრილი იყო მსხვილი ფრაქციის ბოჭკო, ხოლო ქვემო - წვრილი ფრაქციის ბოჭკო.

ფილების დაწნეხა ხორციელდებოდა „П795-Б“ მარკის ორსართულიან სამრეწველო წნეხში. წნეხის წინ ფარდაგის ტენიანობა შეადგენდა 7.0-9.0%, დაფქვის (ბოჭკოს) ხარისხი კი - 10-14°C. ფილების დაწნეხა ხდებოდა შემდეგი ძირითადი პარამეტრების მიხედვით: წნეხის ტემპერატურა - 205-230°C, წნეხის კუთრი წნევა - 60 კგ/სმ<sup>2</sup>, და წნეხის დრო - 4.0-5.0 წთ.

მზა ფილების სისქე შეადგენდა 4.4-7.7 მმ. მზა ფილების ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების განსაზღვრა ხდებოდა ГОСТ 4598-60 სტანდარტის შესაბამისად.

ექსპერიმენტის მიმდინარეობის პროცესში დაფიქსირდა წნეხის შემდეგი პარამეტრები:

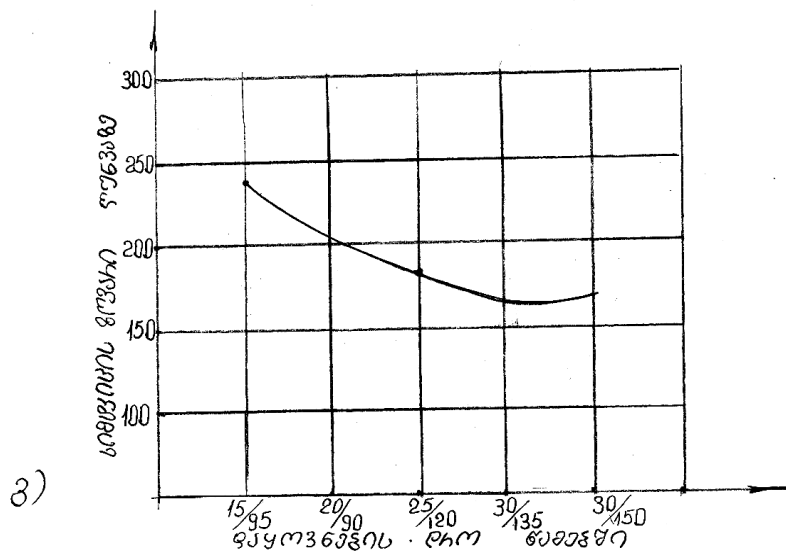
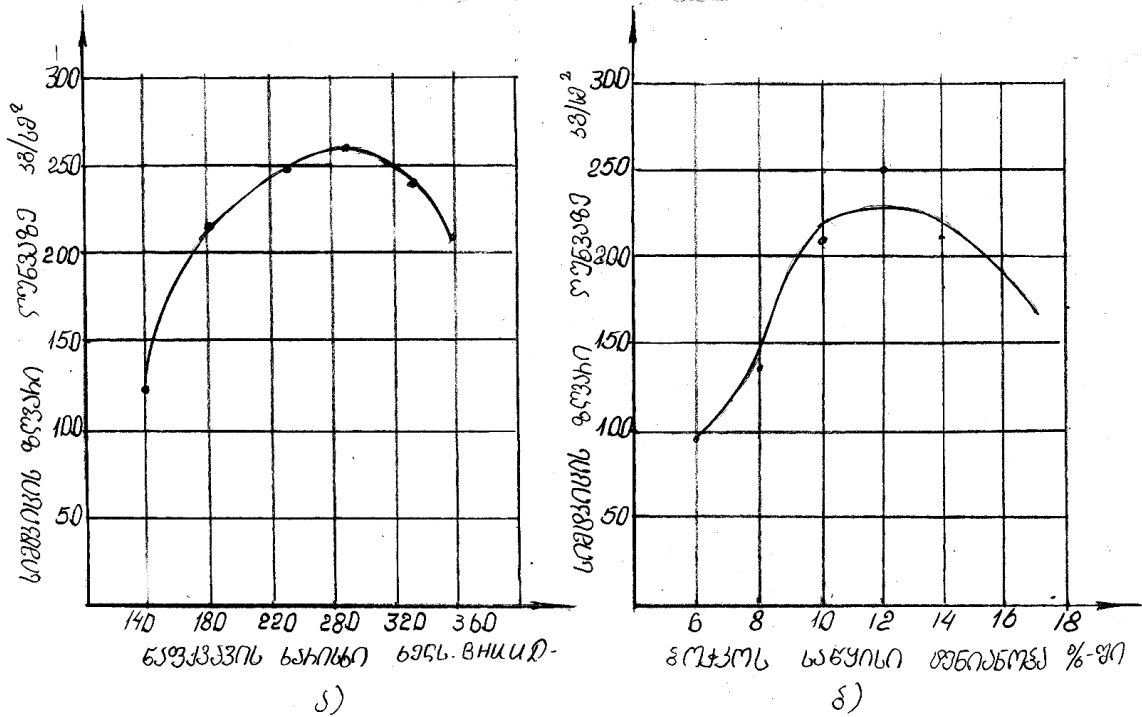
1. ბოჭკოს დაფქვის ხარისხი;
2. ფარდაგის ტენიანობა;
3. ორთქლის წნევა წნეხში შესვლისას.

დაკვირვებათა შედეგების მიხედვით შედგენილ იქნა ფიზიკურ-მექანიკური მაჩვენებლების სხვა ფაქტორებთან დამოკიდებულების გრაფიკი (ნახ. 1, ა, ბ, გ).

როგორც 1-ლი ნახაზიდან ჩანს, დაფქვის ხარისხის ზრდისას ფილების სიმტკიცე სტატიკურ ღუნვაზე ჯერ იზრდება, შემდეგ მცირდება. ეს აიხსნება იმით, რომ წვრილი ბოჭკოები ცუდად ეკვრის ერთმანეთს, გარდა ამისა, ისინი არამყარია და ამით განაპირობებენ დაბალ სიმყარეს. ბოჭკოს ზომების ზრდასთან ერთად, გარკვეული სიდიდეების შემდეგ, უმჯობესდება ზემოაღნიშნული სიდიდეებიც, რაც დადებითად აისახება მზა პროდუქციის სიმყარეზე, ხოლო ზომების შემდგომი ზრდა განაპირობებს იმას, რომ მსხვილ ნაწილაკებს შორის რჩება დიდი სიცარიელე ანუ საერთო ჯამში მცირდება ნაწილაკების კონტაქტის ფართობი, რის შედეგად მცირდება სიმყარე.

სიმყარეზე დიდ გავლენას ახდენს ასევე ბოჭკოს წინასწარი ტენიანობა. სავარაუდოდ მაღალი ტენიანობის და ტემპერატურის დროს ფარდაგის წნეხისას ხდება შემადგენელი ნაწილების ჰიდროთერმული დამუშავება. ამიტომ უნდა გაიზა-

რდოს პლასტიკურობა. პლასტიკურობის ზრდასთან ერთად უნდა გაიზარდოს ბოჭკოების სიმკვრივე და ერთმანეთზე მჭიდროდ შეწყებების უნარი, ხოლო ტენიანობის ზრდასთან ერთად იზრდება მისი სიმკვრივეც. მაგრამ ამ მოვლენას პასუხობს მხოლოდ მრუდის მარცხენა ნაწილი (ტენიანობამდე  $\omega = 12\%$ ) (ნახ. 1, ბ).



ნახ. 1. მერქან-ბოჭკოვანი ფილების სიმტკიცის ზღვრის დამოკიდებულება ღუნვაზე: ა - ნაფქვავის ხაზის რაოდენობაზე; ბ - საწყისი ტენიანობაზე; გ - დაყენების დროზე

რაც შეეხება მრუდის მარჯვენა ნაწილს, იგი მარცხენას საპირისპიროა. საქმე იმაშია, რომ საწყისი ტენიანობის ზრდასთან ერთად წნეხის მაღალ ტემპერატურაზე იზრდება ორთქლის გამოყოფა, რომელსაც გარეთ გასვლის შესაძლებლობა არა აქვს. წნეხის დაწვევის შემდეგ, განსაკუთრებით ფილების სრული განრთვისას, წნევა ბოჭკოვანი ფილების შიგნით, რომელიც იქმნება გამოყოფილი ორთქლის მეშვეობით, გამოიწვევს პროდუქციის ნაწილობრივ განშრევებას. ამიტომ, მსგავსი ნიმუშების გამოცდისას შეინიშნება სიმკვრივის ვარდნა. რაც უფრო მეტად ხდება ბოჭკოვანი ფილების განშრევება წნეხისკენ მიმართულ პერპენდიკულარულ სიბრტყეში, მით უფრო დაბალია სიმკვრივე.

დაწნეხის რეჟიმის ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს წნეხში ფარდაგის დაყოვნება, წნეხის პირველ (მაქსიმალური წნეხის შემდეგ) და მეორე (წნეხის დაწვევის შემდეგ) პერიოდებში. პირველ პერიოდში ხდება ფარდაგის ფიქსაცია და გამკვრივება, ხოლო მეორეში - ძირითადი ქიმიური და ფიზიკური გარდაქმნები, რომლებიც ხელს უწყობენ ნაწილაკების ერთმანეთზე მიკვრას და მყარი ფილების მიღებას.

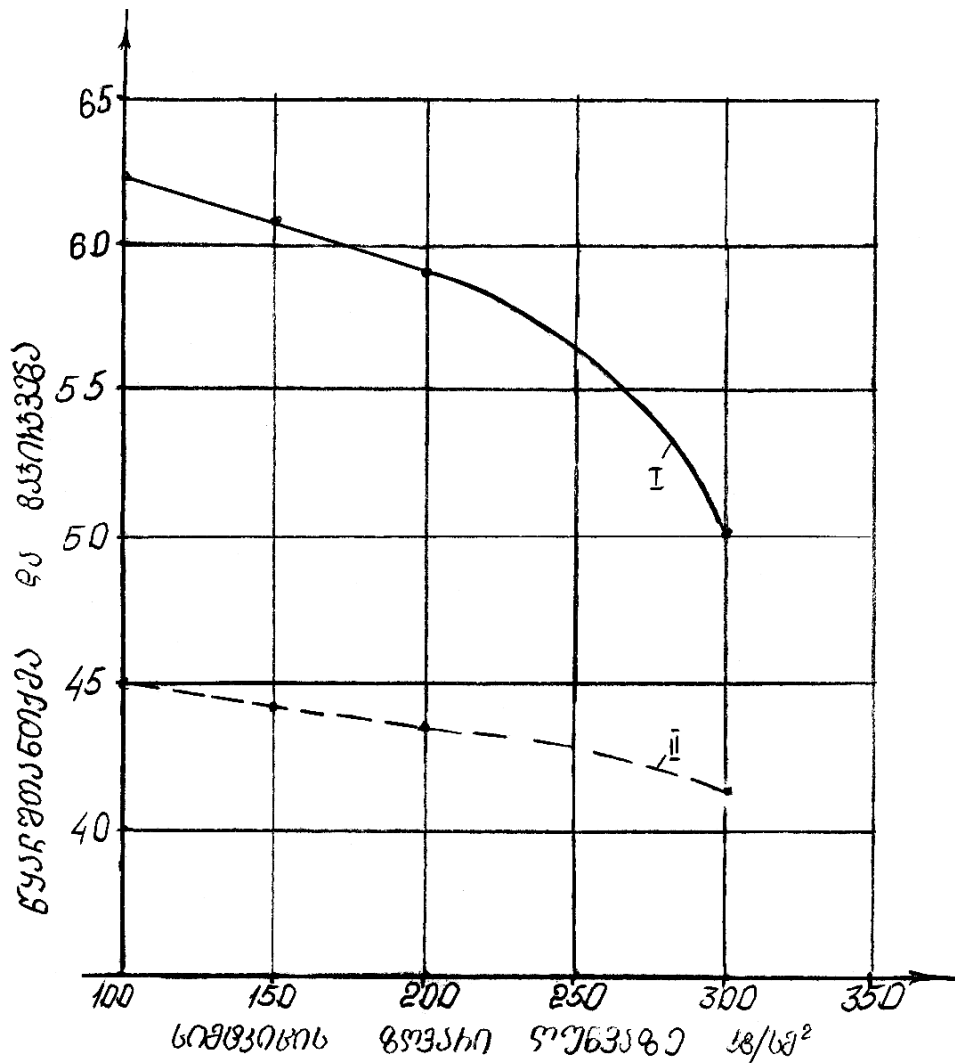
როგორც გრაფიკიდან ჩანს (ნახ. 1, გ), დაყოვნების დროის ცვლასთან ერთად იცვლება სიმკვრივე ნებისმიერი სხვა პირობების არსებობისას. მაქსიმალური სიმკვრივე შეინიშნება დაყოვნებისას, შესაბამისად, პირველ პერიოდში 15 და მეორეში 95 წამი. დაყოვნების შემდგომი ზრდა აუარესებს მზა ფილების მექანიკურ თვისებებს.

დაკვირვება წყლის შთანთქმასა და გაჟღენთაზე ხორციელდებოდა შემდეგნაირად: მზა ფილებისაგან იჭრებოდა ნიმუშები სიმკვრივის შესამოწმებლად, შემდეგ მათგან იჭრებოდა 50×50 მმ ზომის ნიმუშები და იძირებოდა წყალში, სადაც აყოვნებდნენ 24 საათს. ნიმუშებს წონიდნენ 24 საათი წყალში დალბობამდე და დალბობის შემდეგ, აწონვით საზღვრავდნენ წყალშთანთქმას. რაც შეეხება დაბერვა-გაჟღენთას, ამისათვის იზომებოდა ნიმუშების სისქე ჩაღბობამდე და ჩაღბობის შემდეგ ფორმულით:

$$X = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \cdot 100.$$

დგინდებოდა გაჯირჯეების სიდიდე ( $X$  – გაჯირჯეების სიდიდე პროცენტებში,  $B_1$  – სისქე ჩაღბობამდე,  $B_2$  – სისქე წყალში 2-საათიანი ჩაღბობის შემდეგ).

ცდებმა გვიჩვენა, რომ როგორც წყალშთანთქმა, ასევე დაბერვა დამოკიდებულია ძირითადად მზა ფილების სიმკვრივეზე. როგორც ჩანს (ნახ. 2), რაც მეტია სიმკვრივე, მით უკეთესია მისი მახვენებლები. ეს მოსალოდნელიც არის, რადგან მყარი ფილები გამოირჩევა დიდი მოცულობითი წონით, მაღალი სიმკვრივით და ასეთი მასალა კარგად ეწინააღმდეგება წყლის შეწოვას, აქედან გამომდინარე მცირეა დაბერვაც.



ნახ. 2. მერქან-ბოჭკოვანი ფილების წყალშთანთქმისა და გაჯირჯვების დამოკიდებულება სიმტკიცეზე  
 I – წყლის შთანთქმა, II – გაჯირჯვება

### 3. დასკვნა

ცდების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მზა ფილების მიღებული ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ახლოსაა საჭიროსთან. ამ თვისებების ასამაღლებლად ხდებოდა ფილების წრთობა, მაგრამ სიმკვრივის ასამაღლებლად სასურველი შედეგი ვერ მივიღეთ. რაც შეეხება წყალშთანთქმას და გაჯირჯვებას, წრთობის შედეგად ისინი შემცირდა 40%-ით.

ასეთი შედეგების მიღება ნაწილობრივ შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ВНИИД-ში საწარმოო ხაზი, რომელზეც ცდები ხორციელდებოდა არ იყო საიმედო

და არ არსებობდა წნეხის რეჟიმებთან დაკავშირებული საკითხების ფართო წრის შესწავლის შესაძლებლობა.

ამგვარად, ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვაჩვენა, რომ ვაზის ლერწი გამოსადეგია ფილების ნახევარფაბრიკატების საწარმოებლად, ხოლო ნედლეულის ბაზა პრაქტიკულად ამოუწურავია.

### ლიტერატურა

1. Андреев Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. М.: Химия, 1982.
2. Гликман С.А. Введение в физическую химию высокополимеров. Изд. Саратовского университета, 1959.
3. Боколишвили Б.И. Технология производства древесных материалов и изделий. Полиграф. Тбилиси, 2005.
4. Момонт В.В. и др. Механизация процессов хранения и переработки плодов. М.: Агропромиздат, 1988.
5. Залдастанишвили Н.К., Мегрелидзе Т.Я. Экспериментальная установка и методика для определения основных параметров истечения сыпучих материалов. Труды ГПИ, №1(157), Тбилиси, 1973.

УДК 674.8

К.Т. Чкуасели, Б.И. Боколишвили

## ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛИТ

### 1. Введение

Проведенные лабораторные опыты показали, что на качество готовой продукции оказывают влияние такие факторы, как размеры волокон, их предварительная влажность, температура прессования, максимальное давление прессования и правильное составление графика режима прессования.

С увеличением исходной влажности волокна до определенной величины улучшаются физико-механические показатели готовой продукции. Оптимальная исходная влажность для древесных волокон принята 8-12%, но так как виноградная лоза по своему структурному строению отличается от древесины, то представляется целесообразным изучение режимного фактора.

### 2. Основная часть

Длинные и тонкие волокна при прессовании должны создавать благополучные условия свойлачивания между собой, но чрезмерное увеличение длины волокон, очевидно, приведет к ухудшению физико-механических показателей готовых плит. Поэтому установление оптимальных размеров волокон представляется весьма целесообразным.

В ходе экспериментов изучено влияние на прочность готовых плит таких факторов, как давление и температура прессования. При высоком давлении (порядка 40-60 кг/см<sup>2</sup>) и температуре (190-230°C) происходят основные физико-механические свойства готовой продукции.

В качестве сырья при проведении экспериментов использовались обрезки виноградной лозы. Получение щепы из сырья осуществлялось на силососоломорезке марки «РСС-6.0».

Полученная щепа перед дефибрацией увлажнялась до 37-45% в бункере дисковой мельницы МД-12 в течение 2-х часов, после чего производился размол щепы на волокно на той же дисковой мельнице МД-13.

После получения волокна производилась его сушка в одноступенчатой сушильной установке конструкции ВНИИД (Всесоюзный н.-и. институт дерева) при температуре агента сушки 155-160°C. Влажность волокна после сушки составляла 10-20%.

После сушки волокно поступало в бункер-дозатор. Формирование ковров осуществлялось в однокамерной вакуумформирующей машине конструкции ВНИИД с последующей

подпрессовкой их в ленточно-валковом прессе. Скорость формирования была 1.2-2.5 м/мин, а степень подпрессовки 2-3. Толщина ковра после формирования составляла 50-90 мм, после подпрессовки 14-45 мм. При этом верхняя поверхность ковра настигалась из волокна более грубой фракции, а нижняя – из волокна более мелкой фракции.

Прессование плит производилось в 2-этажном промышленном прессе марки «П795-Б», при бесподдонной загрузке ковров в пресс. Влажность ковров перед прессованием 7.0-9.0%, степень помола волокна 10-14° д/с. Прессование плит проводилось по следующим основным параметрам: температура плит пресса – 205-230°C, удельное давление прессования – 60 кг/см<sup>2</sup> и время прессования – 4,0-5.0 мин.

Толщина готовых плит составляла 4,4-7,7 мм.

Определение физико-механических показателей готовых плит производилось в соответствии с ГОСТ 4598-60.

В ходе экспериментов фиксировались следующие параметры прессования, %:

1. Степень размола волокна.
2. Влажность ковров.
3. Давление пара на входе в пресс.
4. Температура пара на выходе из пресса.
5.  $P_{гидр.1}$  кнс/см<sup>2</sup>, ( $P_{уд.1} = P_{гидр.1}/3$ ).
6.  $P_{гидр.2}$  кнс/см<sup>2</sup>, ( $P_{уд.2} = P_{гидр.2}/3$ ).
7. Выдержка при  $P_{уд.1}$ .
8. Выдержка при  $P_{уд.2}$ .

По результатам наблюдений построены графики зависимости физико-механических показателей от различных режимных факторов (см. рис. 1, а, б, в).

Как видно из рис. 1, а, с увеличиванием степени размола прочность плит на статический изгиб сперва увеличивается, а потом снижается. Это явление объясняется тем, что мелкие волокна плохо свойлачиваются, кроме этого они сами непрочны и тем самым обуславливают низкую прочность. С увеличением размеров волокна после определенных величин улучшаются вышеуказанные величины, что благоприятно сказывается на прочности готовой продукции. Дальнейшее же увеличение размеров приводит к тому, что между крупными частицами остаются большие пустоты, т.е. в общей сложности уменьшается площадь контакта частиц, что и приводит к уменьшению прочности.

На прочность большое влияние оказывает также предварительная влажность волокна. По всей вероятности, при высокой влажности и температуре при прессовании в ковре происходит гидротермическая обработка составляющих частиц – должна увеличиваться пластичность. С увеличением же пластичности должна увеличиваться плотность и способность волокон крепко склеиваться между собой, а следовательно, с повышением влажности должна увеличиваться прочность. Однако этому явлению отвечает только левая половина кривой (до влажности  $W = 12\%$ ) (рис. 1, б).

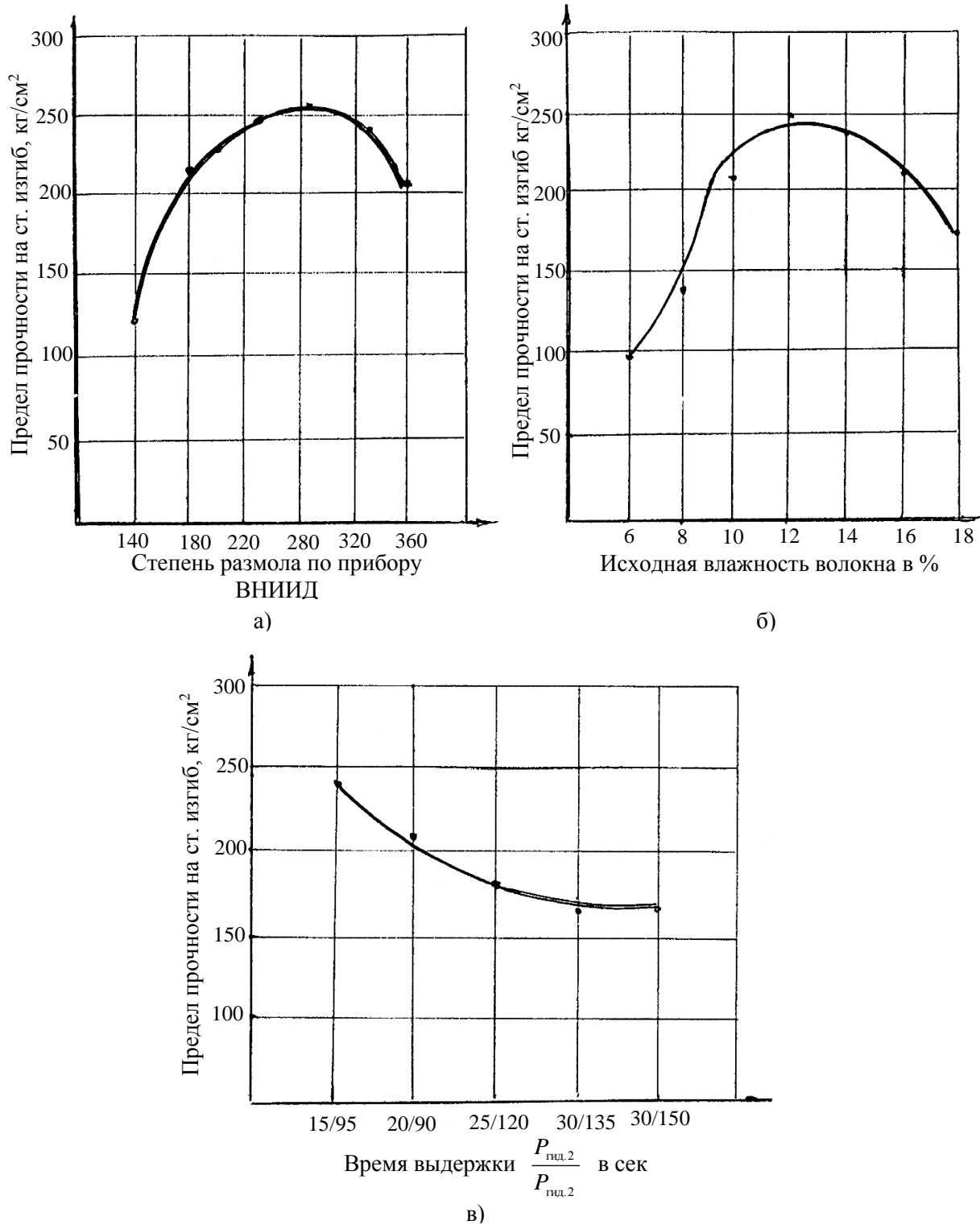


Рис. 1. Зависимость предела прочности древесно-волоконистых плит на статический изгиб: а) от степени размола; б) от исходной влажности; в) от времени выдержки



Что касается правой части кривой, то она противоположна левой. Дело в том, что с увеличением исходной влажности при высокой температуре прессования увеличивается выделение паров, которые лишены возможности выйти наружу. После снижения давления, особенно при полном размыкании плит, давление внутри волокнистых плит, создаваемое выделенными парами, вызывает частичное расслоение продукции. Поэтому при испытании таких образцов наблюдается падение прочности. Прочность будет тем ниже, чем больше расслаивается волокнистая плита в плоскости, перпендикулярной к направлению прессования.

Одним из важнейших факторов режима прессования является время выдержки ковров в прессе в первом (после максимального давления) и во втором (после снижения давления) периодах прессования. В первом периоде происходит уплотнение ковра и его фиксация, а во втором протекают основные физические и химические преобразования, способствующие прилипанию частиц друг к другу и получению прочных плит.

Как видно из графика (рис. 1, б), с изменением времени выдержки изменяется прочность, при всех прочих равных условиях. Максимальную прочность наблюдаем при выдержке соответственно в первом периоде 15 и во втором 95 сек. Дальнейшее же увеличение выдержки ухудшает механические свойства готовых плит.

Наблюдения над водопоглощением и разбуханием проводились следующим образом: из готовых плит вырезались опытные образцы для испытания на прочность, после разрушения из них вырезались образцы размером 50×50 мм и погружались в воду, где выдерживались 24 час. Образцы взвешивались до и после 24-часового вымачивания в воде и весовым способом определялось водопоглощение. Что касается разбухания – для его определения измерялась толщина образцов до и после вымачивания по формуле

$$X = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \cdot 100$$

устанавливалась величина разбухания ( $X$  – величина разбухания в %,  $B_1$  – толщина до вымачивания,  $B_2$  – толщина после 24-часового вымачивания в воде).

Опыты показали, что как водопоглощение, так и разбухание зависят в основном от прочности готовых плит. Как видно из (рис. 2), чем больше прочность, тем лучше эти показатели. Это и очевидно, что прочные плиты отличаются большим объемным весом – высокой плотностью, и такой материал хорошо сопротивляется впитыванию воды, следовательно, меньше и разбухание.

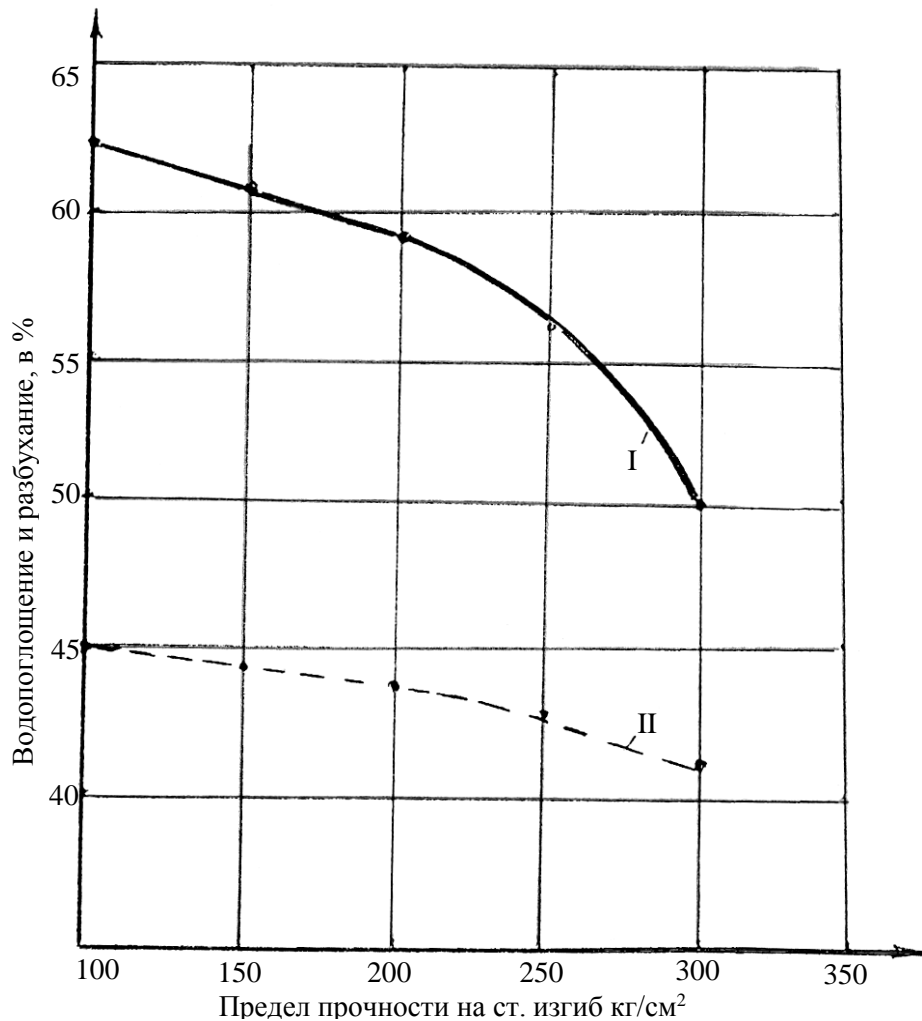


Рис. 2. Зависимость водопоглощения и разбухания древесно-волоконистых плит от прочности: I – водопоглощение, II – разбухание

### 3. Заключение

Анализ опытов показывает, что полученные физико-механические свойства готовых плит близки к требуемым. Для повышения этих свойств производилась закалка плит, но желательный результат по увеличению прочности не получен. Что касается водопоглощения и разбухания, они после закалки уменьшаются на 40-45%.

Получение таких результатов отчасти можно объяснить тем, что производственная линия во ВНИИД, на которой проводились опыты, пока еще не была полностью налажена и не имела возможность изучения широкого круга вопросов, связанных с режимами прессования.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что обрезки виноградной лозы вполне пригодны для производства плитных полуфабрикатов, а сырьевая база практически неисчерпаема.

## Литература

1. Андреев Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов. М.: Химия, 1982.
2. Гликман С.А. Введение в физическую химию высокополимеров. Изд. Саратовского университета, 1959.
3. Боколишвили Б.И. Технология производства древесных материалов и изделий. Тбилиси: Полиграф, 2005.
4. Момонт В.В. и др. Механизация процессов хранения и переработки плодов. М.: Агропромиздат, 1988.
5. Залдастанишвили Н.К., Мегрелидзе Т.Я. Экспериментальная установка и методика для определения основных параметров истечения сыпучих материалов//Труды ГПИ, №1(157). Тбилиси, 1973.

### **ვაზის ნასხლავის ნაწილაკების სხვადასხვა მასასიათმებლის გავლენა ფილემის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. ქ. ჭკუასელი, ბ. ბოქოლიშვილი.**

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ დაქუცმაცებული მერქნის 6-4 ფრაქციისა და ვაზის ნასხლავის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვალებადობის ხასიათი სხვადასხვა ფაქტორებზე დამოკიდებულებით იდენტურია და ერთმანეთისაგან განსხვავდება მხოლოდ რაოდენობრივი მანუვრებლებით. სტატიკური ხახუნის კოეფიციენტები დამოკიდებულია ნაწილაკების საწყის ტენიანობაზე და იმ მასალის ზედაპირის სისუფთავის ხარისხზე, რომლის მიმართაც განისაზღვრება ხახუნის კოეფიციენტები.

**საკვანძო სიტყვები:** ვაზის ნასხლავი, დაქუცმაცებული მერქანი, მერქის-ბოჭკოვანი ფილა.

### **VINE-DRAIN FRACTION CHARACTERISTIC IMPACT ON PHYSICAL-MECHANIC PROPERTIES OF SLAB. B. Bokolishvili, K. Chkuaseli.**

The work shows, that crushed woods 6-4 fraction and crushed vine-bran physical-mechanical changing propertyies are the same depending on various factors, they differ from each other only by quantity indexes. Static friction coefficients depend on the particle origin humidity and on the cleanness of the material surface to which the friction coefficient determination is related, with definition friction coefficients.

**Key word:** vine chips, wood chips, wood-fiber slab, vine bran.

### **ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЦ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛИТ. К.Т. Чкуасели, Б.И. Боколишвили.**

В работе показано, что характер изменения физико-механических свойств измельченной древесины фракций 6-4 и измельченной виноградной лозы в зависимости от различных факторов идентичен и отличается друг от друга только количественными показателями.

Коэффициенты статического трения зависят от начальной влажности частиц и от степен чистоты поверхности материала, относительно которого определяются коэффициенты трения.

**Ключевые слова:** обрезки виноградной лозы; измельченная древесина; древесно-волоконистая плита.

## შრომის ჰიბიენა სამთო საწარმოებში

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ნ. ნაცვლიშვილის მიერ

### 1. შესავალი



მ. ქიტოშვილი,  
ასისტ. პროფესორი

თანამედროვე შახტი და მადარო რთული მექანიზებული საწარმოა, რომელიც ხასიათდება შრომის სანიტარიული პირობების მთელი რიგი სპეციფიკური თავისებურებით.

მიწის ქვეშ მუშაობის დროს მეშახტეები მოკლებული არიან დღის სინათლეს. მიწისქვეშა გამონამუშევრების მეტეოროლოგიური პირობები მკვეთრად განსხვავდება მადაროსა და შახტის ზედაპირზე არსებულისაგან.

მადნის ან ქვანახშირის ფენების ბურღვა, მონგრევა, დატვირთვა, ტრანსპორტირება და სხვა პროცესები დაკავშირებულია ნახშირის, სილიციუმის, მანგანუმის, ტყვიის და სხვა ნივთიერებების შემცველი მტვრის წარმოშობასთან. მანქანებისა და მექანიზმების მუშაობა ხასიათდება ხმაურისა და ვიბრაციის არსებობით.



კ. რამაზაშვილი,  
სტუ-ის კათედრის  
თანამშრომელი

### 2. ძირითადი ნაწილი



ნ. მექვაბიშვილი,  
ასოც. პროფესორი

მადნის ან ქვანახშირის მოპოვება დაკავშირებულია მუშათა სამუშაო ადგილის ყოველდღიურ ცვალებადობასთან, რაც სხვა ფაქტორებთან ერთად ქმნის ტრავმის საფრთხეს. ბუნებრივად ქვანახშირის ფენებიდან შახტის ჰაერში გამოიყოფა ნახშირორჟანგი და მეთანი, რომლებიც გროვდება ნახშირის ფენაში და შეუძლია დააბინძუროს შახტის გამონამუშევრის ჰაერი ქვანახშირის მოპოვების დროს.

აფეთქებით ნახშირის მოპოვების დროს, ამონიტის ხმარების შედეგად, შახტის ჰაერში დამატებით ხვდება ნახშირორჟანგი და აზოტის ჟანგეულები.

ქვანახშირის შახტისაგან განსხვავებით მანგანუმის, ბარიტის, ტყვია-თუთიის და სხვა მსგავსი მადნეული არ შეიცავს და არ გამოყოფს ჰაერში რაიმე მავნე გაზებს, თუ არ ჩავთვლით ნახშირორჟანგის მცირე რაოდენობას, რომელიც სასარგებლო წიაღისეულის ქანებში შეიძლება შეგვხვდეს და გამოიყოფა მიწისქვეშა გამონამუშევრების ჰაერში მონგრევითი სამუშაოების



ს. მანჯგალაძე,  
სამთო-გეოლოგიური  
ფაკულტეტის  
მაგისტრი

წარმოების დროს. აფეთქებითი სამუშაოების წარმოება ამონიტის ან სხვა სახის ნივთიერებების გამოყენებით იწვევს საბადოების მიწისქვეშა გამონამუშევრის ხელოვნურ დაბინძურებას, მსგავსად ქვანახშირის შახტებისა, აზოტის ჟანგეულებითა და ნახშირორჟანგით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მიწის ქვეშ მომუშავეთა ორგანიზმზე შეიძლება იმოქმედოს შახტების თავისებურმა მეტეოროლოგიურმა პირობებმა (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა), მავნე აირებმა (მეთანი, ნახშირორჟანგი, ნახშირორჟანგი, აზოტის ჟანგეულები და სხვა), ვერცხლისწყლის ორთქლმა, ტყვიის აეროზოლმა, ნახშირის, მანგანუმის, სილიციუმის და სხვათა შემცველმა მტვერმა, ხმაურმა და ვიბრაციამ.

ცნობილია, რომ ადამიანის შრომისუნარიანობა ძირითადად დამოკიდებულია მის ჯანმრთელობაზე, გარემო პირობებზე, წლოვანებასა და მუშაობის სტაჟზე. შრომის პროცესში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მუშაობისა და დასვენების რეჟიმსაც.

შრომის ჰიგიენა არის მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის წარმოების პირობებში ადამიანის ჯანმრთელობაზე ფიზიკური, ქიმიური, ელექტროქიმიური და ელექტროფიზიკური ფაქტორების ზემოქმედებას.

შრომის ჰიგიენის ძირითადი ამოცანაა შეიმუშაოს ღონისძიებები, რომლებიც წარმოების პირობებში მაქსიმალურად გააუმჯობესებს შრომის პირობებს და შეამცირებს პროფესიულ დაავადებას.

ჯანმრთელი ადამიანისათვის შრომა წარმოადგენს ფიზიკურ და სულიერ მოთხოვნილებას, მაგრამ ყოველი სახის მუშაობას უნდა ახლდეს დასვენებაც. მაგალითად, მძიმე მიწისქვეშა მუშაობის შემდეგ აუცილებელია ხანგრძლივი მყუდროება.

დადგენილია, რომ სამუშაო დღის განმავლობაში ადამიანის შრომისუნარიანობა არ არის ერთნაირი. როცა ადამიანი შედის მუშაობის რიტმში, მისი შრომის ნაყოფიერება თანდათან მატულობს და აღწევს მაქსიმუმს. მაქსიმალური ნაყოფიერების ხანგრძლივობა მუშაობის პროცესში გრძელდება რამდენიმე საათს, რის შემდეგაც იწყება დაღლა და ადამიანის შრომის ნაყოფიერება ქვეითდება.

მუშაობის პროცესში წარმოშობილი დაღლა შეიძლება შემცირებულ იქნეს პერიოდული შესვენებების მოწყობით.

არსებული გამოკვლევების თანახმად, მაღალი შრომის მწარმოებლურობის შესანარჩუნებლად აუცილებელია მუშაობაში თანდათანობითი ჩაბმა, მუშაობის რიტმულობა, გონებრივი შრომის დროს თანამიმდევრობა და შრომისა და დასვენების სწორი რეჟიმები.

ადამიანთა დასვენების ძირითად ფორმას ძილი წარმოადგენს, რომლის დროსაც ადამიანი სავსებით აღიდგენს ენერგიას. უძილობა იწვევს თავის ტკივილს, ტვინის ნერვიული უჯრედების გამოფიტვას და შეიძლება სხვადასხვა დაავადების მიზეზიც გახდეს.

ადამიანის შრომისუნარიანობაზე გავლენას ახდენს გარემოს ისეთი ფაქტორები, როგორცაა: სამუშაო ადგილის მეტეოროლოგიური პირობები, განათება, ავეჯის რაციონალური განლაგება, მყუდროება და კედლების შეღებვა სათანადო ფერებში.

საწარმოს ადმინისტრაცია ვალდებულია უზრუნველყოს ყველა სამუშაო ადგილი შესაბამისი ტექნიკური მოწყობილობით და შექმნას შრომის დაცვის წესების შესაბამისი სამუშაო პირობები.

არსებობს უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის ერთიანი, დარგთაშორისი და დარგობრივი წესები.

შრომის დაცვის წესებსა და ნორმებს აქვთ კანონმდებლობითი ხასიათი, რომელთა შესრულება სავალდებულოა. მათი შეუსრულებლობა კანონით ისჯება.

მაგნე, აგრეთვე განსაკუთრებულ ტემპერატურულ რეჟიმში მუშაობისას და ჭუჭყიანი სამუშაოების წარმოებისას მუშა-მოსამსახურეებს უფასოდ, დადგენილი ნორმების შესაბამისად, ეძლევათ სპეციალური ტანსაცმელი, სპეციალური ფეხსაცმელი, საპონი და ინდივიდუალური დაცვის სხვა საშუალებები, ხოლო იმ სამუშაოების შესრულებისათვის, როდესაც შესაძლებელია კანზე მაგნე ნივთიერებების ზემოქმედება უფასოდ გაიცემა სარეცხი საშუალებები. ასეთი სამუშაოების ნუსხას თითოეულ საწარმოში ადგენს საწარმოს ადმინისტრაცია.

მუშა-მოსამსახურეებს, რომლებიც მუშაობენ მაგნე პირობებში, უფასოდ, დადგენილი ნორმების შესაბამისად, ეძლევათ რძე და მისი პროდუქტები, სამკურნალო-პროფილაქტიკური საკვები.

მაღალი ტემპერატურის პირობებში, ორგანიზმის მიერ დიდი რაოდენობით წყლისა და წყალში ხსნადი მარილების დაკარგვის პროფილაქტიკისათვის მომუშავეებმა უნდა დაიცვან წყლის სმის რაციონალური რეჟიმი. მომუშავეები ადმინისტრაციისგან უფასოდ მარაგებიან გაზიანი მარილიანი წყლით (0,5%). ასეთი საწარმოო უბნების ნუსხას ადგენენ სანიტარიული ზედამხედველობის ორგანოები ადმინისტრაციასთან შეთანხმებით.

ერთერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს სამთო საქმეში სავალდებულო სამუშაოების ჩატარების დროს შრომისა და ყოფის ჰიგიენა. სავალდებულო სამუშაოების ჩატარება ველზე წარსულში საკმაოდ გაძნელებული იყო, რადგან არ იყო ავტო და საპერო ტრანსპორტი და სხვა. სავალდებულო სამუშაოების ჩატარებისას მნიშვნელოვან მოქმედ ფაქტორად ითვლება გარემოს ტემპერატურაც.

ველზე მუშაობის დროს დიდი ყურადღება ექცევა ასევე კვების საკითხებსაც. როგორც ცნობილია, მუშაობის პროცესში ადამიანი განიცდის ენერგეტიკულ ხარჯს, რაც საორიენტაციოდ ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ: ადამიანის წონის 1კგ-ზე 1სთ-ის განმავლობაში იხარჯება 1კკალ სითბო. თუ ადამიანის წონა 75კგ-ია, სხეულის ენერგეტიკული ხარჯი დღე-ღამეში ტოლი იქნება  $75 \cdot 1 \cdot 24 = 1800$  კკალ. პრაქტიკულად იგი ბევრად მეტია გამონაგარიშებულზე და ველზე მუშაობისას შეიძლება მიაღწიოს 4000-დან 5500 კკალ-მდე. აუცილებელია გამოვთვალოთ წყლის ხარჯიც. მიღებულია, რომ 1კგ წონაზე უნდა ვივარაუდოთ 35 გ წყალი, ე. ი.  $75 \cdot 35 = 2625$  გ = 2,6 ლიტრი, ხოლო დღე-ღამეში საშუალოდ არა უმეტეს 3-4 ლიტრისა. აღსანიშნავია, რომ აქედან 15-20% მოდის უშუალოდ კვების პროდუქტებში წყლის შემცველობაზე. თუ ველის პირობებში არ მოხერხდება აღუღებული წყლის მიღება, რომელიც, წესების თანახმად, უნდა ვაღულოთ არანაკლებ 20 წთ, დასაშვებია აუცილებელი წყლის მოხმარებაც, თუ იგი დეზინფექციურულ იქნება ქლორით ან 5-6 წვეთი მარილმჟავით, ან 5-6 წვეთი იოდის ხსნარით.

სავალდებულო სამუშაოების ჩატარებისას შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს ასევე შემდეგი ინფექციური ხასიათის დაავადებებს:

ენცეფალიტი – ძირითადად გადაიტანება ტკიპისა და კოლოს საშუალებით. დაავადებული არიან ციყვები, ზღარბები, ვირთხები და ზოგიერთი ფრინველიც. განსაკუთრებით მძიმე ხასიათს ატარებს ტაიგის ენცეფალიტი, რომელიც აზიანების თავის ტვინის გარსებსა და ხასიათდება მძიმე შედეგებით. ამ დაავადების თავიდან ასაცილებლად უნდა ვიქონიოთ ტანსაცმელი სპეციალური დანაკერებით, რომელიც ხელს შეუშლის ტკიპის გადაადგილებას ტანსაცმელზე. უნდა ვერიდოთ აუღულარი რძის მიღებას. ტაიგაში მუშაობის დროს აუცილებელია ბრიგადის წევრების მიერ ყოველ 2-3 სთ-ში განხორციელდეს ერთმანეთის დათვალიერება ტკიპის აღმოსაჩენად. საერთოდ კი, ენცეფალიტის პროფილაქტიკისათვის მიღებულია აცრები, რეპელენტების გამოყენება (სუნინანი მალამოები „ტაიგა“ და „ანკარა“).

მალარია – გადამტანია კოლო ანოფელისი. ძველი რუსეთის იმპერიაში მალარიით დაავადებული იყო 15-20 მილიონი კაცი. ამჟამად საქართველოში (სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით) თითქმის აღარ გვხვდება მალარიით დაავადების შემთხვევები.

ლეიშმანიოზი – გადაიტანება ძაღლის, მელის, ტურისა და ქინქლის საშუალებით. არსებობს შიგა ორგანოების ლეიშმანიოზი, რომლის დროსაც ზიანდება ღვიძლი, ელენთა და სხვა. არსებობს კანის ლეიშმანიოზიც, რომელიც შედარებით ნაკლებად სახიფათოა.

ტულარემია – გადამტანია ვირთხა, თაგვი, კურდღელი, რწყილი და სხვა. ავადმყოფისათვის დამახასიათებელია მაღალი სიცხე, 39 – 40<sup>0</sup>C, საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში (2 – 3 თვე).

ბრუცელიოზი – ძირითადად გადაიტანება წყლით, რძით, დაავადებული ხორცის მიღებით. ახასიათებს მაღალი ტემპერატურა და კუნთების დამბლა.

გარდა აღნიშნულისა, მომუშავეები შეიძლება დაზიანდნენ შხამიანი მწერების, ქვეწარმავლების მიერ გამოწვეული კბენითაც. მაგალითად, ამიერკავკასიისა და შუა აზიის პირობებში ხშირად ზიანდებიან გეოდეზისტ – კარტოგრაფები გველგესლას, გიურზასა და კობრას ნაკბენით, რომლის დროსაც ყველაზე ეფექტურ პროფილაქტიკურ საშუალებად ითვლება ახალნაკბენიდან შხამის ამოწოვა. გვხვდება აგრეთვე შხამიანი მორიელიც, კარაკუტი – შავი ობობა, რომლის შხამი 12 – 15-ჯერ აღემატება გველის შხამს.

ჩვეულებრივ, სამთო გეოდეზიური ექსპედიცია მოძარაგებული უნდა იყოს (გარდა სხვა დანარჩენებისა) ე. წ. ავარიული აღჭურვილობით, როგორცაა კომპასი, ასანთი, იარაღი და ასევე კვების ხელუხლებელი პროდუქტები. იმისათვის, რომ გამოვრიცხოთ გზის აბნევა მოძრაობისას აუცილებელია ვისარგებლოთ გამყოლით. აკრძალულია უცნობ ადგილებში ღამით მარტო სიარული. თუ მიუხედავად აღნიშნული ღონისძიებებისა, ადგილი აქვს ექსპედიციის რომელიმე წევრის მიერ გზის აბნევას, მაშინ აუცილებელია შევასრულოთ შემდეგი წესები: როგორც დღის, ასევე ღამის საათებში შემალლებულ ადგილებში გავაჩალოთ კოცონი, ჩვენი მოძრაობის გზაზე შევტეხოთ მცენარეების ფოთლები, დავტოვოთ ბარათები, განვახორციელოთ გზაზე ხეების კანის ჩამოთლა. დაუშვებელია, რომ იგივე ოპერაციები ჩაატაროს მადიებელმა ჯგუფმა, თორემ ყოფილა შემთხვევები, როდესაც ერთმანეთის მიყოლებით უვლიათ როგორც გზააბნეულებს, ასევე მადიებლებსაც. ასეთ პირობებში ახლა უკვე დიდ როლს ასრულებს თანამედროვე რადიოაპარატურისა და მობილური კავშირის გამოყენება. საწარმოს დაგეგმარება უნდა აკმაყოფილებდეს საწარმოო, სატრანსპორტო, კონომიკურ, ჰიგიენურ და სხვა აუცილებელ მოთხოვნებს. საწარმოს სამრეწველო მოედანიც უნდა

შეესაბამებოდა სანიტარიულ მოთხოვნებს ბუნებრივი განათებისა და ბუნებრივი განიავების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით. გარდა ამისა, მას უნდა ჰქონდეს შედარებით სწორი ზედაპირი და ამავე დროს ბუნებრივი ქანობი ზედაპირული და ჩამდინარე წყლების მოსაცილებლად.

სამრეწველო მოედნის განლაგება უნდა უზრუნველყოფდეს საწარმოში მომუშავეთა მოხერხებულ განსახლებას სანიტარიული მოთხოვნების გათვალისწინებით. საწარმოო კორპუსები, საამქროები და ცალკეული საწარმოო ნაგებობები საცხოვრებელ მასივთან მიმართებაში უნდა განლაგდეს რაიონის გაბატონებული ქარების მიმართულების მიმართ ქარზურგა მხრიდან.

მავე ნივთიერებების გამომყოფი საამქროები სხვა საამქროებთან მიმართებაში უნდა განლაგდნენ ქარზურგა მხრიდან. სანაყაროები და ნარჩენების საყრდენები, რომლებიც გამოყოფენ ატმოსფეროში კვამლს, აირებს, მტვერსა და ჭვარტლს უნდა განლაგდეს სამრეწველო მოედნისა და საცხოვრებელი რაიონის მიმართ ქარზურგა მხრიდან.

საწარმოსა და საცხოვრებელ რაიონს შორის იქმნება სანიტარიული-დამცავი ზონა, რომლის სიგანე კარიერებისათვის შეადგენს 300მ, 500მ ან 1000 მ იმის მიხედვით, თუ რომელი სასარგებლო წიაღისეული მოიპოვება კარიერზე.

სანიტარიულდამცავ ზონაში დასაშვებია განთავსდეს სახანძრო დეპო, აბანო, სამრეცხაო, ავტოფარეხები, საწყობები, ადმინისტრაციული შენობები, სასადილო, ამბულატორია და სხვა.

საწარმოს ტერიტორია და სანიტარიულ-დამცავი ზონა უნდა კეთილმოეწყოს და გამწვანდეს. მწვანე ნარგავები იცავს საცხოვრებელ მასივს მათში მტვრის, კვამლისა და აირების მოხვედრისაგან, აგრეთვე ქარისა და ხმაურის ზემოქმედებისაგან.

სანიტარიულ-ჰიგიენური პირობები როგორც სამუშაო ზონის შიგნით, ასევე საწარმოო სათავსებში უნდა შეესაბამებოდეს ნორმებს. სანიტარიულ-ჰიგიენურ პირობებში ძირითადად იგულისხმება ჰაერის დამტვერიანება, მასში მავნე აირების კონცენტრაცია, მისი ტემპერატურა და ტენიანობა.

დახურულ სათავსებში განლაგებული სითბოს, ორთქლის, აირებისა და მტვრის გამომყოფი ტექნოლოგიური მოწყობილობები აღჭურვილი უნდა იყოს სპეციალური და ატმოსფეროში გატყორცნამდე ჰაერის ყოველმხრივ გამწმენდი დანადგარებით.

თუ გამოყოფილი ჰაერის გაწმენდა მავნე ნივთიერებებისაგან რაიმე მიზეზის გამო ტექნიკურად შეუძლებელია, მისი გამოტყორცნა ატმოსფეროში ხდება რაც შეიძლება ზედა ფენებში.

ყველა მუშა და მოსამსახურე, სამუშაოზე მიღების წინ, შრომის უსაფრთხო მეთოდების შესწავლასთან ერთად აუცილებლად გადის ინსტრუქტაჟს პროფესიული დაავადებების შესამცირებელი, სანიტარიული პროფილაქტიკის, პირადი ჰიგიენისა და უბედური შემთხვევების შედეგად დაშავებულთათვის გადაუდებელი დახმარების აღმოსაჩენი ღონისძიებების შესახებ.

სილიკოზის მხრივ საშიში ქანების დამამუშაველ კარიერებზე ყველა მუშა წელიწადში ერთხელ გადის სამედიცინო შემოწმებას რენტგენოგრაფიით. დანარჩენ კარიერებზე ასეთი შემოწმება ხდება ორ წელიწადში ერთხელ.

თითოეულ ან რამდენიმე კარიერზე ერთად ეწყობა სანიტარიულ-საყოფაცხოვრებო სათავსები მამაკაცებისა და ქალების განყოფილებებით. ამ სათავსებში მოწყობილია: საშინაო ტანსაცმლის გასახდელი, პირსაბანი, სპეცტანსაცმლის გასახდელი, ქალის პირადი ჰიგიენის



ოთახი, მექანიკური სამრეცხაო, სპეცტანსაცმლისა და სპეცფენსაცმლის შემკეთებელი სახელოსნო, ადუღებული და გაზიანი წყლის მოსამზადებელი სათავსი, სველი ტანსაცმლის საშრობი, სადებინფექციო კამერა, საპირფარეშოები, სათავსების დასალაგებელი ინვენტარის შესანახი საკუჭნაო და ოთახი ზედა სამუშაო ტანსაცმლის მტვრისაგან გამწმენდი დანადგარით.

ღია სამუშაო ადგილებზე და გაუთბობელ სათავსებში მომუშავეებისათვის თითოეულ უბანზე ეწყობა გასათბობი და წვიმის დროს თავშესაფარი სათავსები. მათში დგება გასათბობი ხელსაწყოები, ხელსაბანები, ავზი სასმელი წყლისათვის, საჭმლის შესანახი კარადა და სანაგვე ყუთი. ამ სათავსის ფართობი განისაზღვრება მრავალრიცხოვან ცვლაში თითოეულ მომუშავეზე  $0,1 \text{ მ}^2$ , მაგრამ მისი ფართობი არ უნდა იყოს  $8 \text{ მ}^2$  – ზე ნაკლები.

ქანსარჩევი საკონვეიერო ხაზების გასწვრივ მომუშავეთა თავის შესაფარებლად ეწყობა დახურული დათბუნებული გალერეები.

კარიერის ობიექტების წყალმომარაგება შეიძლება განხორციელდეს საერთო სარგებლობის წყაროდან ან კარიერის გამგებლობაში მყოფი წყალმომარაგების ქსელიდან. წყლით შეუფერხებლად მარაგდება კარიერის ყველა საწარმოო-საყოფაცხოვრებო სათავსი.

აუცილებელია, საწარმოო და სამეურნეო-სასმელი მიზნით გამოყენებული წყლის ქიმიურ-ბაქტერიოლოგიური შედგენილობა შემოწმდეს ათ დღეში ერთხელ ზაფხულში და თვეში ერთხელ ზამთარში. სამეურნეო-სასმელი მიზნებისათვის წყლის გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ სახელმწიფო სანიტარიული ინსპექციის ორგანოების სპეციალური ნებართვის შემდეგ.

წყლის ზედაპირული წყაროების წყალდასაწნეო დანადგარები და ჭაბურღილები აუცილებლად დაცული უნდა იყოს გაჭუჭყიანებისაგან. სასმელი წყლის წყაროებისათვის ეწყობა სანიტარიული დაცვის ზონა.

სასმელად გამოიყენება გადადუღებული და გაზიანი წყალი. სასმელი წყლის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს  $20^{\circ} \text{C}$ -ს და არ უნდა იყოს  $8^{\circ} \text{C}$ -ზე ნაკლები.

საქართველოში ბოლო დროს წარმოქმნილ ეკოლოგიურ პრობლემებსა და კატასტროფებს შორის განსაკუთრებით საგანგაშოა ბუნებრივი ღია წყალსატევების მზარდი დაბინძურება ( $\text{Ra}^{222}$ ,  $\text{Rn}^{222}$ , და  $\text{K}^{40}$ ) რადიონუკლიდებით.

$\text{Rn}^{222}$  – უხილავი, მძიმე აირია (ჰაერზე 7,5-ჯერ მძიმე). ეს ელემენტი დიდ საშიშროებას წარმოადგენს მაღაროში მომსახურე პერსონალისთვის. იგი ორგანიზმში ხვდება შესუნთქულ ჰაერთან ერთად, მაღაროში აეროზოლების კონცენტრაცია მეტად მაღალია, საწარმოო პროცესები მნიშვნელოვნად ზრდის გვირაბის ჰაერის დამტვერიანებას.

არ წარმოებს სრული განიავება, რის შედეგადაც რადიაქტიური ელემენტების შემცველობა ხშირად აჭარბებს დასაშვებ ნორმას. ამიტომ ისინი ადვილად აღწევენ ადამიანის ორგანიზმში და იწვევენ პროფესიულ დაავადებებს.

ჩვენ მიერ იქნა შესწავლილი მაღაროდან გამოსული ნარჩენი ელემენტებით დაბინძურებული წყლები. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ წყლებში  $\text{Ra}^{226}$ -ის და, შესაბამისად,  $\text{Rn}^{222}$ -ის შემცველობა აჭარბებს ნორმას. ამიტომ ლაბორატორიულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ წყლიდან  $\text{Ra}^{222}$ -ის და  $\text{Rn}$ -ის მოცილების შედეგები.

ცხრილი 1

ხსნარის კონცენტრ.	სიმაკრე		შედგენილობა						შემ. რად ელემენ.		მ.შ. ნალექი	pH
	საყოთ	კარბონა.	Ca	Mg	Na+ k	So <sup>2-</sup> <sub>4</sub>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub>	წყალში			
									<sup>226</sup> Ra*10 <sup>-11</sup>	Rn <sup>222</sup> *10 <sup>-11</sup>		
გამოსავ. წყალში	12,35	2,35	197	29,9	188	68	472	145	20,0	30,0	1250	7,2
1 5%	3,9	0,8	60,0	11,8	181	65,0	375	42,6	13,6	3,4	872	6,5
2 10%	0,7	0,2	12,0	3,6	180	64,8	370	12,4	12,6	1,3	885	6,8
3 15%	0,6	0,1	10,0	2,4	176	66,4	365	6,3	12,5	1,3	890	7,0
კონ. შედგ.	5,0	1,5	350	20	300	200	350	91,5	4,5	-	1000	6-

ვიყენებდით *K* ხსნარს – რეაგენტს, რომლის დახმარებით შევძელით  $Ra^{226}$ -ის გამოლექვა.

ლაბორატორიული დანადგარის სქემა: მალაროებში არ დგას სათანადო სიმაღლეზე შრომის უსაფრთხოების საკითხები. მანგანუმის და რადიოაქტიური ელემენტების შემცველობა მალაროს ჰაერში ხშირად აჭარბებს დასაშვებ ნორმას. საწარმოო პროცესები მნიშვნელოვნად ზრდის გვირაბის ჰაერის დამტვერიანებას. საჭიროდ მიგვაჩნია: 1) მალაროში მოეწყოს ისეთი სიმძლავრის ვენტილატორები, რომლებიც უზრუნველყოფს ჰაერის გასუფთავებას დასაშვებ ნორმაზე; 2) ბურღვა-აფეთქებითი სამუშაოების წარმოების დროს საჭიროა დამატებითი ღონისძიებების მიღება, რომლებიც მკვეთრად შეამცირებენ მალაროს დამტვერიანებას.

### 3. დასკვნა

სამთო საწარმოებში შრომის ჰიგიენის საკითხების დაცვას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს პროფესიული დაავადების აღმოსაფხვრელად ან, საუკეთესო შემთხვევაში, მისი ადრეულ სტადიაში აღმოჩენას უწყობს ხელს.

#### ლიტერატურა

- გ. გაბუნია. საქართველოს სამთამადნო და ქვანახშირის მრეწველობაში მიწის ქვეშ მომუშავეთა შრომის ჰიგიენის ძირითადი საკითხები. თბილისი, 1974 წ. გვ. 128.
- შრომის დაცვა. თბილისი: განათლება, 1975 წ. გვ. 290.
- მ. ქიტოშვილი, თ. კუნჭულია. შრომის დაცვა გეოდეზიური და საკადასტრო სამუშაოების შესრულების დროს. თბილისი, 2007 წ.
- ვ. კაშიბაძე, ვ. ზამთარაძე, გ. ჩიქობავა, თ. კუნჭულია. შრომის დაცვა და სამთომამუშელო საქმე. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 1999 წ.

## LABOUR HYGIENE IN MINING INDUSTRY

### 1. Preface

Contemporary mine is a difficult mechanized industry, which is characterized by many specific features of labour sanitary conditions.

While working underground miners lack daylight. Underground meteorological conditions sharply differ from the conditions of the mines on the surface. Drilling, tamping, loading, transportation and other operations with are directly linked with formation of dust which consists of silicium, manganese and other materials. Machines at work cause terrible noise and vibration.

### 2. The Body

Extraction of ore is linked with constant changing of work places and this creates the danger of traumatism together with other factors. Coal layer secrets carbon and methane which accumulate in mine and pollutes air in it. Quarring of coal by explosion of ammonite air is polluted with carbon. Unlike quarry other ores: manganum, zink ore do not contain or secret harmful gas besides a little quantity of carbon which may appear in the ore.

Hence we can infer that meteorological conditions of mines (such as unhealthy air temperature, carbon, methane, nitrogen and so on) may affect the people working underground. The steam of mercury, coal, silocium and others containing dust is very harmful for workers.

It is well-known fact that working ability of person mainly depends on his health, enviromental conditions, age and the length of service. During working hours the relaxing regime is very important.

Labour hygiene is a science which studies physical, chemical electro-chemical and electro-physical impact on people's health in the conditions of industry.

The main task of labour hygiene is: develop measurments which improve working conditions and reduce professional disease.

Working is physical and spiritual requirement for a healthy person, but any kind of work must be accompanied by resting, e.g. after hard underground work a person needs long, cosy situation.

It is established that working ability during the working day is not the identical. When a man gets involved in the rythm the productivity of labour increases and gradually reaches its maximum limit. This maximum limit continues several hours, after it begins tiredness and productivity of labour is reducing respectively.

The tiredness which comes during the work maybe killed with short breaks from time to time.

According to the existing investigations in order to preserve high productivity of labour it is necessary: to involve in work gradually, getting rythm, gradual mental work, correct regime of work and rest.

The main form of rest is sleeping during which a person restores full energy. Sleeplessness causes headache, exhaustion of nervous cells of brain. And also may cause other specific illness.

On the working ability the following factors influence such as: meteorological conditions, light, and arrangement of furniture, comfort and colour of walls.

The administration of the firm is obliged to equip every working place and create working conditions corresponding to labour security rules. There exist inter branch for techniques and factory rules sanitary. Labour security for rules are legislative. Violation is prohibited by law. Miners working in extremly dangerous and pollute conditions are given specific clothes by the factory, products and many other things for individualuse situation. Working systematically in a dangerous at high temperature miners must have correct regime of water supply. They are given specific salty (0,5%) water by the administration. One of the main problems is feeding in the field conditions and protecting labour hygiene at the same time. Working in the field was very difficult in the past, because there wasn't any technical equipment. While performingin the field work vironing temperature is also very important.

A great attention is paid to nutrition. As it's known during working process human being spends energy which we can imagine approximately as follows: 1 kkc warmth is spent per 1 kg each day. If a person weighs 75kg the energetic expenditure will be:  $75 \cdot 1 \cdot 24 = 800 \text{ kkc}$ . Practically it is much more than the calculated one and in the field it may reach from 4000 to 5500kc. It is necessary to calculate water expenditure. It is admitted to suppose 35 mg water per 1kg weight i.e.:  $75 \cdot 35 = 2625 \text{ mg} = 2,6 \text{ liter}$  and average 3-4 liters twenty four hours. It should be mentioned that 15-20 % is water content in nutrition. If in the field conditions we cannot manage haveing boiled water which must be boiled more than 20 minutes according to the rule it is allowed to have necessary water disinfected by chlorine or by 5-6 drops of hydrochlorine acid or 5-6 drops of iodine solution. During work in the field conditions there may occur infections as follows.

Encephalitis- it is mainly carried by mosquite and tick. Squirrels, hedgehogs, rats and some birds are taken ill with it too. Extremely heavy is Taiga's Encephalitis, which damages cover of brain and is characterized by heavy results. To avoid this illness we must have specific clothes which prevent tick to move on it. We must avoid drinking milk which is not boiled. While working in Taiga it is necessary to search tick every 2 or 3 hours. Generally we must make vaccination, (ointments-"Taiga\ ""Ankara")

Malaria-mosquito Anopheles is infectious. 15-20 million people had been infected by this illness in ancient Russia. According to the statistic data in Georgia we don't come across this illness nowadays.

Leyshmaniozi – infects through dogs, foxes, jackals and fluffs. There is Leyshmaniozi of internal organs that damages internal organs-liver, spleen and others. There exists skin Leyshmaniozi which is comparatively less dangerous.

Tularemia-is carried by rat, mouse, hare, flea and others, it is characterized by high temperature 39-40 degrees for a long period (2-3 months).

Brucellosis-it mainly infects through water, milk, infected meat. It is characterized by high temperature and paralysis of muscles.

Besides all these workers may be infected by poisonous insects and bites of reptiles, e.g. in Central Asia people are often hurt by the snakes giurza, cobra and so on. The most effective remedy is sucking out the bit place. We also meet poisonous scorpion, karakuti - the black spider, which poison is 12-15 times more dangerous than the poison of snakes.

Usually mining- geodezic expedition must have a large reservation of emergency equipment such as compass, match, weapons and food. We must take a guide in order not to lose way. It's prohibited to go alone in strange places at night, but if in any case we lose the way we must follow the rules: at nights and at daytime make fires in the elevated places, remove plant leaves, leave letters and move the skin from trees on the territory you are moving. Doing the same is prohibited by the search group otherwise they may follow the whole way but never find each other. In such conditions they use mobile phones and radio waves nowadays that play an important role.

Company's planning must satisfy manufacturing, transportation, economic, hygienic and other necessary requirements. The industrial stadium must correspond the necessary sanitary demands providing natural light and natural airing. Besides it must have plane surface and natural slope to avoid surface and flowing water. The location of industrial area should provide compact population of people working in the company considering sanitary norms. Industrial blocks, shops and industrial constructions must be located opposite the direction of constant winds.

Departments secreting harmful toxins must be located backword the dwelling houses to other shops. The departments which secret litter and polluted air must be located bee side towards industrial sites and the dwelling area. Between the population and factory here must be clearing sanitary - protection zone, which width for quarry is 300m, 500m, or 1000m, according to the variaty of ore in this place. In sanitary-protection zones there may be housed fire brigade, bath, laundry, auto garages, warehouses, administrative buildings, canteens, dispensary and so on. The factory territory and sanitary protection zone must be comfortable and green. Plants protect the dwelling from dust, harmful air and also from the wind and noise.

Sanitary -hygienic conditions both inside the working zone and in the as factory receptacles must correspond standards. Sanitary-hygienic conditions mean air dustness, concentrated harmful airs in it and its temperature and humidity. Technical equipments situated in the indoor receptacles which secret warmth, steam, air must have special sucking out machines and afferwerd clearing devices clearing the air before thrushingit out the air. If secreted air clearing is impossible for zome reason its thushing out is carried out very high in the atmosphere. Before employed at work every worker studies special course in lobour security and takes instruction courses for reduction professional deseases. They also study sanitary hygiene, personal hygiene and also how to provide an urgent aid in case to the of.

Every worker working on the dangerous quarry undergoes special X-ray examination by rotgenograph on Silikoz every year. In other quarries sanitary sections are arranged for men and

women separately once every two yers. In these sections there are: wardrobes, washing basins, wardrobes for special clothes, room for private hygiene, mechanical washing, clothes and shoes mending workshop, a room for boiled and fizzy water, drier for wet clothes, disinfection camera, lavatories, box-room for working section tools and special machine.

In open working places whith no heating special heaters and shelters protecting from cold and rain are arranged. They house there washing basin, different tools, tank for drinking water, cupboard for keeping food and litter bin. This area is defined 0,1 m<sup>2</sup> for each person in a multiple but its area must not be less than 8m<sup>2</sup>. Along the rock selective conveyor line, indoor warm galleries for workers shelter are arranged. Quarry water supply could be arranged from central source or from the water supply under the quarry administration. It is necessary to check potable water chemical and bacteriological consistence every ten days in summer and once a month in winter. Drinking water must be controlled by sanitary policy and there must be special visa of the government sanitary department to use it. The springs flowing on the surface and also wells must be protected from pollution. Special sanitary protecting zones are held for springs (potable water). For drinking boiled and cold fizzy waters are used. The temperature of potable water must not be above 20 degrees C and lower than 8 degrees C.

Among the ecological and other problems set up lately in Georgia, especially troubling increasing pollution of natural open reservoirs. (Ra <sup>226</sup>, Rn<sup>222</sup>, and K <sup>40</sup>) with radionuclides. Rn <sup>222</sup> -is invisible, heavy gas(7,5 times heavier than air).This element is very dangerous for miners working pits. It enters the organism together with the air minesaersoles in is concentration s very high, working process increases dust in the air. Complete airing is impossible, due to this radioactive elements often enterexceed the possible norm. That is why they easily enter the organism and cause professional illness. We inverstigated waters taken from the mine polluted. It must be mentioned that in these waters R<sup>226</sup> and accordingly Rn <sup>222</sup> consistance exceeds the norm. That’s why on the basis of the laboratorial data we can imagine the results of taking Ra <sup>226</sup> and Rn <sup>222</sup> from the water.

concentration of solution	hardness მგ- эқв/л		consistance						radio element consistence		pre	pH
	general	carbonic	Ca	Mg	Na+ k	So <sup>2-4</sup>	Cl <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub>	in water			
									<sup>226</sup> Ra*10 <sup>-11</sup>	Rn <sup>222</sup> *10 <sup>-11</sup>		
takeh from water	12,35	2,35	197	29,9	188	68	472	145	20,0	30,0	1250	7,2
1 5%	3,9	0,8	60,0	11,8	181	65,0	375	42,6	13,6	3,4	872	6,5
2 10%	0,7	0,2	12,0	3,6	180	64,8	370	12,4	12,6	1,3	885	6,8
3 15%	0,6	0,1	10,0	2,4	176	66,4	365	6,3	12,5	1,3	890	7,0
consistence of con.	5,0	1,5	350	20	300	200	350	91,5	4,5	-	1000	6-

We applied K-solution- reagent by means of which we could remove Ra226 precipitancy.

The diagram of laboratory mounting:

In mines the labour safety problems are not at the proper level. The consistence of manganese and radioactive elements in the air often exceed the necessary norms, production processes increase dust in the mines. We suppose necessary the following:

1) To arrange ventilators in mines with the strength to provide air clearing at necessary level

2) During the drilling - explosion works it is necessary to introduce additional measures, which sharply reduce the time of dust-concentration mines.

### 3. Conclusion

In mining industry to follow the labour hygiene security norms has decisive role in eliminating or reducing professional illness. It favours to detect the disease at an early stage.

### References

1. G. Gabunia. On principle issues in labour hivyene for underground workers in mining and cool industry; p. 128, 1974, Tbilisi
2. Additional measures in drilling-explosion process reducing dust concentration in time
3. M. Kitoshvili, T. Kuncchulici. Labour security in geodesic and cadastre activivity, 2007, Tbilisi
4. U.V. Kashbadze, V.Zamtaradze, G. Chikobava, T. Kunchulia. Labour secutity and saring. Technical University, Tbilisi, 1999

### შრომის ჰიგიენა სამთო საწარმოებში. მ. კიტოშვილი, კ. რამაზაშვილი, ნ. მექვაბიშვილი, ს. მანჯგალაძე.

განხილულია სამთო საწარმოებში შრომის ჰიგიენის საკითხები, რასაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს პროფესიული დაავადების აღმოფხვრის ან განვითარების თავალსაზრისით.

საკვანძო სიტყვები: ტრავმატიზმი, მეტეოროლოგიური პირობები, შრომისუნარიანობა, შრომის ჰიგიენა, უსაფრთხოების ტექნიკა.

### LABOUR HYGIENE IN MINING INDUSTRY. M. Kitoshvili, K. Ramazashvili, N. Meqvabishvili, S. Manjgaladze.

The work deals with labour hygiene issues in mining industry which have a decisive role in elimination of proffessional disease.

**Key words:** traumatism, meteorological conditions, work ability, labour hygiene, safety technics.

### ДИСЦИПЛИНА ТРУДА В ГОРНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ. Китошвили М., Рамазашвили К., Меквабишвили Н., Манджгаладзе С.

Рассмотрены вопросы гигиены труда в горном производстве, что имеет решающее значение с точки зрения искоренения профессиональных заболеваний или их развития.

**Ключевые слова:** травматизм; метеорологические условия; работоспособность; гигиена труда; безопасность труда.

**ინფორმაცია**

საიტის რუკა		მოგვწერეთ	საკონტაქტო ინფორმაცია	
კომპანიების შესახებ	მომსახურების სახეობანი და გადაწყვეტა	გეოსერვისული კონსალტინგი და აუტსორსინგი	სერვისის ტექნიკური უზრუნველყოფა	კონტაქტები



საქმეთაშორისი

## შპს „საქგეოსერვისი“



მონაცემთა ბაზების დამუშავებისა და შენახვის ცენტრი  
[Создание центров обработки и хранения данных](#)



სერვერული დაკავშირების გარანტირებული საკვანძო ელექტრული მომარაგების სისტემები  
[Системы гарантированного электропитания сетей, серверных и узлов связи](#)



კავშირის ქსელის შექმნა და მონაცემების გადატანა  
[Построение сетей связи и передачи данных](#)



კორპორაციული სატელეფონო ქსელი  
[Корпоративные телефонные сети](#)

### ჩვენი სავიზიტო ბარათია

საქგეოსერვისის სისტემის ინტეგრატორი, გთავაზობთ რიგი საკითხების გადაწყვეტისათვის სხვადასხვა ფორმებით მომსახურებას სამუშაოების შესრულებას მაღალი დონით, რაც შეიძლება იაფად და სწრაფად.

### საკონტაქტო ინფორმაცია

ტელ: 74-03-03  
 ფაქსი: 74-03-19  
 ბესო თვალიაშვილი  
 895-332-332

თბილისი, 0192, ლილოს დასახლება, ჭირნახულის 16, საქგეოსერვისი



**ინფორმაცია**

შპს “გეოსერვისი”  
ООО «Геосервис»

შპს “გეოსერვისი” აწარმოებს სარეწაო-გეოფიზიკურ სამუშაოებს ნავთობის და გაზის ჭაბურღილებში. შპს “გეოსერვისი” დაფუძნებულია სს ნავთობის ეროვნული კომპანიის “საქნავთობის” მიერ.

გეოფიზიკური სამსახური 1929 წლიდან არსებობს და აქვს გეოფიზიკური მომსახურების დიდი გამოცდილება როგორც ბურღვის პროცესში, ასევე ექსპლუატაციაში მყოფ ჭაბურღილებში.

შპს “გეოსერვისის” საწარმოო ურთიერთობები აგებულია სახელშეკრულებო პრინციპზე, დამკვეთის მოთხოვნებზე დაყრდნობით. თავის საქმიანობაში იყენებს ახალ ტექნოლოგიებს და მეთოდებს. შპს “გეოსერვისის” პრიორიტეტებია- გონიერი ფასების პოლიტიკა და სახელშეკრულებო ვალდებულებების შესრულება. ვმუშაობთ ურთიერთხელსაყრელი პირობების გათვალისწინებით და მზად ვართ თანამშრომლობისათვის ნებისმიერ კომპანიასთან.

შპს “გეოსერვისის” ძირითადი დამკვეთები არიან - სს ნავთობის ეროვნული კომპანია “საქნავთობი”, საოპერაციო კომპანიები: შპს “იორის ველი”, შპს “კანარგო” და შპს “ფრონტერა ისტერნ ჯორჯია”.

ООО «Геосервис» производит промыслово-геофизические исследования нефтяных и газовых скважин на территории республики Грузия . Учредителем ООО «Геосервис» является Грузинская национальная нефтяная компания а/о «Грузнефть».

Геофизическая служба создана в 1929 году и имеет большой опыт работы, специализирующийся на предоставлении услуг в сфере геофизического сервиса, как бурящихся скважин, так и скважин, находящихся в эксплуатации.

ООО «Геосервис» строит свои производственные отношения на основе учёта пожеланий наших заказчиков, внедряет новые технологии и методики. Разумная ценовая политика и соблюдение договорных обязательств-приоритеты службы ООО «Геосервис». Мы работаем на взаимовыгодных условиях и открыты для сотрудничества.

Гл. заказчиками ООО «Геосервис» являются : а/о «Грузнефть» Грузинской национальной нефтяной компании и операционные компании – ООО «Иорис Вели», ООО «Канарго» и ООО «Фронтера Истерн Джорджия».

**მომსახურების სახეობები**

*სარეწაო-გეოფიზიკური კვლევები ჭაბურღილებში*

- ელექტრული მეთოდები;
- რადიოაქტიური მეთოდები;

## ინფორმაცია

- აკუსტიკური მეთოდები;
- თერმომეტრია;
- ჭაბურღილების ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი;
- ცემენტის ხარისხის კონტროლი;
- სამაგრი კოლონის ტექნიკური მდგომარეობის განსაზღვრა;
- გეოფიზიკური კვლევები საბადოს დამუშავების კონტროლის მიზნით;
- ფენების გამოცდა ფენის გამომცდელობით;
- გეოლოგიურ-ტექნოლოგიური კონტროლი;
- სროლა-აფეთქებითი სამუშაოები;
- სვაბირება;
- ინტერპრეტაციის სისტემა და გეოფიზიკური კვლევების შედეგების დამუშავება;
- ჭაბურღილების ხელსაწყოების მეტროლოგიური უზრუნველყოფა.

### Виды услуг:

#### *Промыслово-геофизические исследования скважин:*

- Электрические методы.
- Радиоактивные методы.
- Акустические методы.
- Термометрия.
- Контроль технического состояния скважин.
- Контроль качества цементирования.
- Определение технического состояния обсадных колонн.
- Геофизические исследования при контроле за разработкой месторождения.
- Испытание пластов пластоиспытателем.
- Геолого-технологический контроль бурения.
- Прострелочно-взрывные работы.
- Свабирование.
- Система интерпретации и обработка результатов геофизических исследований скважин.
- Метрологическое обеспечение скважинной аппаратуры.

#### ჭაბურღილების გეოლოგიურ-ტექნოლოგიური გამოკვლევა

#### *გეოლოგიური პარამეტრები:*

- შლამის აღწერა;

---

---

**ინფორმაცია**

- ფორიანობის, სიმკვრივისა და კარბონატულობის განსაზღვრა;
- ლუმინისცენტური ანალიზი.

**ტექნოლოგიური პარამეტრები:**

- სარეცხი ხსნარის მოცულობა შესავალსა და გასავალზე;
- დაწოლა სატეხზე;
- სარეცხი ხსნარის დონე რეზერვუარში;
- სარეცხი ხსნარის ტემპერატურა;
- სარეცხი ხსნარის სიმკვრივე;
- როტორის ბრუნვის სიჩქარე;
- წნევა საჭირხნ ხაზში;
- ქანების ბურღვის სიჩქარე;
- გაზის ჯამური რაოდენობა.

**Геолого-технологическое исследование скважин**

**Геологические параметры:**

- Описание шлама.
- Определение пористости, плотности, карбонатности.
- Люминесцентный анализ.

**Технологические параметры:**

- Объем промывочной жидкости (ПЖ) на входе и на выходе.
- Нагрузка на долото.
- Уровень ПЖ в емкостях.
- Температура ПЖ.
- Плотность ПЖ.
- Скорость вращения ротора.
- Давление нагнетательной линии.
- Время бурения 1-го метра проходки.
- Суммарное газосодержание.

**სროლა-აფეთქებითი სამუშაოები**

I პერფორაციული სამუშაოების ჩატარება სხვადასხვა ტიპის პერფორატორების

---

---

**ინფორმაცია**

გამოყენებით;

II. ავარიის სალიკვიდაციო სამუშაოების ჩატარება სროლა-აფეთქებითი სამუშაოების მეშვეობით;

III ფეთქი პაკერისა და ცემენტის ხიდის დაყენება;

IV ფენების გახლეჩა.

## **Прострелочно-взрывные работы**

**I. Производство перфорационных работ перфораторами различного типа.**

**II. Ликвидация аварий посредством прострелочно-взрывных работ.**

**III. Установка взрывпакера и цементного моста.**

**IV. Гидроразрыв пластов.**

*ჭაბურღილების გამოცდა ღია და დამაგრებულ ლულაში*

- ფენიდან მოდენის გამოწვევა;
- ფლუიდის აღება ფენიდან;
- ფენის ჰიდროდინამიკური თვისებების (ფენის წნევის, პროდუქციულობის კოეფიციენტის, ფაქტიური და პოტენციური დებიტისა და დრენირების ზონის შეღწევადობის განსაზღვრა).

*ჭაბურღილის კაპიტალური რემონტი*

- ფენის ჰიდროგახლეჩა;
- ფენის მჟავით დაბუშავება;
- სელექციური დაცემენტება.

*საექსპლუატაციო კოლონის ტექნიკური მდგომარეობის კონტროლი*

- დაზიანების ადგილის განსაზღვრა;
- დაზიანების ხასიათის განსაზღვრა;
- კოლონის დაწნეხა;
- ჭის პირის დანადგარების დაწნეხა;

---

---

**ინფორმაცია**

- კოლონის დარღვევის ადგილის იზოლაცია;
- რამდენიმე ობიექტის განმხოლოებული ექსპლუატაცია.

## **Испытание пластов в обсадных и необсадных скважинах**

### *Испытания скважин:*

- Вызов притока из пласта.
- Отбор пластовых флюидов.
- Определение гидродинамических свойств пластов: пластового давления, коэффициента продуктивности, фактического и потенциального дебита, проницаемости зоны дренажа.

### *Капитальный ремонт скважин:*

- Гидроразрыв пластов.
- Кислотная обработка.
- Селективная цементация.

### *Контроль за техническим состоянием эксплуатационной колонны:*

- Определение места повреждения.
- Определение характера повреждения.
- Опрессовка колонны.
- Опрессовка устьевого оборудования.
- Изоляция места нарушения колонны.
- Раздельная эксплуатация нескольких объектов.

## **სარეწაო- გეოფიზიკური კვლევების მასალების ინტერპრეტაცია**

- ჭრილის ლითოლოგიური დანაწევრება და კოლექტორის ტიპის დადგენა;
- ჭრილში პროდუქტიული ინტერვალების გამოყოფა;
- ქანების პეტროფიზიკური პარამეტრების (ფორიანობა, შეღწევალობა, თიხიანობა, ნავთობშემცველობა, ეფექტური სისქე და ა.შ.) განსაზღვრა.
- გეოლოგიური ჭრილების კორელაცია და პროდუქტიული ჰორიზონტების იდენტიფიკაცია
- ჭაბურღილებში მუშა ინტერვალების დადგენა საბადოების დამუშავების გეოფიზიკური კონტროლის მეთოდების საფუძველზე.

## ინფორმაცია

სარეწაო-გეოფიზიკური კვლევების მასალების ინტერპრეტაცია ხორციელდება დამუშავების სისტემით-“ ინტელ-2002”.

### Интерпретация материалов геофизических исследований скважин (ГИС)

- Литологическое расчленение разреза и определение типа коллектора.
- Выделение в разрезе продуктивных интервалов.
- Определение петрофизических параметров пласта: пористости, проницаемости, глинистости, нефтенасыщенности, эффективной мощности и т.д.
- Корреляция геологических разрезов, идентификация продуктивных горизонтов.
- Определение работающих интервалов геофизическими методами контроля за разработкой месторождений.

Интерпретация материалов геофизических исследований скважин производится обрабатывающей системой “Gintel-2002”.

### I. რეგიონალური გეოლოგია

1. საქართველოს ტერიტორიაზე შავი ზღვის აკვატორიის ჩათვლით ნავთობისა და გაზის პერსპექტიული და პროგნოზული რესურსების შეფასება, ჯამური პოტენციური რესურსების გამოთვლა სტრატეგრაფიული კომპლექსების, სიღრმეებისა და კატეგორიების მიხედვით.

2. ნავთობსა და გაზზე გეოლოგიურ – საძიებო სამუშაოთა ძირითადი მიმართულებების განსაზღვრა არსებული სამრეწველო და წინასწარ შეფასებული მარაგების, პერსპექტიული და პროგნოზული რესურსების საფუძველზე, გეოლოგიურ – საძიებო სამუშაოების სახეობათა განსაზღვრა ცალკეული საკონტრაქტო ბლოკების მიხედვით.

3. საკონტრაქტო ბლოკების ფარგლებში არსებული გეოლოგიური, გეოფიზიკური (სეისმური), სარეწაო გეოფიზიკური და ბურღვითი მონაცემების მოძიება, მათი დამუშავება, ინტერპრეტაცია და სტანდარტულ ფორმატში მოყვანა, პერსპექტიული ფართობების გამოყოფის და მათ ნავთობგაზიანობის შეფასების მიზნით.

4. საქართველოს მთელი ტერიტორიის ფარგლებში ნავთობისა და გაზის დაგროვებების ძებნა – ძიების პროექტების შედგენა, სათანადო გეოლოგიური და ტექნოლოგიური გრაფიკული მასალის შემუშავებით.

### II. სტრატეგრაფია და ლითოლოგია

1. ქანების სრული მექანიკური ანალიზი. კარბონატულობის განსაზღვრა.
2. ქანების მინერალოგიური ანალიზი. მსუბუქი და მძიმე ფრაქციების შესწავლა.

### ინფორმაცია

3. ქანების პეტროგრაფიული შესწავლა, ქანების ტიპის დადგენა, ლითოლოგიური ჭრილების, ლითოლოგიურ-ფაციესური და სიმძლავრეების რუკების შედგენა.
4. ზედაპირული და ჭაბურღილების ჭრილების შეთავსება სარეწაო – გეოფიზიკური მონაცემების გათვალისწინებით.
5. ზედაპირული და ჭაბურღილების ჭრილების პალეონტოლოგიური შესწავლა.

### III. ჰიდროგეოლოგია და გეოქიმია

1. წყლების ქიმიური ანალიზის საფუძველზე მათი გენეტიკური ტიპის დადგენა, ჭაბურღილებიდან მიღებული წყლის სინჯების კორელაციის საფუძველზე ჭრილში ფენის წყლის მიღების ფაქტის დაფიქსირება.
2. ქანების ორგანული და არაორგანული შედგენილობის შესწავლა გეოქიმიური მეთოდებით;
3. ბიტუმოიდების ქიმიური შედგენილობის შესწავლა (ჯგუფური, ელემენტური და ა. შ.);
4. ბიტუმოიდების ტიპების დადგენა (სინგენეტიკური, ეპიგენეტიკური და ა. შ.);
5. დალექვის პირობების რეკონსტრუქცია;
6. დანალექ საფარში ნავთობდედაქანების გამოყოფა და მათი პოტენციური შესაძლებლობების დადგენა.

ფლუიდებისა და ბიტუმოიდების გამოკვლევები:

- – ნავთობის სიმკვრივის განსაზღვრა;
- – ნავთობის ფრაქციული შედგენილობის განსაზღვრა ატმოსფერულ პირობებში;
- – ნავთობის სიბლანტის განსაზღვრა;
- – ნავთობში მყარი პარაფინების % რაოდენობის განსაზღვრა;
- – ნავთობში მექანიკური მინარევების განსაზღვრა;
- – ნავთობში წყლის შემცველობის განსაზღვრა;
- – ნავთობის ჯგუფური ანალიზი (მეთანურ-ნაფტენური ნ<sup>წ</sup>, არომატული ნ<sup>წ</sup>, ბენზოლური ფისები, სპირტ-ბენზოლური ფისები, ასფალტენები);
- – ნავთობის გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდით შესწავლა-
  - ა – ნორმალური ალკანები C<sub>7</sub>-C<sub>30-34</sub>;
  - ბ – იზოპრენოიდული ალკანები C<sub>11</sub>-C<sub>21</sub>;
- – ცივი და ცხელი ექსტრაქციის მეთოდით ქანებში ბიტუმოიდების რაოდენობრივი განსაზღვრა;
- – ბიტუმოიდების ჯგუფური ანალიზი თხელშრეებრივი ქრომატოგრაფიული მეთოდით;

## ინფორმაცია

- – ბუნებრივი და ნავთობის თანმხლები გაზების ანალიზი- $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6$ , ნორმალური და იზო- $\text{C}_3\text{H}_8$ ,  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ,  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ .
- – ფენის წყლის საერთო ქიმიური ანალიზი.

### IV. სარეწაო გეოლოგია, ნავთობისა და გაზის მარაგების დათვლა

1. პროდუქტიულ ქანებზე სტრუქტურული რუკების შედგენა.
2. ნავთობ და გაზშემცველი ჰორიზონტების ეფექტური სიმძლავრეების დადგენა ჭაბურღილების ჭრილებში.
3. ქანების კოლექტორული თვისებების დადგენა.
4. მარაგების დასათვლელად აუცილებელი პარამეტრების განსაზღვრა.
5. სარეწაო – გეოფიზიკური მონაცემებით პროდუქტიული წყებებისა და ჰორიზონტების კორელაცია.

### V. საბადოების დამუშავება

1. არსებული მონაცემების საფუძველზე საბადოების დამუშავების ტექნოლოგიური სქემებისა და პროექტების შედგენა, საექსპლუატაციო ჭაბურღილების ოპტიმალური რაოდენობის დადგენა და შესაბამისი ბადის შერჩევა, ნავთობისა და გაზის მოპოვების პროგნოზირება.

### VI. ჰიდროდინამიკური კვლევები

1. ჰიდროდინამიკური კვლევა სხვადასხვა რეჟიმზე მომუშავე ჭაბურღილებში.
2. ჰიდროდინამიკური კვლევა ფენის წნევის აღდგენის მეთოდით.
3. ფენის ფლუიდის სინჯების აღება ჭაბურღილებში ფენის პირობებში და ჭაბურღილის პირზე.
4. საბადოს ფარგლებში ჰიდროდინამიკური კვლევების შედეგად მიღებულ მასალებზე დაყრდნობით საბადოს ენერგეტიკული თავისებურებების გამოვლენა და რეჟიმების დადგენა, ნავთობის ამოსაღები კოეფიციენტის სიდიდის განსაზღვრა, გეოლოგიური და ამოსაღები მარაგების გამოთვლა.

### VII. ნავთობისა და გაზის შეკრება, მომზადება, შენახვა, გადამუშავება, გარემოს დაცვა

1. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიშისა და გარემოში მავნე ნივთიერებების გაფრქვევის ლიმიტების პროექტების შედგენა;
2. ზღვებსა და ოკეანეებში ნავთობის ჩაღვრის სალიკვიდაციო ღონისძიებების მართვა;
3. საწარმოების ეკოლოგიური მდგომარეობის ანალიზი და შეფასება;
4. ჭაბურღილების მშენებლობის პროექტირებისათვის გარემოს დაცვითი



## ინფორმაცია

- ნაწილის შედგენა (ტექნიკური და ბიოლოგიური რეკულტივაციის პროექტები);
5. ნავთობისა და გაზის მოპოვების, შეკრების, მომზადების, შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს ნახშირწყალბადების ტექნოლოგიური დანაკარგების განსაზღვრა და მათი შემცირებისათვის საჭირო ღონისძიებების დამუშავება;
  6. სარეწაოების ეკოლოგიური ინვენტარიზაცია და მათთვის ეკოლოგიური პასპორტების შედგენა;
  7. ქანების, ნიადაგების და წყლების ნავთობპროდუქტებით დაჭუჭყიანების ხარისხის განსაზღვრა;
  8. ნავთობის გადამუშავების ტექნოლოგიური რეგლამენტის შედგენა.

## საპროექტო სამუშაოები

1. გენერალური დამპროექტებლის ფუნქციის შესრულება.
2. საინჟინრო-გეოლოგიური ძიება მაგისტრალური მილსადენებისა და სამოქალაქო მშენებლობებისათვის. СНиП 1.02.07-87.

## სატამბონაჟო სერვისი

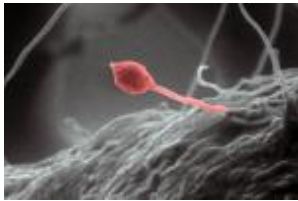
1. საცავი მილების კოლონის დაცემენტება და ცემენტის ხიდის დაყენება;
2. ცემენტის ანალიზის გაკეთება და რეცეპტურის შერჩევა;
3. საცავი მილების კოლონების, მანიფოლდის, საბურღი და საკომპრესორო მილების დაჭირხნა, ნავთობის აბაზანების დაყენება;
4. ფენების ჰიდრაულიკური გახლეჩა, მუავით დამუშავება და დრენირება;
5. ჭაბურღილების რეცხვა, საბურღი ხსნარის, ნავთობის და ტექნიკური წყლის გადატუმბვა და დონის დაწევა;
6. გაზსადენების, ნავთობსადენების და წყალსადენების დაწნეხა (გამოცდა).

## მექანიკური საამქროს სერვისი

- საბურღი და საცავი მილების შეკეთება;
- საბურღი და საცავი მილების გადამყვანების დამზადება;
- წაბურღილზე ავარიის სალიკვიდაციო ინსტრუმენტების დამზადება;
- 300 მმ-მდე დიამეტრის ყველა სახის დეტალების დამზადება.

ინფორმაცია

დიზელის სოკო  
(ჯუნგლების სათბობი)



*Gliocladium roseum*, ბიო-  
დიზელის გამომშავებელი სოკო



სოლიარით სავსე ქილა

მიკროფლორის შესწავლისას



თაფლი ფუტკრის მიერ შეგროვილი “Эвкрифия сердне-  
листная-ს“ ყვავილების მტვრისგან, რომელიც ძალზე გავრცელებულია სამხრეთ ამერიკაში

პატაგონიის წვიმიან ტყეებში აღმოჩენილია მცენარეებზე მცხოვრები სოკო, რომელიც გამოიშავებს ნამდვილ დიზელის საწვავს, რა თქმა უნდა მცირე რაოდენობით, მაგრამ გენურ ინჟინერიაში მომუშავენი მზად არიან იმუშაონ ამ საკითხზე.

მიკროსკოპიული სოკოს *Gliocladium roseum* შეუძლია გამოიშვაოს და მოგვცეს ნახშირწყალბადების მთელი ნაკრები, შედგენილობით ძალიან მიახლოებული იმ ნარევეთან, რომელიც დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება, როგორც დიზელის საწვავი. ამ გზით მიღებულმა ნივთიერებამ უკვე მიიღო დასახელება “მიკო-დიზელი“. აღმოჩენი ჯგუფის ხელმძღვანელი, პროფესორი გერი სტრობელი სინარულით აღნიშნავს: ეს ჩვენთვის ცნობილი ერთადერთი ორგანიზმია, რომელიც საწვავი მასალის ასეთი მნიშვნელოვანი შეთავსების სინთეზს ახდენს. კარგია ისიც, რომ სოკოს შეუძლია ამის გამოიშავება ჩვეულებრივი ცელულოზით?

*Gliocladium roseum* (სამწუხაროდ მას “ადამიანური“ დასახელება მას არა აქვს) არსებობს პატაგონიის ტყეებში (სამხრეთ ამერიკის ამ მხარეში მოგზაურობდნენ ჟიულ ვერნის გმირები კაპიტან გრანტის ძიებაში; მას მიეკუთვნება ჩილის და არგენტინის სამხრეთ მხარეები) ხეებზე “*Eucryphia cordifolia*” («Эвкрифия серднелистная»). ამ მცენარეზე მცხოვრები

მეცნიერებმა გამოარჩიეს მისი ქსოვილის და ორგანოების სხვადასხვა ნიმუშები და საკმაოდ ძლიერი ანტიბიოტიკებით მოახდინეს მათზე ზემოქმედება. ასეთ პირობებში თითქმის ყველა მიკროორგანიზმი იღუპება, მაგრამ *Gliocladium roseum* აღმოჩნდა გასაოცრი სიცოცხლისუნარიანი. ამ “მნიშვნელოვანი“ სოკოთი დაინტერესებისას, მეცნიერების გასაოცრად, აღმოაჩინეს საწვავი ნახშირწყალბადების და მათი წარმომქმნელების მთელი სპექტრი.

სინამდვილეში ნახშირწყალბადებს აწარმოებს ბევრი მიკროორგანიზმი; მაგრამ მხოლოდ *Gliocladium roseum* აწარმოებს გრძელბმიან მოლეკულებს, რომლის შედგენილობა ჩვეულებრივი დიზსაწვავის მსგავსია და ყველაფერი რაც ამისათვის ესაჭიროება უბრალო ცელულოზაა.

**ინფორმაცია**

გერი სტრობელი ამბობს: “როცა დღეს იღებენ ბიოდიზელს, რესურსად გამოიყენება მცენარეები, რომლებიც გადაამუშავება მიკროოგანიზმით, რომ მიიღოს შესაბამისი სუბსტრატი. ჩვენ “პატარას“ კი შეუძლია სინუზირება პირდაპირ ცელულოზიდან, ე.ი. ბიოდიზელის წარმოებაში მთელი ეტაპი შეიძლება გამოტოვებულ იქნეს.

მართლაც, სხვა რთულ პოლისახარილებთან და გემიცელულოზასთან ერთად, ცელულაზა ძირითადი მასალაა, რომლისგანაც აგებულია მცენარეული უჯრედების მყარი კედლები; ბუნებაში მათი გადაამუშავებით დაკავებული არიან სოკოები და ბაქტერიები. ცხოველთა უმეტეს ნაწილს მათი მონელება არ შეუძლია და მთელი მსოფლიოს სასოფლო-სამეურნეო შეფასებებიდან გამომდინარე, აწარმოებენ ყოველწლიურად 430 მილიონ ტონა ასეთ “ნარჩენებს“. თუ ისინი თანამედროვე ტექნოლოგიით გამოყენებულ იქნება ბიოსაწვავის სახით, საჭირო იქნება მთელი ამ მასის გადაამუშავება ცელულოზა ფერმენტებით, მიმღებიც ცელულოზას გარდაქმნიან კარგად ასათვისებელ შაქრად და მხოლოდ ამის შემდეგ მიკროოგანიზმები აქცევენ შაქარს საწვავ სპირტად. ისე რომ სოკოს *Gliocladium roseum* უნარი “იმუშაოს“ უშუალოდ ცელულოზასთან ადამიანისათვის ძვირფასი თვისებაა.

გერი სტრობელს სხვა საინტერესო იდეაც აქვს ამ სოკოსთან დაკავშირებით. იგი ამბობს: “ამ აღმოჩენამ შეიძლება ახალი ელფერი შესძინოს ჩვენ ცოდნას ნამარხი საწვავის წარმოშობაზე. ყველაზე პოპულარული თეორია იმაზე მეტყველებს, რომ ბუნებაში ნავთობი წარმოიქმნა ნამარხი მცენარეებისა და ცხოველების ნარჩენებისგან, რომლებიც ღრმად მიწის ქვეშ განიცდიდნენ კოლოსალური წნევების ზემოქმედებას მილიონი წლის მანძილზე. რადგან *Gliocladium roseum* შეუძლია გამოიმუშაოს საწვავი ჩვეულებრივ პირობებში, ეს ზომ არ იყო მსგავსი ორგანიზმები იმ ნაგროვები ნავთობის წყაროსა, რომლითაც დღეს ვსარგებლობთ?“

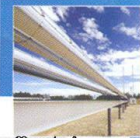
მართლაც, როგორც ითვლება, კაცობრიობამ უკვე დახარჯა ნავთობის მსოფლიო მარაგის დიდ ნაწილი, საკითხი კი, საიდან გაჩნდა ძველებურად ბოლომდე გარკვეული არ არის.

**ინფორმაცია**

# კალენდარი 2009

www.mioge.ru • www.mioge.com

ნავთობისა და გაზის კომპანიების  
 საერთაშორისო კონფერენციები და  
 გამოფენები



თურქმენეთის მე-13 საერთაშორისო  
 კონფერენცია „ნავთობი და გაზი“



აზერბაიჯანის მე-16 საერთაშორისო  
 გამოფენა და კონფერენცია „ნავთობი  
 და გაზი“

**აშსაბადი, თურქმენეთი**  
 19-21 ნოემბერი 2008

**ბაქო, აზერბაიჯანი**  
 2-5 ივნისი 2009



თურქეთის მე-8 საერთაშორისო გამოფენა  
 და კონფერენცია „ნავთობი და გაზი“



მოსკოვის მე-10 საერთაშორისო  
 გამოფენა „ნავთობი და გაზი“

**ანკარა, თურქეთი**  
 10-12 მარტი 2009

**მოსკოვი, რუსეთი**  
 23-26 ივნისი 2009



თბილისის მე-8 საერთაშორისო კონფერენ-  
 ცია „ნავთობი, გაზი, ენერჯეტიკა და ინ-  
 ფრასტრუქტურა“



რუსეთის მე-7 ნავთობისა და გაზის  
 კონგრესი გამოფენის ჩარჩოებში  
 „ნავთობი და გაზი“

**თბილისი, საქართველო**  
 2-3 აპრილი 2009

**მოსკოვი, რუსეთი**  
 23-25 ივნისი 2009



ყაზახეთის გამოფენა და კონფერენ-  
 ცია „ნავთობი და გაზი“



ყაზახეთის მე-17 საერთაშორისო  
 გამოფენა და კონფერენცია „ნავთობი  
 და გაზი“

**ასტანა, ყაზახეთი**  
 28-29 აპრილი 2009

**ალმაატა, ყაზახეთი**  
 6-9 ოქტომბერი 2009



უზბეკეთის მე-13 საერთაშორისო გამოფ-  
 ენა და კონფერენცია „ნავთობი და გაზი“



მე-4 რეგიონალური გამოფენა  
 „მანგისტაუს ნავთობი და გაზი“

**ტაშკენტი, უზბეკეთი**  
 12-14 მაისი 2009

**აბტაუ, ყაზახეთი**  
 3-5 ნოემბერი 2009



**ორგანიზატორები**



ITE LLC Moscow: 129164, Москва,  
 Зубарев пер., дом 15, корп. 1  
 Тел.: +7 (495) 935 7350, 788 5585  
 Факс: +7 (495) 935 7351  
 oil-gas@ite-expo.ru



ITE Group Plc: 105 Salusbury Road  
 London, NW6 6RG, UK  
 Tel.: +44(0) 207 596 5000  
 Fax: +44(0) 207 596 5111  
 oilgas@ite-exhibitions.com

## ნელი ქუჩულორია



ნელი ქუჩულორია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კოლექტივმა და გეოლოგიურმა საზოგადოებამ მძიმე დანაკლისი განიცადა - გარდაიცვალა ცნობილი პედაგოგი, მეცნიერი და საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გეოლოგიის დეპარტამენტის პროფესორი ნელი დომენტის ასული ქუჩულორია.

ნ. ქუჩულორია დაიბადა ქ. გაგრაში, მოსამსახურის ოჯახში. საშუალო სკოლის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო ფაკულტეტზე. მრისხანე ორმოცდაერთში, ათასობით თანატოლთან ერთად, ჯარისკაცის ფარავა ჩაიცვა და ფრონტული გზებით იარა კავკასიონის მისადგომებიდან აღმოსავლეთ გერმანიაში. დემობილიზაციის შემდეგ სწავლა გააგრძელა იმავე სასწავლებელში, რომლის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ მიენიჭა “ინჟინერ-გეოლოგის“ კვალიფიკაცია.

გამორჩეული ნიჭითა და შრომისმოყვარეობით დაჯილდოებული ახალგაზრდა დატოვეს „გეოლოგიისა და პალეონტოლოგიის“ კათედრაზე. აქედან იწყება ნ. ქუჩულორიას ხანგრძლივი და ფრიად ნაყოფიერი სამეცნიერო-პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობა, რომელიც მთლიანად უკავშირდება საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს და რომელიც არ შეუწყვეტია სიცოცხლის დასასრულამდე. მან აქ გაიარა ყველა იერარქიული საფეხური ლაბორანტიდან პროფესორამდე. 1959 წ. დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, 1991 წ. მიენიჭა პროფესორის წოდება. გამოქვეყნებული აქვს ათობით სამეცნიერო ნაშრომი, მათ შორის, ერთი მონოგრაფია, რომლებიც ეხება საქართველოს პალეოგენური ნალექების სტრატეგრაფიის, ნამარხი მოლუსკების და მათი ეკოლოგიის საკითხებს.

პროფ. ნ. ქუჩულორიას ფასდაუდებელი ამაგი მიუძღვის ქართული გეოლოგიური კადრების მომზადებისა და აღზრდის საქმეში, რომელსაც უშურველად მიუძღვნა ცხოვრების უდიდესი ნაწილი. კითხულობდა ლექციების კურსს „ზოგად გეოლოგიაში“, „პალეონტოლოგიაში“, „ისტორიულ გეოლოგიაში“ და „რეგიონალურ გეოლოგიაში“, ატარებდა სასწავლო-გეოლოგიურ პრაქტიკას ამიერკავკასიისა და ყოფილი საბჭოთა კავშირის სხვადასხვა რეგიონში, ხელმძღვანელობდა სადიპლომო გეგმარებას, სტუდენტთა სამეცნიერო საქმიანობას. ავტორია სახელმძღვანელოებისა და მეთოდური მითითებებისა. ფართო ერუდიცია, რთული და მრავალფეროვანი მასალის შესანიშნავად ფლობისა და გასაგებად გადმოცემის უნარი, რომელიც შერწყმული იყო კეთილსინდისიერებას, დიდ მოთხოვნილებასა და გულისხმიერებასთან, საფუძვლად ედო მის პედაგოგიურ მოღვაწეობას. მან ათასობით ახალგაზრდა აზიარა გეოლოგიის რთულ და საინტერესო პროფესიას. იგი ჭეშმარიტად სახალხო მასწავლებელი იყო ამ სიტყვის საუკეთესო გაგებით.

მეცნიერება

სსოფსა

SCIENCE

განსვენებულს უდიდესი ღვაწლი მიუძღვის გ.ხარატიშვილის სახ. გეოლოგია-პალეონტოლოგიის სასწავლო-სამეცნიერო მუზეუმის შექმნის საქმეში. იგი იმთავითვე მხარში ედგა ამ საქმის ორგანიზატორსა და სულისჩამდგმელს, პროფ. გ. ხარატიშვილს, წლების განმავლობაში აგროვებდა და სწავლობდა საქართველოში და მის ფარგლებს გარეთ არსებული მინერალების, ქანების და განმარხებული ორგანიზმების უნიკალურ ნიმუშებს. შედეგი თვალსაჩინო აღმოჩნდა-მსგავსი მუზეუმი დღეს პოსტსაბჭოურ სივრცეში არსებულ არც ერთ უმაღლეს სასწავლებელს არ აქვს.

პროფ. ნ. ქუჩულორია წლების განმავლობაში იყო სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი და მდივანი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქალთა საბჭოს პრეზიდიუმის წევრი. დაჯილდოებული იყო ორდენებითა და მედლებით.

პროფ. ნ. ქუჩულორია გამოირჩეოდა უმაღლესი პროფესიონალიზმით, პასუხისმგებლობის დიდი გრძნობით, კეთილსინდისიერებით, პრინციპულობითა და პირადი მომხიბვლელობით, რამაც ურყევი ავტორიტეტი მოუხვეჭა საზოგადოებაში.

წავიდა ჩვენგან უმწიკვლო პიროვნება, შესანიშნავი პედაგოგი და გულისხმიერი კოლეგა, რომელმაც მთელი შეგნებული ცხოვრება ქვეყნის სამსახურს, საყვარელ საქმეს მოახმარა. მისი ნათელი სახე დიდხანს დარჩება კოლეგებისა და სტუდენტის ახალგაზრდობის ხსოვნაში.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი,  
გეოლოგიის დეპარტამენტი*

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**ნავთობის მოპოვება საბადოების მიხედვით**

საბადო	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. I კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. კვ. ტონა II	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. III კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. IV კვ. ტონა
1. მირზაანი	815,79	824,42	962,72	
2. პატარა შირაძი	30,07	67,31	84,4	
3. ნორიო	61,00	100,807	97,68	
4. სუფსა	49,65	52,92	31,72	
5. საცხენისი	–	18,247	–	
6. აღმ. ჭალაღილი	–	–	–	
7. სამბორო	7328,57	6946,593	6993,607	
8. ტარბანა	155,84	137,97	1823,61	
9. შრომისუბანი	229,43	234,25	407,66	
10. თელეთი	2694,514	2304,639	2192,61	
11. საგმ. სამ. თალი	502,11	583,07	617,36	
12. ღას. რუსთავი	286,11	660,75	679,74	
13. ნახარღები	96,97	99,32	97,66	
14. მწარეხევი	–	151,66	231,87	
15. ბაიღა	5,37	6,09	5,35	
<b>სულ</b>	<b>12255,424</b>	<b>12188,046</b>	<b>14225,987</b>	
თავისუფალი ბაზი ათ. მ³	5146,57	3799,18	3455,91	
1. ნოვოწოხი	5146,57	3799,18	3455,91	
2. რუსთავი	0	0	0	

**ნავთობისა და გაზის ფასები**

2009 წლის 25 თებერვალს «PLATT'S EUROPEAN MARKETSCAN»-«FOB MED (ITALY)»-ის მიხედვით საერთაშორისო ფასები ნავთობპროდუქტებზე შეადგენს:

ბენზინი - 395.50 დოლარი/ტონაზე;

დიზელი - 347.00 დოლარი/ტონაზე;

ნავთი - 398.25 დოლარი/ტონაზე;

მაზუთი - 237.00 დოლარი/ტონაზე.

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**განვითვლება**

**სიბრძე**

	ღუიმი	ფუტი	იარღი	მილი	მმ	სმ	მეტრი
ღუიმი	////	0.083	0.0228	11.5E-5	25,4	2,54	0,254
ფუტი	12	////	0.33	1.9E-4	304,8	30,48	0,3144
იარღი	36	3	////	5.7E-7	914,4	91,44	0,9144
მილი	63360	5280	1760	////	1,61E+6	1,61E+5	1609,3
მილიმეტრი	0.0394	3.28E-3	0.0011	6.2E-7	////	0,1	0,001
სანტიმეტრი	0.394	0.0328	0.011	6.2E-6	10	////	0,01
მეტრი	39,37	3.281	1.094	6.2E-3	1000	100	////

1inch = 2,540სმ;

1სმ = 0,394inch.

**წონა**

	უნცია	ფუნტი	მოლავ.წონა	გრამი	კილოგრამი	ტონა
უნცია	////	0.0625	3.125E-5	28,35	0.02835	2.835 E-5
ფუნტი	16	////	0.0005	453,6	0.4536	4.536 E-4
მოლავ.წონა	32000	2000	////	907185	907.2	0,907
გრამი	0.035	0.0022	1.1 E-6	////	0.001	1E-6
კილოგრამი	3.5	2.2	1.1 E-3	1000	////	0,001
ტონა	35274	2204	1.1	1E+6	1000	////

**წნევა**

	ატმოსფერო (კგ/სმ²)	PSI(ფუნტი/ღუიმი²)	ფუნტი/ღუიმი²
ატმოსფერო (კგ/სმ²)	////	0.0625	3.125E-5
PSI(ფუნტი/ღუიმი²)	16	////	0.0005
ფუნტი/ღუიმი²	32000	2000	////

**მოცულობა**

	ღუიმი³	ფუტი³	ბარელი³	მმ³	სმ³	მ³
ღუიმი³	////	5.79 E-4	1.03 E-4	16,39	0.01639	1,639 E-8
ფუტი³	1728	////	0.178	2.83E+7	2,83E+4	0,0283
ბარელი³	9702	5.615	////	1,59E+8	1,59E+5	0,159
მმ³	0.061	3.5315 E-10	6.29 E-9	////	0.001	1E-9
სმ³	61.02	3.5315 E-7	6.29 E-9	1000	////	1E-6
მ³	61024	35.315	6.29	1E+9	1E+6	////



**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**სიმკვრივე**

(ფ.ს.-ფარდობითი სიმკვრივე - shtcific gravity)

	ფუნტი/გალონი PPG	ფუნტი/ფუნტი <sup>3</sup>	APJ	კმ/ლ.მ/სმ <sup>3</sup> .ფ.ს.	კგ/მ <sup>3</sup>
ფუნტი/გალონი PPG	////////	7.4805	5.814	0.1198	119.83
ფუნტი/ფუნტი <sup>3</sup>	0.134	////////	0.775	0.01602	16.081
APJ	0.172	1.29	////////	0.0206	20.6
კმ/ლ.მ/სმ <sup>3</sup> .ფ.ს.	8.345	62.43	48.54	////////	1000
კგ/მ <sup>3</sup>	8.345 E-3	0.624	0.04854	1 E-3	////////

**თხევადი მოცულობა**

	უსცია	პინტა	კვარტა	გალონი	გარალი	ლიტრი	მ <sup>3</sup>	მ <sup>3</sup>
უსცია	////	0.0625	0.0315	0.0078	1.86 E-4	0.0295	29.5	2.95E-5
პინტა	16	////	0.5	0.125	0.0625	0.473	473.2	4.73 E-4
კვარტა	32	2	////	0.25	0.00595	0.946	946	9.46 E-4
გალონი	128	8	4	////	0.0238	3.785	3.785	3.785 E-3
გარალი	5376	16	168	42	////	159	158987	0.159
ლიტრი	34	2.11	1.057	0.264	0.00629	////	1000	0.0011
მ <sup>3</sup>	0.034	2.11E-3	1.06 E-3	2.64 E-4	6.29 E-6	0.001	////	1 E-6
მ <sup>3</sup>	34000	2110	1057	2640	6.29	1000	1 E+6	////

**ნავთობისა და გაზის მოდენა**

(გალონი, გარალი, ფუნტი)

	ლ/წთ	გალ/წთ	ფტ <sup>3</sup> /წთ	ბრლ/წთ	ფტ <sup>3</sup> /სთ	ბრლ/დღ	მ <sup>3</sup> /სთ	მ <sup>3</sup> /დღ
ლ/წთ	////	0.264	0.035	6.29 E-3	2.12	9.057	1.7 E-5	4.8 E-4
გალ/წთ	3.785	////	0.134	0.024	8.02	34.29	6.3 E-5	1.5 E-3
ფტ <sup>3</sup> /წთ	28.32	7.48	////	0.178	60	256.5	4.7 E-4	1.13 E-2
ბრლ/წთ	159	42	5.615	////	337	1440	2.65 E-3	6.36 E-2
ფტ <sup>3</sup> /სთ	0.472	0.125	0.017	297 E-3	////	4.27	8 E-6	1.92 E-4
ბრლ/დღ	0.11	0.03	0.0089	6.9 E-4	0.234	////	1.1 E-4	2.64 E-3
მ <sup>3</sup> /სთ	60000	158.52	0.118	377.4	127140	54320	////	24
მ <sup>3</sup> /დღ	2500	6.605	88.25	15.725	5297.5	22642.5	0.042	////

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

ტემპერატურა

$(^{\circ}C) \text{ ცელსიუსით} = (^{\circ}F - 32) * 5/9;$

$(^{\circ}F) \text{ ფარენგეიტით} = (^{\circ}C) * 9/5 + 32.$

**ფიზიკური მუდმივები**

გრაფიტაციული მუდმივა . . . . .	$G$	$6,6720 \cdot 10^{-11} \text{ნ} \cdot \text{მ}^2 \cdot \text{კგ}^{-2}$
სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში . . . . .	$c$	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{მ} \cdot \text{წმ}^{-1}$
მაგნიტური მუდმივა . . . . .	$\mu_0$	$1,2566370614 \cdot 10^{-6} \text{გნ} \cdot \text{მ}^{-1}$
ელექტრული მუდმივა . . . . .	$\epsilon_0$	$8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ფ} \cdot \text{მ}^{-1}$
პლანკის მუდმივა . . . . .	$h$	$6,626176 \cdot 10^{-34} \text{ჯ} \cdot \text{წმ}$
ელექტრონის უძრაობის მასა . . . . .	$m_e$	$9,109534 \cdot 10^{-31} \text{კგ}$
		$5,4858026 \cdot 10^{-4} \text{მ.ა.ე.}$
პროტონის უძრაობის მასა . . . . .	$m_p$	$1,6726485 \cdot 10^{-27} \text{კგ}$
		$1,007276470 \text{მ.ა.ე.}$
		$1,6749543 \cdot 10^{-27} \text{კგ}$
ნეიტრონის უძრაობის მასა . . . . .	$m_n$	$1,008665012 \text{მ.ა.ე.}$
ელექტრონის მუხტი (აბსოლუტური მნიშვნელობა) . . . . .	$e$	$1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{კ}$
მასის ატომური ერთეული		$1,665653(8) \cdot 10^{-27} \text{კგ}$
ავოგადროს მუდმივა . . . . .	$N_A$	$6,02245 \cdot 10^{23} \text{მოლი}^{-1}$
ფარადის მუდმივა . . . . .	$F$	$9648456 \text{კ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$
მოლური გაზური მუდმივა . . . . .	$R$	$8,3144 \text{ჯ} \cdot \text{მოლი}^{-1} \cdot \text{კ}^{-1}$
ბოლცმანის მუდმივა . . . . .	$K$	$1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ჯ} \cdot \text{კ}^{-1}$
იდეალური გაზის ნორმალური მოლური) მოცულობა ნორმალურ პირობებში ( $t = 0^{\circ}C, p = 101,325 \text{კპა}$ ). . . . .	$V_0$	$2,241 \cdot 10^{-2} \text{მ}^3 / \text{მოლი}$
ნორმალური ატმოსფერული წნევა . . . . .	$P_{\text{ნ.ატმ.}}$	$101325 \text{პა}$
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (ნორმალური) . . . . .	$g_0$	$980665 \text{მ} / \text{წმ}^2$
ელექტრონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_e c^2$	$0,511034 \text{მეე}$
პროტონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_p c^2$	$938,279 \text{მეე}$
ნეიტრონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_n c^2$	$939,573 \text{მეე}$
წყალბადის ატომის მასა . . . . .	$^1H$	$1,0782503 \text{დაე}$
ნეიტრონის ატომის მასა . . . . .	$^2H$	$2,014101179 \text{დაე.}$
ჰელიუმის ატომის მასა . . . . .	$^4H$	$4,00260326 \text{დაე.}$
ბორის ორბიტის რადიუსი . . . . .	$a_0$	$5,2917706 \cdot 10^{-11} \text{მ}$

სამართველოს მინერალური რესურსები

სიდიდეთა კოეფიციენტების გადაყვანა ამერიკული ერთეულებიდან SI ერთეულებში

სიდიდის დასახელება	ამერიკული ერთეულები		SI ერთეული		ერთეულის შესაბამისობა
	დასახელება	აღნიშვნა	დასახელება	აღნიშვნა	
სიგრძე	ფუტი დიუმი მილი	ft in mil	მეტრი	მ	1 ft = 0,3048 მ 1 in = 2,54 X 10 <sup>-2</sup> მ 1 mil = 2,54 X 10 <sup>-5</sup> მ
ფართობი	კვადრატული ფუტი კვადრატული დუიმი	ft <sup>2</sup> in <sup>2</sup>	კვადრატული მეტრი	მ <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 9,2903 X 10 <sup>-2</sup> მ <sup>2</sup> 1 in <sup>2</sup> = 6,4516 X 10 <sup>-4</sup> მ <sup>2</sup>
მოცულობა	კუბური ფუტი ბარელი გალიონი	ft <sup>3</sup> bbl gal	კუბური მეტრი	მ <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 2,8317 X 10 <sup>-2</sup> მ <sup>3</sup> bbl = 0,1590 მ <sup>3</sup> 1 gal = 3,7854 X 10 <sup>-3</sup> მ <sup>3</sup>
მასა	ფუნტი	lb	კილოგრამი	კგ	1 lb = 0,4536 კგ
ძალა, წონა	ფუნტი-ძალა დინა	lb lb	ნიუტონი	ნ	1 lbf = 4,4482 ნ 1 dyn = 10 <sup>-5</sup> ნ
სიმკვრივე	ფუნტი კუბურ ფუტზე ფუნტი გალონზე ფუნტი ბარელზე	lb/ft <sup>3</sup> lb/gal lb/bbl	კილოგრამი კუბურ მეტრზე	კგ/მ <sup>3</sup>	1 lb/ft <sup>3</sup> = 16,0185 კგ/მ <sup>3</sup> 1 lb/gal = 119,8263 კგ/მ <sup>3</sup> 1 lb/bbl = 2,853 კგ/მ <sup>3</sup>
წნევა, მექანიკური დაბაბულობა	ფუნტი-ძალა კვადრატულ დიუიმზე დინა კვადრატულ სანტიმეტრზე ფუნტი 100 კვადრატულ ფუტზე	lb/in <sup>2</sup> dyn/cm <sup>2</sup> lb	პასკალი	პა	1 lb/in <sup>2</sup> = 6894,76 პა dyn/cm <sup>2</sup> = 0,1 პა 1 lb/100ft <sup>2</sup> = 0,4788 პა
წნევის გრადიენტი	ფუნტი-ძალა კვადრატულ დიუიმზე ფუნტი-ფუტზე	lb/(in <sup>2</sup> · ft)		პა/მ	1 lb/(in <sup>2</sup> · ft) = 2,262 X 10 <sup>-2</sup> პა/მ
ზედაპირული დატვირთვა	ფუნტი-ძალა ფუნტზე დინა სანტიმეტრზე	lb/ft dyn/cm	ნიუტონი მეტრზე	ნ/მ	1 lb/ft = 14,5939 ნ/მ 1 dyn/cm = 10 <sup>-3</sup> ნ/მ
დინამიკური სიბლანტი	პუაზი	P	პასკალი-წამი	პა·წმ	1 p = 0,1 პა·წმ
შეღწევადობა	დარსი	D	კვადრატული მეტრი	მ <sup>2</sup>	1 D = 1,0197 X 10 <sup>-12</sup> მ <sup>2</sup> ≈ 1 მ <sup>2</sup>