

ISSN-1512-0457

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო-ანალიტიკური  
რეფერირებული ჟურნალი

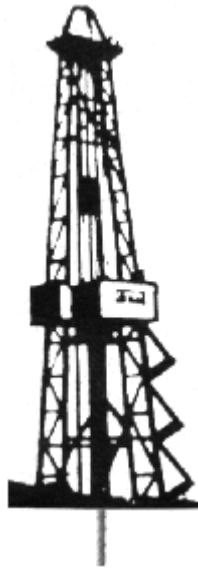
# სამართველოს ნავთობი და გაზი

Scientific-Technical Information-Analytical International Reviewed  
Journal

## GEORGIAN OIL AND GAS

Международный научно-технический информационно-  
аналитический реферированный журнал

## НЕФТЬ И ГАЗ ГРУЗИИ



№27

თბილისი

Tbilisi

Тбилиси

2012

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ, საინფორმაციო-ანალიტიკურ, რეფერირებულ ჟურნალმა „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ გაიარა აკრედიტაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სასწავლო და სამეცნიერო ლიტერატურის სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს 18<sup>ე</sup> დადგენილებით – სადისერტაციო საბჭოების შესახებ. ზემოაღნიშნული საბჭოს 18<sup>ე</sup> დადგენილებით (18.03.2008 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)

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

**გოგუაძე ირაკლი** – ფიზ.-მათ. მეცნ. აკად., დოქ., სტუ-ის სრული პროფ., საქართველოს საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
Goguadze Irakli – Full professor, Academician Doctor of Physico-Mathematic Sciences, Honorary Academician of the Engineering Academy (Tbilisi, Georgia)

**გამკრელიძე 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. რუსეთის სამთო აკადემიის აკადემიკოსი (რუსეთი, მოსკოვი)  
Gasumov R. - Prof., Technical Sciences Doctor (Moscow, Russia)

**გულიევი ი.** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., პროფ., აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი (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., რუსეთის საბუნებისმეტყველო მეცნ. აკადემიის, მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი (რუსეთი, მოსკოვი)  
Ermolkin Vladimir – Prof., Technical Sciences Doctor (Moscow, Russia)

**ვარშალომიძე გურამი** – ტ.მ.დ., სტუ-ის 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)

**ზუბიტაშვილი დავითი** – შპს „სოკარ ჯორჯია პეტროლიუმის“ დირექტორი (საქართველო, თბილისი)  
Zubitashvili David - Head, “SOCAR Georgia Petroleum”, Ltd (Tbilisi, Georgia)

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

**თევზაძე რევაზ** – ტექნ. მეცნ. აკად., დოქტორი; საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი (საქართველო, თბილისი)  
Tevzadze Revaz - Technical Sciences Acad., Doctor; Academician of the Georgian Academy of Engineering (Tbilisi, Georgia)

**თოჭიშვილი მირიან** – 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-ის პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
**Lominadze Tamaz** – Prof., Technical Sciences Doctor, GTU. (Tbilisi, Georgia)

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

**Mgeladze Zurab** – Prof., Doctor of Mineralogy Sciences, Academician of Natural Sciences of Russia, GTU. (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 ომარი** – (საქართველო, თბილისი)  
**Oniashvili Omar** – (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-ის რექტორი, ტ.მ.დ., საქართველოს მეცნ. ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი; საინჟინრო აკადემიის პრეზიდენტი; პროფ. (საქართველო, თბილისი)

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

**კიფიანი გელა** – სტუ-ის სრული პროფესორი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი (საქართველო, თბილისი)  
**Kipiani Gela** - Full professor, GTU, Technical Sciences Doctor, (Tbilisi, Georgia)

**ჭელიძე ივერი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. აკად. 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. აკად. დოქტ., სტუ-ის პროფ. (საქართველო, თბილისი)  
**Khundadze Nana** – Prof., Technical Sciences Doctor, GTU (Tbilisi, Georgia)

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

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

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

სარედექციო კოლეგია

Editorial Board

შურნალის დამფუძნებელი დმ მთმვარი რედექტორი პროფ. **ირაკლი გოგუაძე**

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

გ. ტმბტმბტე, დ. ჾომმხიძე, ს. ცერცვმბტე, უ. ხმბულმშვილი, გ. დურგლიშვილი, ნ. მმქმგმრმმნი, თ. სულხმნიშვილი, დ. ნმგმლმბტე.

Tabatadze G., Chomakhidze D., Tsertsvadze S., Khabulashvili U., Durglishvili G., Machavariani N., Sulkhaniashvili T., Namgaladze D.

ტექნ. რედექტორები

Technical Editors:

დ. ლეჟმბტე - თბილისი (რედექტორი)

Lezhava L.– Tbilissi, Georgia (Editor)

დ. მმმლმბტე - თბილისი (რედექტორი)

Mamaladze L. - Tbilissi, Georgia (Editor)

ც. ხმრმტიშვილი - თბილისი (კომპ. უზრუნველყოფმ)

Kharatishvili Ts. – Tbilissi, Georgia (Computer Software)

ჩვენი მისმმართი: 0175 თბილისი, კოსტმვას 77, სტუ-ის III კორმბუსი, ოთმბნი 418,

ტელე: 36-35-26; 36-60-50; 36-60-72 ფმქსი: (99532) 36-35-26

E-mail: [irakli-gogvadze@mail.ru](mailto:irakli-gogvadze@mail.ru) [gik@gtu.ge](mailto:gik@gtu.ge)

[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: [irakli-gogvadze@mail.ru](mailto:irakli-gogvadze@mail.ru) [gik@gtu.ge](mailto:gik@gtu.ge)

[http:// www.georgianoilandgas.com.ge](http://www.georgianoilandgas.com.ge)

შურნალი გმმოდის 2000 წლიდან. რეფერირდება ქმრთულ რეფერირებულ შურნალში, ВИНИТИ-ს რეფერმტულ შურნალსმ დმ მონაცემთმ ბმზუმში.

Published Since 2000. Abstracted\Indexed

**ჩვენი მიზანია გავზარდოთ ქვეყნის ენერგეტიკული პოტენციალი ამ მიზნის განსახორციელებლად გაქვეყნებით მოწინავე და უახლესი კვლევების შედეგებს, რამაც ხელი უნდა შეუწყოს კადრების პროფესიული დონის ამაღლებასა და მენეჯერების 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 გამოქვეყნებაა დაშვებული. გამონაკლისს წარმოადგენს ახალგაზრდა მაძიებლისთვის მესამე სტატიის გამოქვეყნება ხელმძღვანელთან ერთად;
11. დაუშვებელია ერთი სტატიის ავტორთა რაოდენობა ხუთს აღემატებოდეს.
12. ზემოაღნიშნული მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება.

სასურველია კორაქცია და კომპლემენტარული შეკვების დაგვირგობინოთ უზრუნველყოფნა შპს-ის განყოფილებაში

**უკრაინის ვეძღვით მომავალ თაობას, რომელმაც უნდა იზრუნოს ქვეყნის გავრთიანებისათვის, ხაღლის ცხოვრების უკეთ მოწყობისა და მეცნიერების 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, эффективного 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 (სმელეთზე 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 დღეისთვის ცნობილია ნავთობის 18 (მირზანის, ტარიანის, პატარა შირაქის, ნორის, საცხენისი, თელეთი, სამგორის სამხრეთი თალი, სუფსა, აღმოსავლეთ ჭალადიდი, შრომისუბანი, ნახარლები, მწარეხევი, ბაიდა, დასავლეთ რუსთავი), გაზ-ნავთობის 1 (სამგორ-პატარძეული - 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 დაინტერესებს 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**  
**ინფორმაცია**

**გ. ვარშალომიძე.** XXI საუკუნის ენერგეტიკა. . . . . 14

**გეოლოგიის სექცია**

**ვ. გელეიშვილი, ნ. რჩულიშვილი, ჰ. სალუქვაძე, გ. ალაბიშვილი, ლ. ზუბაშვილი.**  
სამხრეთ კახეთის ბუნებრივი ბიტუმების გამოვლინებები. . . . . 17

**გ. მაღალაშვილი.** ნავთობის წარმოქმნის კიდევ ერთი შესაძლო მოდელის შესახებ. . . . . 27

**გ. მაღალაშვილი.** ფილების ტექტონიკის როლი ნახშირწყალბადების მსხვილი და უნიკალური სა-  
ბადოების ფორმირებაში კავკასიის მაგალითზე. . . . . 36

**ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების,  
მართვის ავტომატიზებული სისტემების სექცია**

**ბ. ოდიშარია, დ. სანაძე, ვ. ჩხოზაძე.** ჭაბურღილებში პარაფინთან დაკავშირებული პრობლემის აღმო-  
ფხვრის ღონისძიებები. . . . . 45

**გ. ვარშალომიძე, ა. ჭიჭინაძე.** ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას ტექტონი-  
კური აშლილობით გამოწვეული გართულების ანალიზი და მათთან ბრძოლის მეთოდოლოგიის  
შერჩევა. . . . . 48

**გ. ვარშალომიძე, ა. ჭიჭინაძე.** საბურღი იარაღის ჩაჭერების გამომწვევი მიზეზების ანალი-  
ზი და მათი პრევენცია. . . . . 53

**გ. ვარშალომიძე, მ. სურამელაშვილი, ა. ჭიჭინაძე, გ. ხეცურიანი.** ცემენტის ხსნარების  
კომბინირებული დამუშავება ჩაის ნარჩენების და კალმატრონის წყლიანი ექსტრაქტი. . . . . 62

**გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი.** ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენება კერნის  
გამოსავლის გადიდებისათვის საძიებო ბურღვის დროს. . . . . 68

**თ. ხითარიშვილი, ი. გოგუაძე.** ჭაბურღილის ფენთან ჰიდროდინამიკური კავშირის გაუმჯობესების  
ტექნიკური და ტექნოლოგიური საშუალებები. . . . . 72

**ლ. აზმაიფარაშვილი, ი. გოგუაძე.** კავშირები MWD და LWD სისტემების დაპროგრამებაში  
მონაცემთა ბაზებიდან ტექნოლოგიებამდე. . . . . 82



---

---

**უ ი ნ ა ა რ ს ი**

**მ. სურამელაშვილი, ნ. ჩხეიძე.** ბუფერული სიონხეები. . . . .89

**მიტალურბიის სექცია**

**ო. ბარბაქაძე, ვ. კობალეიშვილი, მ. ბარათაშვილი, რ. ლომიძე, რ. ბაქრაძე, გ. ფუტყარაძე.** თუჯების სფეროდიზაციის ხერხები და მოწყობილობები. . . . . 95

**მილოცვა**

ღვაწლმოსილი იუბილარი . . . . .105

**სსოვნა**

გახსენება . . . . .107

ალექსანდრე გრიგოლის ძე ლალიევი. . . . . 108

**რეზერატები**

რეფერატები . . . . . 111

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**განზომილების ერთეულები**

C O N T E N T S

**INFORMATION**

- G. Varshalomidze.** Geochemistry of Gold in the history of Earth Crust, methods of its deposits prospecting. . . . . **14**

**SECTION OF GEOLOGY**

- V. Geleishvili, N. Rcheulishvili, H. Salukvadze, G. Agapishvili, L. Subashvili.** About displays of natural bitumens of kakheti. . . . . **17**

- G. Magalashvili.** About one more possible model of oil generation. . . . . **27**

- G. Magalashvili.** Role of plate tectonic in formation of giant and unique hydrocarbon deposits on example of Caucasus. . . . . **36**

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

- B. Odisharia, D. Sanadze, V. Chkhobadze.** Paraffin problem control in the wells. . . . . **45**

- G. Varshalomidze, A. Chichinadze.** Complications Analysis caused by tectonic disturbances during drilling oil and gas wells and selection of methodology/(strategy) to control them. . . . . **48**

- G. Varshalomidze, A. Chichinadze.** Analysis of the reasons causing drilling string sticking and their prevention. . . . . **53**

- G. Varshalomidze, M. Suramelashvili, A. Chichinadze, G. Khetsuriani.** The combined processing of cement mortars by water extract of the tea waste and kalmatron. . . . . **62**

- G. varshalomidze, V. Khitarishvili.** Application of centered column tool for core yield while drilling. . . . . **68**

- T. Khitarishvili, I. Goguadze.** Technical and Technological means for improving the hydrodynamic link with wellhole layer. . . . . **72**

## C O N T E N T S

L. Azmaipharashvili, I. Gogvadze. Connection in MWD and LWD systems programming from data bases to UML technologies.. . . . .82

M. Suramelashvili. N. Chkheidze. Buffer liquids.. . . . .89

## SECTION OF METALLURGY

O. Barbaqadze, V. Kopaleishvili, M. Baratashvili, R. Lomidze, R. Baqradze, G. Futkaradze. Methods and Equipment for Spherodization of Cast Irons. . . . . 95

## CONGRATULATION

Honored hero of the day. . . . .105

## MEMORY

Memory. . . . .107

A. Laliev. . . . . 108

## SUMMARYS

SUMMARYS. . . . .111

## MINERAL RESOURCES OF GEORGIA

## UNITS DIMENSIONAL

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИНФОРМАЦИЯ

**Г. Х. Варшаломидзе.** Энергетика XXI века. . . . . 14

### СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

**В. И. Гелеишвили, Н. Л. Рчеулишвили, Г. А. Салуквадзе, Г. Ш. Агапишвили, Л. А. Зубашвили.** О проявлениях природных битумов Кахетии. . . . . 17

**Г. А. Магалашвили.** Ещё об одной возможной модели нефтеобразования. . . . . 27

**Г. А. Магалашвили.** Роль плитной тектоники при формировании уникальных и крупных месторождений углеводородного сырья (на примере Кавказа). . . . . 36

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

**Б. Одишария, Д. Санадзе, В. Чхобадзе.** Меры по устранению проблем связанных с парафином в скважинах. . . . . 45

**Г. Х. Варшаломидзе, А. Чичинадзе.** Анализ тектонических осложнений в процессе бурения нефтяных и газовых скважин и выбор методологии для борьбы с ними. . . . . 48

**Г. Х. Варшаломидзе, А. Чичинадзе.** Анализ причин, вызываемых прихват бурового инструмента, и их превенция. . . . . 53

**Г. Х. Варшаломидзе, М. Р. Сурамелашвили, А. Чичинадзе, Г. Хецуриани** Комбинированная обработка цементных растворов водным экстрактом чайных отходов и кальматроном. . . . . 62

**Г. Х. Варшаломидзе, В. Э. Хитаришвили.** Применение центrorированного колонкового снаряда для повышения выхода керн при разведочном бурении. . . . . 68

**Т. Хитаришвили, И. К. Гогоадзе.** Технические и технологические средства для улучшения гидродинамической связи с пластом скважины. . . . . 72

**Л. Г. Азмаифарашвили, И. К. Гогоадзе.** В программировании систем связи MWD и LWD из баз данных до технологии UML. . . . . 82

**М. Р. Сурамелашвили, Н. О. Чхеидзе.** Буферные жидкости. . . . . 89

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ МЕТАЛУРГИИ

О.Г. Барбакадзе, В. П. Копалеишвили, М.В. Бараташвили, Р.Е. Ломидзе, Р.М. Бакрадзе, Г.Ш. Футкарадзе. Способы и оборудование для сфероидизации чугунов. . . . . 95

### ПОЗДРАВЛЕНИЯ

Заслуженный юбиляр . . . . . 105

### ПАМЯТЬ

Память. . . . . 107

А.Г. Лалиев . . . . . 108

### РЕФЕРАТЫ

РЕФЕРАТЫ . . . . . 111

### МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ГРУЗИИ

### ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

**ინფორმაცია**

შაკ 620.9.622

გ. ვარშალომიძე

**XXI საუკუნის ენერჯეტიკა**

**რეზიუმე:** არსებულმა უნიკალურმა ზღვამ პერსპექტივაში შეიძლება წარმოქმნას ენერჯეტიკული ბაზის ძლიერი სისტემა. გოგირდწყალბადის კონცენტრაციის მუდმივი ზრდა იწვევს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ პრობლემას, რომელიც არაერთმნიშვნელოვნად მოქმედებს ფლორის და ფაუნის ეკოლოგიაზე, მაგრამ მუდმივად კლებულობს. მომავალში, ენერჯის ყველაზე ოპტიმალური მეთოდი შეიძლება გახდეს არატრადიციული სახის წყაროები, რადგან შავი ზღვის ათვისების რაციონალური რესურსი – გოგირდწყალბადია. გოგირდწყალბადის ენერჯეტიკის განვითარება საქართველოში შეიძლება ჩაითვალოს XXI საუკუნის ენერჯეტიკად.

**საკვანძო სიტყვები:** შავი ზღვა, გოგირდწყალბადი, ენერჯეტიკა, ფლორისა და ფაუნის ეკოლოგია.



**გიორგი ვარშალომიძე,**

საქართველოს და უკრაინის საინჟინერო აკადემიების აკადემიკოსი, საქართველოს საინჟინერო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის უფროსი, ნავთობისა და გაზის კორპორაციის გენ. დირექტორის მრჩეველი, საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

როგორც ცნობილია შავი ზღვა უნიკალურია იმით, რომ წყლის 90 პროცენტი უჟანგბადოა. გოგირდწყალბადს, რომელსაც იგი შეიცავს ბაქტერიები წარმოქმნიან. უჟანგბადო წყალი ზღვის ზედაპირიდან 120- 200 მეტრის სიღრმიდან იწყება და მასში სიღრმის მატებასთან ერთად გოგირდწყალბადის შემცველობა თანდათანობით მატულობს. გოგირდწყალბადი ზღვის დანალექის სახით მუდმივად წარმოიქმნება, მეცნიერთა გაანგარიშებით დღეღამეში დაახლოებით 10-15 ათას ტონამდე წარმოიქმნება, რაც წელიწადში 3,5-5,0 მილიონ ტონას უტოლდება.

აღსანიშნავია, რომ შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის კონცენტრაციის მუდმივი მატება მნიშვნელოვნად ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენს. გოგირდწყალბადის კონცენტრაციის ზრდა მნიშვნელოვნად ამცირებს შავი ზღვის ფაუნასა და ფლორას. თუ ასე გაგრძელდა იგი შეიძლება მკვდარ ზღვად გარდაიქმნას. მეცნიერების თეორიული გათვლებით შავ ზღვაში გოგირ-

დწყალბადი არის დაახლოებით 4-5 მილიარდი ტონა. ამასთან ერთად საერთაშორისო ენერჯეტიკულ სააგენტოში ქარის, მზის და გეოთერმული ენერჯის ბაზარი წლიურად დაახლოებით 20-30%-ით იზრდება, რაც იმას ნიშნავს, რომ თუ ეს ტემპი შენარჩუნდა 5-10 წელიწადში ეს არატრადიციული, ალტერნატიული ენერჯის წყაროები 3-დან 5-ათასამდე მეგავატ ენერჯიას გამოიმუშავებს. ეს კი არც მეტი, არც ნაკლები, 5 მსხვილი, ატომური ელექტროსადგურის სიმძლავრეა.

ნახშირის, ბუნებრივი გაზის, ნავთობის პოტენციური მარაგი მსოფლიოში დიდია, მაგრამ თანდათან მცირდება. მომავალში ნახშირწყალბადის ნედლეულის მოპოვება მხოლოდ ცალკეულ და ძნელ მისადგომ რაიონებში, ახალი მარაგების ათვისებით იქნება შესაძლებელი. მისი მოპოვება და საწვავის ტრანსპორტირება კი დიდ კაპიტალდაბანდებებს მოითხოვს, რაც საწვავის მნიშვნელოვან გაძვირებას იწვევს. საწვავზე დანახარჯების შემცირების ერთ-ერთ ყველაზე ოპტიმალურ მეთოდს ენერჯის არატრადიციული ტიპის წყაროები წარმოადგენს, რომლებიც საერთოდ

**ინფორმაცია**

არ გამოიყენება, ან მეტად შეზღუდულ მასშტაბებში ხდებოდა მათი გამოყენება და ექსპლუატაცია.

ამჟამად შავი ზღვის გოგირდწყალბადი, პერსპექტიული ენერგეტიკული სისტემის მძლავრ ბაზას წარმოადგენს ენერჯის განახლებადი და არატრადიციული სახეები, ტრადიციულთან შედარებით მაღალი ეკოლოგიური სისუფთავით იპყრობს ყურადღებას.

საქართველოში რესპუბლიკის ენერგეტიკის რეკონსტრუქციის მოკლე და გრძელვადიანი პროგრამებია შემუშავებული, რომლებშიც ენერჯის განახლებადი წყაროების ექსპლუატაციისა და ენერგოშემნახველი ტექნოლოგიების გამოყენებას დიდი ყურადღება ექცევა. განახლებადი ენერჯის წყაროების თემა მთელს მსოფლიოს აინტერესებს და მას 21-ე საუკუნის ყველაზე პერსპექტიულ დარგად განიხილება.

2010 წლის მონაცემებით მსოფლიოში ნედლი ნავთობის მოპოვება ხდება დაახლოებით 4,0 მილიარდ ტონამდე, ხოლო ბუნებრივი გაზის მოპოვება კი-3,0 ტრილიონ მ<sup>3</sup>.

ამასთან ერთად შავი ზღვის სიღრმეში არსებული გოგირდწყალბადის ამოღება და დისოციაცია უმნიშვნელოვანესი ენერგეტიკული და ეკოლოგიური პრობლემაა, რომლის წარმატებით გადაწყვეტას მრავალი ათეული წელია ცდილობს შავი ზღვის რეგიონის ქვეყნები: რუსეთი, უკრაინა, თურქეთი, რუმინეთი და საბერძნეთი.

შავი ზღვის აუზის ქვეყნების ეკონომიკური განვითარების დონე მოითხოვს რეგიონის რესურსების რაციონალური ათვისებისა და მდგრადი განვითარების საერთაშორისო პროგრამის შემუშავებას. ამასთან, შავი ზღვის რეგიონის განვითარების კომპლექსური რესურსულ-ეკოლოგიური პროგრამის შექმნა წარმოადგენს სახელმწიფოთაშორისი ეკონომიკური თანამშრომლობის ამოცანას. ამ თანამშრომლობის მთავარი დამახასიათებელი ნიშნებია ინტეგრაციული პროცესების გაძლიერება, რომელიც მიმართულია ეკოლოგიური გაჯანსაღებისაკენ, შავი ზღვის აუზის ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის ამოქმედებისა და ბოლოს, ეკონომიკური აღორძინებისაკენ.

უკანასკნელ პერიოდში საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამუშავდა დიდი სიღრმეებიდან ზღვის წყლის ამოღებისა და გოგირდწყალბადის დისოციაციის ეფექტური მეთოდი, რომლის პრაქტიკული განხორციელება საშუალებას მოგვცემს საქართველოში განვითარდეს წყალბადის ენერგეტიკა, რომელიც XXI საუკუნის ენერგეტიკად არის აღიარებული.

გოგირდწყალბადის დაშლა ასევე შესაძლებელია განხორციელდეს ფოტოელექტროქიმიური მეთოდის მეშვეობითაც განხილული პროცესი უნარჩუნო წარმოების ტექნოლოგიაა.

ასევე მნიშვნელოვანია შავი ზღვის ფსკერის სიახლოვეს არსებული წყლის ფიზიკო-ქიმიური ანალიზი, მასში მძიმე მეტალების (მათ შორის ოქროსა და ვერცხლის) დიდი მარაგების არსებობის გამო.

ქართველ მეცნიერთა ერთობლივი ძალისხმევით ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევების მეშვეობით ვიმედოვნებთ უახლოეს მომავალში დამაკმაყოფილებელ შედეგს მივიღებთ. ხელმოწერილია შესაბამისი მემორანდუმი საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტსა და ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემიას შორის ერთობლივი მეცნიერული კვლევების ჩატარებაზე.

## ინფორმაცია

ვინაიდან საქართველოს არ გააჩნია საკმარისი ნავთობი და გაზი, ამიტომ ქართველმა მეცნიერებმა (მენავთობეებმა, ფიზიკოსებმა, ქიმიკოსებმა, მეტალურგებმა და სხვებმა) გადაწყვიტეს ალტერნატიული საწვავის გამოყენება.

კერძოდ, შავ ზღვაში არსებული გოგირდწყალბადის ამოღება ზღვის ფსკერიდან ზედაპირზე, მათ მიერ შექმნილი სათანადო დანადგარ-მოწყობილობების მეშვეობით, დაშალონ გოგირდად და წყალბადად. საიდანაც გოგირდი გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში და მედიცინაში, ხოლო წყალბადი კი უნარჩუნო საწვავად მოსახლეობისათვის და ეროვნულ მეურნეობებში.

## ლიტერატურა

1. გ. გობეჩია, გ. ვარშალომიძე, მ. ალფენიძე, რ. ჯომიდავა „შავი ზღვის აუზის რესურსათვისების და რაციონალური ბუნებათსარგებლობის საკითხები“, ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნიკა“, 1996 წ. 111-114 გვ. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიისა და საქართველოს ეკონომიკის სამინისტროს, მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ყოველთვიური სამეცნიერო ილუსტრირებული ჟურნალი.
2. Г. Ониашвили, Г. Варшаломидзе, А. Тутберидзе и др. Авторское свидетельство № 1296 от 01.11.1996 г. „Способ единовременного получения гидрида и галькогенида“.
3. მ. ჯიბლაძე, გ. ვარშალომიძე, გ. ონიაშვილი, ნ. წიკლაური. „შავი ზღვის გოგირდწყალბადის პრობლემა“. ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, 2011 წ. №10-12, 52-55 გვ.



შპს 625.731.85

ვ. გელეიშვილი, ნ. რჩელიშვილი, კ. სალუქვაძე,  
გ. ალაპიშვილი, ლ. ზუბაშვილი

## სამხრეთ კახეთის ბუნებრივი ბიტუმების გამოვლინებები

**რეზიუმე:** ბუნებრივი ბიტუმი მრეწველობის მრავალ დარგში გამოიყენება. ბუნებაში წარმოდგენილი სამი მორფოტროპული სახით: მაგარი ბიტუმი (ასფალტიტი) ტემპერატურა 90°C; ბლანტი ბიტუმი (ასფალტი) – დარბილებს ტემპერატურა 35 – 90°C; თხევადი ბიტუმი (მალტა) - 35°C - დარბილებს ტემპერატურით.

სტატიაში განხილულია დემიფირებული კოსმო და აერომასალები.

აღწერილია სამი სახის ბიტუმის გამოვლინება:

1. ბიტუმიზირებული ქვიშა (ბაიდა-ჩათმა);
2. ბიტუმისმატარებელი ქვიშა (ელდარი);
3. თხევადი ბიტუმის გამოვლინება (ტარიბანი).

გასმულია სახი ბიტუმის ტექტონიკური და ლიტოლოგიური წარმოშობის კომპლექსური გამოკვლევით გამოიყო პერსპექტიული მოვლენები. შედგენილია სქემა-პროგნოზი სამხრეთ კახეთის რეგიონში ბუნებრივი ბიტუმის გამოვლინებაზე დაღეჭვის შესახებ.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიტუმი, ბიტუმიზირებული ქვიშა; კახეთის საბადო; მორფოტროპული.



**ვაჟა გელეიშვილი,**

კმნი, მყარი წიაღისეულის სამეცნიერო კვლევითი განყოფილების გამგე, გეოლოგია-მინერალოგიის მიანირობათა დოქტორი

ბუნებრივი ბიტუმები ძირითადად სამი მორფოტროპული სახესხვაობით გვხვდება: ა. მყარი (ასფალტიტი) დარბილებს ტემპერატურით 90°C-ზე მაღალი, ბ. ბლანტი (ასფალტები) დარბილებს ტემპერატურით 35-90°C და გ. თხევადი (მალტა) დარბილებს ტემპერატურით 35°C-ზე ნაკლები.

ბუნებრივი სუფთა ბიტუმი წყალგაუმტარი და პლასტიკურია. ხასიათდება მაღალი ქიმიური სიმტკიცით, დიდხანს ინარჩუნებს დამახასიათებელ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, რის გამოც მრეწველობის მრავალ სფეროში მოიხმარება. კერძოდ, მშენებლობაში – ჰიდროფონური ხრეშის, ქვიშის და მინერალური ფხვნილის სახით; ენერგეტიკაში – სინთეტიკური ნივთიერების მისაღებად; სამკერვალო მრეწველობაში – ქსოვილების გასაუფენთად; ელექტრო-ტექნიკურ მრეწველობაში; ლაქ-საღებავების წარმოებაში; პლასტმასის წარმოებაში; სახურავი მასალების დასამზადებლად და სხვა.



**ნ. რჩელიშვილი,**

კმნი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, აკადემიური დოქტორი

რჩუნებს დამახასიათებელ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, რის გამოც მრეწველობის მრავალ სფეროში მოიხმარება. კერძოდ, მშენებლობაში – ჰიდროფონური ხრეშის, ქვიშის და მინერალური ფხვნილის სახით; ენერგეტიკაში – სინთეტიკური ნივთიერების მისაღებად; სამკერვალო მრეწველობაში – ქსოვილების გასაუფენთად; ელექტრო-ტექნიკურ მრეწველობაში; ლაქ-საღებავების წარმოებაში; პლასტმასის წარმოებაში; სახურავი მასალების დასამზადებლად და სხვა.



**კ. სალუქვაძე,**

კმნი, აეროგეოლოგი, მეცნიერი თანამშრომელი



**გ. ალაპიშვილი,**

დამსახურებული გეოლოგი



ლ. ზუბაშვილი,  
კმნი, მეცნიერი  
თანამშრომელი

ბიტუმები გზის საფარი ასფალტის წამყვანი შემადგენელია. დღეს საქართველოში ფართოდ გაშლილი საგზაო მშენებლობის ფონზე მათზე მოთხოვნილება მკვეთრად გაზრდილი. მათი დეფიციტი ხშირად გზების მშენებლობის შემაფერხებელია.

ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია წარმოებაში იმ ქანების ჩართვით, რომლებიც ბუნებრივ ბიტუმებს შეიცავს. ასეთ შემთხვევაში, ნავთობის მოხმარების შემცირების გარდა, მიღწეული იქნება როგორც გზების ხარისხის გაუმჯობესების, ასევე ფულადი სახსრების ეკონომიის მნიშვნელოვანი ეფექტი [1].

აღმოსავლეთ საქართველოში ბუნებრივი ბიტუმების გამოსავლები კახეთის სამხრეთ რაიონებშია ცნობილი (საგარეჯოს, სიღნაღის და დედოფლისწყაროს რაიონები). გავრცელებულია 3 სახის ბიტუმგამოვლინება:

1. ბიტუმშემცველი ქვიშაქვები (ბაიდა-ჩათმა);
2. ბიტუმშემცველი ქვიშები (ელდარის ველი);
3. სუფთა ბიტუმის ტბები (ტარიბანის ველი).

**ბაიდა-ჩათმის** ბიტუმშემცველი ქვიშაქვების გამოვლინება მდებარეობს სიღნაღის რაიონში, მდ. იორის მარჯვენა ფერდზე ბაიდასა და ჩათმის ველების გასწვრივ, დაბა დედოფლისწყაროსთან დაკავშირებულია 50 კმ სიგრძის საავტომობილო გზით. იგივე მანძილითაა გამოვლინება დაშორებული საგარეჯოს რაიონის სოფ. ბაღიაურს. მისი შესწავლა მხოლოდ ძებნა-შეფასების სტადიაზე განხორციელდა [2]. სასარგებლო წყება გამოკვლეულია საძიებო ხაზების გასწვრივ, ზედაპირზე ბუნებრივი და ხელოვნური გაშიშვლებებით, ხოლო სიღრმეში - ჭაბურღილებით. შესწავლილია ბიტუმშემცველი ქვიშაქვების ქიმიზმი, მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. ჩატარდა გეოფიზიკური კვლევები (ვერტიკალური ელექტრული ზონდირებისა და სიმეტრიული ელექტრული პროფილირების მეთოდით), აგრეთვე რადიაციულ-ჰიგიენური დაკვირვებები.

ბიტუმშემცველი ქვიშაქვები (სურ.1) გამოვლენილია ზედა სარმატული ასაკის „აღაპას ჰორიზონტში“, კიდურმა-კატარის (ალაჯიგის) ქედის თხემზე, ბაიდას ასიმეტრიული ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაში. „აღაპას ჰორიზონტის“ ბიტუმშემცველი ქვიშაქვები ხასიათდება ლატერალური გავრცელების არამდგრადობით. მიმართების გასწვრივ მისი სიმკლავრე იცვლება შემცველი თიხოვანი ქანების სიმკლავრეების გაზრდისა თუ შემცირების პარალელურად. ქვიშაქვების დასტების სიმკლავრე 5.5 მ-დან 30 მეტრამდე მერყეობს. საშუალო მაჩვენებელი 19.27 მეტრია. ცალკეული შრეების სისქე 10 სმ-დან 1 მ-მდეა. ჩათმის უბანზე (გამოვლინების აღმოსავლეთი ნაწილი) ქვიშაქვების დაქანება ჩრდილო-აღმოსავლურია, ხოლო დასავლეთ ნაწილში (ბაიდას უბანი) – სამხრულ-დასავლური. დახრის კუთხეები ციცაბოა – 60<sup>0</sup>-80<sup>0</sup>.

ჩატარებული სამუშაოებისას სასარგებლო წიაღისეულის ხარისხის გამოსავლენად მთავარ პარამეტრად ბიტუმის შემცველობა იყო მიჩნეული. დადგინდა, რომ ქვიშაქვებში ფორიანობა და ნაპრალოვნება მკვეთრად იცვლება მიმართებისა და დაქანების გასწვრივ, რაც ბიტუმის კონცენტრაციაში აისახება. მათი შემცველობა, ძირითადად, 0-3,5%-ის ფარგლებში მერყეობს და იშვიათად 8-11% აღწევს. საშუალო

რაოდენობის მაჩვენებელი 1.61%-ის ტოლია. „აღაპას ჰორიზონტის“ ქვიშაქვების ქიმიური შედგენილობაც საკმაოდ ფართო დიაპაზონში მერყეობს:  $\text{SiO}_2$  33.18-67.98%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  5.95-15.6%,  $\text{MgO}$  1-2.95%,  $\text{CaO}$  2.64-18.1%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  2.70-8.10%,  $\text{FeO}$  0.5-1.43%,  $\text{SO}_3$  0.25-2.66%,  $\text{SO}$  0.25-2.48%, დ.გ.შ. 5.90-22.34%.



სურ.1. ბიტუმიზებული ქვიშაქვა. „აღაპას ჰორიზონტი“. უბანი ბაიდა.  
(შტუფი, 1/5 ნატურალური ზომის)

ქვიშაქვების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლით დადგინდა [2], რომ მათი გამოყენება გზების მშენებლობაში შესაძლებელია მხოლოდ უფრო მაგარი ინერტული მასალის შერევის შემდეგ.

რადიაციულ-ჰიგიენური შეფასების საფუძველზე რადიოაქტიურობის დაბალი მაჩვენებელი გამოვლინდა.

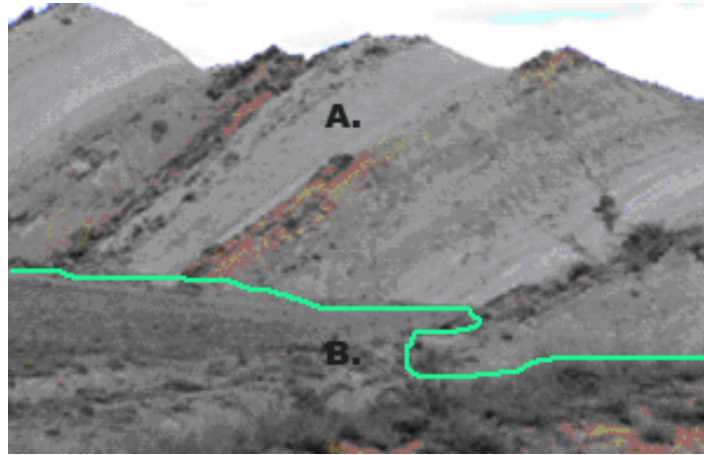
ბაიდა-ჩათმის გამოვლინების აღმოსავლეთ ფლანგზე, ჩათმის უბანზე, ქვიშაქვების გამოსავალი კიდურმას ქედის გასწვრივ საქართველო-აზერბაიჯანის სახელმწიფო საზღვარს ემთხვევა. ბაიდას უბანი მთლიანად საქართველოს ტერიტორიაზეა.

ბიტუმშემცველი ქვიშაქვების ჯამური მოცულობა ბაიდა-ჩათმის გამოვლინებაზე 6900000 მ<sup>3</sup> შეადგენს (სიგრძე 11,5 კმ, სიმაღლე 20 მ, სიღრმე 30 მ). ბაიდას უბანზე ბიტუმშემცველი ქვიშაქვების მოცულობა 3 312000 მ<sup>3</sup>-ია (სიგრძე 4.6 კმ, საშ. სიმაღლე 24 მ, სიღრმე 30 მ).

**ელდარის ბიტუმშემცველი ქანების გამოვლინება** მდებარეობს ელდარის ველზე, დედოფლისწყაროდან სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით 50 კმ-ზე. გამოვლინება მდ. იორის ორივე ნაპირზე გაიდევნება. მის სამხრეთ ნაწილში აზერბაიჯანის სოფელი ქიასამანია განლაგებული. რაიონი აგებულია მიოცენისა და პლიოცენის ასაკის ქანებით. ბითუმის დაგროვება დაკავშირებულია ზედა სარმატული ასაკის ქვიშაქვების ნაპრალოვნებასთან (სურ.2).

გასული საუკუნის პირველ ათწლეულებში ჩატარებულმა ძიებამ დაადგინა, რომ ბუნებრივი ასფალტი 40-50% ბიტუმის შემცველობით ვრცელდება 40 000 მ<sup>2</sup> ფართობზე. საშუალო სიმაღლე 0.5 მ-ია. სასარგებლო წიაღისეულის მარაგი 30 000 ტონად შეფასდა [3,4]. 1929-1930 წლებში საქართველოს სამთო ტრესტი აწარმოებდა ელდარის გამოვლინებიდან ასფალტის სასინჯ მოპოვებას [4]. ასფალტის ქანებს ურმებით ეზიდებოდნენ დედოფლისწყაროში, სადაც ნედლეულს აშრობდნენ,

ურევდნენ კირქვებს (30%) და აგებდნენ გზებზე. წარმოებული ასფალტის ხარისხი მაღალი იყო.



სურ.2. ელდარის ველის ბიტუმშემცველი ქანები. გეოლოგიური სიტუაცია

- A. ზედა სარმატული ასაკის ქვიშაქვები, რომელთა ნაპრაღთა სისტემების გასწვრივ მიმდინარეობს ბიტუმების მოძრაობა;
- B. მეოთხეული ნალექები (ქვიშები), რომლებშიც მიმდინარეობს ბუნებრივი ბიტუმების აკუმულაცია

გამოვლინების რაიონში გავრცელებული ბიტუმშემცველი ქვიშაქვებისა და კირქვების გეოლოგიური შესწავლა არ განხორციელებულა.

პატარა ჭირაჰის სუფთა ბიტუმის ტაბის გამოვლინება მდებარეობს პატარა შირაჰის ველზე. დედოფლისწყაროდან დაშორებულია 24 კმ-ით, სამხრეთ-აღმოსავლეთ მიმართულებით. გამოვლინება წარმოდგენილია პატარ-პატარა ბლანტი (ასფალტი) და თხევადი (მაღტა) ბიტუმის ტბებით (სურ.3). მათი ღია ზედაპირი 1-1.5 მ<sup>2</sup> ფართობისაა. გამოსავლები დაშორებულია ერთმანეთისაგან 80-150 მეტრით. განლაგებულია საზობრივად, სამხრეთ-აღმოსავლეთი მიმართულებით 110-120<sup>0</sup>, რაც ამ რაიონში განვითარებული ტექტონიკური რღვევების მიმართების ემთხვევა.



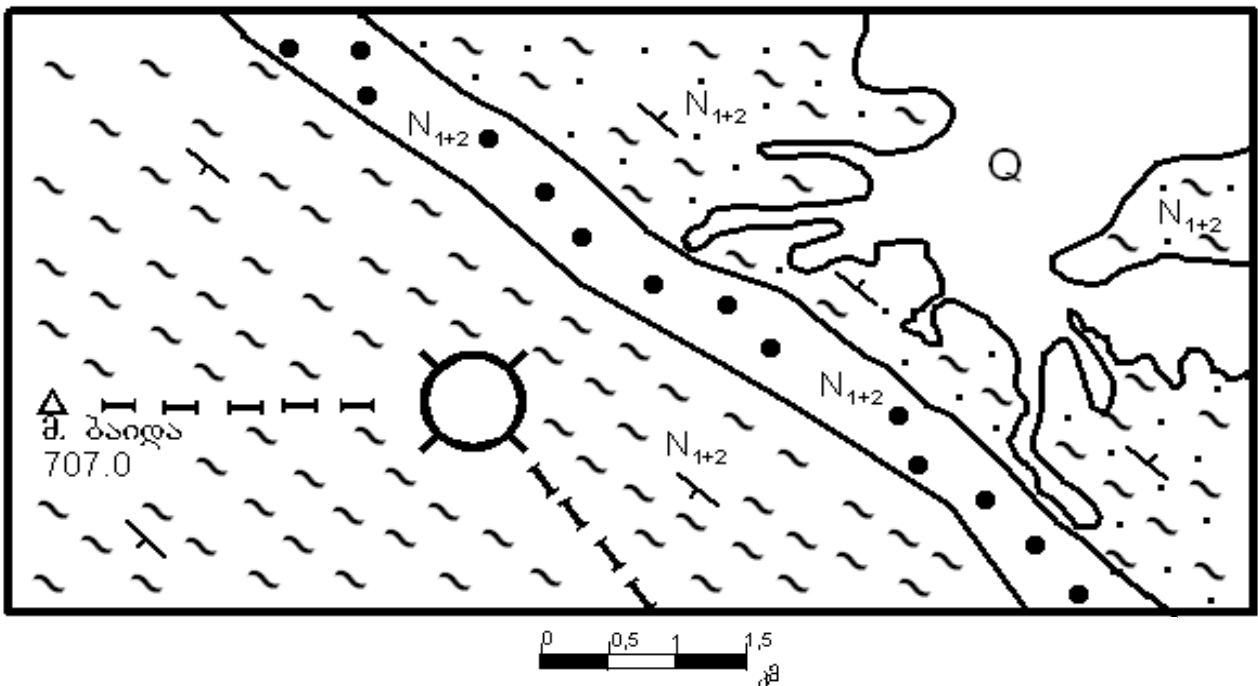
სურ. 3. სუფთა ბიტუმის გამოვლინება. პატარა შირაჰი

გამოვლინების ტერიტორიაზე განვითარებული ალხაგილური ნალექები გადაფარულია თანამედროვე დელუვიური ნალექებით, სახნავ-სათესი სავარგულებით.

როგორც ცნობილია, ბუნებრივი ბიტუმის წარმოშობა დაკავშირებულია ნავთობის ვერტიკალურ გადაადგილებასთან, ქვემოთ მდებარე ნავთობიანი წყებებიდან, რღვევების, ნაპრალების და შრეებრიობის სიბრტყეების გასწვრივ ზედაპირისკენ. ხანგრძლივად მოძრაობისას ნავთობი განიცდის ინტენსიური დაჟანგვის პროცესს, ავსებს არსებულ სიცარიელეებს, თანდათანობით გადაიქცევა ბიტუმად და იღებს შევსებული სიცარიელის ფორმას. თხევადი (ბლანტი) ბიტუმი ამოდის ფოროვანი ქანების ზედაპირზე და ქმნის „კირების შლეიფებს“.

იმ მონაკვეთებში, სადაც რღვევითი სტრუქტურები ნაკლებადაა განვითარებული, ქვედა ჰორიზონტიდან ნავთობპროდუქტების აღმასვლა „ლითოლოგიური სარქველების“ მეშვეობით ხორციელდება. ასეთი სიტუაციაა ბაიდა-ჩათმის უბანზე, სადაც წყალგაუმტარ თიხოვან შრეებს შორის მოქცეული ქვიშაქვების ჰორიზონტი ნავთობპროდუქტების სამოძრაო არხს (კოლექტორს) წარმოადგენს. ბიტუმების წარმოქმნის მექანიზმი ცხადყოფს, რომ მათი დაგროვების პროცესებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ლოკალიზაციის რეგიონში მიმდინარე ტექტონიკურ პროცესებს. ამასთან დაკავშირებით, ჩვენ მიერ ჩატარდა აერო-კოსმოსასაღებების დეშიფრირება.

დეშიფრირების შედეგად გამოიყო რეგიონში გავრცელებული დანალექი ქანების ლითოლოგიური სახესხვაობები, მათი წოლის ელემენტები, რღვევები და მათთან დაკავშირებული ნაპრალები სისტემები. დაფიქსირდა ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულების ოვალური სტრუქტურა, გამოიყო მეოთხეული საფარი. შემოკონტურდა ტალახის ვულკანების როგორც ზედაპირული გამოსავლები, ასევე მათი პროგნოზული უბნები. აღსანიშნავია, რომ დეშიფრირებით მკაფიოდ გამოიყო ბუნებრივი ბიტუმების სამივე ძირითადი მორფოტროპული სახესხვაობის როგორც ზედაპირული, ასევე მეოთხეული საფარით გადაფარული გამოსავლები.

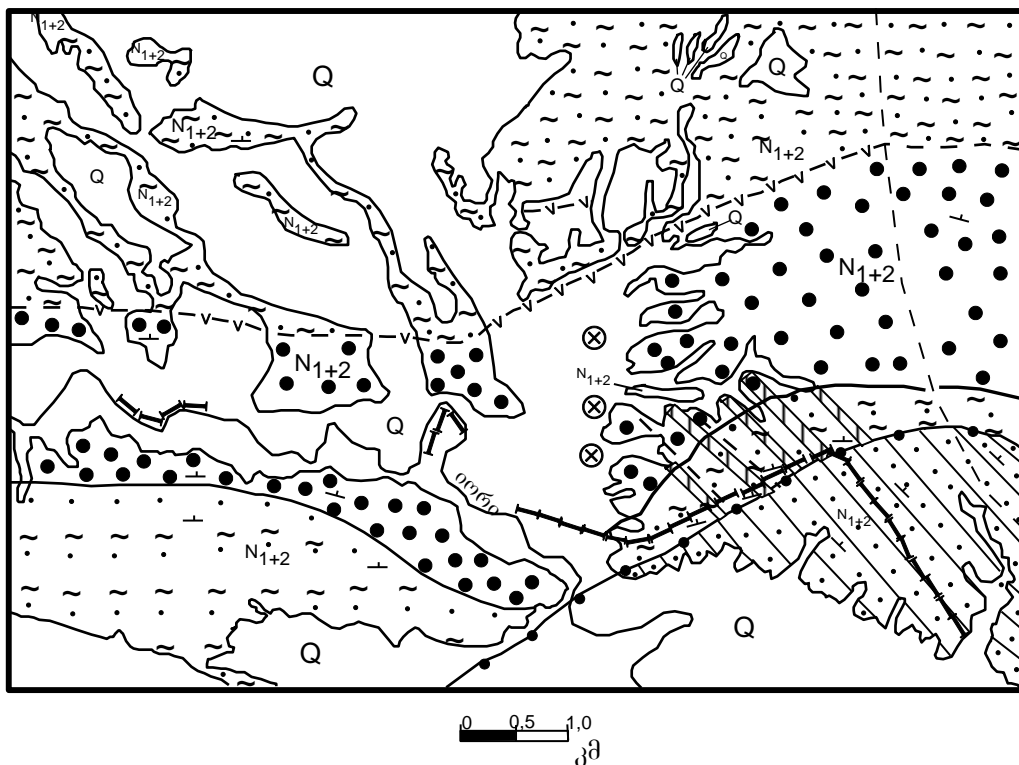


ნახ. 1. ბაიდა-ჩათმის უბნის ბიტუმიზებული ქვიშაქვების გამოვლინების დეშიფრირების სქემა

ბაიდას უბნის (ნახ.1) დეშიფრირებისას ბიტუმუმცველი ქვიშაქვები ტონალობის მკვეთრი შენაცვლებით გამოირჩევა შემცველი ალევროპელიტური დასტებისაგან. რელიეფში ისინი წყალგამყოფის ცენტრალურ, ამალღებულ, ნაწილს ქმნის. ქვიშაქვები სამხრეთ-დასავლეთით, 240<sup>0</sup>-იანი აზიმუტით ეცემა. დაქანების კუთხეები ცი-ცაბოა. ჩრდილოეთით (სტრატეგრაფიულად ქვევით) ბიტუმიზებული ქვიშაქვების დასტას ქვიშაქვის შუაშრებიანი თიხების დასტები ენაცვლება. საგებისა და სახურავის კონტაქტები ნორმალურია. ბიტუმუმცველი „აღაპას ჰორიზონტის“ თანხმობითი კონტაქტები სავლელ დაკვირვებებითაც დადგინდა[2].

სამხრეთ პერიფერიაზე, „რბილი“ რელიეფის თიხოვან ქანებში ტალახის ვულკანების გუმბათისებრი კონუსები დაფიქსირდა (დეშიფრირებული ფართობების სქემების პირობითი ნიშნები იხილეთ მე-4 ნახ-ზე).

ელდარის უბანზე (ნახ.2) აზერბაიჯანის სოფელ ქიასამანის მიდამოებში ბიტუმიზებული ქვიშაქვების გამოსავლები აეროფოტოსურათებზე მათი შემცველი წყებებისაგან ფოტოგამოსახულების ტონების ცვლილებით განსხვავდება. მათი ჩრდილო საზღვარი რღვევითი ბუნებისაა. სამხრეთ-აღმოსავლეთით ბიტუმიზებული ქვიშაქვების ზოლს ესაზღვრება თხელშრებრივი ქვიშაქვების წყება, რომელსაც სპეციფიკური ფოტოგამოსახულება აქვს. მისი მოყვანილობა ოვალურია და ბიტუმიზებული ქვიშაქვების სტრუქტურულ ფორმებს არ შეესაბამება. კოსმოსური სურათების დეშიფრირებით ამ სტრუქტურის ნეოტექტონიკური ბუნება გამოვლინდა. ის დიდი ოვალური სტრუქტურის ჩრდილო პერიფერიას წარმოადგენს, რომლის ღერძი ჩრდილო-აღმოსავლეთითაა ორიენტირებული და უდიდესი ნაწილი აზერბაიჯანის ტერიტორიაზეა.

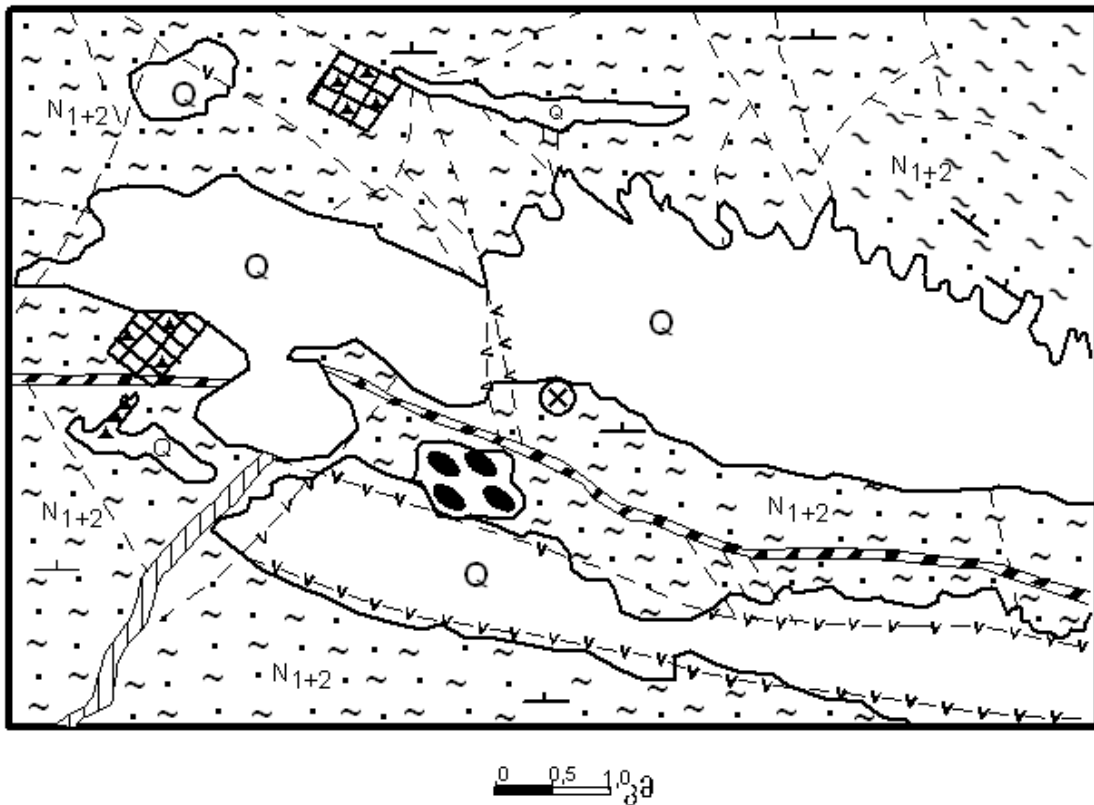


ნახ.2. ელდარის უბნის ბიტუმიზირებული ქვიშაქვების გამოვლინების დეშიფრირების სქემა

ელდარის ველზე ბიტუმიზებული ქვიშაქვების დასავლეთის მიმართულებით გავრცელების ზოლი გამოვლინდა. აქვე, მეოთხეული ნალექების გავრცელების არეალში გამოიყო კონუსისებრი ფორმის წარმონაქმნები, რომლებიც ამავე დროს ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციის ნიშნებსაც ატარებს.

პატარა შირაქის უბანზე (ნახ.3) ბიტუმიზებული „ტბების“ ფოტოგამოსახულებები მუქი ტონებით გამოირჩევა. აქ რღვევები უფრო ხშირია. ამასთან, ზოგიერთი გამოსავალის სიგანე ათეულ მეტრს აღწევს. ბიტუმშემცველი სუბგანედურ რღვევებთან კონტაქტებში, ძირითად ქანებში ნავთობის ზედაპირული გამოსავლები აღინიშნა, ხოლო მეოთხეულ საფარში მათი ინტენსიური გაუონვა დაფიქსირდა.

დეშიფრირებული ფართობის დასავლეთ პერიფერიაზე ძლიერ დანაპრალვანებული სუბმერიდიანული ზოლი გამოიყოფა, რომლის ნავთობშემცველობა დღეისათვის დაუზუსტებელია.



ნახ.3. პატარა შირაქის უბნის ბუნებრივი ბითუმების გამოსავლების დეშიფრირების სქემა

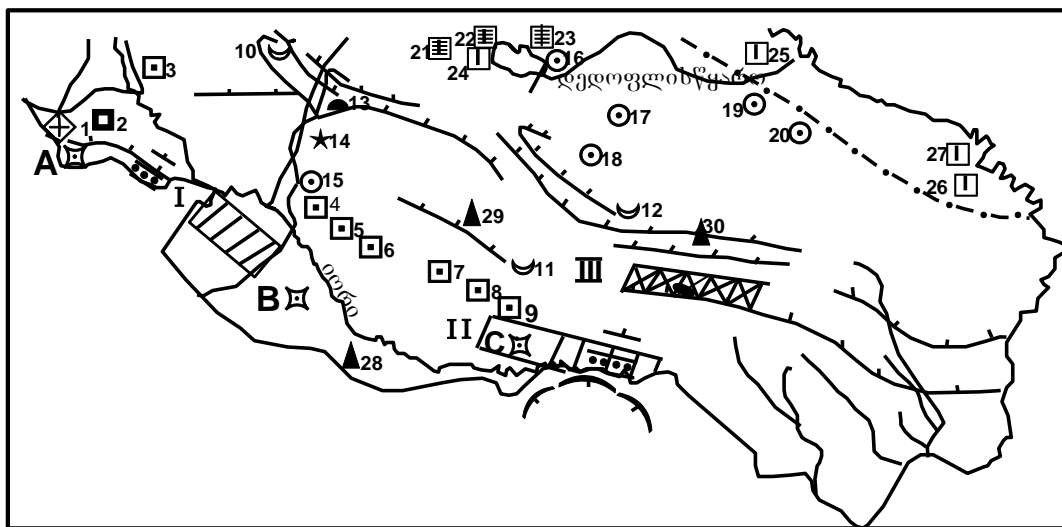
კომპლექსური კვლევის ჩატარების შედეგად გამოიყო პერსპექტიული ფართობები, რაც პროგნოზულ სქემაზე აისახა (ნახ. 5) (სქემას საფუძვლად დაედო კახეთის მხარის საბადოებისა და მადანგამოვლინებების განაწილების რუკა [5]).

ბუნებრივი ბიტუმების შემცველი ქანებისათვის გამოიყო სამი ძირითადი პროგნოზული ფართობი: ბაიდა-ჩათმის უბნის აღმოსავლეთ პერიფერიის გაგრძელებაზე, ელდარის ბიტუმიზებული ქანების დასავლეთ ფლანგზე, პატარა შირაქის ბუნებრივი ბიტუმების გამოსავლების განედურ მიმართებაზე (ნახ.5).

1		მეოთხეული	11		სავარაუდო ტალახის ვულკანი
2		მიოცენ-პლიოცენური ასაკის ნალექები	12		ბითუმის ტბების გამოვლინების უბანი
3		თიხები	13		რღვევები
4		თიხები ქვიშაქვების შუაშრეებით	14		მეოთხეულით გადაფარული რღვევები
5		ქვიშაქვები თიხების შუაშრეებით	15		ნავთობის შემცველი რღვევა
6		თხელშრეებრივი ქვიშაქვები	16		ინტენსიურად დანაპრალებული ზონები
7		ბითუმიზირებული ქვიშაქვები	17		ნეოტექტონიკური სტრუქტურის საზღვარი
8		ნავთობის ზედაპირული გამოსავლები	18		წოლის ელემენტები
9		ნავთობით გაჟღენთილი პროლუვიონი	19		სახელმწიფო საზღვარი
10		ტალახის ვულკანი			



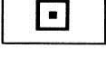



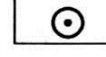

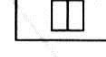




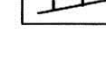
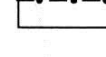
ნახ. 4. დეშიფრირებული ფართობების სქემების პირობითი ნიშნები

არანაკლებ მნიშვნელოვანია ტალახის ვულკანების პერსპექტიული უბნების გამოყოფა (ნახ.5 A,B,C). ამ უკანასკნელთა, როგორც ბალნეოლოგიური კურორტების სამკურნალო ნედლეულის გამოყენების შესაძლებლობაზე მითითებული გვაქვს “სამთო ჟურნალში” გამოქვეყნებულ სტატიაში [6]. ტალახის ვულკანების ბაზაზე სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი კომპლექსების (კურორტების) შექმნა მეტად მნიშვნელოვან პოზიტიურ როლს შეასრულებს სამხრეთ კახეთის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების საქმეში.

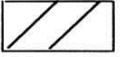
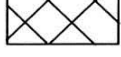



ნახ. 5. სამხრეთ-აღმოსავლეთ კახეთის საბადოებისა და მადანგამოვლინებების განაწილებისა და ბუნებრივი ბიტუმების შემცველი ქანების პროგნოზული სქემა



	ბამარმარილოვებული კირძვევი 1. ალანდარი
	გურა ნახშირი 2. ანადირის ხევი
	ბაჟი 3. ლემენური; 4. სამახანო; 5. ქარგო; 6. ბურდოს მთა; 7. ტარიბანა; 8. კუშის ხევი; 9. ნატბუერი;
	იოდიდები და ბრომიდები 10. მლაშესხევი; 11. ტარიბანა; 12. აკაკიანთწვერი;
	მარილიანი წყლები სუფრის მარილის წარმოებისთვის 13. ბოდბისხევი;
	სამკურნალო ტალახი 14. კილა-კუპრა
	ქვიშა-ხრეში-ლორღი 15. ოლეოორი; 16. ჯაფარიძე; 17. შირაქი; 18. მირზანანი; 19. ზემო ქედი; 20. არხილოს კალა;
	კირძვევი 21. „ხევსური“; 22. არწივის ხევი; 23. ციცაბო მთა
	თიხები 24. დედოფლისწყარო (საბურე); 25. ზემო ქედი; 26. ჯუმასკარი; 27. ჯიგიათწყური
	ნავთობი 28. ტიულკი-ტაფა; 29. ტარიბანა; 30. პატარა შირაქი;
	ბითუმიზირებული ქვიშაქვევი I - ბაიდა-ჩათმის უბანი; II - ელდარის ველი;
	თხევადი ბითუმი III - პატარა შირაქი
	ოვალური სტრუქტურის ელემენტები
	რეზონანსური რღვევა
	შიდაფორმაციული უთანხმოება

პროგნოზული შარტები:

	<b>(I, II)</b> ბითუმიზირებული ქვიშაქვევის გამოსავლენად;
	<b>(III)</b> თხევადი ბითუმის გამოსავლენად;
	ბალნეოლოგიური კურორტებისათვის ნედლეულის გამოსავლენად: <b>A.</b> ბაიდა-ჩათმა; <b>B.</b> ტიულკი-ტაფა; <b>C.</b> ელდარი

ნახ. 6. სამხრეთ-აღმოსავლეთ კახეთის პროგნოზული სქემის პირობითი ნიშნები

ლიტერატურა

1. Технические требования промышленности к качеству минерального сырья битумо-содержащих пород (для применения их при строительстве автомобильных дорог)// Мин. Автдор. М.,1982.-49с.
2. გალაპიშვილი, ვ.კორძია “ბაიდა–ჩათმის ბითუმშემცველი ქვიშაქვების გამოვლინების ძებნა შეფასების გეოლოგიური ანგარიში 1989–91წ.”, თბილისი, 1991წ., საქგეოლფონდები.
3. Бахтадзе А.Ф. Докладная записка о результатах геологического обследования месторождения асфальтовых пород в Ширакских и Эльдарских степях”. “Грузгеолфонды, Тбилиси, 1926 г., საქგეოლფონდები.
4. Каландадзе А.Д. Промежуточный (предварительный) отчет по теме: Природные битумы Грузии (Восточная Грузия). “Грузгеолфонды”, Тбилиси,1947г.”, საქგეოლფონდები.
5. ვბუაძე და სხვ. საქართველოს მინერალურ-რესურსული კონცეფცია, ტ.2. თბილისი, 2003წ. საქგეოლფონდი.
6. ნ. რჩეულიშვილი, ვ.გელეიშვილი, ჰ.სალუქვაძე. გარე კახეთის ტალახის ვულკანების ბალნეოლოგიური კურორტების სანედლეულო ბაზად გამოყენების შესახებ, სამთო ჟურნალი №1-2(16-17), 2006წ.

## ЕЩЁ ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОЙ МОДЕЛИ НЕФТЕОБРАЗОВАНИЯ

Грузинский Технический Университет

**РЕЗЮМЕ:** Приведён обзор существующих гипотез и предложена новая возможная модель нефтеобразования, согласно которой на стадии седиментогенеза, наряду с тонкодисперсными терригенными осадками на дне океанов и морей, происходит осаждение значительного количества вулканогенного, в том числе пеплового материала. В результате гальмиролиза этот материал трансформируется в монтмориллонитовую глину. Совместно с осадками происходит осаждение органических остатков, которые в виде сапропелевидной биомассы находятся во взвешенном в придонных водах тиксотропном состоянии. Монтмориллонит, как щелочной натриевый адсорбент и эмульгатор, омыляет биомассу, образуя жидкое мылоподобное вещество ( $C_{17}H_{35}COONa$ ), которое наряду с другими жирными кислотами содержит также и жирные кислоты нафтенового ряда. В дальнейшем, по мере нарастания температуры и давления, на стадии диагенеза и начальных подстадиях катагенеза осуществляется «дозревание» этого вещества и трансформация в нефть, после чего происходит её миграция и локализация в породах-коллекторах, благоприятных структурных и гидродинамических «ловушках».

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** монтмориллонит, адсорбент, биомасса, эмульгатор.

### 1. Введение



Георгий Магალашвили,  
профессор, доктор г.-м.н.,  
Действительный член РАЕН  
и Инженерной Академии  
Грузии

Учитывая, что вопрос перспектив нефтегазоносности Грузии является особо важным для страны, любая, более или менее научно обоснованная идея, опирающаяся на достижения последнего слова науки и на имеющиеся факты нефтяной геологии, может сыграть огромную роль в выборе правильно разработанной тактики ведения работ по выявлению если не уникальных и крупных, то хотя бы средних по масштабу месторождений углеводородного сырья.

В связи с этим мы призываем всех исследователей, заинтересованных в решении данной проблемы, к широкой дискуссии, учитывая её важность для безопасности нашей страны, и в качестве модели попытаемся изложить свою точку зрения по данному вопросу.

Прогнозирование и успешное наращивание ресурсов нефти и газа зависят от знания процессов их образования, миграции и локализации в породах-коллекторах и в определенных структурных «ловушках». Это положение давно упрочилось в практике нефтегазопысковых работ. Исследованиям этих кардинальных вопросов, применительно к нефтегазовой геологии, в частности по Грузии, посвящены труды многочисленных ученых [1-63]. Естественно, этим списком не исчерпывается то множество литературных источников, которые существуют в настоящее время, в связи с чем приносим извинение, если отдельные труды авторов не вошли в цитируемое нами библиографическое приложение.

Нам приходится в течение многих лет читать лекции по курсу горючих полезных ископаемых в Грузинском техническом университете и знакомство с достижениями в нефтяной геологии последних лет побудило нас поделиться некоторыми соображениями по поводу перспектив нефтегазоносности Грузии, что позволит внести некоторые коррективы в направлении поисков залежей углеводородного сырья – этого стратегического и важнейшего для страны ресурса.

## 2. Основная часть

На сегодня на Кавказе достоверно установлен высокий потенциал нескольких регионов. Это, в первую очередь, Апшеронский полуостров и морской шельф Каспия (а также южнокаспийская впадина), на Северном Кавказе это район Грозного и Майкопа, Дагестана и несколько других районов с относительно небольшим потенциалом углеводородного сырья. Что же касается Грузии, то исследователями выделяются перспективные нефтеносные районы и площади, открыты свыше десяти мало- и среднедебитных месторождений и проявлений, которые нет нужды перечислять, ибо о них известно широкому кругу исследователей.

Нефтегазовая геология включает несколько важнейших задач для прогнозирования и целенаправленного ведения поисковых и разведочных работ по выявлению залежей углеводородного сырья. Однако в предлагаемой статье мы коснемся лишь вопросов происхождения нефти и газа, так как несмотря на обилие трудов, посвященных этой проблеме, и выдвигаемых гипотез, ни одна из них не может ответить на все вопросы, касающиеся генерации углеводородов в недрах земной коры [2, 3, 10, 13, 14, 22, 24-27, 35, 37, 39, 40, 43, 44, 46, 49, 50, 52-62].

Известно, что и в настоящее время всё ещё не утихают споры по вопросу происхождения нефти и газа. Вот что пишет по этому поводу ведущий специалист Института геологии и геохимии горючих ископаемых АН Украины Г.Н.Доленко: «... вплоть до наших дней происходит борьба мнений между сторонниками двух направлений в нефтяной геологии. На отдельных этапах, в соответствии с уровнем развития геологической науки, господствующее положение занимала то одна, то другая гипотеза. Гипотеза потому, что до сих пор ни представление об органическом происхождении нефти, ни идеи об её неорганическом синтезе не могут всесторонне объяснить эту одну из самых трудных проблем естествознания» [26, с.7]. Поэтому для решения этой весьма сложной проблемы всегда привлекались ученые – нефтяники, химики, геохимики, океанологи, гидрогеологи, гидрохимики и представители других областей науки.

По мнению И.М.Губкина [22], «... нефть образуется из органического материала в две стадии. В первой стадии преобладают биохимические процессы, возникает органическое вещество «кероген» (термин предложен Крум Броуном ещё в 1912 году для обозначения органического вещества горючих сланцев, прим. автора), рассеянный в горючих или битуминозных сланцах. Во второй стадии доминируют геохимические или динамохимические процессы, когда «кероген» (или иначе «промежуточный продукт») под влиянием динамометаморфизма превращается в нефть или газ. Образование нефти совершалось во всех точках органического слоя, где был налицо соответствующий материал, следовательно, нефть в этом пласте все время находилась в диффузно-рассеянном состоянии. По мере того как образовавшаяся нефть выжималась в пористые породы, органогенный пласт или первично битуминозная порода постепенно беднела органическим веществом и к концу процесса приобрела приблизительно тот характер слабобитуминозных пород, которые мы наблюдаем теперь в глинах майкопской свиты, тёмно-серых глинах диатомовой свиты Бакинского района» (цитировано со стр. 352) [22].

На протяжении многих миллионов лет современную территорию Кавказа занимал океанический бассейн Тетис, а также краевые и островодужные морские бассейны. За все это время в седиментационных бассейнах накапливалось огромное количество органических остатков. Однако, более всего их должно было отлагаться совместно с тонкодисперсными глинистыми осадками в наиболее глубоких частях бассейнов. Примерами могут служить глинисто-сланцевые толщи Монтерея в Мексике, посидониевые сланцы Германии, «картонные» сланцы – Schistes Cartons Франции, Jet Rock Йоркшира. В случае Грузии (как и Кавказа в целом) - это глинистые сланцы лейаса.

Геодинамические и, в частности, палинспастические реконструкции территории, занятой данной формацией, дают огромные площади, в связи с чем глинистые осадки (с песчаными прослоями) должны были вмещать огромное количество органических остатков (рыб, морских млекопитающих, моллюсков, рачков, морских водорослей, микроскопических организмов).

Что касается пород среднего и верхнего эоцена, в их составе больше песчанистых разностей, в силу чего они могли быть больше коллекторами углеводородов, нежели нефтегазопроизводящими. Майкопские же глины, по-видимому, не претерпели значительного теплового воздействия и поэтому в них до настоящего времени сохранились «рыбные» остатки и чешуя, не трансформированные в углеводородное сырьё, а также бентонитовые глины, монтмориллонит которых почти не видоизменен в гидрослюдистые образования.

В 1967 году Н.Б.Вассоевич разработал теорию осадочно-миграционного происхождения нефти, в соответствии с которой прогибание отдельных участков земной коры, с одновременным погружением осадочных пород, приводит к преобразованию нефтематеринских отложений в нефтепроизводящие по мере достижения ими соответствующих термобарических условий главной фазы нефтеобразования [13, 14]. В соответствии с этим положением, нефтегазоносность рассматривается как естественное свойство осадочного бассейна, проявляемое при достижении максимальных мощностей осадочных пород и соответственно температуры и давления. При этом, при значительном погружении осадочных пород, проявляется прогрессирующее влияние давления и температуры, вызывающее их катагенетические превращения [52, с.129]. Одновременно с возрастанием катагенеза величины средней пористости песчаников и глинистых пород постепенно сближаются [52, с.130].

Однако ни в одном из трудов мы не находим удовлетворительного объяснения, почему именно в глинистых осадках содержание органического вещества выше, чем в других. Читаем лишь фиксацию факта. К примеру, P.D.Trask [61] отмечает, что «содержание органического вещества увеличивается с повышением мелкозернистого осадка. Среднее количество его в глинах вдвое больше, чем в алевролитах и мергелях, а в последних вдвое больше, чем в песках». Примерно об этом же утверждают Б.В.Залесский [28] и Парк Джон Донс [42].

При возрастании давления проницаемость пород возрастает прямо пропорционально возрастанию давления. Повышение температуры, которое влечет за собой увеличение объёма пор и уменьшение вязкости жидкости, также несколько увеличивает проницаемость [52, 46, 43, с.133].

К таким же выводам пришла и Н.А. Асланикашвили [4], которая отмечает, что «незначительные в обычных условиях микропоры при повышенных термобарических параметрах могут оказывать весьма существенное влияние на фильтрационно-ёмкостные свойства пород-коллекторов, способствуя их улучшению» [4, с.624; 5, с.649-650].

В глинистых породах постседиментационные преобразования выражаются в общем уплотнении, в результате чего в зоне среднего мезокатагенеза появляются аргиллиты, а на этапе апокатагенеза - глинистые сланцы. На фоне нарастающих P-T параметров, в результате потери разбухающими минералами воды, происходит перестройка глинистых минералов.

При этом возникают более усовершенствованные и устойчивые в этих условиях структурные модификации – диоктаэдрический хлорит и гидрослюды типа 1M. Начиная со средних горизонтов нижнего эоцена притбилисского района в глинистых минералах исчезает свободная фаза монтмориллонита, а в низах разреза постепенно сокращается содержание разбухающей фазы в смешаннослойных образованиях на фоне увеличения количества гидрослюдистых компонентов [6, с.343].

Мы утверждаем, что не столько гранулометрия частиц осадка играет в данном случае главную роль, сколько минеральный состав отложений океанических и морских бассейнов. И вот почему.

Дело в том, что минералы глинистых материнских пород состоят преимущественно из адсорбентов – бентонитовых минералов (смектитов - монтмориллонита, сапонита, гекторита, палыгорскита, нонтронита), иначе активных «поглотителей» («аккумуляторов») органического вещества. Безусловно в таких осадках присутствуют и терригенные частицы. Из бентонитовых минералов чаще всего в составе глин участвует монтмориллонит, образующийся путем гальмиролиза пирокластического материала вулканических извержений (в том числе подводных), преимущественно пеплового, а также туфового.

Ещё на стадии седиментогенеза остатки рыб, рачков и других обитателей морей и океанов «обрабатываются» морскими «санитарами» - бактериями, превращая эти остатки в биомассу. В силу тиксотропных свойств биомассы она долгое время находится в придонной части в виде желатинообразных частиц, взвешенных в морской воде наподобие сапропеля (такое состояние биомассы в виде сапропеля можно наблюдать в озерной воде Палиастомы на восточном побережье Чёрного моря, близ устья р. Риони). Подобно очистке вина, когда кахетинский винодел помещает на дно глиняного сосуда («квеври») комок бентонитовой глины и мельчайшие желатинообразные тиксотропные (взвешенные в вине, долго не оседающие на дно) вещества притягиваются и поглощаются разбухающим при этом комком монтмориллонитовой глины, так и на дне океанов и морей тонкодисперсные монтмориллонитовые глины (а также тонкопористые диатомитовые осадки, действующие наподобие «активированного угля») поглощают всякого рода морскую биомассу (как животного, так и водорослевого состава) – родоначальницу углеводородного сырья. Упомянутые нами диатомитовые осадки (к примеру, тёмно-серые глины «диатомовой свиты» Бакинского района, по И.М.Губкину [22]) образуются из кремнезема, высвобожденного при гальмиролизе вулканического пепла при трансформации его в монтмориллонит (в этих условиях пышно расцветают диатомеи, усваивающие кремнезем для постройки своих панцирей). Этим и объясняется, кстати, частое совместное нахождение монтмориллонита и диатомита в подобных осадках. Вообще, сорбционные свойства бентонитовых (монтмориллонитовых) глин и песчаников с бентонитовым цементом общеизвестны: они активно сорбируют окислы урана (карнититовые песчаники Канады), фосфаты и др. вещества.

Что же дальше происходит с органическим веществом, адсорбированным такими глинами? На стадии диагенеза, по мере возрастания давления и температуры, осадки уплотняются, из них отжимается часть воды.

Дж.Хант [50] отмечает, что скорость преобразования органического вещества в среднем удваивается на каждые 10°C прироста температуры и зависит от состава органического вещества и каталитической активности минеральных компонентов пород.

Н.Б.Вассоевич [14] в вертикальном разрезе выделяет следующие литологические зоны: диагенез (Д), протокатагенез (ПК), мезокатагенез (МК), апокатагенез (АК). Каждая из них подразделяется на подзоны (подстадии) литогенеза: ПК<sub>1</sub>, ПК<sub>2</sub>, ПК<sub>3</sub>; МК<sub>1</sub>, МК<sub>2</sub>, МК<sub>3</sub>, МК<sub>4</sub>; АК<sub>1</sub>, АК<sub>2</sub>, АК<sub>3</sub> и АК<sub>4</sub>. Наибольшее количество углеводородов нефти формируется при температуре 60-150°C («Главная фаза нефтеобразования» - ГФН, по Н.Б.Вассоевичу [14], или

«Порог интенсивного образования нефти», по Дж.Ханту [50] и Дж.Конннану [56]). При этом Н.Б.Вассоевич [14] и В.А.Соколов [45] считают, что основная часть нефти образуется при участии факторов термokatалитической деструкции органического вещества при погружении осадков на большие глубины. Э.Брей и Э.Эвенс [54, с.248-257] допускают, что при содержании высокомолекулярных углеводов в осадочных породах от 0,004% до 0,04% их можно рассматривать как нефтематеринские. Однако, по новейшим представлениям [50, 58, 59, 60], белково-жировые вещества сами по себе не могут трансформироваться в углеводороды, для чего требуется приток тепловой энергии при соответствующем давлении, а также время и вещество-катализатор процесса.

Для случая лейасских глинистых осадков Большого Кавказа тепловой приток мог осуществляться как из зон субдукции, так и периодических извержений, о чем свидетельствуют многочисленные пластовые и другие по морфологии интрузии в них (дайковые тела и другие формы тел порфиринов, диабазов, кератофинов, витрофинов, вариолитов и др.). Но вернемся к нашей модели трансформации ОВ в углеводороды.

Роль монтмориллонита (или других смектитов и сонахождения с ними панцирей диатомей, радиолярий) заключается в «очистении» биомассы придонных морских вод путем адсорбции, о чем было сказано выше. Но монтмориллонит, адсорбируя органическое вещество, омыляет его (в первую очередь, липиды), трансформируя в эмульсию, так как, к тому же, является сильным эмульгатором. Трансформированный путем гальмиролиза вулканического пепла и другой пирокластик, в условиях богатой натрием морской воды монтмориллонит именно щелочной, натриевой разновидности, наряду с другими факторами, создавая восстановительную среду, легко омыляет жиры, переводя их в мылоподобную эмульсию. Состав мыла  $C_{17}H_{35}COONa$ , т.е уже образуется близкое по составу к углеводородному вещество, представляющее собой соль высокомолекулярных жирных кислот, в составе которых нафтенновые, смоляные и другие кислоты. В водных растворах они находятся частью в состоянии истинного, частью же в коллоидном полудисперсном состоянии (см. производство мыл в специальных руководствах и их химическую природу).

На следующем этапе эмульгированное мылоподобное вещество (или полуфабрикат углеводорода), по мере накопления осадков, попадая в главную зону нефтеобразования, под действием температуры, давления и каталитического воздействия минеральных компонентов осадков «дозревает» до состава углеводородов нефтяного состава.

Мы не собираемся в данной статье останавливаться на процессах миграции и локализации нефти и газа, ибо эти процессы детально разработаны и подтверждены практикой работ на нефть и газ. Отметим лишь, что водно-нефтяная эмульсия, мигрируя сквозь пористые породы-коллекторы, фильтруется: в порах остаются капельки нефти, а вода (фильтрат) просачивается дальше по пласту.

### 3. Выводы

Разработанная нами модель формирования нефти и газа основывается на органической теории происхождения углеводородного сырья (хотя допускает частичное участие в этом процессе и углеводородов эндогенного происхождения, о чем свидетельствует хотя бы содержание их в газах и эманациях «черных и белых курильщиков» на дне океанов).

Модель подразумевает следующие стадии преобразования органического вещества:

- На стадии седиментогенеза, во впадинах океанов и морей, наряду с тонкодисперсными терригенными отложениями, происходит накопление пирокластического (преимущественно пеплового) материала совместно с огромным количеством органических остатков.

- На стадии диагенеза, в результате гальмиролиза (подводного разложения) пирокластический материал (в особенности пепловый) трансформируется в монтмориллонит (или другие бентонитовые минералы – гекторит, сапонит, палыгорскит, в зависимости от состава пирокластике, морской воды, ее pH и т.д.). При разложении пирокластике и трансформации ее в монтмориллонит высвобождается огромное количество  $\text{SiO}_2$ , усвояемое диатомеями, радиоляриями для постройки своих панцирей (вот почему в нефтематеринских глинистых отложениях, наряду с монтмориллонитом, часто присутствуют диатомитовые, радиоляритовые панцири – глинистые сланцы Монтерея Мексиканского залива, диатомитовые глины Апшерона и др.).

- Находящаяся совместно с бактериями, морскими водорослями, отмершими микроскопическими рачками и другими органическими остатками рыб, морских млекопитающих биомасса под действием микроорганизмов разлагается, подвергается декарбонизации и гидрогенизации с выделением газовых компонентов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и др.

- Разложившаяся биомасса в виде сапропелевидного подвижного желатиноподобного тиксотропного пласта накапливается над осадочными тонкодисперсными отложениями, содержащими щелочные, преимущественно натриевые бентонитовые минералы (в основном, монтмориллонит).

- Монтмориллонит, наряду с другими факторами создавая восстановительную среду, адсорбирует из жидкой биомассы жирные кислоты и желатиноподобные продукты трансформации белков и, обладая щелочными свойствами (в силу чего является сильным эмульгатором), переводит их в жидкое мылоподобное состояние (эмульсию). Состав мыла  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$ , т.е. образуется углеводородсодержащее вещество, представляющее собой соли высокомолекулярных жирных кислот, в составе которых нефтяные, смоляные и др. кислоты. В водных растворах они находятся частью в состоянии истинного раствора, частью же в коллоидном полудисперсном состоянии.

- Помимо омыления (эмульгации) жиров, монтмориллонит оказывает и каталитическое воздействие.

- На стадии катагенеза, под воздействием термокаталитических агентов, в условиях повышенных температур и давления, происходит дальнейшее усложнение молекулярной системы мылоподобной жидкости - эмульсии, образовавшейся вследствие взаимодействия органического вещества и минеральной (сугубо монтмориллонитовой) массы пород.

- Таким образом, генерация нефтяных углеводородов осуществляется в определенных био-, геохимических и термодинамических условиях.

Мы не касаемся вопросов миграции и локализации углеводородов в породах-коллекторах в благоприятных геологических и гидрогеологических обстановках для сохранения залежей нефти и газа от разрушения, так как эти вопросы детально разработаны специалистами и учеными-нефтяниками и доказаны на практике. Однако отметим, что водно-нефтяная эмульсия, мигрируя сквозь пористые породы-коллекторы, фильтруется: в порах остаются капельки нефти, а вода (фильтрат) просачивается дальше по пласту.

По поводу нового подхода к пониманию процессов генерации углеводородов из мылоподобной эмульсии мы ожидаем широкой дискуссии и рады будем ждать откликов по теме статьи.

### Литература

1. Алиев А.И., Багир-Заде Ф.М., Буниат-Заде З.А., Гусейнов А.Н., Дадашев Ф.Г., Мехтиев Ш.Ф., Салаев С.Г., Юсуф-Заде Х.Б. Месторождения нефти и газа и перспективные структуры Азербайджанской ССР. Изд. Баку: «Элм», 1985ю- 107 с.



მეცნიერება

გეოლოგია

SCIENCE

2. Аммосов И.И. Стадии изменения осадочных пород и парагенетические отложения горючих ископаемых// Сов. геол., №4, 1961.
3. Андреев П.Р. и др. Превращение нефти в природе. Ленинград: Гостоптехиздат, 1958.
4. Асланикашвили Н.А. Особенности состава пород-коллекторов Самгори-Патардзеульского месторождения нефти//Сообщ. АН Груз. ССР, 88, №3, 1977, с.621-624.
5. Асланикашвили Н.А. Цеолиты в породах-коллекторах Самгори-Патардзеульского месторождения нефти//Сообщ. АН Груз. ССР, 97, №3, 1980, с.649-652.
6. Асланикашвили Н.А. Некоторые особенности литогенеза мел-палеогеновых отложений Притбилисского нефтеносного района//Сообщ. АН Груз. ССР, 109, №2, 1983, с.341-344.
7. Баженов Г.С., Назаров П.П. Графит, графитит или угольная пыль (к минералогии Раховского массива)//Изв. ВУЗ-ов. Геол. и разв., №6(55), 1963.
8. Балавадзе Б.К., Твалтвадзе Г.К. Строение земной коры в Грузии по геофизическим данным//Изв. Акад. наук СССР. Сер. геофиз. №9, Москва: 1958, с.1075-1084.
9. Башелеишвили Л.В., Кумелашвили М.А. Сдвиговые деформации молласовых впадин грузинской части Кавказа//Горный журнал №1(26). Тбилиси, 2011, с.16-18.
10. Булеишвили Д.А. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Вост. Грузии. Гостоптехиздат, 1960.
11. Де Бур. Динамический характер адсорбции. Москва, 1962.
12. Вассоевич Н.Б. Палеоген Восточной Грузии//Геология СССР, т.Х, гл.1. Л.: Гостоптехиздат, 1941.
13. Вассоевич Н.Б. Вопросы образования нефти. Тр. ВНИГРИ, вып.128, Ленинград: Гостоптехиздат, 1958.
14. Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти//Изв. АН СССР. Сер.геол., 1967, №11, с.135-156.
15. Вахания Д.С. Стратиграфия и перспективы нефтегазоносности майкопской свиты Грузии//Тр. ВНИГНИ, вып.15. Гостоптехиздат, 1959.
16. Вахания Д.С., Зиракадзе Р. О практическом значении метановыделений со дна и зон накоплений газогидратов в осадочном чехле Восточной части акватории Черного моря//Нефть и газ Грузии. №2(6), Тбилиси, 2002, с.65-74.
17. Вахания Д.С., Зиракадзе Р. О возможном нефтегазонакоплении в осадочном чехле Восточно-Черноморской впадины на примере прилегающей суши//Нефть и газ Грузии. №2(5), Тбилиси, 2002, с.68-86.
18. Вульчин Е.И. К геологической характеристике метан-антрацитоносных пород Северо-Западного окончания Мармарошского массива. Геология и геохимия месторождений горючих ископаемых. Киев: Наукова думка, 1965, с.42-50.
19. Гамкрелидзе И.П. Тектонические структуры и альпийская геодинамика Кавказа и сопредельных регионов//Тр. ГИН АН ГССР. Нов. сер., вып.86. Тбилиси: Мецниереба, 1981, с.105-127.
20. Гамкрелидзе И.П. Тектоническое строение и альпийская геодинамика Кавказа.- В кн.: Тектоника и металлогения Кавказа. Тр. ГМП. Нов. сер, вып.86. Тбилиси: Мецниереба, 1984.
21. Гамкрелидзе П.Д. Тектоника. Геология СССР, т.Х, Грузинская ССР. Москва: Недра, 1964.
22. Губкин И.М. Учение о нефти. Москва-Ленинград: ОНТИ, 1932.- 458с.
23. Гудушаури С. О возможной нефтегазоносности акватории Черного моря//Нефть и газ Грузии. №2(5), Тбилиси, 2002, с.61-67.

მეცნიერება

გეოლოგია

SCIENCE

24. Двали М.Ф. Нефтематеринские свиты и принципы их диагностики//Тр. ВНИГРИ, вып.211. Гостоптехиздат, 1963.
25. Дзвеляя М.Ф. Основные черты геологического строения Грузинской ССР и геохимия органического вещества кайнозойских отложений (в связи с проблемой генезиса нефти). Тбилиси: Мецниереба, 1972.- 191с.
26. Доленко Г.Н. Происхождение нефти и газа и нефтегазонакопление в земной коре. АН Украинской ССР, Киев: Наукова Думка, 1986.- 135с.
27. Еременко Н.А., Панкина Р.Г., Ботнева Т.А. и др. Стабильные изотопы в геохимии нефти. Москва: Недра, 1974.- 197с.
28. Залесский Б.В., Санина Е.А. К вопросу определения проницаемости массивных горных пород//Тр. Инст. геол. рудн. мест., петрогр., минер. и геохимии АН СССР, вып.43, 1961, с.111-119.
29. Иоселиани М.С. Строение осадочного комплекса и кристаллического фундамента территории Грузии по геофизическим данным. Тбилиси: Мецниереба, 1969.
30. Карпов П.А. Некоторые закономерности изменения пористости терригенных пород в зависимости от глубины залегания//Литол. и полез. ископ. №5, 1964.
31. Лалиев А.Г. Проблема юрской нефти на южном склоне Кавказа//Нефт. хоз., 1936, №12.
32. Лалиев А.Г. Майкопская серия Грузии. Москва: Недра, 1964.
33. Лалиев А.Г. Нефть и горючие газы. Геология СССР, т.Х. Москва: Недра, 1974, с.52-94.
34. Леворсен А.И. Геология нефти и газа. Москва: Мир, 1970.- 639с.
35. Марусидзе Г.Я. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмическим данным. Тбилиси: Мецниереба, 1976.
36. Маслов К.С. Об условиях нефтегазонакопления в отложениях олигоцена-нижнего миоцена Грузии//Тр. ВНИГНИ, вып.21, 1959.
37. Мехтиев Ш.Ф. Проблемы генезиса нефти и формирование нефтегазовых залежей. АН АзССР, 1969.- 229с.
38. Нанадзе А.О., Папава Д.Ю., Мгеладзе З.В. Месторождения нефти и газа, перспективные структуры и нефтегеологическое районирование территории Грузии. Тбилиси: ПО «Грузгеология», 1969, 68 стр.
39. Нанадзе А.О. Выделение и характеристика зон нефтегазообразования на территории Грузии. Научно-техн. прогресс, Тбилиси, 1989, с.9-22.
40. Неручев С.Г. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти. Ленинград: Гостоптехиздат, 1962.
41. Николаишвили М.М. Результаты определения глубины залегания поверхности кристаллического фундамента в Юго-Восточной части Грузии по комплексному использованию сейсмо-гравиметрических данных//Сообщ. АН ГССР, 121, Тбилиси: 1987, с.521-523.
42. Парк Джон Донс. Механика нефтяного пласта. Москва: Гостоптехиздат, 1947.
43. Рассел У.Л. Основы нефтяной геологии. Москва: Гостоптехиздат, 1959.- 619с.
44. Симонейт Б.Р.Т. Созревание органического вещества и образование нефти: гидротермальный аспект//(Доклад на 27-м Междун. геол. конгрессе. Москва, 9 августа). Геохимия, №2, Москва: Наука, 1986, с.236-255.
45. Соколов В.А. Процессы образования и миграции нефти и газа. Москва: Недра, 1965.- 276с.
46. Соколов В.А. Эволюционно-динамические критерии оценки нефтегазоносности недр. Москва: Недра, 1985.

მეცნიერება

გეოლოგია

SCIENCE

47. Тавдუმადзе И. Залежи нефти, связанной с олигоценовыми отложениями на площади Ниоцминда//Нефть и газ Грузии. №2(5). Тбилиси, 2002, с.46-51.
48. Топчишвили М.В., Ломинадзе Т.А., Церетели И.Д, Тодрия В.А., Надареишвили Г.Ш. Стратиграфия юрских отложений Грузии//Гр. Геол. инст. Новая сер. Вып.122. Тбилиси, 2006.- 449с.
49. Уэллер Дж.М. Уплотнение осадков.- В кн.: Проблемы нефтяной геологии в освещении зарубежных ученых. Москва: Гостоптехиздат, 1961.
50. Хант Д.Ж. Геохимия и геология нефти и газа. Москва: Мир, 1982.- 704с.
51. Чихрадзе Г.А. Литология ниже- и среднеюрских отложений Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1979.
52. Чичуа Б.К., Каличава К.Т., Микая Л.А. К вопросу о влиянии начального метаморфизма (катагенеза) на общую пористость песчаников и глинистых пород.- В кн.: Материалы по геологии и нефтегазоносности Грузии. Москва: Недра,1987, с.128-134.
53. Чичуа Б.К. Матер. VIII Междунар. конгресса по стратиграфии и геологии карбона. т.4. Москва, 1979.- 203с.
54. Bray E.E., Evans E.D. Hydrocarbons in no reservoir-rock source beds. Part 1. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1965, vol. 49, #3, p.248-257.
55. Burst G.F. A.P.G. Bulletin, vol.5.3, #1, 1969.
56. Connan J. Lime-temperature relation in oil genesis. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., 1974, vol. 58, p.2516-2521.
57. Ernest L.Ohle. The influence permeability on ore distribution in limestone and dolomite. Economic. Geology, 1951, vol.46, #7 and #8.
58. Koichi A., Tagashi A. Jap. Assoc. Petrol. Technol. 42, #2, 1977.
59. Oinuta K., Kabayashi K. Quantitive study of clay minerals in some recent marine sediments and Sedimentary rocks from Japan. Clays and Clay Minerals. 1966. vol. 26. p.217-223 (в журнале «Литол. и полезн. ископ.». №2, 1992, с.27).
60. Philippi G. On the depth, time and mechanism of petroleum generation. Geol. and cosmochim. acta, 1965, vol.29, #9.
61. Trask P.D., Hammar R.E., Wu C.C. Origin and environment of source sediments of petroleum. Houston: Gulf Publ., 1932, 323p.
62. John Hant. Petroleum geochemistry and geology. 1979. (Джон Хант. Геохимия и геология нефти и газа. Москва, «Мир», 1982, перевод Н.Б. Вассоевича).
63. Hubbert M.K. The theory of ground water motion and related papers. Hufner Publishing Company, New York, 1969, 310p.

УДК 551.24(479.22)+553.98.061.33

Г. А. Магалашвили

## РОЛЬ ПЛИТНОЙ ТЕКТОНИКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УНИКАЛЬНЫХ И КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАВКАЗА)

**РЕЗЮМЕ:** Высказано предположение, что вследствие длительного давления северного выступа Аравийской плиты, при продвижении её к северу, большая часть «грузинской» нефти должна была отжиматься как к востоку, в сторону нынешнего Азербайджана, так и к западу, в сторону нынешнего восточного побережья Чёрного моря. Не исключено, что аналогичные геодинамические процессы, в ряде случаев, отжимали нефть с сопредельных нефтепроизводящих провинций, способствуя тем самым формированию крупных, а порой и уникальных месторождений углеводородного сырья. Предлагается внести коррективы и в металлогению, в частности, в теорию рудообразовательного процесса, учитывая, что в одних случаях продвижение плит сдавливает рудоподводящие каналы и, наоборот, в других случаях способствует их раскрытию. Рекомендуется пересмотреть тактику поисковых работ на нефть в Грузии с учётом того, что глубоко- и сверхглубокопогруженные скопления нефти и газа в последнее время стали важнейшим резервом мировой нефтегазодобычи и это положение актуально и для условий Грузии.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Аравийская плита; нефтепроизводящие породы; продвижение плит.

### 1. Введение



**Георгий Магалашвили,**  
профессор, доктор г.-м.н.,  
Действительный член РАЕН  
и Инженерной Академии  
Грузии.

Общеизвестно значение углеводородных ресурсов для развития экономики страны и её безопасности. Более того, основные политические и военные конфликты возникали преимущественно именно за обладание, либо из-за контроля над странами – основными обладателями этого важнейшего стратегического сырья.

Кавказ в целом является одной из важнейших нефтегазодобывающих провинций, хотя месторождения и проявления углеводородного сырья в этом регионе распределены далеко не равномерно.

Мы попытались проанализировать распределение месторождений углеводородных ресурсов, нефтепроизводящими которых, по нашему мнению, преимущественно являются глинисто-песчаные и другие образования сланцевого комплекса Большого Кавказа. Конечно, к нефтепроизводящим относят и породы эоцена, майкопской серии, однако мы всё же основными считаем глинистые породы ниже-среднеюрской формации.

### 2. Основная часть

В течение многих миллионов лет территорию Кавказа, наряду с другими сопредельными частями Средиземноморского складчатого пояса, занимал обширный океанический бассейн Тетис и его краевые и островодужные акватории, на дне которых накапливались терригенные, в том числе тонкодисперсные осадки, вулканокластический материал (в том числе пепел) и огромное количество морской биомассы как животного, так и растительного происхождения.

Уже на стадии седиментогенеза и в начале диагенеза, в результате гальмиролиза вулканокласты и пепел подвергаются трансформации с образованием монтмориллонита или дру-

гих смектитовых минералов. Известно, что при этом высвобождается значительное количество диоксида кремния, за счёт которого диатомеи и другие морские водоросли строят свои панцири.

На стадии диагенеза и начальных подстадиях катагенеза, на фоне возрастания давления и температуры, биомасса «дозревает» до состояния углеводородного вещества (принесим извинение за упрощённую схему нефтеобразования и советуем ознакомиться с нашей возможной моделью трансформации биомассы в этом же номере журнала).

Попутно отметим, что в настоящее время процесс нефтеобразования в морских бассейнах если и совершается, то сравнительно в малых масштабах. Это, по нашему мнению, объясняется, во-первых, ослаблением вулканических извержений (в том числе подводных), поставивших огромное количество вулканокластов (в том числе пепла), трансформировавшихся в результате гальмиролиза в монтмориллонит. А последний необходим (согласно нашей модели нефтеобразования) для создания восстановительной среды и эмульгации жировой биомассы.

При этом образуется жидкое мылоподобное вещество – полуфабрикат нефти (или «кероген» - термин, заимствованный И.М.Губкиным у Крум Броуна, который ввёл его для обозначения им дегтеобразного вещества, получаемого из горючих сланцев).

Отсутствие же монтмориллонита (или же других подобных смектитовых минералов) вызывает ослабление процесса эмульгации биомассы, что приводит к её гниению. При этом часть гнилой биомассы поедается морскими «санитарами», но значительная её часть загрязняет воду океанических и морских бассейнов, что, по нашему мнению, и является одной из причин создавшейся «дискомфортной» жизни морских обитателей и массовых выбросов на берег китов, кашалотов, дельфинов.

Очевидно, подобные изменения экологии и особенно состава морской воды обуславливают и то обстоятельство, что в настоящее время не наблюдается также образование крупных массивов известняков, доломитов и других разностей карбонатных пород.

Возвращаясь к общей схеме формирования залежей нефти, отметим, что в дальнейшем, по мере нарастания давления и температуры нефть, как известно, мигрирует в породы-коллекторы и локализуется в благоприятных экранированных пластах, структурных элементах, гидродинамических и других «ловушках».

Однако, по нашему мнению, распределение залежей углеводородного сырья контролируется не только РТ факторами среды, но и геодинамическими подвижками, которые для условий Кавказа (в частности, Грузии), а возможно и для многих других нефтегазоносных провинций, играют первостепенную роль в перераспределении углеводородов и формировании уникальных, крупных и меньших по масштабу месторождений.

Поиски промышленных залежей углеводородного сырья в Грузии осуществляются вот уже более 100 лет. С целью достижения результативности этих работ подключены как известные специалисты нефтяной геологии, так и геофизики, геохимики, гидрогеологи, специалисты промысловой геологии и др. Однако до настоящего времени значительных успехов по обнаружению крупных залежей нефти и газа не достигнуто, если не считать несколько более десятка мало- и среднедебитных месторождений, о которых неоднократно писалось, в частности, на страницах данного журнала.

Мы задались целью дать объяснение сложившейся ситуации в практике нефтяной геологии и проанализировать причины с точки зрения истории тектонического развития территории Грузии и сопредельных областей Кавказа. Объектом анализа избрана восточная часть Грузии, хотя в целом рассматривается вся полоса южного склона Большого Кавказа в пределах Грузии.

Нефтяные и газовые месторождения формировались преимущественно в зонах сочленения поднятий и депрессий фундамента и осадочного чехла, где в истории геологического развития создавались благоприятные условия для образования пород-коллекторов, структур – «ловушек», а также благоприятные геологические и гидрогеологические обстановки для сохранения залежей нефти и газа от разрушения. Глубинное строение фундамента осадочного чехла Грузии в какой-то мере позволяет наметить локальные поднятия и депрессионные участки фундамента [5, 24, 30].

Современный структурный план мезо-кайнозойских комплексов (наиболее перспективных нефтегазовмещающих объектов разведки и добычи углеводородного сырья) Кахетии в основных чертах сложился к началу среднего миоцена. В дальнейшем тектоническое развитие носило преимущественно унаследованный характер. Окончательное же формирование структуры этого региона произошло в результате плиоценовых и новейших тектонических движений, в силу чего благоприятные для локализации и сохранения нефтяных залежей структурные элементы формировались на поздних этапах геологического развития, не ранее чем в плиоцене.

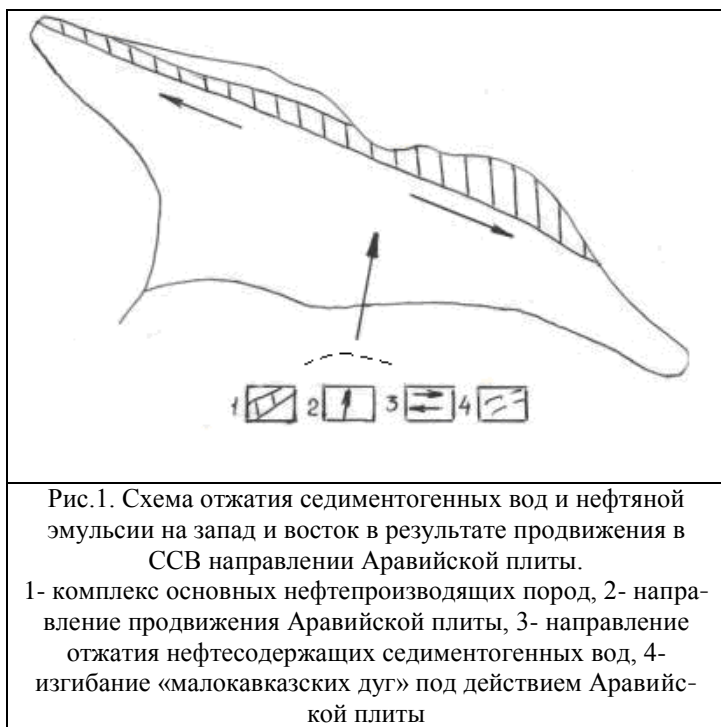


Рис.1. Схема отжатия седиментогенных вод и нефтяной эмульсии на запад и восток в результате продвижения в ССВ направлении Аравийской плиты.  
 1- комплекс основных нефтепроизводящих пород, 2- направление продвижения Аравийской плиты, 3- направление отжатия нефтесодержащих седиментогенных вод, 4- изгибание «малокавказских дуг» под действием Аравийской плиты

Многочисленные факты наблюдений и существующие материалы по геодинамике [14,15,16], нефтяной геологии [7], особенностям литологии нефтепроизводящих формаций [37], сравнение масштабов залежей нефти Грузии и соседних территорий [1,26] навели нас на мысль о том, что при продвижении Аравийской плиты к север-северо-востоку, с опережением её «клина» в центральной части Грузии, генерированные углеводороды нефтепроизводящих пород отжимались от меридиана «клина» на восток в сторону нынешнего Азербайджана и Каспия, дополняя местные углеводородные ресурсы за счёт мигрирующей туда «грузинской» нефти. Аналогично, отжимание «грузинской» нефти шло и в северо-западном направлении по широте

«Гудаута-континентальный склон Чёрного моря». Следовательно, большая часть нефти, образовавшаяся в океанических просторах Тетиса и его краевых морях, отжата в сторону Апшеронского полуострова и шельфовой части Каспия и континентального склона Чёрного моря. Иначе, основная часть «грузинской» нефти под действием бокового давления, (продолжающегося и в настоящее время), мигрировала как на восток, так и на запад. Остаться могла нефть в благоприятных структурных и гидродинамических «ловушках», а также на значительных глубинах (до 5-6 тыс.м и более).

Индикаторами процесса отжатия нефти к западу и востоку от меридиана клина Аравийской плиты служат следующие факторы:

- Одним из факторов селективного динамометаморфизма, проявленного вдоль южного склона Большого Кавказа, служит степень изменчивости гидрослюд (в обобщённом понимании этой группы слюдистых минералов – гидромусковита, гидробиотита, фенгита, феррифенгита, тонкочешуйчатого серицита, смешаннослойных разновидностей), встречаю-

щихся от абхазской до азербайджанской его части, а также содержание органического вещества. Известно, что глинистые минералы весьма чувствительны к изменениям РТ среды и в этом смысле практически служат термобарометрическим индикатором обстановки. Так, если в центральной части, в районе с.Ларс, сланцы лейаса светло-серого, а вдоль плоскости скола даже серебристого цвета в силу преобладания мелкочешуйчатого серицита, при почти полном отсутствии гидратированных слюдистых минералов и незначительном содержании органического вещества (менее 0,5-1%), то на востоке, в кахетинской части цвет сланцев тёмно-серый, а порой даже чёрный из-за присутствия обуглившегося органического вещества («графитита», по Вульчину, 1965, с.42-50). Примерно такая же картина наблюдается и к западу от центральной части (или Крестового перевала) [37].

- Структурные элементы, в частности, нефтегазоносные куполовидные брахиантиклинали (а также брахисинклинальные структуры), показанные на картах Д.А.Булеишвили [7, с.239] и А.Л.Хаханашвили [7, с.218], вытянуты в северо-западном (кавказском) направлении в пределах западной части Грузии, где они веерообразно расходятся по краям молассовых отложений Рионской депрессии. То же отмечается и по молассовым осадкам Куринской депрессии, где пликативные, в том числе куполовидные структуры, как бы «облекают» их.

- Наибольшее сжатие испытывают, как это отмечено выше, породы центральной части Кавказа по меридиану Гори-Рача-Ставрополь. Именно вблизи этой линии и отмечаются очаги наиболее ощутимых землетрясений (Горийское, Рачинское, Ставропольское). Меньшее, но достаточно ощутимое сминание слоёв наблюдается и по обоим сторонам клина Аравийской плиты, однако оно значительно слабее, к тому же молодые молассы Куринской и Рионской зон, играя роль «буфера», принимают на себя часть усилий. Этими усилиями, по-видимому, обусловлены «малокавказские дуги» [10], сколовые явления и «срыв» крупных молассовых пород [14,15,16], а также формирование кулисообразных структур [6].

Активизация процессов отжатия углеводородов происходит совместно с седиментогенными водами, несущими с собой нефтяную эмульсию, способствуя продвижению по пласту-коллектору. При этом скорость продвижения составляет в среднем 30-35 мм в год [8], вследствие чего, в условиях восходящего потока, вероятность формирования и сохранения залежей нефти, приуроченных к гидродинамическим «ловушкам», чрезвычайно высока [9]. Для аккумуляции нефти в «ловушках» подобного типа необходимы соответствующие термодинамические условия выделения нефти из растворённого состояния в свободную фазу. Естественно предположить, что соответствующие термодинамические условия могли быть обусловлены близостью зон субдукции. Именно в условиях субдукции водно-нефтяная эмульсия подвержена отжатию в коллекторные породы с меньшим гидростатическим давлением при постоянном подогреве. Последний фактор способствует также и разжижению водно-нефтяной эмульсии, что помогает её продвижению по пласту в верхней части структурных «ловушек» (антиклинали, моноклинали, флексуры, тектонические «ловушки», экранированные пласты-коллекторы и др.).

Водонапорный режим, с которым связана миграция нефти, в основном, создаётся во впадинах и прогибах и характерен для осадочных комплексов, отличающихся тем, что их уплотнение и отток из седиментогенных вод начались относительно поздно и практически не завершились до настоящего времени. При этом следует учесть, что в глинистых породах имеется как поровая, так и связанная (конституционная, кристаллизационная, адсорбционная) вода.

Как показали исследования [8,9,38], отжатие поровой воды завершается на глубине около 3000 м, тогда как на глубинах свыше 3000 м, в связи с увеличением пластовых температур и давления, отжимаются и связанные воды. Так, например, связанная вода глинистых

минералов типа монтмориллонита переходит в свободное состояние в основном при температурах от 100<sup>0</sup> до 200<sup>0</sup>С [8].

Практика нефтепоисковых работ последних лет, в отдельных случаях, позволяет пересмотреть максимальные глубины сохранности залежей нефти [32]. К примеру, наибольшее число глубоких и сверхглубоких скважин пробурено в США, где максимальная для нефтегазопроисковых скважин глубина в 9583 м достигнута в скважине «Берта-Роджерс 1» во впадине Анадарко (штат Оклахома), а самая глубокая морская скважина в 6962 м пробурена в Мексиканском заливе в дельтовой зоне р.Миссисипи. При этом установлены максимальные глубины выявленной нефтеносности (6540 м) на площади «Лейк-Вашингтон» и газоносности (8098 м) в скважине «Рас-Ледбеттер 1» на площади Милс Рэнч впадины Анадарко [1, с.72-73].

Максимальные глубины продуктивности Южного Каспия приходятся на нефтегазоносный район «Бакинский архипелаг», где добывают нефть с глубины до 5755 м (площадь «о.Булла») и газ на площади «Булла-море» с глубин до 6200 м [1, с.72-73].

В Украинских Карпатах скважина «Шевченко-1», пробуренная до отметки 7526 м, на интервале глубин 6000-7500 м пересекла мощные горизонты песчаников с нефтенасыщенностью 60%, при этом с глубины 7011-7022 м отобрана была проба жидкой нефти плотностью 870 кг/м<sup>3</sup> [1, с.74].

Геологический материал глубоких и сверхглубоких скважин и результаты лабораторного изучения вместе с данными геофизических, геохимических и других исследований нефтегазоносных районов Азербайджана и прилегающей акватории Южного Каспия послужили основой для обоснования возможности наличия на глубинах до 9 км промышленных скоплений углеводородов не только в газовой, но и в жидкой фазе [26].

В вопросе фазового состояния углеводородов глубоко- и сверхглубокопогруженных залежей считалось, что последние будут газовыми или газоконденсатными. При этом главным аргументом наличия жидкой фазы углеводородов считался прежде всего «температурный барьер», принимаемый различными исследователями в интервале 150-200<sup>0</sup>С. Однако существуют области с широким развитием осадочных комплексов пород молодого возраста, представляющие исключение из правил. Примером могут служить среднеплиоценовые отложения Азербайджана и Южного Каспия, в которых геотермический градиент составляет в среднем 2<sup>0</sup>С/100 м, что позволяет опустить предположительную «критическую» для нефти нижнюю границу её распространения ниже 9 км [26, с.72].

Поэтому не исключено, что в депрессионных зонах, где имеются благоприятные условия (наличие неметаморфизованных осадочных пород молодого возраста, специфическая структурная обстановка, значительные порово-гранулярные песчаные коллекторы, наличие глинистых экранирующих покровов, а также соответствующие термодинамические характеристики разреза), можно ожидать сохранившиеся промышленные залежи нефти и газа.

Нет надобности в данной статье приводить перечень благоприятных для накопления и сохранения залежей нефти и газа структурных «ловушек», флексур, моноклиналей, куполовидных поднятий и др., которые детально разработаны грузинскими геологами-нефтяниками для проведения целенаправленных поисков залежей углеводородного сырья как по перспективным нефтегазоносным районам и площадям Западной, так и Восточной Грузии.

Считаем необходимым хотя бы вкратце рассмотреть частные вопросы, непосредственно касающиеся изложенной выше концепции о роли плитной тектоники в формировании некоторых крупных и уникальных нефтегазовых месторождений.

1. Вопрос о «Главном надвиге». Многие исследователи района Главного надвига допускали значительные горизонтальные перемещения масс. Так, ещё в 1931 г. И.Г.Кузнецов



амплитуду перемещения оценивал до 12 км, другие ограничивались цифрами 2,5-3 км [17, с.18].

П.Д.Гамкрелидзе (1964) Главный надвиг считал долейасовым, допуская его действие и в настоящее время. И действительно, об этом свидетельствуют перемещения масс вдоль линии надвига, на что указывают многочисленные выступы карнизов пород кристаллического ядра, возвышающихся над сланцевой формацией ранней юры [17, с.9-19], а также частые разрушительные землетрясения.

Нам кажется, что «Главный надвиг» традиционно принято называть надвигом, однако по своей сути он является скорее «поддвигом» и вот почему. Расположенная к северу Евразийская плита, являющаяся более стабильной, занимает относительно пассивное положение, тогда как продвижение Аравийской плиты к ССВ вынуждает породы южного склона Большого Кавказа (как более пластичные) перемещаться к северу. Однако, встречая жёсткое сопротивление Евразийской плиты, породы сминаются в складки (вплоть до изоклинальных), воздымаются и запрокидываются веерообразно как в южном, так и в северном направлении. При этом происходит и расслоение масс, установленное рядом исследователей, однако наиболее детально изученное и подкреплённое фактическим материалом И.П.Гамкрелидзе и Д.М.Шенгелиа [16]. Так и напрашивается мысль о том, что значительная часть масс пород «поддвигается» под Евразийскую плиту, создавая иллюзию «сухой континентальной субдукции».

Вместе с тем, мы не собираемся вовсе отрицать «надвигание» пород, точнее запрокидывание их, шарьяж.

2. Вопрос о природе органического вещества в глинистых сланцах лейаса рассматривался многими исследователями, однако более детально изучен Г.А.Чихрадзе [37], который считает его обуглившимся растительного происхождения веществом. Изучение подобных образований также лейасского возраста позволило исследователям Карпат, в частности, Раховского и Мармарошского массива, придти к выводу, что они представляют собой графитоподобный уголь типа штирийских «аморфных графитов», которые являются переходным звеном между типичным углём и кристаллическим графитом [13, с.42], и предлагается ими называть такие образования «графититом» [3]. Между тем, наряду с органическим веществом растительного происхождения, в обезвоженных и расплюснутых под воздействием термального и динамометаморфизма (на стадии «зелёных сланцев») лейасских сланцев Кахетии, на плоскостях отдельных слоёв фиксируются в виде бесформенных и рогульчатых масс копролиты. Кстати, копролиты определены нами и в позднеюрских-раннемеловых чёрных облицовочных известняках Тивского месторождения (Кварельский район).

### 3. Выводы

Анализ существующих материалов нефтяной геологии, в частности, Грузии и Кавказа в целом, позволяет сделать следующие выводы:

1. Вследствие длительного давления северного клина Аравийской плиты, при продвижении её к ССВ, большая часть «грузинской» нефти должна была отжиматься как к востоку, в сторону нынешнего Азербайджана, дополняя местные углеводородные ресурсы, так и к западу, в сторону нынешнего восточного побережья Чёрного моря.

2. Нам представляется, что аналогичным геодинамическим процессам плитной тектоники обязано формирование, в ряде случаев, и других уникальных и крупных нефтегазовых месторождений мира (месторождения стран Ближнего Востока, Персидского залива, Ливии, Венесуэлы, Мексиканского залива и др.).

3. С учётом описанных в тексте геодинамических процессов возможно придётся внести коррективы и в металлогению, в частности, в методику прогнозирования и поисков крупных рудных залежей, исключив заведомо неперспективные площади. Так, к примеру, в полосе сланцевого комплекса Большого Кавказа давление Аравийской плиты обусловило закрытие рудоподводящих каналов в её срединной части и, наоборот, способствовало раскрытию их как к востоку (крупные месторождения меди Кизил-Дере в Дагестане, свинца и цинка – Филизчай, Кацдаг, Катех в азербайджанской части), так и к западу (Урупское и Худесское месторождения меди на Северном Кавказе, свинца, цинка Дзышра-Брдзышха, меди и пирротина Аданге и другие в Горной Абхазии).

4. Рекомендуются пересмотреть тактику поисков и разведки залежей углеводородного сырья в Грузии с учётом того, что глубоко- и сверхглубоко погруженные скопления нефти и газа в последнее время стали важнейшим резервом перспектив мировой нефтегазодобычи и это положение актуально и для условий Грузии. Вместе с тем, не исключаются перспективы бурения с целью дальнейшего выявления локальных структурных и гидродинамических «ловушек», экранированных пластов-коллекторов, срезанных тектоническими сдвигами моноклиналей, флексур, положительных, в том числе и куполовидных структур и других элементов, перспективных при поисках залежей нефти и газа.

### Литература

1. Алиев А.И., Багир-заде Ф.М., Буниат-заде З.А., Гусейнов А.Н., Дадашев Ф.Г., Мехтиев Ш.Ф., Салаев С.Г., Юсуф-заде Х.Б. Месторождения нефти и газа и перспективные структуры Азербайджанской ССР. Баку: Элм,1985.-107 с.
2. Арвеладзе Р. О ходе реформ в секторе энергетики Грузии//Энергия, 1997, № 1, с.5-11.
3. Баженов Г.С., Назаров П.П. Графит, графитит или угольная пыль (к минералогии Раховского массива)//Изв. ВУЗов. Геология и разведка, 196, № 6, с.55.
4. Баженов М.Л., Бургман В.С. Структурные дуги Альпийского пояса: Карпаты-Кавказ-Памир. Москва: Наука, 1990.- 166 с.
5. Балавадзе Б.К., Твалтвдзе Г.К. Строение земной коры в Грузии по геофизическим данным//Изв. Академии наук СССР. Сер. геофизическая, № 9. Москва, 1958. с.1075-1084
6. Башелеишвили Л.В., Кумелашвили М.А. Сдвиговые деформации молласовых впадин грузинской части Кавказа//Горный журнал № 1(26),Тбилиси, 2011, с.16-18.
7. Булеишвили Д.А. Геология и нефтегазоносность межгорной впадины Восточной Грузии. Гостоптехиздат, 1960.
8. Бурштар М.С., Машков И.В. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. Москва: Гостоптехиздат, 1963.- 266 с.
9. Бурштар М.С., Назаров Д.А. (ВНИГНИ). Гидродинамические ловушки как новый резерв для поисков залежей нефти//Сов.геология, № 11, 1970, с.70-83.
10. Варданянц Л.А. Тектоническая карта Кавказа в масштабе 1:1000000. Объяснительная записка//Труды ВСЕГЕИ. Нов.сер., т.10. Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1955.- 72 с.
11. Вассоевич Н.Б. Теория осадочно-миграционного происхождения нефти// Известия АН СССР. Сер.геол., 1967, № 11, с.135-156.
12. Вахания Д.Е., Зиракадзе Р.М. О практическом значении метановыделений со дна и зон накоплений газогидратов в осадочном чехле восточной части акватории Чёрного моря//Нефть и газ Грузии, № 2(6). Тбилиси, 2002, с.65-74.

მეცნიერება

გეოლოგია

SCIENCE

13. Вульчин Е.И. К геологической характеристике метаантрацитонесных пород северо-западного окончания Мармарошского массива//Геология и геохимия месторождений горючих ископаемых. Киев: Наукова Думка, 1965, с.42-50.
14. Гамкрелидзе И.П. Тектонические структуры и альпийская геодинамика Кавказа и сопредельных регионов//Тр. ГИН АН ГССР. Нов.сер., вып.86. Тбилиси: Мецниереба, 1981, с.105-127.
15. Гамкрелидзе И.П. Тектоническое строение и альпийская геодинамика Кавказа. В кн.: Тектоника и металлогения Кавказа// Тр. ГМП, нов.сер., вып.86, Тбилиси: Мецниереба, 1984.
16. Гамкрелидзе И.П., Шенгелиа Д.М. Докембрийско-палеозойский региональный метаморфизм, гранитоидный магматизм и геодинамика Кавказа//Научный мир, Москва, 2005.- 456 с.
17. Гегучадзе Ш.Х. Тектоническое строение Верхней Рачи в полосе Главного надвига// Известия геологического общества Грузии, т.6, вып.1,2. «Мецниереба», 1970, с.9-19.
18. Гудушаури С. О возможной нефтегазоносности акватории Чёрного моря//Нефть и газ Грузии № 2(5). Тбилиси, 2002, с.61-67.
19. Доленко Г.Н. Происхождение нефти и газа и нефтегазонакопление в земной коре. АН Украинской ССР, Киев: Наукова Думка, 1986.- 135 с.
20. Иоселиани М.С. Строение осадочного комплекса и кристаллического фундамента территории Грузии по геофизическим данным. Тбилиси: Мецниереба, 1969.
21. Кудрявцев Н.А. О нефтеносности мезозоя Грузии//Труды НГРИ, Нов.сер., вып.14, 1941.
22. Леворсен А.И. Геология нефти и газа. Москва: Мир, 1970.- 639 с.
23. Магалашвили Г.А. Ещё об одной возможной модели нефтеобразования//Нефть и газ Грузии, № 27, 2011.
24. Марусидзе Г.Я. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии в сопредельных районах по сейсмическим данным. Тбилиси: Мецниереба, 1976.
25. Махарадзе Г. Будущее грузинской нефти//Нефть и газ Грузии, 2000, № 1, с.25-27.
26. Мехтиев Ш.Ф. Проблемы генезиса нефти и формирование нефтегазовых залежей. Баку: АН АзССР, 1969.- 322 с.
27. Нанадзе А.О. Рациональный комплекс геологоразведочных и поисковых работ на нефть и газ в Грузии. Научно-технический прогресс, Тбилиси, 1989, с.3-8.
28. Нанадзе А.О., Папава Д.Ю., Мгеладзе З.В. Месторождения нефти и газа , перспективные структуры и нефтегеологическое районирование Грузии. Тбилиси: ПО «Груз-геология», 1969.- 67с.
29. Неручев С.Г. Нефтепроизводящие свиты и миграция нефти. Ленинград: Гостоптехиздат, 1962.
30. Николаишвили М.М. Результаты определения глубины залегания поверхности кристаллического фундамента в юго-восточной части Грузии по комплексному использованию сейсмо-гравиметрических данных//Сообщения АН ГССР, 121, 1986, с.521-523.
31. Рассел У.Л. Основы нефтяной геологии (перевод с англ.). Ленинград: Государственное научно-техническое издательство нефть. и горно-топливной литературы, 1958.- 619 с.
32. Симаков С.Н. Пространственное размещение и условия залегания нефти и газа на глубинах больше 4500 м.- В кн.: Результаты и предпосылки поисков нефти и газа на больших глубинах. Ленинград: ВНИГРИ, 1979, с.78-136.
33. Соколов В.А. Миграция газа и нефти. Издательство АН СССР, 1956.

---

---

**მეცნიერება**

-

**გეოლოგია**

-

**SCIENCE**

34. Тевзадзе Р.И. О перспективах нефтегазовой промышленности Грузии// Энергия, 1997, № 3, с.26-31.
35. Топчишвили М.В., Ломинадзе Т.А., Церетели И.Д., Тодрия В.А., Надареишвили Г.Ш. Стратиграфия юрских отложений Грузии// Труды Геологического института. Нов.сер., вып.122. Тбилиси, 2006.- 449 с.
36. Хмаладзе Г.Дж. О возможных путях развития нефтяной промышленности Грузии// Georgian Engineering News, № 2, 2001, с.125-127.
37. Чихрадзе Г.А. Литология ниже- и среднеюрских отложений Южного склона Большого Кавказа. Тбилиси: Мецниереба,1979.- 203 с.
38. Hubbert M.K. The Theory of ground water motion and related papers. Hufner Publishing Company, New York, 1969, 310 p.

## ჭაბურღილებში პარაფინთან დაკავშირებული პრობლემის აღმოფხვრის ღონისძიებები

**რეზიუმე:** წარმოდგენილია სატუმბ-საკომპრესორო მიწებზე პარაფინის მოხსნის ახალი მეთოდი (ნაცვლად გაფხეკისა). პარაფინიზებულ მიწებზე ამაგრებენ სპეციალურ კაბელს, რომელშიც გადის პულსირებული დენი და 80°C ათბობს. ელექტროციფრული დანადგარის მეშვეობით, რომლის შედეგად დახშობილი არე პარაფინისაგან თავისუფლდება

**საკვანძო სიტყვები:** სატუმბ-საკომპრესორო მიწები - სსმ, პარაფინის გაფხეკა, სსმ-ზე გამაცხელებელი კაბელის ელექტროციფრული მოწყობილობა.

### 1. შესავალი

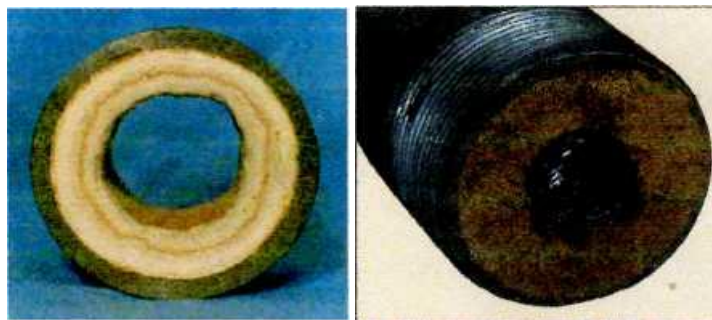


**ბექა ოდიშარია,**  
კომპანია „ჯინდალ-პეტროლიუმის“ გენერალური დირექტორი

ნავთობმრეწველობაში ნავთობის მოპოვების ერთ-ერთი ხელშემწყობი ფაქტორი ჭაბურღილში ჩაშვებული სატუმბ-საკომპრესორო მიწების (სსმ) კედლებზე (საიდანაც ხდება ფენიდან ნავთობის ამოღება) პარაფინის დალექვაა, რაც დროთა განმავლობაში ამცირებს ნავთობის მოპოვებას და საბოლოოდ მთლიანად ბიდნავს მიღშიგა სივრცეს.



**დავით სანაძე,**  
კომპანია „ჯინდალ-პეტროლიუმის“ მთავარი ენერგეტიკოსი



ნახ. 1. სატუმბ-საკომპრესორო მიწებში პარაფინიზებული მასა

### 2. ძირითადი ნაწილი

ამ პრობლემასთან ბრძოლის რამდენიმე მეთოდი არსებობს:

1. მექანიკური დამუშავება, როდესაც სპეციალური ხელსაწყო (საფხეკის) მიწებში ჩაშვებით ხდება მისი შიგთავსის გაწმენდა;
2. ქიმიური დამუშავება, რომელიც მოიცავს ქიმიური რეაგენტების ჭაბურღილში ჩატუმბვას და პარაფინიზაციის შემცირებას;



**ვაჟა ჩხოზაძე,**

კომპანია „ჯინდალ-პეტროლიუმის“ დირექტორის მოადგილე ტექნიკურ საკითხებში

3. ფენის და სს მიღების ცხელი ნავთობით დამუშავება, რომლის დროსაც ხდება ჭაბურღილის ამორეცხვა გაცხელებული ნავთობით მიღებულ დალექილი პარაფინის მოსაცილებლად და ცხელი ნავთობის ფენში შეტუმბვა;

4. ცხელი ორთქლის გამოყენება სპეციალური ორთქლის წარმომქმნელი მანქანის მეშვეობით;

5. პარაფინის მოცილება სპეციალური ელექტროგამაცხელებელი კაბელების სს მიღებულ მიმაგრებით და ჭაბურღილში ჩაშვებით, რაც არ აძლევს ფენიდან ზედაპირისკენ მოძრავ სითხეს გაცივების და, შესაბამისად, პარაფინის გამოყოფის საშუალებას.

სწორედ ამ უკანასკნელზე შევანერებთ თქვენ ყურადღებას. „ჯინდალ-პეტროლუმ ოფერეითინგ ქომფანის“ ხელმძღვანელობის მიერ განხორციელებული ინვესტიცია, სატუმბ-საკომპრესორო მიღებულ სპეციალური ელექტროკაბელების და ჭისპირზე ციფრული ელექტროდანადგარის დასამონტაჟებლად და აღნიშნული მეთოდი საქართველოში პირველად, ჩვენ მიერ ინოვაციურად დაინერგა ამ კომპანიის სალიცენზიო ტერიტორიაზე არსებული თელეთის №60, 39 და 63 ჭაბურღილებში.

ამ ტექნოლოგიის დანერგვამდე აღნიშნულ ჭაბურღილებში პარაფინთან დაკავშირებული პრობლემის აღმოსაფხვრელად გარკვეული პერიოდულობით საჭირო ხდებოდა სხვადასხვა მეთოდის მიმართვა (ორთქლის წარმომქმნელი მანქანის ან საფხეკის გამოყენება, ზოგიერთ შემთხვევაში ჭაბურღილის გაჩერება მიმდინარე შეკეთების ჩასატარებლად, კაშეკეთებით დაზვის მეშვეობით), რაც გარკვეულწილად იწვევდა ჯამური მოპოვების შემცირებას და დაკავშირებული იყო დამატებით ხარჯებთან.

აღნიშნული სისტემის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ ციფრული ელექტროდანადგარი გამართულ ელექტროენერგიას აწვდის საკომპრესორო მიღებულ მიმაგრებულ კაბელს, რომელიც ცხელდება 88°C, რაც იმავდროულად იწვევს ნავთობის გაცხელებას ჭაბურღილში და ჭისპირზე ამოსული ნავთობი აღწევს 45°C ტემპერატურას. ეს ტემპერატურა სრულიად საკმარისია იმისთვის, რომ აღარ მოხდეს ჭაბურღილში (სს მიღებში) პარაფინის გამოყოფა და კედლებზე გამოლექვა. გარემოწყობილობა უზრუნველყოფს ელექტროკაბელების გამართულ მუშაობას, მის ყველანაირ დაცვას (გადახურება, მოკლე ჩართვა), არეგულირებს ტემპერატურას, მუშაობის რეჟიმს და სხვა.



**ნახ. 2. გამაცხელებელი ელექტროციფრული დანადგარი**

### 3. დასკვნა

აღნიშნული სისტემის რამდენიმე თვის განმავლობაში მუშაობამ აჩვენა, რომ სამივე ჭაბურღილზე ნავთობის შემცველმა ფენმა უფრო სტაბილურად დაიწყო მუშაობა, მოიმატა ნავთობის დებიტმა, შემცირდა მისი გაწყლოვანების პროცენტული მაჩვენებელი და, რაც მთავარია, საგრძნობლად შემცირდა ნავთობის მოპოვების თვითღირებულება.

აღნიშნულ მოწყობილობას აქვს მხოლოდ და მხოლოდ ელექტროენერგიის ხარჯი, რომელიც თითოეულ ჭაბურღილზე თვეში 10 000 კვტ-ს (1000 ლარი) შეადგენს.

ასევე, უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მეთოდი ზემოთ ჩამოთვლილ მეთოდთან ეკოლოგიურად ყველაზე უსაფრთხოა, მთლიანად გამორიცხავს გარემოს დაბინძურებას მუშაობის პერიოდში.



ნახ. 3. 63-ე ჭაბ-ზე სსმ-ის გამაცხელებელი კაბელის დამონტაჟების პროცესი



ნახ. 4. 63-ე ჭაბ-ის სსმ-ზე გამაცხელებელი კაბელის შეერთება ელექტროციფრულ დანადგართან

## ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას ტექტონიკური აშლილობით გამოწვეული ბარათულების ანალიზი და მათთან ბრძოლის მეთოდოლოგიის შერჩევა

**რეზიუმე:** გაანალიზებულია ის ძირითადი ბარათულებები, რომლებიც ახლავს ჭაბურღილების ბურღვის პროცესს დროს ტექტონიკური აშლილობების ინტერვალებში შეჭრისას. განხილულია აგრეთვე ის დამატებითი პირობები, რაც ხელშემწყობი ან ხელშემშლელია ასეთი ბარათულებების წარმოქმნისათვის. მითითებულია ის ძირითადი ღონისძიებები, რომლებიც გასათვალისწინებელია ბურღვის პროცესების დაპროექტირებისას და წარმოებისას.

**საკვანძო სიტყვები:** ლულის შევიწროება, ჩამონგრევა, ჩამოქცევა, კავერების წარმოქმნა, ხსნარის შთანთქმა, ფლუიდის გამოვლინება, ბალონირების ეფექტი.

### 1. შესავალი

#### 1. დარგის საერთო მიმოხილვა



გურამ ვარშალომიძე,

საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის უფროსი, ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ვენ. დირექტორის მრჩეველი, საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

თუ გადავხედავთ დღევანდელი მსოფლიო ბაზრის მოთხოვნას ნავთობსა და გაზზე, მათზე ფასების ზრდას, ადვილი გასაგები იქნება, თუ რატომ იზრდება მოთხოვნა ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ფონდის ზრდაზე.

ნავთობისა და გაზის მრეწველობა ერთ-ერთი უმთავრესი დარგია ენერგეტიკის სფეროში და ამ დარგის პოლიტიკის სწორად წარმართვა ძალზე მნიშვნელოვანია სახელმწიფოს ეკონომიკური განვითარებისათვის. აღნიშნული დარგის ეფექტურობის ასამაღლებლად საჭიროა საწარმოო პროცესების სწორად დაგეგმარება და განხორციელება. მნიშვნელოვანია აგრეთვე დაგეგმარებისას მთელი რიგი ღონისძიებების დასახვა, რათა თავიდან იქნეს აცილებული მოსალოდნელი ბარათულებები, რომლებიც თან სდევს ამ დარგს.



ალექსანდრე ჭიჭინაძე,

შპს „Georgia-Canargo“-ს გენერალური დირექტორი, დოქტორანტი

საქართველოს ტერიტორიაზე ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის პროცესში არსებული მრავალი სხვადასხვა სახის ბარათულებიდან ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ტექტონიკურ რღვევებთან დაკავშირებულ ბარათულებებს. მოგეხსენებათ, რომ საქართველო, როგორც მთელი კავკასიის რეგიონი განლაგებულია სეისმურად აქტიურ, ზონაში სადაც დედამიწის ქერქში მრავლად არსებობს მძლავრი ტექტონიკური რღვევებით გამოწვეული აშლილობები. ასეთი რღვევები ხში-



რად იწვევს ქანების ანკონსოლიდაციას და სამთო და ფენის წნევების მკვეთრ ცვლილებებს, რაც თავისთავად მნიშვნელოვნად ართულებს ჭაბურღილების ბურღვის პროცესს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### 2. ტექტონიკური რღვევებით გამოწვეული გართულებები

აღნიშნული სახის რღვევები ხშირად ცვლის ფენების გეომექანიკურ თვისებებს, რომლებიც ხშირად ხდება დამატებითი გართულებებისა და ავარიების მიზეზი, ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის პროცესში. ასეთი სახის გართულებებს განსაკუთრებით ხშირად ვხვდებით აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, სადაც განლაგებულია უმეტესი ნავთობისა და გაზის საბადოები და მეტად პერსპექტიული სტრუქტურები. აღნიშნული სახის ტექტონიკური რღვევებით გამოწვეული გართულებები განსაკუთრებით მწვავე ხასიათს ატარებს ქვედა მიოცენურ ოლიგოცენურ, სარმატულ, ზედა ეოცენურ და სხვა მიმდებარე ნალექებში, სადაც ბურღვის პროცესში ხშირად გვხვდება ანომალიურად მაღალი ფენის წნევის გრადიენტები, ჯირჯვადი დეჰიდრატირებული თიხები, ანკონსოლიდირებული ქანები. ხშირია აგრეთვე რღვევებით გამოწვეულ ხევებში ბურღვის დროს თანამდევო გრიფონებიც. ბურღვის პროცესში გვხვდება აგრეთვე ფენები მაღალი დახრის კუთხეებით, რომლებიც კომბინირებულია სხვადასხვა სიმაგრის ფენების ხშირ ურთიერთმონაცვლეობასთან, ასეთი პირობები თავისთავად ხასიათდება ჭაბურღილის ლულის უკონტროლოდ გაღუნვისადმი ტენდენციით.

ზემოთ აღნიშნული პირობები ბურღვის პროცესში ხშირად იწვევს შემდეგი სახის გართულებებს:

- 1) ჭაბურღილის ლულის შევიწროება;
- 2) კედლების ჩამოცვენასა და ჩამონგრევას;
- 3) ჭაბურღილის ლულაში კავერნებს;
- 4) იარაღის ჩაჭერებს, გამოწვეულს ლულის კედლების ჩამონგრევით;
- 5) იარაღის ჩაჭერებს, გამოწვეულს დიფერენციალური წნევების ხარჯზე ;
- 6) ფენის ფლუიდის გამოვლინებებს;
- 7) საბურღი ხსნარის შთანთქმებს;
- 8) ჭაბურღილის ლულის გაღუნვას არასასურველი მიმართულებით;
- 9) ზოგ შემთხვევებში, პატარა სიღრმეებზე არტეზიული წყლების სერიოზული გამოვლინებს;
- 10) ბალონირების ეფექტს.

არსებული გართულებებიდან ბოლო პერიოდში გამოვლინდა გართულების სახე ბალონირების ეფექტით, რომელსაც ადრეულ პერიოდში სათანადო ყურადღება არ ექცეოდა ან მას აკუთვნებდნენ სხვა სახის გართულებას. არსებული ეფექტი გამოწვეულია წნევის ცვალებადობით, რომლის ვექტორი მიმართულია ჭაბურღილის ლულიდან ფენის მიმართულებით, ან პირიქით, ფენიდან ჭაბურღილის ლულის მიმართულებით. ასეთი წნევების ცვალებადობა გამოწვეულია ჰიდროდინამიკური და ჰიდროსტატიკური დაწოლის ცვალებადობით ჭაბურღილის კედლებზე. ბალონირების ეფექტი სხვა გამომწვევ მიზეზებთან ერთად დამოკიდებულია ფენში არსებული ფლუიდის დაგაზიანების ხარისხზეც. წნევის ცვალებადობის სიდიდე დამოკიდებულია სხვადასხვა პარამეტრზე, რომელთაგანაც ერთ-ერთი მეტად მნიშვნელოვანია - საბურღი ხსნარში მყარი ფაზის არ-

სებობა. აღნიშნული პირდაპირპროპორციულია საბურღი ხსნარის სიმკვრივისა, ვინაიდან საბურღი ხსნარში სიმკვრივის ასაწვევად გამოიყენება დამამძიმებლები ბარიტის სახით რომელიც მაღალი სიმკვრივის მყარი ფაზაა. აქედან გამომდინარე, რაც უფრო მაღალია საბურღი ხსნარის სიმკვრივე და მასში მეტია მაღალი სიმკვრივის მყარი ფაზა, მით უფრო ძნელი ხდება საბურღი ხსნარიდან დაბალი სიმკვრივის მყარი ფაზის გამოყვანა, რომელიც თავისთავად კიდევ უფრო ზრდის მასში ჯამური მყარი ფაზის რაოდენობას. აქედან გამომდინარე, ხსნარში დიდი რაოდენობით მყარი ფაზის არსებობა იწვევს საცირკულაციო წნევის დანაკარგებს მიღგარე სივრცეში, რაც უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ბურღვის პროცესზე. მიღგარე სივრცეში საცირკულაციო დინამიკური წნევის დანაკარგები იწვევს სანგრევეზე ჰიდროდინამიკურ დაწოლის მატებას სტატიკურ მდგომარეობასთან მიმართებაში. დინამიკურ და სტატიკურ წნევებს შორის არსებული განსხვავება იწვევს ბალონირების ეფექტს, რომელიც თავისთავად იწვევს საბურღი ხსნარის ვექტორის მიმართულების ცვლას. ასეთი ვექტორის მიმართულების ცვლადობა იწვევს საბურღი ხსნარის პენეტრაციას ფენში, ხოლო ჭაბურღილის ლულაში კი საბურღი ხსნარის დაგაზიანებას ფენიდან შემოსული ფლუიდით. საბურღი ხსნარის პენეტრაცია ფენში იწვევს ფენების დაბინძურებას მყარი ფაზით და მათში განვლადობის შემცირებას, ხშირ შემთხვევაში, კი მთლიან ბლოკირებას, რომელიც სავალალო შედეგებით მთავრდება ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას ნახშირწყალბადებით გაჯერებულ ფენებში.

### 3. მყარი ფაზის უარყოფითი ზეგავლენა ბურღვის პროცესზე

საბურღი ხსნარის სიმკვრივის მომატების აუცილებლობა ძირითადად გამოწვეულია სამთო და ფენის წნევების მატებით ზოგიერთ ინტერვალებში, რაც თავისთავად დაკავშირებულია, ხშირ შემთხვევებში, ზემოაღნიშნულ ტექტონიკურ რღვევებთან. ასეთი საბურღი ხსნარის სიმკვრივის მატება საბურღი ხსნარში, როგორც ზემოთ აღნიშნეთ, იწვევს ჭარბი მყარი ფაზის არსებობას. ჭარბი მყარი ფაზის არსებობა საბურღი ხსნარში უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ჭაბურღილის გაყვანის პროცესზე, ვინაიდან ბურღვის პროცესში საბურღი ხსნარიდან გამოყოფილი ფილტრატის შედეგად ლულის კედლებზე რჩება არამდგრადი მყარი ფაზა ქერქის სახით, რაც თავისთავად იწვევს ჭაბურღილის ლულის დამატებით შევიწროებას. ქერქის წარმოშობის პროცესი განსაკუთრებით სწრაფია ახლად გაბურღულ ინტერვალში, რის შედეგადაც სატეხის ზემოთ ლულის დამატებით შევიწროებას აქვს ადგილი ქერქის ხარჯზე.

### 4. რღვევით გამოწვეული ტრანსფერირებული ფენის წნევები

ჭაბურღილების ბურღვისას ტექტონიკური რღვევების ზონებში ხშირად აქვს ადგილი ინტერვალური წნევების ზრდას. ასეთ წნევების ზრდას ადგილი აქვს, როცა რომელიმე გარკვეულ ინტერვალში ჭაბურღილის ლულით ვკვეთთ რღვევის სიბრტყეს, რომელიც, თავის მხრივ დაკავშირებულია უფრო ღრმა ფენებთან. მაგალითად, თუ ბურღვისას გვაქვს ნორმალური ფენის წნევის გრადიენტი  $1,2 \text{ გ/სმ}^3$ , რომელიც ნორმალურ შემთხვევაში 1500 მ-ზე უნდა ქმნიდეს  $180 \text{ კგ/სმ}^2$  ფენის წნევას, მაგრამ თუკი ამ სიღრმეზე ჭაბურღილის ლულა კვეთს რღვევის ზონას, რომელიც დაკავშირებულია ქვედა, უფრო ღრმა (მაგალითისათვის) 2000 მ-ზე განლაგებულ ფენებთან იგივე ფენის წნევის გრადიენტით ( $1,2 \text{ გ/სმ}^3$ ) და, აქედან გამომდინარე, ფენის წნევა 2000 მეტრზე იქნება 240

კგ/სმ<sup>2</sup>. თუ რღვევის სიბრტყეს გააჩნია თუნდაც დაბალი, მაგრამ გარკვეული გამტარობა, აგრეთვე თუ ფენსა და რღვევის სიბრტყეში არსებული ფლუიდის სიმკვრივე არის (მაგალითისათვის) 0,5 გ/სმ<sup>3</sup>-ის ტოლი, არსებული ფლუიდი შექმნის 1500 და 2000 მ-ებს შორის 25 კგ/სმ<sup>2</sup> ჰიდროსტატიკურ დაწოლას და ბურღვის დროს 1500 მ-ზე რღვევის სიბრტყის გადაკვეთისას მივიღებთ ტრანსფერირებულ წნევას, რომელიც 240-25=215 კგ/სმ<sup>2</sup> ტოლი იქნება ნაცვლად 180 კგ/სმ<sup>2</sup>, რომელიც, თავის მხრივ, 1500 მ-ზე არის 1,43 გ/სმ<sup>3</sup> გრადიენტის ტოლი. ასეთ შემთხვევაში მზურღავები ხშირად მეტად მძიმე ამოცანის წინაშე დგებიან, ვინაიდან ჭაბურღილიდან იწყება ფლუიდის გამოდინება, რაც თავისთავად ითხოვს საბურღი ხსნარის სიმკვრივის გაზრდას, რათა შეწყდეს გამოდინება, ხოლო თუ ხსნარის სიმკვრივე გაიზრდება და ჭაბურღილი დასტაბილურდება რღვევის სიბრტყის მიმართ, ბურღვის გაგრძელების შემდეგ, როცა გავცდებით რღვევის სიბრტყეს ფენის წნევა გააგრძელებს ზრდას ისევე 1,2 გ/სმ<sup>3</sup>-ის ტოლი გრადიენტით. თუ ამ შემთხვევაში შევინარჩუნეთ არსებული საბურღი ხსნარის სიმკვრივე (1,43 გ/სმ<sup>3</sup>), რაც უფრო ქვევით ჩავალთ უფრო გაიზრდება სხვაობა ხსნარის ჰიდროსტატიკურს თუ ჰიდროდინამიკურ დაწოლასა და ფენის წნევას შორის და იგივე 2000 მ სიღრმესთან ჰიდროსტატიკური დაწოლა მიაღწევს 286 კგ/სმ<sup>2</sup>, ნაცვლად 240 კგ/სმ<sup>2</sup>, რაც თავისთავად ზრდის დიფერენციალური წნევების ხარჯზე საბურღი იარაღის ჩაჭერის რისკს, ისევე, როგორც ფენის დაბინძურების რისკს მყარი ფაზის ნაწილაკებით. დიფერენციალური წნევების ხარჯზე საბურღი იარაღის ჩაჭერის რისკი ასევე მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მეტია საბურღი ხსნარში ჯამური მყარი ფაზის რაოდენობა, ვინაიდან ასეთ შემთხვევაში ძნელდება საბურღი ხსნარის ქერქის კონტროლი, ხოლო რაც უფრო დიდია ქერქი, უფრო მეტია იარაღის ჩაჭერის რისკი, ე.ი. აქაც საბურღი ხსნარის სიმკვრივის ზრდა უარყოფით გავლენას ახდენს.

ასეთ შემთხვევაში საბურღი ხსნარის სიმკვრივის ისევე დაბლა დაწევა არარეკომენდებულია, თუ ეს არ იქნება რაიმე განსაკუთრებული მიზეზით გამოწვეული, ვინაიდან არსებობს რისკი, რომ გარდა ხელახალი გამოვლინებებისა, ჭაბურღილის ლულამ ჩამონგრევის სახით შეიძლება გამოიწვიოს ისეთი რთული ავარია, როგორცაა საბურღი იარაღის ჩაჭერა ცირკულაციის დაკარგვით, რომლის გათავისუფლება, უმეტეს შემთხვევაში, ვერ ხერხდება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, უნდა მოვერიდოთ საბურღი ხსნარის სიმკვრივის აწევას, თუ უკანასკნელი აუცილებლობით არ არის გამოწვეული.

## 5. გართულებებთან ბრძოლის მეთოდების შერჩევა და რეკომენდაციები

ჭაბურღილის ლულის შევიწროება უნდა ვებრძოლოთ ხსნარის ინჰიბირებით და წყალგაცემის მაქსიმალურად შემცირებით. აგრეთვე რაც შეიძლება მეტად პლასტიკური და გაუმტარი ქერქის მიღწევით.

კედლების ჩამოცვენასა და ჩამონგრევასთან საბრძოლველად უმჯობესია გამოვიყენოთ საბურღი ხსნარში უკეთ შემაბათქაშებელი რეაგენტები, რაც მოხსნის ჭაბურღილის ლულაში კავერებსა და იარაღის ჩაჭერებთან დაკავშირებულ პრობლემებს, გამოწვეულს ლულის კედლების ჩამონგრევითა და ჩამოცვენით.

როცა ადგილი აქვს იარაღის ჩაჭერებს, რომელიც გამოწვეულია დიფერენციალური წნევების ხარჯზე, უმჯობესია შესაძლებლობის მიხედვით მიუახლოვდეთ სა-

ბურღი ხსნარის ჰიდროდინამიკური დაწოლა ფენის წნევას. აგრეთვე, უმჯობესი იქნება საბურღი ხსნარში სრიალი კოეფიციენტის ასამაღლებლად სხვადასხვა სახის ლუბრიკანტების გამოყენება. დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ხსნარის რეოლოგიურ თვისებებს, რათა არ ჰქონდეს ადგილი დიდ სხვაობას საბურღი ხსნარის სიმკვრივისა და საცირკულაციო სიმკვრივის ეკვივალენტს შორის. უნდა ვეცადოთ შევინარჩუნოთ, რაც შეიძლება დაბალი ქერქის სისქე.

**ფენის ფლუიდის გამოვლინებისას**, სანამ საბურღი ხსნარის სიმკვრივის აწევას დავიწყებდეთ, უნდა დავრწმუნდეთ, რომ ნამდვილად ფლუიდის გამოვლინებას აქვს ადგილი და არა ხსნარის წონათა სხვაობას სხვადასხვა ნაწილში. აგრეთვე რღვევის ზონის გადაკვეთისას ხშირად ადგილი აქვს ქვედა ინტერვალებიდან მიგრირებულ დაგროვებულ ჭარბ წნევას. ასეთ შემთხვევებში, ხშირად, მხოლოდ დაგროვილი გაზის ნაწილის ამორეცხვაც საკმარისია, თუ რღვევის სიბრტყეში დიდ განვლადობას არ აქვს ადგილი. თუმცა ეს ყველაფერი დიდი ყურადღებით და მაღალი კვალიფიკაციით უნდა გაკეთდეს და თუ დავრწმუნდებით, რომ მართლა გამოვლინებას აქვს ადგილი უნდა დავადგინოთ და გამოვთვალოთ მოსალოდნელი ფენის წნევა, საბურღი ხსნარის სიმკვრივის სწორად შესარჩევად.

**საბურღი ხსნარის შთანთქმებთან** საბრძოლველად საჭიროა, მოსალოდნელი შთანთქმების ინტერვალების ბურღვისას, ადგილზე ვიქონიოთ სხვადასხვა სახისა და ზომის შემავსებლები. აგრეთვე ადგილზე უნდა გვქონდეს ”ბეჩმიქსერი”, ხვადასხვა მოცულობის და სახის ტამპონების გასაკეთებლად და გასატუმბად.

**ვერტიკალური ჭაბურღილის ლულის გაღუნვასთან** საბრძოლველად სასურველია ბურღვის პროცესში, “ტოტკოს” საშუალებით დროულად ვზომოთ დახრის კუთხეები, ლულის გაღუნვისადმი ტენდენციის მატების დროულად დასაფიქსირებლად, ვინაიდან დაგვიანებული ინფორმაციის შემთხვევაში უფრო რთული იქნება ლულის ვერტიკალურება და გამოიწვევს ისეთ გართულებებს, როგორცაა საბურღი იარაღის ცვეთა, ლულაში ჟოლობების წარმოქმნა და სხვ.

**ბალონირების ეფექტთან** საბრძოლველად ადგილზე უნდა გვქონდეს სხვადასხვა ზომისა და სახის შემავსებლები, რომელთაგან ერთ-ერთი საუკეთესოა კალციუმ კარბონატი  $CaCO_3$  (განსაკუთრებით პროდუქტიული ინტერვალების ბურღვის დროს). დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს ხსნარის რეოლოგიას, რათა მაქსიმალურად ერთმანეთთან ახლოს იყოს საბურღი ხსნარისა და საცირკულაციო ეკვივალენტის სიმკვრივეები.

### 3. დასკვნა

#### 6. ბურღვის პროცესების კონტროლი და მომსახურე პერსონალის კვალიფიკაცია

ყველა ზემოაღნიშნული საკითხი ჭაბურღილების ბურღვის პროცესში მოითხოვს მომუშავე პერსონალის მაღალ კვალიფიკაციას, კონტროლის მაღალ დონეს და დიდ ყურადღებას.

შპს 622.24

გ. ვარშალომიძე, ა. ჭიჭინაძე

## საბურღი იარაღის ჩაჭერების გამოფხვავი მიზეზების ანალიზი და მათი პრევენცია

**რეზიუმე:** განხილულია ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას საბურღი იარაღის ჩაჭერების ძირითადი გამომწვევი მიზეზები. ჩამოთვლილი მიზეზებიდან გაანალიზებულია ზოგიერთი მათგანი. აგრეთვე ჩამოთვლილია ის პრევენციული ზომები, რომლის ბურღვის პროცესში გატარებისას შესაძლებელია მსგავსი საბურღი იარაღის ჩაჭერების თავიდან აცილება.

**საკვანძო სიტყვები:** საბურღი იარაღის ქვედი, იარაღის ჩაჭერა, ჩამოქცევა, ლულის შევიწროვება, ხსნარის შთანთქმა, გრიფონები.

### 1. შესავალი



გურამ ვარშალომიძე,

საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის უფროსი, ნავთობისა და გაზის კორპორაციის გენ. დირექტორის მრჩეველი, საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

საქართველოს ტერიტორიაზე ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილებში ხშირად გვხვდება ისეთი გართულებები როგორცაა: იარაღის ჩაჭერები, შთანთქმები, გამოვლინებები, გამოვლინებები პატარა სიღრმეებზე, თიხებსა და თიხა-ფიქლებთან დაკავშირებული და აგრეთვე სხვადასხვა სახის გართულებები.



ალექსანდრე ჭიჭინაძე, შპს „Georgia-Canargo“-ს გენერალური დირექტორი, დოქტორანტი

ბურღვითი ოპერაციების

სტატისტიკა გვიჩვენებს რომ აღნიშნული გართულებებიდან ერთერთი ყველაზე პრობლემატურია იარაღის ჩაჭერები. იარაღის ჩაჭერების ძირითადი გამომწვევი მიზეზები შეიძლება იყოს: დიფერენციალური წნევების ხარჯზე საბურღი იარაღის ჩაჭერები, მონაბურღი ან ჩამონგრეული მასალის გამოლექვა, ტექტონიკურად გადაპრესილი თიხები, დეჰიდრატირებული თიხები, სამ-

თო წნევები, ტექტონიკური წნევები, ანკონსოლიდირებული ფენები, ნაპრალოვანი ფენები, საბურღი ხსნარის შთანთქმები, პლასტიკური ფენები, გარეშე სხეული ჭაბურღილის ლულაში, კოლობები, ჭაბურღილის ლულის გაღუნვის ძლიერი ინტენსიურობა, ფილტრაციის სქელი ქერქი, ჭაბურღილის ლულის შევიწროება, მობილური ფენები, ხისტი საბურღი ქვედი და ა.შ.

### 2. ძირითადი ნაწილი

აღნიშნულ სტატიაში განვიხილავთ საბურღი იარაღის ჩაჭერების მხოლოდ რამდენიმე გამომწვევ მიზეზს:

1. დიფერენციალური წნევების ხარჯზე საბურღი იარაღის ჩაჭერები;
2. რღვევის ზონებში ნაკლებად შეცემენტებული და არაკონსოლიდირებული ფენების კედლების ჩამონგრევები და ჩამოქცევები;
3. საბურღი ხსნარის შთანთქმები;
4. ჭაბურღილის ლულის ხშირი შევიწროება;
5. საბურღი იარაღის ქვედის სიხისტე ჭაბურღილის ლულის გეომეტრიასთან.

### 1. დიფერენციალური წნევების ხარჯზე საბურღი იარაღის ჩაჭერები

ჭაბურღილის ლულაში ჰიდროსტატიკური და ჰიდროდინამიკური დაწოლის ფენის წნევაზე ბევრად გადამეტება ზრდის სანგრევზე დაწოლას, რაც იწვევს ბურღვის მექანიკური სიჩქარის შემცირებასა და დამატებითი ფილტრატის შეღწევას ფენში უფრო ღრმად და მის უფრო მეტად დაზიანებას. ბურღვის პროცესში გარკვეული რაოდენობით მყარი ფაზის არსებობას თავს ვერ ავარიდებთ, ვინაიდან აღნიშნული ფენები ხშირად ხასიათდება ანომალიურად მაღალი ფენის წნევის გრადიენტებით, რაც იძულებულს გვხდის გავზარდოთ ჭაბურღილის ლულაში საბურღი ხსნარის ჰიდროსტატიკური დაწოლა, რათა უკანასკნელი გაეუტოლოთ ფენის წნევას, რომ არ ჰქონდეს ადგილი ფენის ფლუიდის გამოვლინებას. ჭაბურღილის ლულაში ჰიდროსტატიკური დაწოლის გაზრდა შესაძლებელია მხოლოდ საბურღი ხსნარის სიმკვრივის გაზრდის ხარჯზე, მასში დამამძიმებლების შეყვანით. საბურღი ხსნარების ასეთი ტიპის დამამძიმებლების სახით დღეისათვის ძირითადად გამოიყენება ბარიტი. *API* სტანდარტის (*American Petroleum Institute*) ბარიტის გამოყენების უპირატესობა ძირითადად განპირობებულია იმით, რომ იგი თავისთავად წარმოადგენს მაღალი სიმკვრივის მყარ ფაზას, რომლის მშრალი სახის სიმკვრივე  $4.25 \text{ გ/სმ}^3$  შეადგენს, მისი მაქსიმალური ნაწილაკის ზომა არ უნდა აღემატებოდეს  $75 \text{ მიკრონს}$ . ყოველთვის უმჯობესია საბურღი ხსნარის სიმკვრივის აწევა დამამძიმებლით და არა დისპერჰირებული ფენის ნაწილაკების ხარჯზე, ვინაიდან საბურღი ხსნარის გარკვეულ სიმკვრივემდე აწევისას ბარიტის გამოყენებისას საჭირო იქნება გაცილებით ნაკლები რაოდენობის მყარი ფაზა. ზემოაღნიშნულის გარდა მყარი ფაზის გაზრდა საბურღი ხსნარში იწვევს (დიფერენციალური წნევების ხარჯზე) საბურღი იარაღის ჩაჭერის რისკის ფაქტორის გაზრდას, რაც თავისთავად, უმეტეს შემთხვევებში, მძიმე ავარიით სრულდება.

აღნიშნული გართულებების თავიდან ასაცილებლად სხვადასხვა მეთოდი არსებობს. სპეციალისტების ერთი ჯგუფის თვალსაზრისით, აღნიშნულ გართულებებთან საბრძოლველად საჭიროა საბურღი ხსნარის წყალგაცემის შემცირება და ჰიდროსტატიკური წნევის მნიშვნელოვანი გაზრდა ჭაბურღილის ლულაში, რათა შეიქმნას ჭარბი წნევა ლულიდან ფენის მიმართულებით. აღნიშნული მეთოდი ფართოდ იყო გამოყენებული ადრინდელ პერიოდში. მაგ., ნინოწმინდის ფართობზე. ანალოგიურ ფენებში ბურღვისას, უმეტეს შემთხვევაში, გამოყენებული იყო საბურღი ხსნარები  $1,9 \text{ გ/სმ}^3$ , ზოგიერთ შემთხვევაში -  $2,05 \text{ გ/სმ}^3$  სიმკვრივის მქონე საბურღი ხსნარები, თუმცა აღნიშნული ჭაბურღილები იბურღებოდა დიდი გართულებებით და ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. სპეციალისტების მეორე ჯგუფის მოსაზრებით, რომელსაც მხარს უჭერენ სტატიის ავტორები, აღნიშნული მეთოდი ამართლებს მხოლოდ დროის მოკლე პერიოდში, სულ რამდენიმე (4-5) დღე, რის შემდეგაც გართულებები უფრო მძიმდება, ვინაიდან ჭაბურღილის ლულაში ჰიდროსტა-

ტიკური დაწოლის მნიშვნელოვნად გადამეტება ფენის წნევასთან მიმართებაში იწვევს საბურღი ხსნარში არსებული ფილტრატის უფრო დრმა შეღწევას თიხიან ფენებში. ეს გარემოება, თავისთავად, თიხების გაჯირჯეებას განაპირობებს ლულიდან ქანის სიღრმეში, რის შედეგადაც ჭაბურღილის ლულა გარკვეული დროის შემდეგ ჰკარგავს მდგრადობას და უფრო მეტად რთულდება. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ დიფერენციალური წნევის გაზრდის დროს დროთა განმავლობაში გამოყოფილი ფილტრატის ფენში შეღწევით ჭაბურღილის კედლების მიმდებარე ფართობზე ხდება მათში სამთო წნევის ხელოვნური ზრდა, რაც განაპირობებს დიფერენციალური წნევის შემცირებას. აქედან გამომდინარე, ჭაბურღილის კედლები ისევე განაგრძობენ ჩამონგრევას, ხოლო ვინაიდან, არსებულ შემთხვევაში, საბურღი ხსნარის სიმკვრივე ბევრად მეტია, ვიდრე ფენის წნევა, შემდგომი გართულებები ღებულობს უფრო მწვავე ხასიათს. მაგალითისათვის შეგვიძლია მოვიყვანოთ ჭაბურღილი „მანავი 11“, რომლის ბურღვისას აღნიშნულ თიხებში აღვიღოთ მრავალჯერად ჩაჭერებს, რომლებიც საწყის ეტაპზე შედარებით ადვილად თავისუფლდებოდა, ხოლო მას შემდეგ, რაც საბურღი ხსნარის სიმკვრივე იქნა აწეული  $2.20 \text{ გ/სმ}^3$ -მდე ვერცერთი ჩაჭერილი იარაღის გათავისუფლება ვერ მოხდა და აღნიშნული ავარიიდან გამოსვლა ხდებოდა მხოლოდ მეორე ლულის შეჭრით, ვინაიდან ჩამონგრევათა გამოწვეულ გართულებებს აგრეთვე ემატებოდა ჩაჭერები, გამოწვეული დიფერენციალური წნევებით. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ აღნიშნული სახის ჩაჭერები უფრო რთულ სახეს ღებულობს ჭაბურღილის ლულის დაღრმავებასთან პარალელურად, რაც აიხსნება იმ გარემოებებით, რომ, ვინაიდან საბურღი ხსნარის ჰიდროსტატიკური დაწოლა შეადგენს საბურღი ხსნარისა და ჭაბურღილის ლულის სიღრმის ნამრავლს, მასში ამ ორი კომპონენტიდან ნებისმიერის ზრდა იწვევს ხსნარის ჰიდროსტატიკური დაწოლის ზრდას. ასეთ შემთხვევაში როცა ფენის წნევის გრადიენტი კონსტანტაა ნიშნავს, რომ ფენის წნევა იზრდება თანაბრად. იმ შემთხვევაში, როცა გვაქვს გარკვეული სხვაობა საბურღი ხსნარის წონასა და ფენის წნევას შორის, თუნდაც ეს სხვაობა იყოს შენარჩუნებული, ჭაბურღილის ლულის დაღრმავებასთან ერთად წნევათა სხვაობა დაღრმავების პროპორციულად გაიზრდება.

არსებულ მოსაზრებას აძლიერებს აგრეთვე ის გარემოება, რომ 1990-იანი წლების დასაწყისიდან, იგივე ნინოწმინდის ფართობზე ჭაბურღილების ბურღვისას აღნიშნულ ფენებში გამოყენებული იყო გაცილებით დაბალი სიმკვრივის ხსნარები -  $1.28$ -დან  $1.55 \text{ გ/სმ}^3$ -მდე, ვიდრე გამოიყენებოდა მანამდე, რის შედეგადაც ჭაბურღილების მშენებლობა დასრულდა გაცილებით უფრო მალე და ნაკლები გართულებით.

აგრეთვე, მაგალითისთვის თუ შევადარებთ მანავის ფართობზე გაბურღულ №11 და 12 ჭაბურღილებს, ადვილად შევამჩნევთ, რომ №12 ჭაბურღილი გაცილებით ნაკლები გართულებით იბურღებოდა, ვინაიდან აქ ბურღვისას გამოყენებული იყო გაცილებით დაბალი სიმკვრივის მქონე საბურღი ხსნარი ნავთობის ფუძეზე.

ზემოაღნიშნული მაღალი რისკის მატარებელი ფენების ბურღვისას ჭაბურღილებში ნავთობიანი ფუძის ხსნარის გამოყენება ბევრად ეხმარება ბურღვის პროცესს, ბურღვის უსაფრთხოების თვალსაზრისით, ვინაიდან ასეთი ტიპის ხსნარებში გაცილებით მაღალია სრიალის კოეფიციენტი, ვიდრე პოლიმერული, თიხის ან რაიმე სხვა ტიპის ხსნარებში. მიუხედავად მაღალი უსაფრთხოებისა, ბურღვის თვალსაზრისით, ნავთობიანი ფუძის ხსნარებს აქვს უარყოფითი მხარეები. მაგალითად,

გართულებულია ჭაბურღილის ლულაში ჰიდროკარბონატების შემცველი ფენების დეტექტაცია კაროტაჟული სამუშაოების ჩატარებისას. აგრეთვე, ასეთი ტიპის ხსნარების გამოყენება დაკავშირებულია დიდ ხარჯებთან, ვინაიდან მისი დასამუშავებელი ქიმიური რეაგენტები ბევრად უფრო ძვირია, ვიდრე ჩვეულებრივი ხსნარების დასამუშავებელი. ამას გარდა, ნავთობის ფუძეზე დამზადებულ ხსნარებში მის დაახლოებით 60-დან 80-მდე პროცენტს შეადგენს დიზელის საწვავი, რაც, ერთი მხრივ, საკმაოდ ძვირად ღირებული პროდუქტია, ხოლო, მეორე მხრივ, მისი არსებობა საბურღ ხსნარში ართულებს მის უტილიზაციას ბურღვის პროცესის დამთავრების შემდეგ. ამ უკანასკნელის გამოყენება უფრო მეტად გამართლებულია, როცა რამდენიმე ჭაბურღილის გაბურღვა იგეგმება მსგავსი პირობებით, ვინაიდან არსებული ხსნარის გადატანა ჭაბურღილიდან ჭაბურღილზე რეკომენდებული და მისი ხარჯი თითოეული ჭაბურღილისათვის შემცირდება.

პრობლემების თავიდან ასაცილებლად უნდა ვეცადოთ:

1) ჰიდროდინამიკური და ჰიდროსტატიკური დაწოლები მაქსიმალურად მიუახლოვდეთ ფენის წნევას. ამისათვის მაქსიმალურად ბურღვის პროცესში უნდა იქნეს მიღებული ინფორმაცია ფენის წნევებზე

2) უნდა ვეცადოთ მაქსიმალურად შევამციროთ საბურღ ხსნარში მყარი ფაზის რაოდენობა, რისთვისაც მოსალოდნელი გართულებული ინტერვალების ბურღვისას საჭიროა გამოვიყენოთ შესაბამისად სწორად დაპროექტებული ხსნარის გამწმენდი დანადგარები.

3) უნდა ვეცადოთ მაქსიმალურად გავზარდოთ საბურღ ხსნარში სრიალის კოეფიციენტი სხვადასხვა დანამატის შეყვანით.

4) აუცილებელია სწორად შეირჩეს ბურღვის პროცესში ტუმბოების წარმადობა, ვინაიდან სრულყოფილად მოხდეს მონაბურღი მასალის ამორეცხვა და არ შეიქმნას დასაშვებ მაქსიმუმზე მეტი აღმავალი სიჩქარე რგოლურ სივრცეში, რათა დასაშვებზე მეტად არ გავზარდოთ ჰიდროდინამიკური კარგვები რგოლურ სივრცეში და არ გამოვიწვიოთ სუსტად შეცემენტებული ფენების ეროზია.

## **2. რღვევის ზონებში ნაკლებად შეცემენტებული და არაკონსოლიდირებული ფენების კედლების ჩამონგრევები და ჩამოქცევები**

აღსანიშნავია, იარაღის ჩაჭერის შემთხვევები, რომლებიც დაკავშირებულია რღვევის ზონებსა და მათი შემადგენელი ქანის ნაწილაკების შეუცემენტებლობასთან. ხშირ შემთხვევაში, აღნიშნული შემთხვევები წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე დიდ გართულებებს, ვინაიდან ასეთი რღვევებით გამოწვეული აშლილობების ინტერვალში სატეხის შეჭრისას ხდება სასანგრეო ნაწილისა და მთელი აღნიშნული ინტერვალის დაშლა, რაც იწვევს ჭაბურღილის ლულაში დიდი კავერნების წარმოშობას. ასეთი კავერნები იწვევს ბურღვის პროცესის მნიშვნელოვან გართულებას, ვინაიდან აღნიშნულ ინტერვალში ხდება რგოლურ სივრცეში საბურღი ხსნარის აღმავალი სიჩქარის ვარდნა, რაც იწვევს მონაბურღი ან ჩამონგრეული ნაწილაკის გამოლექვას და დაგროვებას არსებულ კავერნაში. აღნიშნულ შემთხვევაში საბურღი ხსნარის შემცირებული აღმავალი ჭავლი ვეღარ უზრუნველყოფს მონაბურღი/მონგრეული ნაწილაკების ამოტანას დედამიწის ზედაპირზე, რათა საბურღ ხსნარში შეიძინოს გარკვეული დაძირვის სიჩქარე. მონაბურღი/მონგრეული ნაწილაკის ტრანსპორტირების კოეფიციენტი დრამატულად ეცემა. სანამ საბურღი ხსნარის ცი-



რკულაციას აქვს ადგილი ჭაბურღილის ლულაში, დაგროვილი მონაბურღი/ჩამონგრეული ნაწილაკები გროვდება და კავერნებშია, საბურღი ტუმბოების გამორთვის შედეგად ხდება ცირკულაციის შეწყვეტა, რათა გაკეთდეს საბურღი მილის დამატება სიდრემში გადასაადგილებლად ან სხვა მიზეზით. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს კავერნაში დაგროვილი ნაწილაკების დაცურებას, რაც, თავისთავად, იწვევს საბურღი იარაღის ირგვლივ რგოლური სივრცის გადაკეტვას და იარაღის ჩაჭერას. აღნიშნული ავარია განსაკუთრებით ძნელი სალიკვიდაციო ხდება, როცა თან ხდევს საბურღი ხსნარის ცირკულაციის დაკარგვა. საბურღი იარაღის ზემოთ-ქვემოთ მოძრაობა, როცა პარალელურად არ არსებობს ცირკულაციის საშუალება, დაახლოებით 90% შემთხვევებში სავალალოდ მთავრდება და ვერ ხდება იარაღის გათავისუფლება. აღნიშნული შემთხვევის დროს იარაღის გასათავისუფლებლად, პირველ რიგში, ადგილი აქვს ცირკულაციის აღდგენის მცდელობას, რომლის დროსაც, თუ მოხერხდა ცირკულაციის აღდგენა, იარაღის გათავისუფლების წარმატების ფაქტორი ბევრად იზრდება. თუ ცირკულაციის გაყვანის მცდელობა უშედეგო აღმოჩნდა, ამ შემთხვევაში ავარია უფრო მძიმდება, ვინაიდან ცირკულაციის გაყვანის მცდელობისას საბურღი იარაღის ირგვლივ რგოლურ სივრცეში წარმოქმნილ საცობზე ხდება დიფერენციალური წნევის ზრდა, რაც იწვევს წარმოქმნილი საცობის გამოპრესას და იარაღის უფრო მეტად ჩაჭერას.

### აღნიშნული საფრთხის არსებობისას

1) უმჯობესია დროულად გამოვიყენოთ სპეციალური შემაბათქაშებელი მასალები, რომლებიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს კედლების შებათქაშებას, ვინაიდან დაგვიანების შემთხვევაში ასეთი დანამატების შეყვანა სათანადო ეფექტს ვერ იძლევა.

2) თუ გადაწყვეტილება იქნება მიღებული საბურღი ხსნარის კუთრი წონის აწვევის შესახებ, რათა დავიჭიროთ ფენები ჭარბი წნევის ხარჯზე, აუცილებლად უნდა გავითვალისწინოთ გართულებული ინტერვალის ზედა და მომდევნო ინტერვალზე მოსალოდნელი გართულებებიც, ვინაიდან, ხშირ შემთხვევაში, ასეთ გადაწყვეტილებას უარესი შედეგი მოყვება.

3) აღნიშნული საფრთხის არსებობისას, საბურღი იარაღის (მილის) დამატების შემდეგ, არავითარ შემთხვევაში არ უნდა დაგუშვათ იარაღის ქვემოთ გადაადგილება მანამ, სანამ სრულად არ აღსდგება ცირკულაცია.

### 3. საბურღი ხსნარის შთანთქმები

საბურღი ხსნარის შთანთქმების გამომწვევი მიზეზები შეიძლება იყოს:

1) საბურღი ხსნარის სიმკვრივესა და ფენის წნევის გრადიენტს შორის დიდი სხვაობა;

2) მიღგარე რგოლური სივრცის შემცირება გამოწვეული სხვადასხვა მიზეზით, (ჭაბურღილის ლულის შევიწროება გამოწვეული თიხიანი ფენების გაჯირჯეობით, სქელი ქერქი და ა.შ.);

3) ჰიდროდინამიკური წნევების დანაკარგების ზრდა მიღგარე სივრცეში რაც შეიძლება გამოწვეულ იქნეს მე-2 პუნქტით;

4) საბურღი იარაღის ზომიერზე სწრაფი დაშვება, რომელმაც შეიძლება გა-

მოიწვიოს პორშინების ეფექტი;

5) გეოლოგიური პირობები, რაც გამოიხატება ფენების გამტარობაში, ფორიანობაში, ნაპრალების არსებობაში, კავერნებში;

6) კედლების ჩამონგრევისა და ჩამოცვენის დროს ცირკულაციის აღდგენის მცდელობა და ა.შ.;

7) მონაბურღი ან ჩამოცვენილი მასალის არასრულყოფილი ამორეცხვა.

ჭაბურღილის ბურღვის პროცესში დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს საბურღი ხსნარის დინამიკას. ეს უკანასკნელი უნდა შეირჩეს ისე, რომ ცირკულაციის დროს აღმავალმა ჭავლმა უზრუნველჰყოს მონაბურღის ამოტანა, რათა ტრანსპორტირების კოეფიციენტი იყოს პოზიტიური ანუ ხსნარის აღმავალი დინების სიჩქარე არ უნდა იყოს კრიტიკულზე დაბალი. ამავე დროს, იგი არ უნდა იყოს იმ ოპტიმალურ სიდიდეზე მეტია ვიდრე ეს საჭიროა, ვინაიდან გადაჭარბებული აღმავალი ჭავლი, რომელიც მიღწეული იქნება ტუმბოების წარმადობის გაზრდით, გამოიწვევს ჭაბურღილის ლულაში ჰიდრავლიკური დანაკარგების ზრდას რგოლურ სივრცეში რაც, თავისთავად, შთანთქმების ან სხვა გართულებების მიზეზი შეიძლება გახდეს.

საყურადღებოა ის ფაქტორი, რომ ყოველ მონაბურღ ან ჩამოცვენილ ნაწილაკს გააჩნია მისი დაძირვის სიჩქარე. ეს განმარტება განსაზღვრავს მის სწრაფვას სტატიკურ პირობებში გრავიტაციულად ქვემოთ გადაადგილებისკენ. რაც შეეხება ხსნარის დინამიკას აუცილებელია, რომ ჭაბურღილში ცირკულაციის დროს ხსნარის აღმავალი სიჩქარე აღემატებოდეს მონაბურღი ან ჩამოცვენილი/ჩამონგრეული ნაწილაკის დაძირვის სიჩქარეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში ვერ მოხერხდება ამ ნაწილაკის ამორეცხვა, რაც გამოიწვევს მონაბურღი ნაწილაკების დაგროვებას მიღგარე სივრცეში და რგოლური სივრცის გადაკეტვას (უმეტეს შემთხვევაში, სტატიკურ რეჟიმში გადასვლის დროს).

სანგრევის მონაბურღი ნაწილაკებისაგან გაწმენდისათვის ბურღვის პროცესში ტუმბოების მწარმოებლურობის შესარჩევად მიღებულია, ტუმბოების წარმადობა შევარჩიოთ ისე, რომ ბურღვის პროცესში ჭაბურღილის დიამეტრის თითოეულ დიუმზე მოდიოდეს 30-50 გალონი წუთში ანუ სატეხის დიამეტრის თითოეულ სანტიმეტრზე უნდა მოდიოდეს 0,75-დან 1,24 ლ/წმ ტუმბოების წარმადობა.

თუ გავითვალისწინებთ ჭაბურღილის ლულის რეცხვის ზემოაღნიშნულ დიაპაზონში ჩამოთვლილ მონაცემებს, სანგრევის უკეთ რეცხვისათვის უმჯობესია წარმადობის მაქსიმალურად მიახლოება ზედა ზღვარზე, რომლის დროსაც მაქსიმალურად დიდია წნევის ვარდნა სატეხის შტუცერებზე, რათა დროულად მოხდეს სანგრევის მონაბურღი ნაწილაკებისაგან გამოთავისუფლება. მაგრამ ბურღვის პროცესში ტუმბოების წარმადობის შერჩევისას მხედველობაში მიიღება ტუმბოების მაქსიმალური წარმადობით რეცხვის უარყოფითი მხარეებიც, რასაც ხშირად ახლავს შესაძლო გართულებები, კერძოდ მისი შერჩევის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ფენის გამტარუნარიანობა და მისი ჰიდროგახლეჩის გრადიენტი, რომლის გათვალისწინების იგნორირებით შეიძლება გამოვიწვიოთ საბურღი ხსნარის შთანთქმები, ხოლო უარეს შემთხვევაში ფენების ჰიდროგახლეჩა, რომელმაც, თავისთავად, შეიძლება მეტად გაგვირთულოს როგორც ბურღვის პროცესი, ასევე ამ პროცესის უსაფრთხოება. ასევე გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც რომ თუ ბურღვის პროცესი მიმდინარეობს სუსტად შეცემენტებულ ფენებში, ზომიერზე მეტმა სიჩქარემ შესაძლოა გამოიწვიოს ფენების ეროზია, რისი თანამდევი ეტაპიც იქნება შემდგომში ჭაბურღილის ლულაში კავერნების განვითარება. რაც უფრო დი-

დია ჭაბურღილში კავერნები, მით უფრო დიდია საბურღი ხსნარის შთანთქმების ინტენსიურობა, მათში დაგროვილი მონაბურღი ნაწილაკების რაოდენობა, რაც შესაძლოა გახდეს ბურღვის შემდგომ პროცესში შთანთქმის მიზეზი.

აღნიშნული პრობლემების პრევენციისათვის აუცილებელია ისეთი ინტერვალების ბურღვა, სადაც მოსალოდნელია მსგავსი შთანთქმები და მივმართოთ შემდეგი სახის ღონისძიებებს:

1) ვეცადოთ ხსნარის პარამეტრები დავიჭიროთ ისე, რომ მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი საბურღი ხსნარის სიმკვრივესა და ფენის წნევის გრადიენტს შორის სხვაობა;

2) მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი წნევის ჰიდროდინამიკური კარგვები რგოლურ სივრცეში;

3) ჭაბურღილის ტერიტორიაზე აუცილებლად საჭიროა სხვადასხვა ზომის შემავესებლები, რათა მოხდეს მათგან დამზადებული ტამპონების შეტუმბვა შთანთქმების ინტერვალებში.

#### 4. ჭაბურღილის ლულის ხშირი შევიწროებები

აღნიშნული ქანები ხასიათდება მაღალი რეაქციულობით საბურღი ხსნარის ფილტრატთან მიმართებაში და დაბალი მდგრადობით. გართულების წარმოქმნის ძირითადი მიზეზია დეჰიდრატირებული ჯირჯვადი თიხები, რომლებიც ლულის გაყვანისას შედის რეაქციაში საბურღი ხსნარიდან გამოყოფილ თავისუფალ წყლის ფილტრატთან, შედეგად ხდება ამ უკანასკნელის გაჯირჯვება. აღნიშნული თიხების გაჯირჯვების შედეგად ჭაბურღილის ლულაში წარმოიქმნება გართულებები, რომლებიც ართულებს ბურღვის პროცესს. სირთულეები გამოიხატება ჭაბურღილის ლულის ხშირ შევიწროებასა და კედლების ჩამონგრევაში, რასაც მეტწილად ახლავს საცირკულაციო წნევების გაზრდა და სარეცხი სითხის შთანთქმა. აღნიშნული გარემოებები, თავისთავად, იწვევს იარაღის ჩაჭერებს. ასეთი გაჯირჯვებული თიხები ჭაბურღილის ლულაში განიცდის შემდგომ დისპერგაციას ვინაიდან გაჯირჯვების მომენტში ხდება მათი დამაკავშირებელი ჩონჩხის დარღვევა, რაც იწვევს მათ დანაწევრებას წვრილ ნაწილებად, ხოლო შემდგომ საბურღი ხსნარში გადასვლას დაბალი სიმკვრივის მყარი ფაზის სახით.

აღსანიშნავია ის შემთხვევები, როცა ადგილი აქვს ჭაბურღილის ლულის შევიწროებს ჭაბურღილის ლულის კედლებზე წარმოქმნილი ქერქის ხარჯზე. ასეთი შემთხვევები იწვევს დიდ გართულებებს, ვინაიდან, თუ დროულად არ მივიღეთ ზომები ადვილი შესაძლებელია მომდევნო ჩაშვება-ამოღებითი ოპერაციების დროს მოხდეს არსებული ქერქის მოხვეტა, რასაც თან სდევს ჯერ საბურღი იარაღის ზეჭიმვა, შემდეგ თუ დროულად არ გავრეცხეთ ჭაბურღილი და არ ამოვიტანეთ ზედაპირზე მოხვეტილი ქერქი, იარაღის ჩაჭერა, რომელიც, უმეტეს შემთხვევაში, სავალალოდ მთავრდება. თუ დაგვიანდა ლულის გათავისუფლება მოხვეტილი ქერქისაგან, ის მთლიანად კეტავს რგოლურ სივრცეს, რაც შეუძლებელს ხდის ცირკულაციის აღდგენას.

აღნიშნული პრობლემების თავიდან ასაცილებლად უნდა ვეცადოთ:

1) თიხების მოსალოდნელი გაჯირჯვების ინტერვალებში საბურღი ხსნარში დავიჭიროთ მინიმალური წყალგაცემა;

2) მაქსიმალურად სწორად შევარჩიოთ პირველადი და მეორეულ ინჰიბიტო-

რები;

3) უნდა ვეცადოთ მინიმუმამდე დავიყვანოთ საბურღი ხსნარის ქერქის სისქე, რისთვისაც მაქსიმალურად შევამციროთ საბურღი ხსნარში მყარი ფაზის რაოდენობა, და მოსალოდნელი გართულებული ინტერვალების ბურღვისას გამოვიყენოთ სწორად დაპროექტებული ხსნარის გამწმენდი დანადგარები.

### 5. საბურღი იარაღის ქვედის სიხისტის შეცვლა

ჭაბურღილის ბურღვისას ლულა არასოდეს არ არის აბსოლუტურად გლუვი და სწორხაზოვანი. ბურღვის პროცესებს ყოველთვის თან სდევს ლულის გამრუდების სხვადასხვა სიდიდის ინტენსიურობა, საბურღი ლულაში არსებული საფეხუროვანი პროფილი, ლულის სპირალურობა, მიმართულების ცვალებადობა და ა.შ.

ჭაბურღილების ბურღვის ისტორიაში სხვადასხვა მეთოდი გამოიცადა, რათა მიეღწიათ რაც შეიძლება მეტად სწორხაზოვანი და წრფივი პროფილისათვის, მაგრამ ყოველ ნაცად მეთოდს თან სდევს გარკვეული უარყოფითი მხარეები. მაგალითად, ცნობილია, რომ ბურღვის როტორული მეთოდის დროს, რაც უფრო ხისტი საბურღი იარაღის ქვედი, მით უფრო წრფივია გაბურღული ლულა, მაგრამ დიდი სიხისტის მისაღწევად საბურღი ქვედში უნდა დავაყენოთ მინიმუმ ორი ან სამი ცენტრატორი, რაც, თავისთავად, ზოგიერთ შემთხვევაში, მოუხერხებელს ხდის ბურღვის პროცესს. თუ მაინც ექნა ადგილი ჭაბურღილის ლულის გამრუდებას, გაღუნვის კუთხის დაგდება შეუძლებელი იქნება იარაღის ამოღებისა და შემდგომში ქანქარა ქვედის ჩაშვების გარეშე. დამატებით ცენტრატორებზე ჩობალის დახვევის შემთხვევაში იზრდება მიღგარე სივრცეში ჰიდროდინამიკური დანაკარგები, რაც ზრდის შთანთქმის რისკს, ამცირებს მექანიკურ სიჩქარეს, უფრო რთულს ხდის იარაღის ამოღების პროცესს და ა.შ. 1970-1980-იან წლებში გამოიცადა ე.წ. “მახავიკი” დიდი დიამეტრის ლულებში, რამაც, პროფილის თვალსაზრისით, კარგი შედეგი მოგვცა, მაგრამ მისი მოუხერხებლობის გამო ფართო გავრცელება ვერ პოვა ბურღვის პროცესში.

ხშირია შემთხვევები, როცა ამა თუ იმ მიზეზის გამო ჭაბურღილის ღია ლულაში ხდება უფრო მეტი სიხისტის ქვედის დაშვება, რასაც თან სდევს იარაღის ჩაჭერა, რომელიც ძნელად გათავისუფლებადია. აღნიშნულ შემთხვევაში იარაღის ჩაჭერის მიზეზი ხდება საბურღი იარაღის ქვედის შეუსაბამობა გაბურღული ლულის პროფილთან. ასეთ შემთხვევაში იარაღის დაშვება ხდება უპრობლემოდ, მაგრამ მისი ამოღება ძალიან ძნელია.

### 3. დასკვნა

1) ყოველი კონკრეტული პირობებისათვის, დასახული ამოცანის გათვალისწინებით, შეირჩეს კონკრეტული საბურღი ქვედი. 2) ჭაბურღილის დაპროექტების პერიოდში ყოველი ინტერვალისთვის სასურველია შეირჩეს ისეთი ქვედი, რომელიც უზრუნველყოფს მთელი ინტერვალის გავლას სიხისტის შეცვლის გარეშე. ქვედის შერჩევისას გათვალისწინებული უნდა იყოს გაბურღულ ლულაში დასაშვები საცავი კოლონის სიხისტეც, რომელიც უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს დამატებითი ლულის დამუშავების გარეშე ხისტი საბურღი ქვედით; 3) თუ ქვედის გახისტება გახდა აუცილებელი, საჭიროა სპეციალური უსაფრთხო ზომების მიღება, უკანას-

კნელის დაშვებაზე.

ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს რომ ზემოხამოთვლილი გართულებებისაგან გამომწვეული იარაღის ჩატერების პრევენცია გაცილებით უფრო ადვილია, ვიდრე შემდგომში მათი მიზეზით გამომწვეული ავარიების ლიკვიდაცია, რომელიც, თავის მხრივ, იწვევს ჭაბურღილის მშენებლობის ხარჯების მკვეთრ ზრდას.

УДК 622.24

Г. Х. Варшаломидзе, М. Р. Сурамелашвили,  
А. Чичинадзе, Г. Хецуриани

## КОМБИНИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ ВОДНЫМ ЭКСТРАКТОМ ЧАЙНЫХ ОТХОДОВ И КАЛЬМАТРОНОМ

**Резюме:** «Кальматрон» рекомендуется использовать в цементных растворах в качестве защитного материала при цементировании скважины бетонных и железобетонных конструкций в условиях воздействия воды и защиты от коррозии при воздействии глубинных агрессивных сред, в качестве уплотняющего и герметизирующего материала для стыков, швов, трещин и других дефектных участков пород, при бурении нефтяных и газовых скважин.

**Ключевые слова:** скважина, цементирование, «кальматрон», цементирующие растворы.

### 1. Введение



**Г. Х. Варшаломидзе,**

Председатель Департамента "Технология нефти и газа" горно-геологического фак-та ГГУ, академик Инженерной академии Грузии и Украины, советник ген. директора Корпорации нефти и газа Грузии, Лауреат национальной премии Грузии, профессор

В настоящее время, с появлением глубоких и сверхглубоких скважин с температурой на забое 150 – 200°C и более, для цементных растворов нужны особые реагенты-замедлители сроков схватывания растворов.

Для защиты подземных сооружений от разрушения должны быть подобраны коррозионностойкие, долговечные и водонепроницаемые цементные растворы. С целью эффективного проведения цементирования скважин необходимо широкое регулирование параметров цементных растворов, путем обработки разными химическими реагентами и добавками.



**М. Р. Сурамелашвили,**

лаборант кафедры «техника и технология бурения скважин нефти и газа»

### 2. Основная часть



**А. Чичинадзе,**

генеральный директор ООО „Georgia-Canargo“, докторант

Разрушение цементного камня под воздействием агрессивных пластовых вод может быть причиной нарушения герметизации цементного кольца, прорыва вод и обводнения скважин. Поэтому не исключено, что одной из многочисленных причин, вызывающих быстрое обводнение скважин, является коррозия цементно-бетонного кольца [1, 4].

Скорость коррозии цементного камня в скважинах, особенно на границе грунтов с



**Г. Хецуриани,**

докторант

**მეცნიერება - გურჯინის ახალი გენიკა და ტექნოლოგია, მართვის აპრობაციული სისტემები - SCIENCE**

различными физико-химическими свойствами, зависит от влажности, содержания сульфатов, хлоридов, сероводорода, значения рН грунта и электрохимических характеристик содержащихся в них вод.

В настоящее время о качестве приготовления раствора судят по косвенным признакам: по его плотности, растекаемости, статическому напряжению сдвига и др. Если эти показатели соответствуют рекомендуемому, то считается, что качество приготовления цементного раствора хорошее.

Для повышения качества цементирования обсадных колонн и улучшения реологических свойств цементных растворов, для увеличения сроков их загустевания в лаборатории гидротехники Грузинского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации были применены реагенты - водный экстракт чайных отходов (ВЭЧО) [2].

Реагенты ВЭЧО и ВЭЧО+NaOH+НСОН добавляются к цементным растворам в количестве 0,5-5% от веса цемента, при водоцементном отношении 0,45-0,5, которые обеспечивают увеличение срока схватывания цементных растворов в два раза и больше, в зависимости от объема добавки. Кроме того, снижаются вязкость, СНС растворов и улучшается прокачиваемость последнего.

Результаты лабораторных исследований с добавкой ВЭЧО на Каспийский сульфатостойкий пуццолановый портландцемент (Грузинская республика) приведены в таблицах 1, 2, 3.

В настоящее время на колхидском месторождении при цементировании глубоких скважин для увеличения сроков схватывания цементных растворов в широком масштабе применяют дорогостоящую карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ), ее же полностью заменяет предложенный нами экстракт их отходов (отбросов) чайной промышленности.

**Таблица 1**

Наименование цемента и добавки	В/Ц	Время схватывания		Уд. вес $\gamma$ , г/см <sup>3</sup>	Растекаемость L, см	СНС <sub>2</sub> мг/см <sup>2</sup>		При комнатной температуре, t°C
		начало	конец			СНС <sub>1</sub>	СНС <sub>10</sub>	
Каспийский пуццолановый портландцемент (КППЦ)	0,45	3 <sup>00</sup>	3 <sup>55</sup>	1,82	15,0	268	595	22
КППЦ+1% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	5 <sup>20</sup>	7 <sup>00</sup>	1,80	19,0	74	143	22
КППЦ+2% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	7 <sup>45</sup>	9 <sup>50</sup>	1,79	22,0	46	97	22
КППЦ+3% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	8 <sup>20</sup>	10 <sup>10</sup>	1,78	24,0	42	94	22
КППЦ+1%(ВЭЧО+ 1,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	4 <sup>15</sup>	5 <sup>35</sup>	1,81	15,0	152	267	22
КППЦ +2%(ВЭЧО+1,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	5 <sup>45</sup>	7 <sup>55</sup>	1,80	18,0	175	388	22
КППЦ +3%(ВЭЧО+1,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	6 <sup>25</sup>	8 <sup>45</sup>	1,78	19,0	195	443	22
КППЦ+ 1%(ВЭЧО+2,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	4 <sup>05</sup>	5 <sup>30</sup>	1,81	14,0	189	397	22
КППЦ+2%(ВЭЧО+2,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	4 <sup>45</sup>	5 <sup>55</sup>	1,80	16,0	207	415	22
КППЦ+3%(ВЭЧО+2,5%NaOH+ 0,5%Ф)	0,45	5 <sup>15</sup>	6 <sup>30</sup>	1,79	17,0	235	487	22

В работе [3] отмечено, что КМЦ применяется для увеличения срока схватывания цементных растворов при температуре до 140°C. При температуре 120-130°C начинается деструкция КМЦ и выше температуры 140°C она непригодна к использованию.

მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის აპრობაციული სისტემები - SCIENCE

В зависимости от марки КМЦ, ее расход для обработки цементного раствора при температуре 75-120° С равен 0,5+1,0% (сухого вещества от веса цемента). При этом время до начала схватывания цементных растворов удлиняется до 4,5+8,0 часов, снижается водоотдача, уменьшается подвижность, а прочность снижается до 35%.

Таблица 2

Наименование цемента и добавки	Агрессивная среда, в которой находились образцы	Время схватывания СНС <sub>2</sub> мг/см <sup>2</sup>								При комнатной температуре, t°С
		через 28 дней		через 3 дней		через 6 дней		через год		
		σ <sub>изг</sub>	σ <sub>сж</sub>	σ <sub>изг</sub>	σ <sub>сж</sub>	σ <sub>изг</sub>	σ <sub>сж</sub>	σ <sub>изг</sub>	σ <sub>сж</sub>	
Каспский пуццолановый портландцемент (КППЦ). Исходный	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	91	181	98	398	103	417	106	465	22
		89	392	99	405	105	425	109	492	
КППЦ+1% ВЭЧО (свежий сок)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	85	311	117	474	136	444	150	546	22
		78	362	110	480	107	463	115	525	
КППЦ+1% (ВЭЧО+1,5%NaOH+0,5% Ф)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	110	372	128	487	145	515	152	583	22
		100	358	85	455	112	524	95	590	
КППЦ+1% (ВЭЧО+2,5%NaOH+0,5% Ф)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	113	358	125	415	138	540	153	600	22
		101	377	121	407	118	525	117	587	
КППЦ+1% ВЭЧО (свежий сок)+1%кальматрон (к)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	157	295	167	480	135	517	147	543	22
		135	340	175	574	125	495	140	519	
КППЦ+1% ВЭЧО (свежий сок)+1,5% NaOH+0,5% Ф )+1%(к)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	143	471	183	489	185	580	217	598	22
		167	489	137	463	157	598	211	600	
КППЦ+1% (ВЭЧО +2,5% NaOH+0,5% Ф )+1% (к)	5% Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> пресная вода	173	487	135	475	183	595	238	650	22
		155	490	131	470	177	575	227	631	

Таблица 3

Наименование цемента и добавки	В/Ц	Время схватывания		Уд. вес, г/см <sup>3</sup>	Растекаемость L, см	СНС <sub>2</sub> мг/см <sup>2</sup>		При комнатной температуре, t°С
		начало	конец			СНС <sub>1</sub>	СНС <sub>10</sub>	
		Каспский пуццолановый портландцемент (КППЦ)	0,45			3 <sup>00</sup>	3 <sup>55</sup>	
КППЦ+1% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	5 <sup>20</sup>	7 <sup>00</sup>	1,80	19,0	74	143	22
КППЦ+2% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	7 <sup>45</sup>	9 <sup>50</sup>	1,79	22,0	46	97	22
КППЦ+3% ВЭЧО (свежий сок)	0,45	8 <sup>20</sup>	10 <sup>10</sup>	1,78	24,0	42	94	22
КППЦ+1% К	0,45	2 <sup>50</sup>	3 <sup>45</sup>	1,84	14,0	395	635	22
КППЦ +0.5%Кальматрон(к)+1% (ВЭЧО+1,5%NaOH+0,5%Ф)	0,45	4 <sup>25</sup>	6 <sup>30</sup>	1,83	17,0	87	169	22
КППЦ +1%(к)+2%ВЭЧО(свежий сок)+(1,5%NaOH+0,5%Ф)	0,45	6 <sup>00</sup>	8 <sup>15</sup>	1,85	18,0	93	242	22



Следует отметить, что аналогично КМЦ, снижается первоначальная прочность цементного камня при применении реагента ВЭЧО, которая замечается в первый период гидратационного твердения, особенно до 28 дней, а затем прочность камня постепенно увеличивается. Высокой прочности цементного камня можно достичь при применении существующих химических реагентов и тампонажных материалов –  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$  кварцевого песка и др.

Нами в лабораторных условиях для обработки цементных растворов применен добавки, отдельно «Кальматрон» и комбинации «Водным экстрактом чайных отходов» ВЭЧО. (см. таблицу №2, №3).

«Кальматрон» рекомендуется использовать цементных растворах в качестве защитного материала при цементировании скважины бетонных и железобетонных конструкций в условиях воздействия воды и защиты от коррозии при воздействии глубинных агрессивных сред, в качестве уплотняющего и герметизирующего материала для стыков, швов, трещин и других дефектных участков пород, при бурении нефтяных и газовых скважин. Эффект водонепроницаемости обеспечивается за счет ряда строго последовательных химических реакции, продолжающихся во времени, проходящих внутри структуры защищаемого материала между его составляющими и компонентами содержащимися в растворе состава «Кальматрон». В результате образуются трудно и слаборастворимые новообразования, которые заполняют капилляры, поры и микротрещин, проникая по ним внутрь бетона и вытесняя при этом воду.

Состав цементный защитный проникающего действия «Кальматрон» представляет собой специальную композицию из цемента, молотого песка и технологических добавок, затворяемую водой и используемую для восстановления разрушенного кольцевого пространство скважины с целью придания ему повышенной прочности, состав «Кальматрон» хорошо совместим с цементными растворами.

«Кальматрон», предназначен для повышения плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной долговечности, капиллярнопористых строительных материалов. Он представляет собой готовый к применению сухой сыпучий материал серого цвета с белыми включениями состоящий из портландцемента, кварцевого песка и комплекса химических реагентов. По физико-механическим показателям состав «Кальматрон» должен соответствовать требованиям. «Кальматрон» ускоряет сроки схватывания цементных растворов.

Добавка «Кальматрон» ускоряет набор прочности бетона, что исключает применение в составе бетона добавок-ускорителей твердения на основе минеральной солей.

На основании полученных данных целесообразно использовать состав цементный защитный проникающего действия «Кальматрон» в качестве добавки, повышающей водонепроницаемость и морозостойкость бетона.

### **Порядок приготовления бетонной смеси с добавкой «Кальматрон»**

Добавка «Кальматрон» вводится в бетонную смесь до затворения её водой. Материалы в бетоносмеситель вводятся в следующем порядке:- песок, -щебень,-добавка «Кальматрон», -цемент. Время перемешивания сухих составляющих с добавкой «Кальматрон» составляет не менее 2-3 минут. Затем добавляется вода и смесь дополнительно перемешивается в течение 2-3 мин. Окончательное количество воды затворения для обеспечения опытным

путём. Оптимальное количество состава «Кальматрон» в качестве добавки составляет 16,6 кг/м<sup>3</sup>, независимо от марки бетона.

При благоприятных условиях твердения бетона-присутствие свободной воды, процесс новообразования продолжается, даже если первоначально для этого не были созданы нужные условия твердения. Тяжелому бетону, для приобретения необходимых свойств, зачастую недостаточно времени для образования полноценной структуры в условиях дефицита свободной воды.

Теория процессов твердения цементного камня хорошо описывает причины его несовершенства, заключающиеся в незавершенности реакций гидратаций. Именно поэтому в бетоне присутствуют продукты незавершенных фазовых состояний.

Свойство добавки «Кальматрон» увеличивать растворимость составляющих гидравлического вяжущего. Продукты растворения отражают перенасыщенные растворы, из которых образуются более термодинамически устойчивые гидратные новообразования. Эти гидратные новообразования характеризуются меньшей растворимостью, большей площадью поверхности и высокой плотностью, создают труднорастворимые новообразования, которые формируются в свободном межзерновой пространстве.

Заполнение пор и полостей в бетоне дисперсными кристаллами с громадной площадью поверхности обеспечивают его непроницаемость воде, а также жидкостям с высокой поверхностью раздела (щелочи, кислота, нефть и т.д.)

Метод определяется прочностью сцепления (адгезии) (R) материала по формуле

$$R = \frac{F}{A}, \text{ МПа}$$

Где F-значение силы при которой произошел отрыв, A-площадь отрыва, м<sup>2</sup>.

Результаты определения адгезии реагента «Кальматрон» к бетону показали, что реагент обладает высокими адгезионными свойствами, величина адгезии составляет 3,3 Мпа.

Определение прочности на сжатие.

Определение прочности на сжатие проводились на контрольных образцах из бетона и бетонных образцах, обработанных реагентом «Кальматрон».

Предел прочности при сжатии вычисляется по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F}$$

Где P - наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца,

F - площадь поперечного сечения образца, вычисляемая как среднее арифметическое значение площадей верхней и нижней его поверхности, см<sup>2</sup>.

Эксперименты подтвердили эффективной комбинированной обработки цементных растворов при цементировании обсадных колонн, нефтяных и газовых скважин, особенно в агрессивных средах, а также трещиноватых кавернозных и поглощающих горизонтов.

### 3. Заключение

1) Исходя из вышеуказанного, можно сказать, что «Кальматрон», предназначен для повышения плотности, прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, эксплуатационной долговечности, капиллярнопористых строительных материалов. Он представляет собой готовый к применению сухой сыпучий материал серого цвета с белыми включениями состоящий из портландцемента, кварцевого песка и комплекса химических реагентов. По

физико-механическим показателям состав «Кальматрон» должен соответствовать требованиям. «Кальматрон» ускоряет сроки схватывания цементных растворов.

Добавка «Кальматрон» ускоряет набор прочности бетона, что исключает применение в составе бетона добавок-ускорителей твердения на основе минеральной солей.

На основании полученных данных целесообразно использовать состав цементный защитный проникающего действия «Кальматрон» в качестве добавки, повышающей водонепроницаемость и морозостойкость бетона.

### Литература

1. Г. Х. Варшаломидзе. Основы технологии обработки буровых и цементных растворов. Издательский дом «Технический Университет», Тбилиси, 2011, 679 стр.
2. Г. Х. Варшаломидзе. О применение водных экстрактов чайных отходов для химической обработки глинистых растворов. Известия ВУЗ. Нефть и газ, №3, 1972 г 31-36 стр.
3. Л. Н. Шадрин. Добавка к тампонажным растворам. Тематические научно-технические обзоры. ВНИИОЭНГ., М., 1970.
4. А. Х. Мирзаджанзаде. Вопросы гидродинамики вязкопластичных и вязких жидкостей в нефтедобыче. Баку, Азернефтнештр, 1959, 409 стр.

## ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენება კერნის გამოსავლის გადიდებისათვის საძიებო ბურღვის დროს

**რეზიუმე:** რთულ გეოლოგიურ პირობებში ჭაბურღილების საძიებო ბურღვის დროს ჩვეულებრივი სვეტური იარაღის გამოყენებისას, შეიმჩნევა კერნის არასრული გამოსავალი. დაბალი ხარისხის კერნის მიღების ძირითადი მიზეზები სხვადასხვა სისხლის ქანების ხშირი მორიგეობა და ნაპრალოვნებაა, რომელიც იწვევს კერნის დაშლას, ცვეთას და დაქუცმაცებას. ზოგიერთ შემთხვევაში, ჭაბურღილიდან ამოღებისას კერნის თვით ჩასოღვამ შეიძლება ხელი შეუწყოს სვეტური იარაღიდან კერნის გამოვარდნას. ზემოაღნიშნული ნაკლოვანების აღმოსაფხვრელად აუცილებელია ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენება. საწარმოო პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ჭაბურღილების გაყვანის დროს ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენებით, ჩვეულებრივ სვეტური იარაღთან შედარებით იზრდება კერნის გამოსავალი 15-20 %-ით, უმჯობესდება ტექნიკური მაჩვენებლები.

**საკვანძო სიტყვები:** ცენტრირებული სვეტური იარაღი, კერნის გამოსავლის გადიდება, ბურღვის ეფექტურობის გადიდება.

### 1. შესავალი



**გურამ ვარშალომიძე,**

საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ვიცე-პრეზიდენტი, სტუ-ის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიის“ დეპარტამენტის უფროსი, ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ვენ. დირექტორის მრჩეველი, საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

გეოლოგიურ საძიებო ჭაბურღილების გაყვანის მთავარი ამოცანა მყარი სასარგებლო წიაღისეულის ძებნა – ძიების გაძლიერებაა ნედლეულის მარაგების გადიდებისათვის. ეს შეიძლება მიღწეულ იქნეს, თუ გაიზრდება ბურღვის სიჩქარე, შემცირდება ტექნიკის მოცდენა, აღმოიფხვრება არასაწარმოო ხარჯები, ფართოდ დაინერგება ახალი ტექნიკა და მოწინავე ტექნოლოგია. მაქსიმალურად მექანიზებული და ავტომატიზებული იქნება საწარმოო პროცესები.



**ვალერი ხითარიშვილი,**

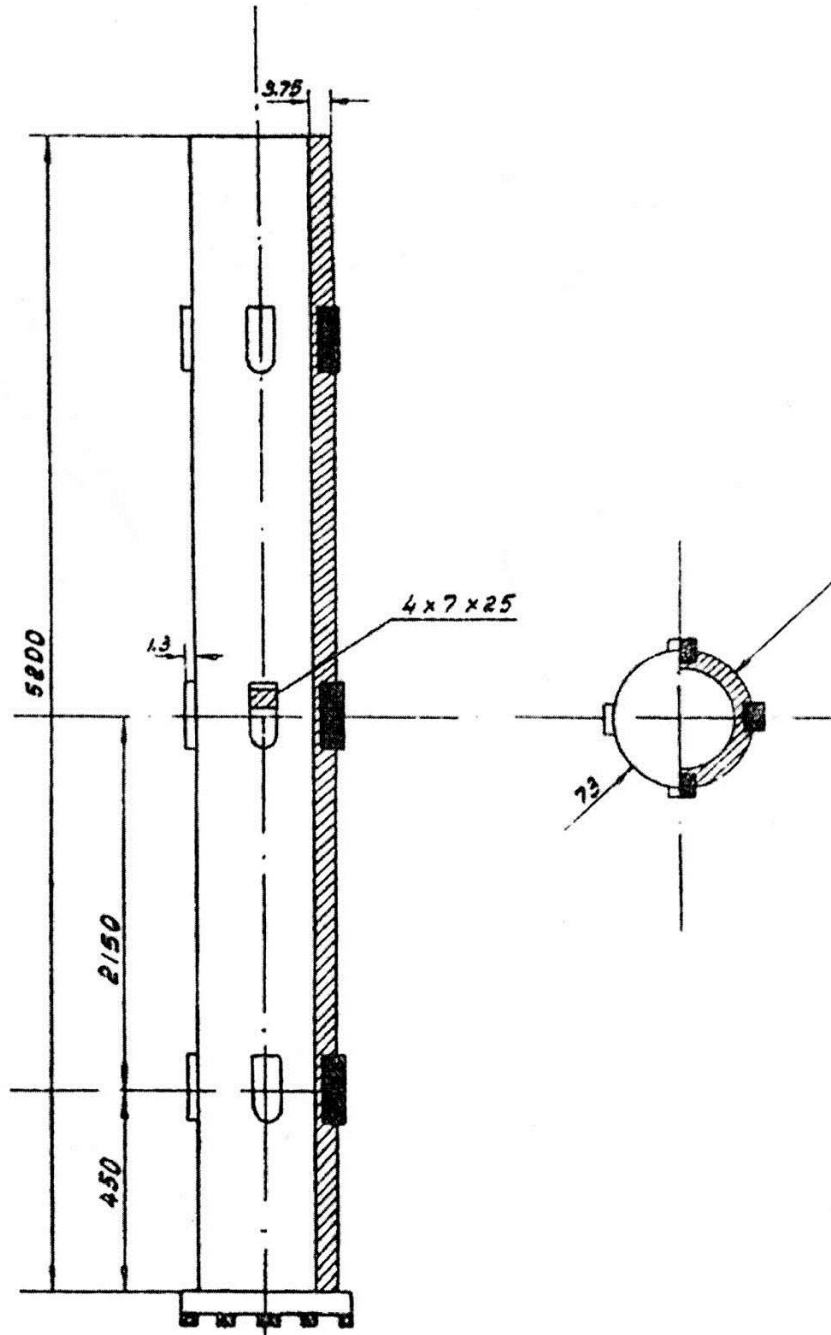
საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი; ტექნ. აკად. დოქტორი; სტუ-ის „ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ასოცირებული პროფესორი

ბურღვის მიზანია სასარგებლო წიაღისეულის ჩაწოლის პირობების, ზომების ხარისხოვანი და რაოდენობრივი მახასიათებლების გამოვლენა. განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სასარგებლო წიაღისეულის წყებიდან კერნის აღებას საბადოს ზომებისა და შეფასების დასკვნისათვის.

რებით დიდი მნიშვნელობა აქვს სასარგებლო წიაღისეულის წყებიდან კერნის აღებას საბადოს ზომებისა და შეფასების დასკვნისათვის.

## 2. ძირითადი ნაწილი

კერნი მეტად უტყუარი მასალაა წიაღისეულის სიმძლავრეზე, სიღრმეზე, აგებაზე, შედგენლობას და გადაკვეთილი ქანების თვისებებზე სრული წარმოდგენისათვის.



ჭაბურღილების ბურღვისას ყოველთვის არაა შესაძლებელი შენარჩუნებულ იქნეს კერნის სტრუქტურა, ნივთიერებათა შედგენილობა და მისი მთლიანად ამოღება ჭაბურღილებიდან. დაბალი ხარისხის კერნის მიღებისა ან მისი არასრული

გამოსავლის ძირითადი მიზეზები ბურღვის რთული გეოლოგიური პირობები, სხვადასხვა სისაღის ქანების ხშირი მორიგეობაა ნაპრალოვნება იწვევს კერნის დაშლას, ცვეთას და დაქუცმაცებას. ზოგიერთ შემთხვევაში კერნის ჩასოლვამ შეიძლება გამოიწვიოს მისი გამოვარდნა სვეტური მილიდან ჭაბურღილიდან ამოღებისას მის კედლებთან შეჯახებისას ან ხსნარის სვეტის წნევის მოქმედების შედეგად სანთლის ამოღებისას. სარეცხი სითხე კერნზე ჰიდრომექანიკურ ზემოქმედებას ახდენს, წარეცხავს მას და ამორეცხავს ქანების შედგენილობაში შემავალ ზოგიერთ კომპონენტებს, ზოგიერთი ქანები (მინერალური მარილები) ადვილად იხსნება სარეცხ სითხეში.

ჩამოთვლილი ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად ჭაბურღილები არცთუ იშვიათად მრუდდება და შეიმჩნევა ავარიების გაზრდა, ამოღებული კერნი ვერ ინარჩუნებს ბუნებრივ სტრუქტურას. კერნის თვითჩასოლვის შედეგად მცირდება მექანიკური და სარეისო სიჩქარე და, შესაბამისად, ბურღვის წარმადობა.

ზემოაღნიშნული ნაკლოვანების თავიდან აცილების ერთ-ერთ პერსპექტიულ ხერხს კერნის გამოსავლის გადიდების, ჭაბურღილების გამრუდების შემცირების, ბურღვის მექანიკური სიჩქარის და რეისზე გავლის გაზრდის მიზნით სპეციალური საბურღი იარაღის გამოყენება წარმოადგენს.

ჩვენი აზრით, კერნის გამოსავლის გადიდების ყველაზე ეფექტური ღონისძიებაა ცენტრირებული სვეტური იარაღების გამოყენება. ღომლის სვეტური მილი სამ ღონეზე აღჭურვილია სადგმელებით, რომლებიც დაარმატურებულია სალი შენადნობებით. სადგმელები განლაგებულია 90-ით (ნახაზი). მისი დამზადება წარმოებს შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. 13 მმ დიამეტრის სვეტური მილის კორპუსზე გარე მხარეს ამოჭრება 12 ცალი ბუდე, ზომით 25X8X2,7 მმ;
2. ამოჭრილ ბუდეებში მოთავსდება ფლუსი და ჩაისმება სადგმელები, ზომით 25X7X4 მმ;
3. სპეციალური მირჩილის საშუალებით სადგმელების მიდუღებისათვის იყენებენ აირით შედუღებისას. სვეტური მილის კორპუსთან. სვეტური მილის გარე დიამეტრი, სადგმელების ტიპის გავალისწინებით, უნდა იყოს 0,5-1 მმ-ით ნაკლები გვირგვინას გარე დიამეტრზე.

სადგმელების არსებობა შესაძლებლობას იძლევა შემცირდეს სვეტური იარაღის დეფორმაცია ბურღვის დროს, რაც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფს:

- სრულფასოვანი და ხარისხოვანი კერნის გამოსავლის გაზრდას;
- ჭაბურღილის გამრუდების ინტენსიურობის შემცირებას;
- ბურღვის მექანიკური სიჩქარის, რეისზე გავლის და აგრეთვე სვეტური მილის ხანგამძლეობის ვადის გადიდებას.

### 3. დასკვნა

ჩატარებულმა საწარმოო გამოკვლევებმა აჩვენა, რომ ჭაბურღილების გაყვანა ცენტრირებული სვეტური იარაღით, ჩვეულებრივ სვეტურ იარაღთან შედარებით, საგრძნობლად აუმჯობესებს ბურღვის ტექნიკურ მაჩვენებლებს:

- იზრდება კერნის გამოსავალი 15-20 % -ით;
- მცირდება ჭაბურღილების გამრუდება 50 % -ით;
- მატულობს ბურღვის მექანიკური სიჩქარე 24%-ით;
- იზრდება სვეტური მიღების ხანგამძლეობა 80%-ით.

ამრიგად, მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებს ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენების მაღალ ეფექტურობას მყარი სასარგებლო წიაღისეულზე ბურღვისას საქართველოში.

### ლიტერატურა

1. ნიკო თევზაძე, გიორგი ლილუაშვილი, ვალერი ხითარიშვილი. საძიებო სვეტური ბურღვა. თბილისი: ეკომობილი, 2001წ.
2. Башлык С. М ., Загибаило Г. Г. Бурение скважин- М.: Недра, 1990.
3. Шамшев Ф.А. Тараканов С.Н. и др. Технология и техника разведочного бурения. М.: Недра, 1983.

## ჭაბურღილის ფენთან ჰიდროდინამიკური კავშირის გაუმჯობესების ტექნიკური და ტექნოლოგიური საშუალებები

**რეზიუმე:** განხილულია ჭაბურღილის სანგრევისპირა ზონაში ნავთობის საბადოს შემოდინების გაუმჯობესების საშუალებები, რომელსაც იყენებენ ჭაბურღილში სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას. მოყვანილია მათი შერჩევის მეთოდების და საშუალებების ანალიზი და რეკომენდაციები. განხილულია აგრეთვე ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების ახალი მეთოდი და დასმულია მისი ზემოქმედების შექმნის გზები, რომელიც ხანრძლივად გააუმჯობესებს ნავთობის შემოდინებას ჭაბურღილში.

**საკვანძო სიტყვები:** ფენის წნევა, სტატური წნევა, ფენის წნევა, სანგრევისპირა ზონა, კოლმატაცია, ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედება.

### 1. შესავალი



თა ხითარიშვილი,  
სტუ-ს დოქტორანტი

ცნობილია, რომ ჭაბურღილის მშენობლობის და ხანგრძლივი ექსპლუატაციის შემდეგ პროდუქტიული ფენის სანგრევისპირა ზონაში (ფსზ) წარმოიქმნება ფილტრაციული განვლადობის ზონა, შემდგარი გამრეცხი და ცემენტის ხსნარის მძიმე ფრაქციებით, რომლებიც მნიშვნელოვნად აუარესებს მის კოლექტორულ თვისებებს. ხსნარის მძიმე ნაწილაკებისა-

გან კოლმატირებული ფენა წარმოქმნილი არის ნახევრად დისპერსიული სისტემა, რომლის კარკასი შედგება უფრო მსხვილი ნაწილაკებისაგან, რომლის სივრცით ნაწილებში იმყოფება დაბალი განვლადობის წვრილი კაპილარების და სუბკაპილარების შემცველი არხები. დაბალფორიობის მქონე გარემო დიდ წინააღმდეგობას უწევს ჭაბურღილის სანგრევებზე ნავთობის შემოდინებას.

კოლმატირებული მასალის წინააღმდეგობა ნგრევის მიმართ დამოკიდებულია თვით ამ ქანების სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებზე ფენში, შემაცემენტებელ ძალებზე, ქანის ფორიანობაზე, სიმკრივეზე. დიდი მნიშვნელობა აქვს გამრეცხი ხსნარის ტიპის სწორ შერჩევას, მის ხსნადობის უნარს კოლმატირებული ფენთან, რათა შემცირებულ იქნეს ადჰეზირებული კავშირი, ზედაპირული აქტიურ ნივთიერებათა გამოყენებით და სხვა. ხშირად შადრევირების ჭაბურღილში ფენის განვლადობას ამცირებს (ლამი, სილა, თიხა, პარაფინი და ასფალტიტი). ამით იზრდება ფლუიდის შემოდინება სანგრევისპირა ზონაში. დროთა განმავლობაში, როდესაც მცირდება ნავთობის შემოდინება, საჭირო ხდება ჭაბურღილში სარემონტო სამუშაოების ჩატარება, დებიტის გაზრდის მიზნით [1, 2].



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



სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას ჭაბურღილში ტარდება ისეთი ღონისძიებები და ოპერაციები, რომლებიც შეამცირებს ფენის კოლმატაციას და გაზრდის დებიტს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ამგვარ სამუშაოებს მიეკუთვნება:

1. ფენის გახლეჩა და მასში მაღალფოროვანი მაიკობის ქვიშის შეტანა, რომელიც არ გამოიწვევს ფენის გაწყლიანებას.

2. ფენის მარილმჟავით დამუშავება არა უმეტეს „სპზ“-ის მოცულობის 15%-ით, რათა ადგილი არ ჰქონდეს სამაგრი მილების დაჟანგვას და სხვა ჭისპირა დანადგარ-მოწყობილობის დაზიანებას.

3. ფენის სიღრმული პერფორაცია. „სპზ“-ში ფენზე დეპრესიულ-ტალღური ზემოქმედება ან დეპრესიულ-რეპრესიულ-ტალღური ზემოქმედება, რომელიც თავისთავად ჭაბურღილში ქმნის 1-8 მპა ჭარბ წნევას, რის გამოც 5-10-ჯერ იზრდება ფენის განვლადობა, რაც ამცირებს კოლმატაციის ზონას. ჭაბურღილის ათვისების დროს „სპზ“-ის კოლექტორულ თვისებათა აღდგენა არის ნომერ პირველი ამოცანა, რომელიც გულისხმობს მისი ფოროვან-ნაპრალოვანი არხების აღდგენას და გაფართოებას, მისი ხანგრძლივი ექსპლუატაციის მიზნით. ანუ კავშირი „ჭაბურღილი-ფენი“ ჰიდროდინამიკურად უნდა იყოს რაც შეიძლება მაღალი და ხანგრძლივი.

4. ფენის „სპზ“-ის კავიტაცია.

5. ფენის ინტენსიური ამორეცხვა წყლით, „სპზ“-ის გამორეცხვით.

6. სიღრმული პერფორაციის ტექნოლოგია – იზოლაციის წარმოშობის დასაშლელად და, კერძოდ, კონუსური გაწყლიანების სამკუთხა ზონების დასაძლევად „სპზ“-ში კონტაქტის დროს იყენებს ე.წ. საბანდაჟო სამაგრ სამუშაოებს, რომლის მეშვეობით იქმნება ცემენტის ბანდაჟი სანგრევისპირა ზონაში, შემდეგ კი წარმოებს მისი პერფორირება სპეციალური ელექტრობურღებით.

ტექნოლოგია მოიცავს სანგრევიდან სამაგრი კოლონის დაშორებას გამფართოებით და შემდგომ მასში გელისებრი სითხის ჩატუმბვას. დაცემენტების შემდგომ მასში გაიყვანება დამხმარე ჰორიზონტალური ლულები ელექტრობურღით, რითაც იქმნება პირდაპირი კავშირი. პერფორბურღის საშუალებით წარმოებს პროდუქციულ ფენში უშუალოდ შესვლა გელისებრი სითხის გავლით. პერფორბურღს მიმაგრებული აქვს გადამხრელი უისტოპი, რომელიც მიმართულებას აძლევს პერფორბურღს. იგი განსაზღვრულია პროგრამით, რომელსაც წინასწარ პერფორირების დაწყების წინგანსაზღვრავენ და აყენებენ.

ასეთი „პერფორბურღის“ მიახლოებითი გაანგარიშება, რომელიც კავშირს ამყარებს უშუალოდ პროდუქციულ ფენთან (მოცულობით კავშირს) ხორციელდება შემდეგი ფორმულით [2, 3]:

$$K = Q / (P_{ფენ} - P_{სან}) , \quad (1)$$

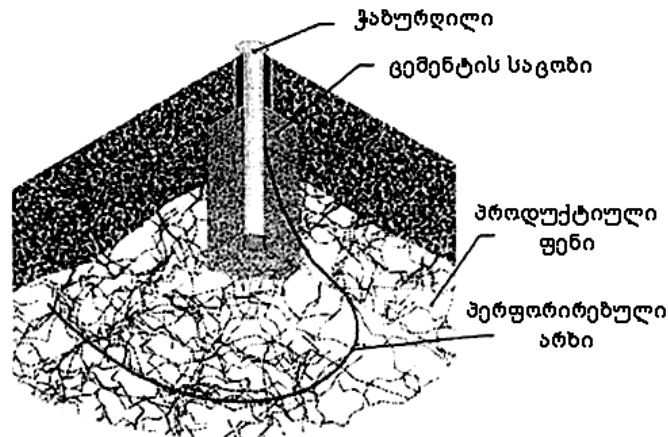
სადაც  $Q$  ჭაბურღილის სადღეღამისო დებიტია, ტ/დ.ღამე;

$P_g$  – ფენის წნევა, მპა;

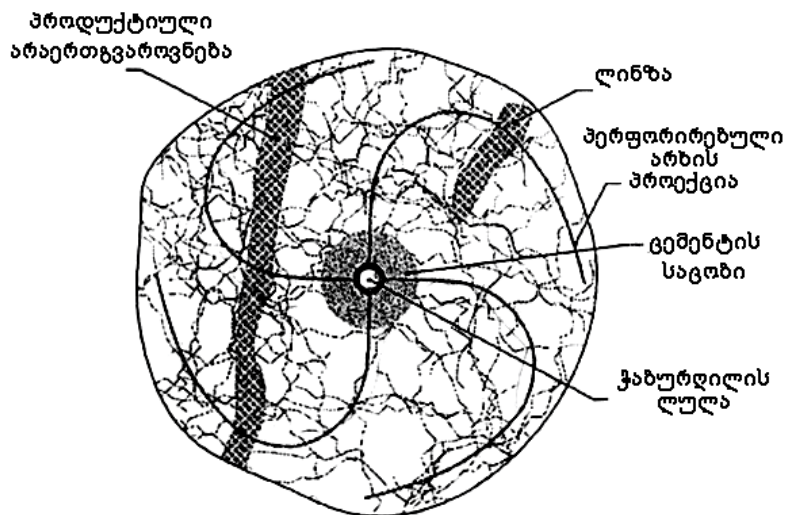
$P_{cs}$  – სანგრევის (ჰიდროსტატიკური წნევა) ან ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა პერფორატორზე, მპა.

აქედან გამომდინარე, პროდუქტიულობის კოეფიციენტი  $K$  16 ტ/დღ. შეადგენს, ხოლო კუმულაციური ზემოქმედების პირობებში 08 ტ/დღ.

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილია ზედხედი და გვერდხედი ჭაბურღილის პერფორირებული არხით.



პერფორირებული არხის განლაგების სამგანზომილებიანი სქემა



ერთი იართუსის პერფორირებული არხის რადიალური პროექცია

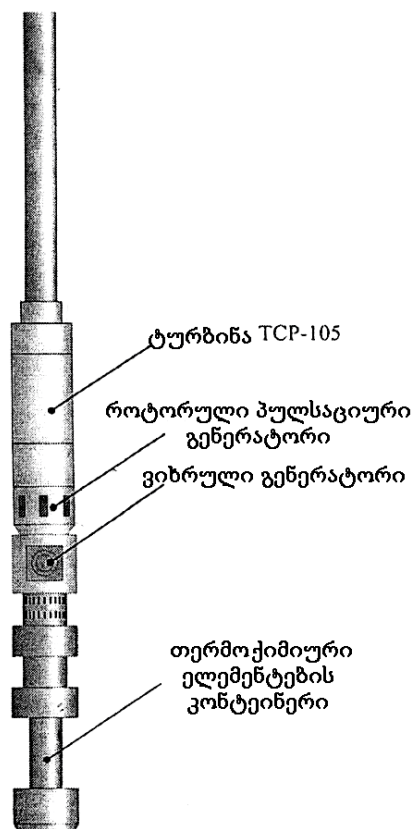
ნახ. 1

ზოგიერთ შემთხვევებში რეპრესიულ-ტალღური დამუშავება ძალზედ ძნელი ხდება. საჭიროა რეპრესიის შექმნა ჭაბურღილში, რათა ფენზე მოვახდინოთ ტალღური ზემოქმედება „სპზ“-ის გაწმენდის მიზნით. ეს ამოცანა, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, პირველი რიგის ამოცანაა, რადგან იგი ითვალისწინებს ფენის კოლექტორული თვისებების აღდგენას ანუ მის ფოროვან-ნაპრალოვანი არხების გაწმენდას, გასუფთავე-

ბას გამონალექი მასალისაგან ბურღვის ტექნოლოგიურ პროცესების მიმდინარეობის ან სანგრევის ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდში. ეს გამონალექი კოლმატირებული მასაა, რომელიც ნახევრად დისპერსიულ სისტემას წარმოადგენს, რომლის კარკასი შედგება მსხვილი მონგრეული ფილებისაგან, ხოლო სივრცულ ნაწილში იმყოფება შედარებით წვრილი, დაბალი განვლადობის არხები. ბუნებრივია, ბურღვის ან ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდში „სპზ“-ზე მოქმედებს ჭარბი წნევები 6–10 მპა სიდიდით, რის გამოც „ჭაბურღილი-ფენი“ ჰიდროკავშირის სფეროში საჭიროა შეიქმნას უფრო ეფექტური, ტექნიკური და ტექნოლოგიური კავშირის საშუალებები, ნავთობის დებიტის გასაზრდელად. განსაკუთრებით კი დადგენილ იქნეს დინამიკა მყარ ნაწილაკებზე მოქმედ ტალღური ველების გეოლოგიური სტრუქტურების სიღრმეებში.

ტალღური ზემოქმედება ჭის პირის სრულად გახსნით დაახლოებით 2÷2,5 საათით, სატუმბო აგრეგატების 10–12 მპა წნევის ზემოქმედებით (სანგრევზე მთლიანი რეპრესიის ზემოქმედებით, რომელიც გამოყენებული იქნა ნახ.2 სქემაზე. ჭარბი წნევის ზემოქმედება 17–20 მპა ხორციელდება დაახლოებით 0,2–0,25 საათით).

საჭიროების და მიხედვით დეპრესიულ-რეპრესიული ტალღური ზემოქმედება დამატებით ხორციელდება მოთხოვნის მოხედვით.



ნახ.2. მოწყობილობა YBTB-118

მე-2 ნახ-ზე წარმოდგენილი რეპრესიულ-დეპრესიული სქემა არის მოწყობილობა YTT B-118.01, რომელიც შედგება როტორულ-პულსაციურ გენერატორისგან ГПН-116;

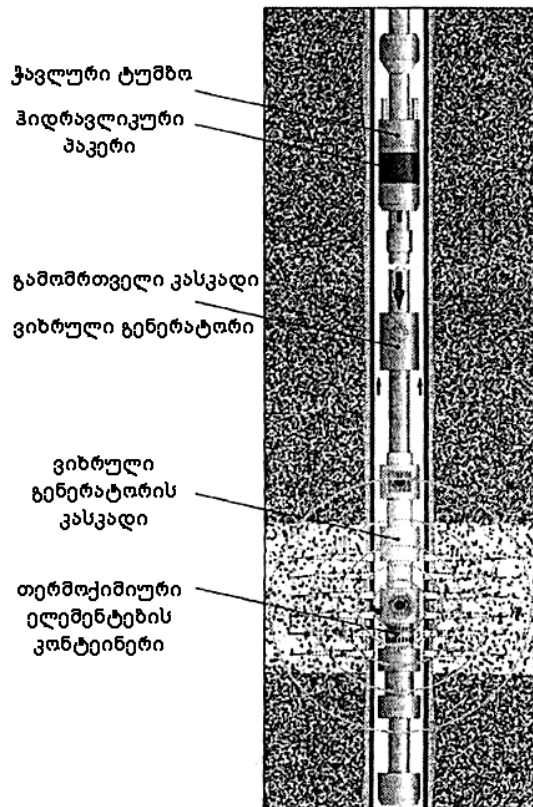
როტორული პულსაციური ტუმბოსა და ცილინდრული კორპუსისაგან, აქვს 6-ხველიანი ტურბოგენერატორი. იგი ქმნის 80–100 ჰერც სიხშირეს, ამპლიტუდით 3–5 მპა წნევით. ეს ვიხრული პულსირების გენერატორი იძლევა წნევის სიხშირეს 0,1–30 ჰერცის ფარგლებში, 0,1 მპა ამპლიტუდით. რაც თავისთავად ქმნის სანგრევებზე რეპრესიულ-დეპრესიულ-ტალღურ ზემოქმედებას. ამგვარი აგრეგატების პარალელური ზემოქმედება 2–3 კმ სანგრევზე შეიძლება შევქმნათ რეპრესიულ-დეპრესიული ტალღური ზემოქმედება 10–18 მპა წნევით. გამრეცხი ხსნარის დაახლოებით 0,01 მ<sup>3</sup>/წ ხარჯვით. გამრეც ხსნარად შესაძლოა გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი მინერალიური მტკნარი წყალი, რომელშიც შესაძლოა გახსნილი იყოს ზედაპირულად აქტიური ნივთიერება „ზან“.

УВТВ-118 წარმოდგენილი მოწყობილობის როტაციული გენერატორისა, ვიხრული გენერატორის და თერმოქიმიური კონტეინერის გაერთიანება, რომელიც ემზება სანგრევზე „НКТ“ საცდელ-საკომპრესორო მილებით და ხდება „სპზ“-ის დეპრესიულ-რეპრესიულ ზემოქმედება დაახლოებით 1.5–2 საათის ფარგლებში, გვამღევს საგრძნობ ეფექტს. ნავთობის მოდინება იზრდება 6–10%-ის ფარგლებში.

ხანგრძლივი ექსპერიმენტის ჩატარებამ გვაჩვენა, რომ, რაც უფრო მეტია გამტუმბავი სითხის წნევა და მაღალია რხევის ამპლიტუდა, მით მეტია შედეგის მაჩვენებლები. დეპრესიულ-ტალღური დამუშავების ტექნოლოგია, რომელშიც გამოყენებული იყო დანადგარი УВТВ-118 შედგება УПН-118-146-ზე ჭავლური ტუმბოსა და ჰიდრავლიკური პაკერისაგან, მათი შემაერთებელი კვანძისგან, УВК-116 გენერატორის თერმული კონტეინერისაგან. მოწყობილობა შესაძლოა ასევე აღჭურვილ იქნეს სხვადასხვა დანიშნულების ონკანებით და სარქველებით.

აღსანიშნავია, რომ УВТВ-118-ში კომპაქტურად არის განთავსებული ჭავლური ტუმბო და ჰიდრავლიკური პაკერი, რომლის მოქმედების ტექნოლოგიაზე ბევრად არის დამოკიდებული პროდუქციული ფენის სანგრევისპირა ზონის კოლექტორული თვისებების აღდგენა და რომელთა მოქმედების ტექნოლოგია (ამოქმედების მიმდევრობა) დამოკიდებულია სპეციალისტის კვალიფიკაციაზე, მის მომზადების დონეზე. მან უნდა განსაზღვროს თუ რა მოხდება, რის გარეშეც მის განხორციელებას აზრი არა აქვს. უფრო მეტიც, უნდა გვესმოდეს ისიც, რომ გაწმენდის შედეგად ამოტუმბული მასალა, რომელიც ხშირად „ნაბურღს უწოდებენ“ საჭიროა გადატუმბულ იქნეს და მოხდეს მისი რეკულტივიზაცია.

მე-3 ნახ-ზე ნაჩვენებია იგივე დანადგარი УВТВ-118, რომლითაც წარმოებს პროდუქციული ფენის, ჰიდროთერმული დამუშავება ან დატუმბო სამუშაოები წარმოებს უეცარი შეწყვეტით და აღდგენით გამრეცხი ხსნარისა, საკომპრესორო-სატუმბო მილების НКТ-ს გავლით, ხარჯის 0,06–0,01 მ<sup>3</sup>/წმ და 16–20 მპა წნევით, ამავე დროს გამრეცხი სითხე მიეწოდება ხვეული გენერატორის მეშვეობით, პაკერის ქვედა ზონაში, რომელშიც ხორციელდება დაბალი დაწნევის ზონა 3–10 მპა-მდე. წნევა ხორციელდება პულსირებულად 01–30 კჰერც სიხშირით 01მპა. ამპლიტუდით გატუმბული დაბინძურებული სითხე ნაბურღი ნარჩენებით გადაიტუმბება, სპეციალურად განკუთვნილ ჩანებში და შემდგომ მისი უტილიზაცია ან რეკულტივიზაცია.



ნახ. 3. მოწყობილობა YBTB-118 ტალღური და თერმული ზემოქმედებისათვის სპზ-ზე

„სპზ“-ის დამუშავება თანამიმდევრობით რეპრესიულ-ტალღური დაბალსიხშირული და მაღალამპლიტუდიანი ან დეპრესიული ტალღური მაღალსიხშირული დაბალი ამპლიტუდური ზემოქმედებით ხდება. ტალღური ზემოქმედების ტექნოლოგია ისეთივეა YGTB-118-01 და YBTB-118. ექსპლუატაციის დროს აქვს რიგი დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ასე მაგალითად, YGTB-118-01 მაღალი წნევების განვითარებით გვადლევს მძლავრ იმპულსებს „სპზ“-ზე, მაგრამ დაბალი ფენის წნევების დროს ვერ ასუფთავებს დაბინძურებულ სანგრევსპირა ზონას. დადებით შედეგს გვადლევს იმის გამო, რომ, როდესაც მოქმედებაში ჩართულია ვიბრული რხევების გენერატორი და შეიძლება არც იქნეს გამოყენებული ზოგიერთი ჩვეულებრივი რხევები. საჭიროა აღინიშნოს ის, რომ ვიბრული მაღალი წნევის რხევებს შეუძლიათ ამოიღონ კარგად ჩაკირული და გამაგრებული ფუჭი მასალა, რომელიც ხელს უშლის ფენის კოლექტორულ თვისებათა აღდგენას.

ტალღური ზემოქმედების ტექნოლოგიის რეპრესიულ-ტალღური დაბალსიხშირულ-მაღალამპლიტუდური და მაღალსიხშირულ-დაბალამპლიტუდურ ზემოქმედების რიგობითობა მოყვანილია შესაბამის ლიტერატურაში [8]. დაბინძურებულ ფენების სანგრევსპირა ზონის გასასუფთავებლად ეფექტურია დაბალსიხშირულ-მაღალამპლიტუდური ზემოქმედება. იგი მოიცავს: ტალღურ ზემოქმედებას პერფორირებულ ზონაზე, ფენზე რეპრესიით 0,3–0,5 საათის ხანგრძლივობით, 12–14მპა წნევის ზემოქმედებით, რომლის ხარჯი 0,010 მ<sup>3</sup>/სთ ტოლია.

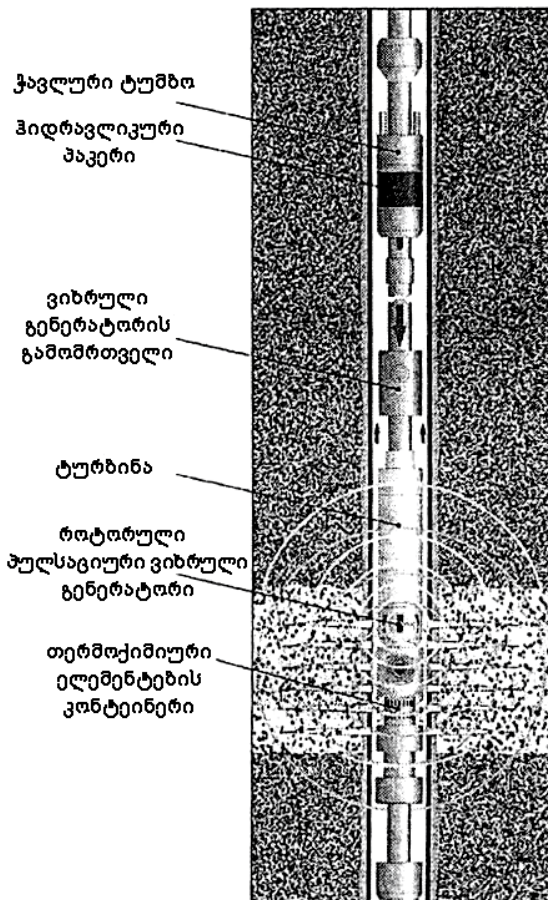
ასევე, დეპრესიის რეჟიმში ფენზე მუშაობისას ტურბინული ამპრავის ჩართვა-გამორთვა ხდება რხევით 0,5–0,6 საათში, რომლის დროს წნევა აღწევს 16–20 მპა და გვამლევს მაღალ შედეგს. ამგვარად, 2–4 საათი დეპრესიულ–ტალღური ზემოქმედების შედეგად ვლელბულობთ მაღალ ეფექტს, საგრძნობლივ იზრდება ჭაბურღილის დებიტიც.

**ტალღური, დეპრესიული, ქიმიური ან თერმოქიმიური ზემოქმედება** ფენზე, განსაკუთრებით მის „სპზ“-ზე ახდენს კოლექტორულ მაჩვენებლების ამაღლებას, რაც იძლევა სარემონტო სამუშაოების ეფექტიანობის ზრდას.

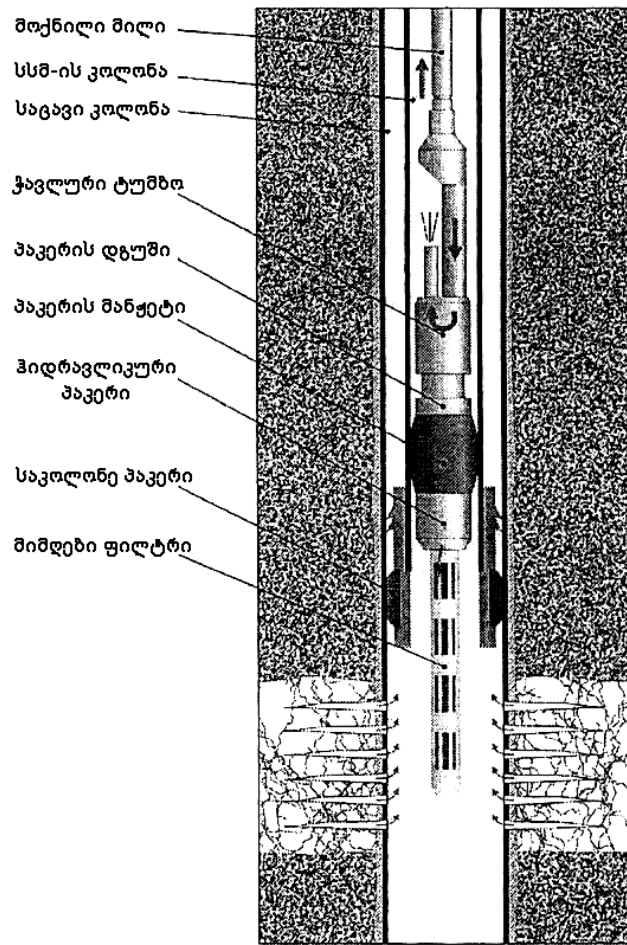
აღნიშნული სქემით სარემონტო სამუშაოებმა ცხადყო, რომ ეს სქემა და რაც მთავარია ტალღური რეპრესიის მეთოდი გამოსადეგია, თუ სივრცეში იმყოფება მძიმე ფრაქციული ფისები და ასფალტიტები.

„სპზ“-ს დეპრესიულ–რეპრესიულ, ქიმიურ-ჰიდროდინამიკური გასუფთავება:

1. დეპრესიულ–რეპრესიული ტექნოლოგიით ხდება ფენზე „სპზ“-ის გასუფთავება, ტექნოლოგიური გაჭუჭყიანებისგან, ჭისპირის ღია მდგომარეობაში 1,5–2 საათის განმავლობაში.
2. რეპრესიის შექმნა ფენზე „სპზ“-ის გასუფთავების მიზნით წარმოებს ჭაბურღილის ღია ლულაში 0,5–1 საათის განმავლობაში.
3. გამრეცხ ხსნარში მარილმჟავას 15%-ანი ხსნარის გატუმბვა „სპზ“-ში 3–4 თავში ხდება.



ნახ.4. ტალღური თერმოქიმიური მოქმედების სქემა ფენზე



ნახ. 5. მოწყობილობა УПН-56, რომელიც ჩაიშვება ჭავურდილის სსმ-ში მოქნილი მილების მეშვეობით

აღნიშნული სარემონტო სამუშაოების ჩატარების პროცესი შესაძლოა წარმოდგენილ იქნეს წნევათა ცვალებადობის გრაფიკების დახმარებით, რომლის ანალიზი სარემონტო სამუშაოების შედეგიანობაზე მნიშვნელოვან წარმოდგენას გვაძლევს (რასაც ავერდიტო სიმარტივის გამო).

მრავალფაზოვან გარემოში რხევითი პროცესების კვლევისას მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს რ. ფ. განიევმა [1] და მისმა მოწაფეებმა, განსაკუთრებით კავიტაციურ პირობებში.

განვიხილოთ კავიტაციის შექმნის პროცესები მაღალი ჰიდროსტატიკური წნევის პირობებში და მისი როლი ფენის კოლექტორული თვისებების შეცვლაში. ცნობილია, რომ კავიტაცია შესაძლოა იყოს აკუსტიკური და ჰიდროდინამიკური წარმოშობის. კავიტაციური მოქმედების ზონების წარმოშობა მთლიანი გარემოთა გახლეჩით შესაძლოა ატარებდეს ორთქლისებრ და აირდიფიზურ ბუნებას, რომელთაგან პირველი წარმოიქმნება, როდესაც წნევის სიდიდე სითხეში დაბალია გარკვეული კრიტიკული წნევის მნიშვნელობამდე [2], ხოლო მეორე შესაძლოა წარმოიშვას, როცა ჰიდროსტატიკური წნევის სიდიდე აღწევს მნიშვნელოვან ინტენსიურ ჰიდროდინამიკურ მოძრაობას.

ტალღურ გარემოში კავიტაციის ეფექტური ორთქლადქცევისათვის [8] საჭიროა შემდეგი თანაფარდობა ხმოვან და ჰიდროსტატიკურ წნევებს შორის [3, 4, 5]:

$$P_0 = 2, \dots 2,5 P_{ст},$$

სადაც  $P_0$  ხმოვანი წნევის ამპლიტუდაა,  $P_{ст}$  - ჰიდროსტატიკური წნევა სითხეში.

ამგვარი თანაფარდობის რეალიზაცია მნიშვნელოვანი სტატიკური წნევების პირობებში 1500-3000 მ სიღრმეებში მოითხოვს ძალზე დიდ აკუსტიკურ ენერგიას, 30...75მპა ხმოვანი წნევის ამპლიტუდით და უფრო მეტსაც, რაც გამოიწვევს საბურღი დანადგარის და ჭაბურღილის მთლიანად დაშლას.

მნიშვნელოვანია უფრო დაბალენერგოტევადობის და უსაფრთხო კავიტაციის პროცესის წარმოქმნა ხმოვან ველში მნიშვნელოვან ჰიდროსტატიკურ წნევის ქვეშ, როცა ჰიდროგარემო ჭაბურღილის ერთდროულად დაბალსიხშირული რხევებისას წარმოქმნის სამ და მეტ კენტ ჰარმონიკებს, რომელთა წნევის ამპლიტუდები მიეკუთვნება ისეთ დაბალ რხევებს, როგორცაა  $1/n$ , სადაც  $n$  ჰარმონიკის ნომერია [3]. დაბალსიხშირული რხევები წარმოშობს ჯამურ ჰარმონიკებს, რომელთა ფორმა თითქმის სწორკუთხედაა. ამავე დროს ამ რხევების წარმოქმნის პერიოდში ნახევარტალღა შემცირებული წნევით და სიხშირით აღწევს შემდეგ თანაფარდობას წნევის ამპლიტუდის მაღალსიხშირულ რხევებსა და კვაზისტატიკურ წნევას შორის:

$$P_{მბ} = 2 \dots 2,5 P_{კსტ} = 2 \dots 2,5 (P_{სტ} - \frac{\pi}{4} P_{მბ}), \quad (2)$$

სადაც  $P_{მბ}$  მაღალსიხშირული რხევების წნევის ამპლიტუდაა,  $P_{კსტ}$  - კვაზისტატიკური წნევა,  $P_{სტ}$  - დაბალსიხშირული რხევის ამპლიტუდა.

სტატიკური წნევის სიდიდე არის ჯამი სტატიკურ წნევისა და წნევის ამპლიტუდისა რხევით პროცესში, რომლის ფორმა სწორკუთხედაა:

დაბალი სიხშირის რხევის ამპლიტუდა განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{მბ} = \frac{\pi}{4} (P_{სტ} - 0,4 \dots 0,5 P_{მბ}). \quad (3)$$

მრავალი მკვლევარი თვლის, რომ იმისათვის, რათა აღნიშნულ სიღრმეებში დაძლეულ იქნეს კავიტაციური ზღვრული სიდიდეები, საჭიროა საკმაოდ დიდი ენერგია, რის გამოც კვლევების გაგრძელებას არა აქვს აზრი, რადგან საკმაოდ ძნელი და ძვირია. მიგვაჩნია, რომ ეს მიმართულება ძალზე სწორია, განსაკუთრებით თუ ჩვენ დავაკავშირებთ ელექტრომაგნიტურ ზემოქმედებას პროდუქტიულ ფენთან. მოპოვების იდენტიფიკაციის მიზნით, რაც ჩვენი მომავალი კვლევის საგანია.

### 3. დასკვნა

რეკომენდაციები „სპზ“-ის ინტენსიური ამორეცხვაზე საბადოს კონტურგარეშე ზონიდან სატუმბი დანადგარების გამოყენებით.

### ლიტერატურა

1. Ганиев Р. Ф., Кобаско Н.И., Кулик В.В. и др. Колебательные явления в многофазных средах и их использование в технологии. Киев: Техника, 1980 г.



2. Ультразвук. Маленькая энциклопедия//Под ред. И.П. Голяминой. М.: Советская энциклопедия, 1979 г.- 400 стр.
3. А.С. 1540107 S.U. кл. В. 06В 1.00 Способ соединения кавитации в жидкости высоких или низких статистических давлений. Н.А. Шамов 4161262, заявление 180986. Бюлетин №4. 1990 г.
4. Шамов Н.А. Роль кавитационных явлений в изменении коллекторских характеристик прискважинной зоны пласта и создание кавитации в условиях значительных гидростатических давлений//Труды. XXXIII Уральского семинара РАН. «Механика и процессы управления. Раздел механики жидкостей и газов, 2003 г., с. 63-66.
5. Киепп Р., Деили Дж., Хемит Ф. Кавитация М.: Мир, 1974 г.- 687 стр.
6. Ультразвуковая обработка дисперсных глинистых минералов//Н.Р. Симуров, В.В. Минченко. Под ред. Н.Н. Круглицкого. Киев: Науковая думка, 1971 г.
7. Корнлфелд М. Упругость и прочность жидкостей. М.: ГИТГЛ, 1961 г.
8. Шамов Н.А., Асеев Е.Г., Халиков К.И., Лячов А.В. и др. Депрессионно-волновые и иные средства повышения приемистости и продуктивности скважин//Проектирование и эксплуатация: проблемы и решения: Материалы Всероссийской научно-технической конференции. Изд-во УГНГУ, 2004 г, с. 8-13.

## კავშირები MWD და LWD სისტემების დაპროგრამებაში მონაცემთა ბაზებიდან UML ტექნოლოგიაზე

**რეზიუმე:** ნაშრომში მოცემულია კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების დაცრილ-მიმართუ-  
ლი-პორიზონტალური ბურღვის ტრაექტორიის ფორმირების მართვაში. მისი პროგრამული  
უზრუნველყოფის აგების ტექნოლოგია მონაცემთა და ცოდნის ბაზების გამოყენებით.  
**საკვანძო სიტყვები:** MWD და LWD სისტემები, UML ტექნოლოგია, მონაცემთა ბაზა.

### 1. შესავალი



**ლევან აზმაიფარაშვილი,**  
დოქტორანტი

XXI საუკუნის დასაწყისიდან ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში შემოდის ობიექტ-ორიენტირებული უნიფიცირებული მოდელირების ენის UML ტექნოლოგია კომპიუტერული სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის ასაგებად [1,5,6,7]

უნიფიცირებული-მოდელირების ენას (Univice Modeling Language)-ის

საფუძვლად უდევს თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიები, რომელთა საშუალებით მონაცემთა ბაზების და ცოდნის ბაზებიდან ისეთი პარალელურად მოქმედებების მართვა დარგის ხელოვნულ ინტელექტუალების და ექსპერტებს შორის, რომელიც ახლებურად უფრო ეფექტურად მართავენ ტექნოლოგიურ პროცესებს და მას აქტიურად იყენებს სხვადასხვა ისეთი ფორმები როგორებიცაა YBM Hewlet Packard და სხვები [1].

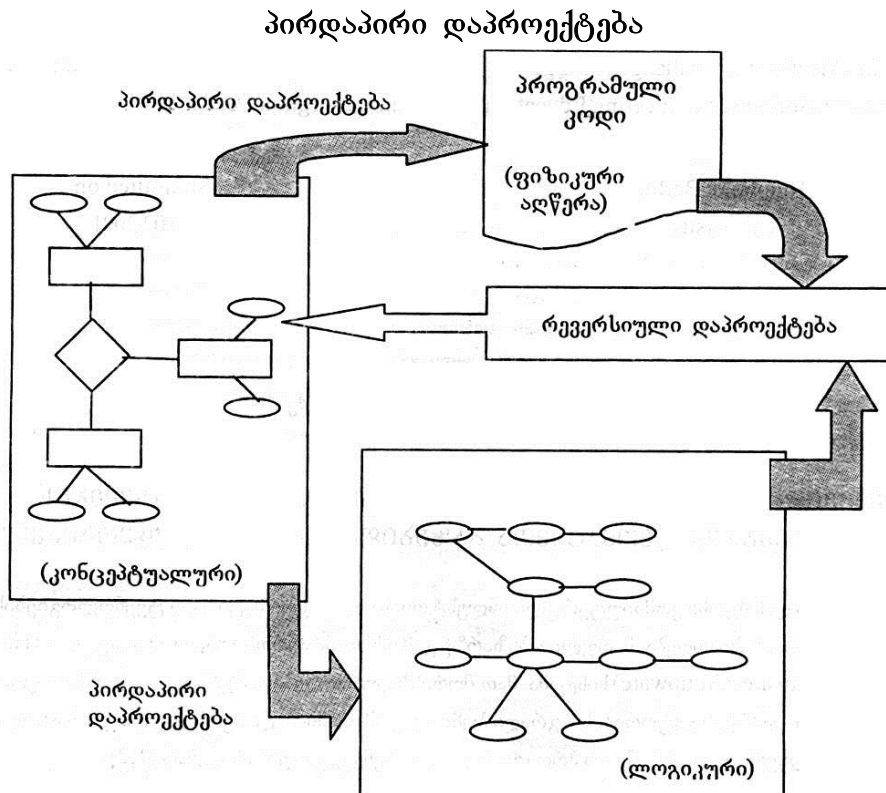
UML ტექნოლოგია ძირითადად ახორციელებს სამი მიმართულებით ავტომატიზირებულ ქმედებათა რეალიზაციას: დაპროექტება, დაპროგრამება და მონაცემთა ბაზების დამუშავება.



**ირაკლი გოგუაძე,**  
საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, სტუ-ის „ჭაბურ-ლილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“ მიმართულების ხელმძღვანელი, ფიზ.-მათ. მეცნ. დოქტორი, სრული პროფესორი

### 2. ძირითადი ნაწილი

მართვის კომპიუტერული ტექნოლოგიები უზრუნველყოფენ ტექნოლოგიური პროცესების სრულფასოვან ავტომატიზაციას ვიზუალური მოდელირებით და იგი ეყრდნობა მოდელის გრაფიკულ წარმოდგენას. ასეთი ინსტრუმენტები ფლობს როგორც პირდაპირ (გრაფიკიდან პროგრამულ კოდისაკენ) ასევე რევერსული



ნახ.1. პირდაპირ გრაფიკიდან პროგრამულსკენ და პირიქით, პროგრამულიდან გრაფიკისაკენ მართვის კომპიუტერული ტექნოლოგია

(კოდიდან გრაფიკისაკენ) გარდაქმნის ტექნოლოგიის იხ. ნახ.1. ამგვარად UML ტექნოლოგია დაპროგრამების ენებისა და მონაცემთა ბაზის ინტეგრირებულ მართვის სისტემას წარმოადგენს, რომელსაც გააჩნია საკუთარი და ასევე ახალი ვიზუალური მახასიათებლები [6].

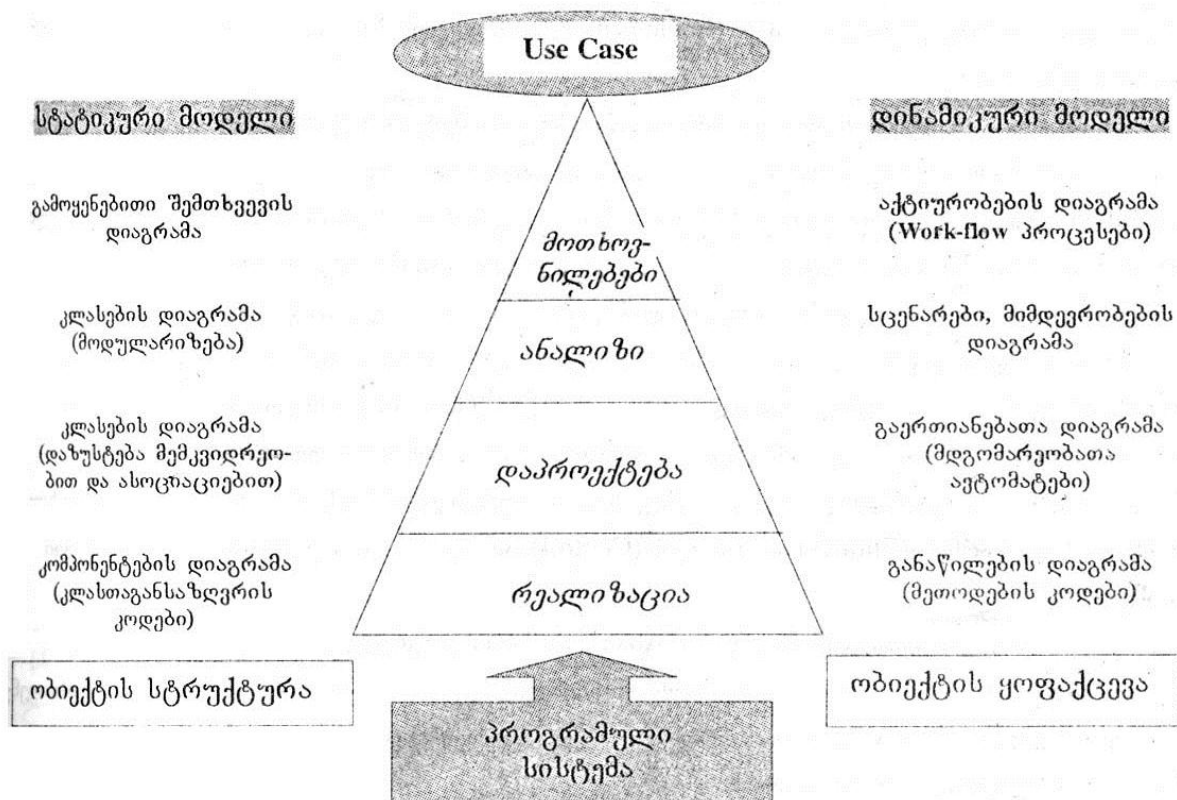
ამგვარი კომპიუტერული ტექნოლოგია წარმოადგენს მძლავრ ინსტრუმენტს ბურღვის ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დაპროექტებაში. კლასი არის მონაცემებისა და მათი დამუშავების ფუნქციებით მიღებული კომპონენტი.

დღესაც მონაცემთა ბაზების რელაციურ მართვის სისტემებში აქტუალურ მიმართულებად ითვლება (Oracle, Access, visual Foxpro, Sol და სხვებში, საპრობლემო სფეროს კონცეფტუალური სქემა ანუ ER მოდულები (Entity-Relations Models რომლის ბაზაზე შეიქმნა მონაცემთა ბაზის ლოგიკური სტრუქტურა.

დაპროგრამების ენებთან მზის პროგრამულ კოდში მონაცემების სტრუქტურის აგება ავტომატიზაციით ხორციელდება.

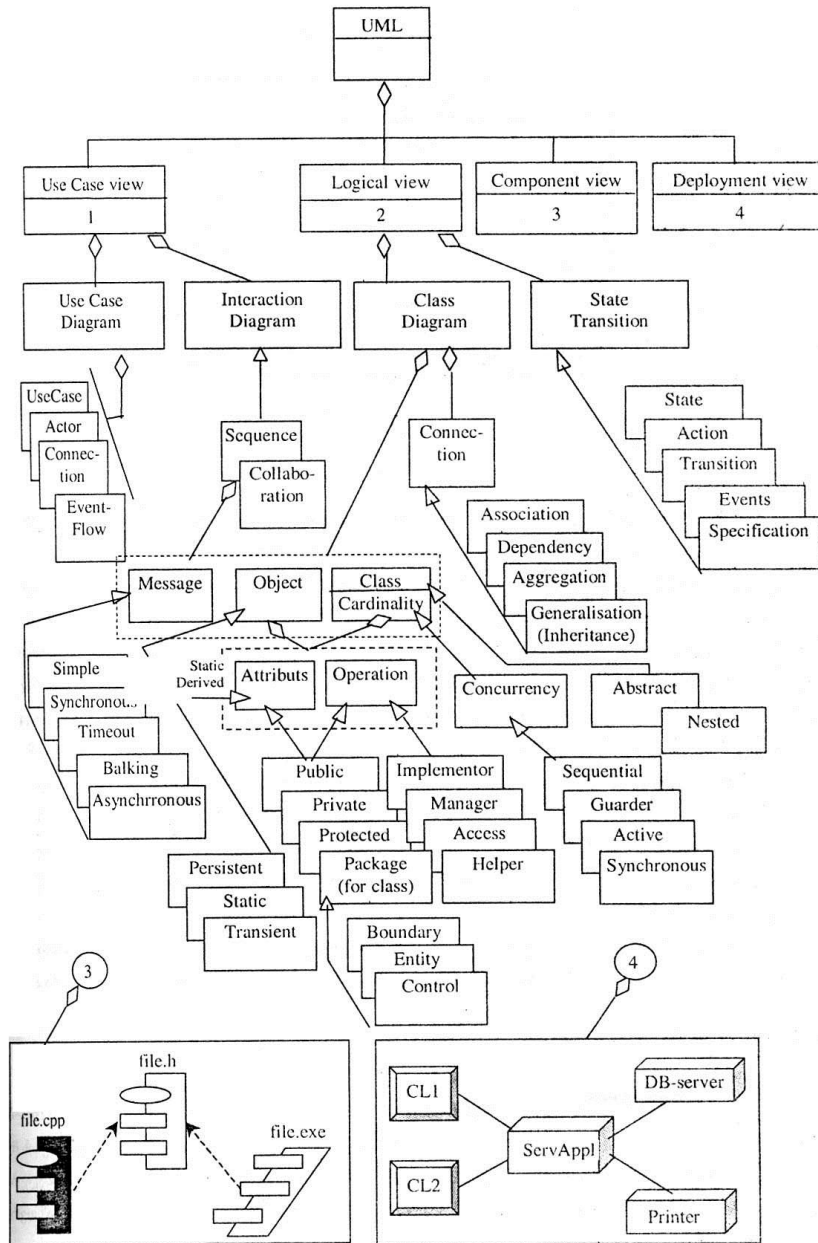
ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების ენებისა და ტექნოლოგიაში ბურღვის კონცეპტუალური მოდელები ER „კლასების დიაგრამების“ სახით ვიზუალური კომპონენტია, მომხმარებელი Use case (გამოყენებითი შემთხვევა) დიაგრამებიდან აგებს კლასებს, შემდეგ კი კომპონენტების დიაგრამებს რომლებიც საბოლოოდ ფიზიკური განლაგების დიაგრამებში აისახება [2,6].

XXI საუკუნის დაპროექტების და ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების კონცეპციები, რომლებიც ინფორმაციული და კომპიუტერული ტექნოლოგიის საშუალებით ფართოდ გამოიყენება ახალი ტექნოლოგიების დაპროექტების დროს. როგორც უნდა იქნებოდა კონსტრუირება აქ ავტომატიზირებულია. მომხმარებელმა ზუსტად უნდა ააგოს დონების დიაგრამები და მიუთითოს რომელ ენაზე (C++; *visual Basic; Iava; Oracle; Pover Builder* თუ სხვა) ესაჭიროება მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილი UML-ტექნოლოგიის განხორციელება ეტაპობრივად.



ნახ.2.

UML არის ბაზა სხვადასხვა მეთოდებისათვის, ვინაიდან მასში შემუშავებულია მოდელის კონსტრუქციები განსაზღვრული. სიმრავლის აღწერის ერთიანი სისტემების სემანტიკით. ნახ. 3 წარმოდგენილია UML ტექნოლოგიისაგან შემადგენლობა და სტრუქტურა. იგი შედგება ოთხი წარმოდგენისაგან (View)-გამოყენებით შემთხვევის (Use Case) ლოგიკური (Logical). კომპონენტების (Component) და ფიზიკური განლაგების (Deployment). თითოეულისათვის მოდელირების ელემენტები იყოფა სხვადასხვა ტიპის დიაგრამებად (Use Case Diagram interaction Diagram) – ურთიერთქმედების დიაგრამა მდგომარეობათა დიაგრამა (ყოფაქცევის მოდელი) ფაილების ერთობლიობა, კომპონენტების განლაგება ფიზიკურ მატარებლების (სერვერ კლიენტის დონეზე).



ნახ. 3. UML ტექნოლოგია ◊ — - აგრეგაცია ↑ განზოგადება

ზემოთაღნიშნული მეთოდი არის მიღებული მონაცემთა ბაზების დაპროექტება, რომლის შესაბამისად გვაქვს მომხმარებელთა წარმოდგენის, კონცეპტუალური მოდელის, მონაცემთა ლოგიკური სტრუქტურის და ფიზიკური სტრუქტურის დონეები [8].

მზის კონცეპტუალური და ლოგიკური დონეები ასევე UML ენის UseCase და Logical დიაგრამების ახალი გვიჩვენებს, რომ ძირითადი შემადგენელი ელემენტებია ატრიბუტები (Attributes) და მათი დამუშავების მეთოდები (Operations) რომლებიც შესაბამისი შეტყობინებით ინიციალიზდება იხ. ნახ. 3, რომელიც ობიექტ-

ორიენტირებული მოდელირების ძირითადი ელემენტია. ე.წ. (Close) მისი ტესტური წარმოდგენა მოყვანილია ნახ. 4-ზე.

კლასის ატრიბუტებისა და ოპერაციებისათვის სპეციფიცირებულია მათი ხილვადობის არეალი  $C^{++}$  ან Public, Public, Private ``H`` package) ატრიბუტებისათვის სტატიკურობა „სტატიკური, static, რაც ნიშნავს მის მნიშვნელობის უცვლელობას ყველა ობიექტისათვის. და მწარმოებლობა (``H`` ანუ იგი მიიღება სხვა ატრიბუტებისაგან) ოპერაციებისათვის (Implimentor-შესრულების ტიპები (Implimentor – შესრულების, Manager - მართვის. Ccess - მიმართულ Helper -დახმარება) კლასთან და ობიექტთან ერთად საჭიროა განისაზღვროს შეტყობინების მახასიათებლები. მაგალითად, მისი დასახელება და კავშირი შესაბამის ოპერაციასთან. კავშირის სინქრონიზაციის პარამეტრები როგორცაა simple (შეტყობინება სრულდება ერთ ნაკადში-მიმდევრობით) Synchronous (სინქრონული, კლიენტი ელოდება პასუხს). Jimeout (მოლოდინი ლომიტირებული დროით). Balking მოთხოვნა რიგში დაუდგომლად მოიხსნება). Assnchromous (ასინქრონული კლიენტი პასუხს არ ელოდა. აგრძელებს მუშაობას.

კლასთა შორის კავშირები ოთხი ტიპისაა. ასოციაციური (Assnchromous). და-მოკიდებულებით (Deperdency), აგრეგირებული (Aggregations) და განზოგადოებული (Generatirations) რომელიც არის „მემკვიდრეობა,, (inheritance) - ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების ერთ-ერთი საფუძვლები.

UML-ენის კლასები შესაძლოა გაერთიანდეს სპეციალურ პაკეტებში (Paskages). მაგალითად საზღვრის (Boundarecs) არხთა (Entctles) და მართვის (Control). ამ პაკეტებში ჯგუფდება მსგავსი სპეციფიკაციის კლასები.

კლასი შეიძლება იყოს აბსტრაქტული (Abstract) -მასში კონკრეტული ობიექტი არაა, მაგრამ მონაცემთა გამოიყენება და ფუნქციათა ერთობლიობა, რომელიც გადაეცემა მემკვიდრეობით შვილ კლასს. გამოიყენება აგრეთვე ჩადგმული (Nested) კლასი. ამ დროს შვილ კლასში მიეთითება მშობელი-კლასის სახელი. შეიძლება რამოდენიმე ჩადგმული იერარქიის ორგანიზება.

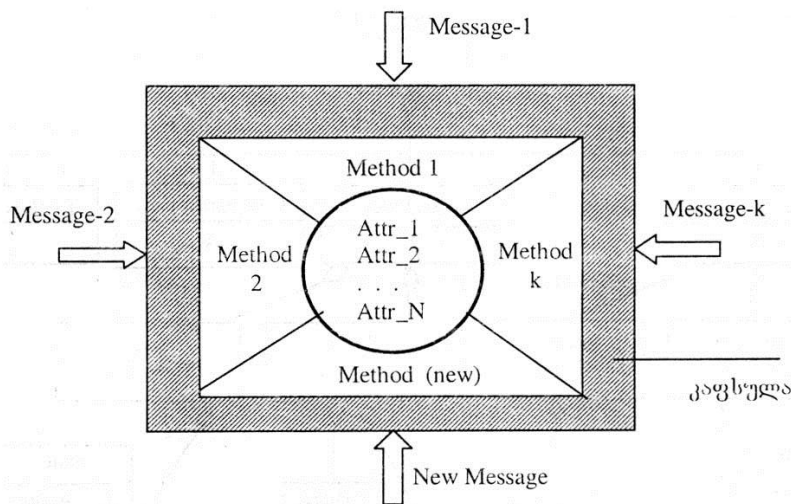
პროცედურები შესრულების თვალსაზრისით, როდესაც არსებობს რამოდენიმე მართვის ნაკადი კლასებისათვის განისაზღვრება სპეციფიკაცია პარალელიზმი (Concurenty). მათ შორის მიმდევრობით (Seguentianl), შემზღვეველი (Guarde) აქტიური (Active) და სინქრონული (Synchrous)

ჭაბურღილების მშენებლობის დაპროექტების დროს მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს კლასების შერჩევა და მათი დაკომპლექტება ატრიბუტებით და ოპერაციებით. დღეისათვის არ არსებობს რაიმე მეთოდი (თეორია), რომელიც კლასების დაპროექტების ოპტიმიზაციას ემსახურება. შეიძლება სისტემა აიგოს ერთი კლასით, რომელშიც მოთავსდება ყველა ატრიბუტი და ყველა ფუნქცია. ეს ვარიანტი მსგავსია მონაცემთა ბაზების თეორიაში პირველ ნორმალური ფორმის ოღონდ-დაც როგორც ცნობილია რელაციური ცხრილი ბაზის სტატიკური ელემენტია. მისი დამუშავების ფუნქციები თავმოყრილია პროგრამულ ნაწილში. ნორმალურ ფორმათა თეორია [8]. მონაცემთა სტრუქტურების ოპტიმიზაციას ემსახურება და მისი ალგორითმები ფართოდ გამოიყენება მონაცემთა ბაზების სხვადასხვა ინსტრუმენტებში. (მაგალითად Oracle, Access).

კლასების შედგენილობისა და სტრუქტურების ავტომატიზირებული განსაზღვრისათვის შემოთავაზებულია ნორმალიზაციის თეორიის ადაპტაცია. მისი იდეა მდგომარეობს შემდეგში. დაუშვათ მოცემულია საპრობლემო სფეროს ყველა ატრიბუტი ( $A_1$ ) და ყველა ფუნქცია ( $F_1$ ) სიმრავლეები, აგრეთვე დამოკიდებულებათა მატრიცა  $M_{ij}$  რომელიც აღწერს თუ რომელი ფუნქცია რომელ ატრიბუტთა ერთობლიობას იყენებს. ზოგადად ეს შეიძლება იყოს  $MN$  სახის დამოკიდებულება. მატრიცის ელემენტი ჩაიწერება ასე

$$M_{(ij)} = \begin{cases} 1 & \text{if is argument of } F_j \\ 0 & \text{if otherwise} \end{cases}$$

მოცემული ამოცანისათვის ატრიბუტების ერთობლიობა წარმოდგენილია ერთ ცხრილში (16ფ-ში), საჭიროა მისი გადაყვანა შედარებით მაღალი რიგის ნორმალურ ფორმაში სპეციალური ალგორითმების მეშვეობით [8,10]. მივიღებთ რამოდენიმე მცირე ზომის ცხრილს (მაგალითად 36ფ). ამ ცხრილების ატრიბუტებისა და მათი დამუშავების არგუმენტების ავტომატიზირებული ანალიზის საფუძველზე განისაზღვრება მიზნობრივი კლასების ფუნქციათა სტრუქტურები. ამრიგად საბოლოოდ დაკომპლექტდება გამოყენებითი სფეროს კლასთა დიაგრამები.



ნახ. 4. კლასი

შემდგომ ეტაპზე შესაძლებელია კლასების და დიაგრამების დაზუსტება კორექტირება და კლასთა შორის სიმრავლეთა დამოკიდებულების განსაზღვრა (Multiplicity). კლასებში შეიძლება მიეთითოს მათი სიმრავლეები (Cardinality), რომლებიც გვიჩვენებს მასში ობიექტების რიცხვს.

შეიძლება ობიექტების სპეციფიცირება ასეთი თვისებით როგორცაა მდგრადობა (Persistent), სტატიკურობა (Static) და დროებითობა (Transient). ეს მახასიათებლები ადგენენ თითოეული ობიექტის ხანგრძლივობას, შესაბამისი პროგრამის აქტივობის დროს ინტერნეტში ან მის გარეთ.

ზოგიერთ კლასისათვის საჭიროა აიგოს მდგომარეობათა დიაგრამა (Static transition) იგი აღწერს ყველა იმ შესაძლო მდგომარეობას, რომელშიც შეიძლება იმოყვებოდეს ან გადადიოდეს კლასის ობიექტის. ეს მექანიზმი გამოიყენება ობიექ-

ტის ყოფაქცევის მოდელირებისათვის. მისი კომპონენტებია მდგომარეობა (State), გადასასვლელი (Transition) მოვლენა (Event), შეზღუდვის პირობები (Constraints) და მოქმედება (Action) კომპონენტების წარმოდგენა (Componentview) ემსახურება წინა ეტაპზე დაპროექტებული სისტემის ფიზიკური ორგანიზმების პროგრამულ პროდუქტში ანუ კლასების დიაგრამების ასახვას კომპიუტერული ფაილებში. მაგალითად DLL, H, CPD. ან სხვა ფაილებში იხ. ნახ. 3-ზე.

### 3. დასკვნა

განლაგების წარმოდგენა (Deployment view) უზრუნველყოფს დაპროგრამებული საბოლოო პროდუქტის ფიზიკურ განლაგებას ქსელურ ტოპოლოგიაში. ასე განისაზღვრება ის თუ სისტემის რომელი კომპონენტი (კოდი) სერვერ-კლიენტის ქსელის რომელ კვანძში უნდა მოთავსდეს (იხ. 3 ნახ-ში)

[11] განხილულია კონკრეტული მაგალითი „მარკეტინგის,“ საპრობლემო სფეროსათვის უნიფიცირებული მოდელირების ენის საფუძველზე. იგი რეალიზებულია პროგრამული პაკეტის visiol Model -ის გამოყენებით.

### ლიტერატურა

1. ი. გოგუაძე. „კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება ჭაბურღილების დახრილ-მიმართული ჰორიზონტალური ბურღვის ტრაექტორიის ფორმირების მართვაში,“ \სტუ-ს შრომები №4(437) 2001 წ. 74-80 გვ.
2. გ. სურგულაძე; ო. შონია; ნ. ძამაშვილი; მართვის ინფორმაციული სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის აგება ტექნოლოგიით// სტუ-ს შრომები №4 (432) 2000 წ.
3. გ. ჩოგოვაძე, გ. სურგულაძე, ო. შონია. მონაცემთა და ცოდნის ბაზების აგების საფუძვლები. თბილისი სტუ.-1996 წ.
4. გ. გოგიჩაიშვილი, გ. სურგულაძე, ო. შონია. დაპროგრამების მეთოდები სტრუქტურულ და ობიექტ-ორიენტირებულ მიდგომათა საფუძვლები C და C++ ფენის ბაზაზე. სტუ-1997 წ.
5. გ. ჩოგოვაძე, გ. სურგულაძე-რელაციური აგების ოპერაციების შესრულების ეფექტური პროცედურების აგების ერთი ინსტრუმენტის შესახებ მონაცემთა ბაზებში //მეცნიერებათა აკადემიის ზომაზე 148=№3-1993 წ.
6. გ. სურგულაძე, თ. დოლიძე, მ. ოხანაშვილი ე. თურქია. მარკეტინგული სისტემის მართვის პროცესების ნაკადების მოდელირება UML ენებზე
7. Scemmann I, Wolfj UML-Unified Modeling Language. Informatik Spektrum 21:849-905. Verlag.1998
8. Oestereich B. Software Engineering mit UML. BRD. Springer Verlag 1998.



## ბუფერული სითხეები

წარდგენილია საქართველოს და უკრაინის საინჟინრო აკადემიების აკადემიკოსის, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ გ. ვარშალომიძის მიერ

**რეზიუმე:** ბუფერული სითხეები გამოიყენება ბურღვისას, ძირითადად, საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების შერევის თავიდან ასაცილებლად და ჭაბურღილის კედლების გასასუფთავებლად. ანსხვავებენ შემდეგ ბუფერულ სითხეებს: მტკნარი წყალი; წყალი, გაჯერებული მარილებით და დისპერგირებული აგრეგატებით და სხ; მჟავები; დიზელის საწვავი (ნავთობი), შერეული ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებთან. ბუფერული სითხე ეფექტურად გამოდევნის საბურღი ხსნარს ჭაბურღილში, რეცხავს საბურღი ხსნარის ნარჩენებს ჭაბურღილის კედლებიდან, კავერებიდან და ღარებიდან, ხელს უშლის საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების გამყარებას, ზრდის ჭაბურღილის კედლებისადმი ცემენტის ქვის და სამაგრი მილების ადგეზიას, სამაგრი მილებს იცავს კოროზიისგან.

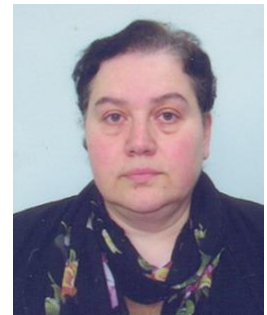
**საკვანძო სიტყვები:** ბურღვა, ბუფერული სითხე, საბურღი ხსნარი, ჭაბურღილი, ჭაბურღილების ამორეცხვა.

### 1. შესავალი



**მ. სურამელაშვილი,**  
ნავთობისა და გაზის  
ჭაბურღილების ბურღვის  
ტექნიკისა და ტექნოლოგიის  
მიმართულების ლაბორანტი

სულ უფრო მნიშვნელოვანი ხდება ჭაბურღილის ლულის მდგრადობის შენარჩუნების ამოცანა. იმისათვის, რომ უზრუნველყოთ ჭაბურღილის დაცემენტების ეფექტურობა ყველა ეტაპზე, საჭიროა მნიშვნელოვანი საკითხის გადაჭრა – პროდუქტიული ზონების მკვეთრი დაყოფა, რისთვისაც ჭაბურღილიდან მთლიანად უნდა გამოიდევენოს საბურღი ხსნარი. ცემენტის ხსნარის შეკვრის პროცესში ჭაბურღილში დარჩენილმა საბურღმა ხსნარმა



**ნ. ჩხეიძე,**  
„ნავთობისა და გაზის  
ჭაბურღილების ბურღვის  
ტექნიკისა და ტექნოლოგიის“  
მიმართულების ლაბორანტი

შეიძლება ხელი შეუშალოს ჰიდრავლიკური ჩამკეტის წარმოქმნას. ამას მოყვება ისეთი უაროფიტი შედეგი, როგორცაა არასასურველი სითხის ამოღება, ფენებში ნახშირწყალბადების გადამეტდენი მცირე წნევით, მდგრადი წნევების წარმოქმნა მილთაშორის სივრცეში, მიწისქვეშა ამოსროლები ან სამაგრი კოლონის დაჩქარებული კოროზია. გამრეცხი ან ბუფერული სითხეები გამოიყენება საბურღი და ცემენტის ხსნარების განსაცალკეებალად და ჩაიტუმბება დაცემენტების ეტაპზე.

### 2. ძირითადი ნაწილი

საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების შერევის ზონაში, კოაგულაციის შედეგად, ბუფერული სითხის არარსებობის დროს, შეინიშნება წნევის ზრდა 1,4-1,8-ჯერ, ამასთან საბურღი ხსნარის გამოდევნის კოეფიციენტი იცვლება 0,4-0,6 ფარგლებში. სარეწაო მო-

ნაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ დიდ სიღრმეზე ჩაშვებული დიდი დიამეტრის კოლონების დაცემენტების დროს, საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების ნარევისგან წარმოქმნილი ბლანტი პასტა იკავებს მიღგარე სივრცეს და სატამპონაჟო ხსნარი მოძრაობს სახელოებით.

დღესდღეობით, მსოფლიო პრაქტიკაში ცნობილია ბუფერული სითხის 60-ზე მეტი რეცეპტი, რაც დაკავშირებულია მათი დამუშავებისადმი სხვადასხვა მიდგომით, ასევე დაცემენტების დროს წარმოშობილი სხვადასხვა დანიშნულების ამოცანების ამოხსნის აუცილებლობით. თითოეული კონკრეტული ოპერაციისათვის რეცეპტურის შერჩევის მიზნით დამუშავებულია განსხვავებული კლასიფიკაციები.

ფიზიკური თვისებების მიხედვით ბუფერულ სითხეებს ყოფენ ბლანტდრეკად და ბლანტ სითხეებად. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, იყოფა მაღალსიბლანტიან და დაბალსიბლანტიან ბუფერულ სითხეებად. დაუმძიმებელი სატამპონაჟო და საბურღი ხსნარების გაყოფისათვის გამოიყენება მჟავას, ტუტეს, მარილის, ПАВ-ის წყლიანი ხსნარები, აგრეთვე დიზელის საწვავი და ხსნარები მათ ფუძეზე. მათი სიმკვრივე არ აღემატება 1,1 გ/სმ<sup>3</sup> (გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ მარილების კონცენტრირებული ხსნარები, რომლებიც იშვიათად გამოიყენება, ისეთები, როგორცაა CaBr<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub>, FeCl<sub>3</sub>, 2πCl<sub>2</sub> და სხ.). ამ სითხეების დამძიმება მყარი დამამძიმებლებით არ შეიძლება, რადგან ისინი სედიმენტაციურად არამდგრადია.

დამძიმებული საბურღი ხსნარების გამოდევნისათვის რეკომენდირებულია მაღალსიბლანტიანი ბუფერული სითხეების გამოყენება, რომელსაც შეუძლია დამამძიმებლის ტრანსპორტირება და იმის უზრუნველყოფა, რომ ეს უკანასკნელი არ ამოვარდეს დამძიმებული საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარებიდან. მაღალსიბლანტიან ბუფერულ სითხეებს მიეკუთვნება ბუფერული სითხეები, რომელთა დინამიური სიბლანტე 0,01 Па.с-ზე მეტია. ეს არის ემულსიები, პოლიმერის ხსნარები, სპეცილურად დამუშავებული თიხის ხსნარები, ტიქსოტროპული სისტემები და ა.შ. მათ, როგორც წესი, გააჩნიათ დაბალი წყალგაცემა და კოროზიული აქტიობა. ძირითადი ნაკლი, რის გამოც ისინი ფართოდ არ გამოიყენება, არის რეცეპტურის დამუშავების სირთულე და სავლელ პირობებში მათი მომზადების შრომატევადობა.

ბურღვის პრაქტიკაში ბლანტი ბუფერული სითხეების ეფექტურობის ამაღლების მეთოდების სახით გამოიყენება მათი აერაცია და აბრაზიული დანამატების შეყვანა.

ბლანტი ბუფერული სითხეების საერთო ნაკლია – უნარი, წარმოქმნან ჰემოგენური ნარევი, ე.ი., ქიმიურად ურთიერთქმედებენ კონტაქტურ საბურღ და სატამპონაჟო ხსნარებთან. ეს ზღუდავს ბევრი ცნობილი რეცეპტურის გამოყენების არეს, ხდის მას გამოსაყენებლად მხოლოდ გარკვეული ტიპის საბურღ და სატამპონაჟო ხსნარების გასაყოფად, აუცილებლად კონტაქტური ზონების ლაბორატორიული შემოწმებით, დაცემენტების ყოველი პროცესის წინ.

გამოიყენება აგრეთვე ბლანტდრეკადი ბუფერული სითხეები (ВУБЖ). ისინი წარმოადგენენ მაღალმოლეკულურ კონცენტრირებულ ხსნარებს ან კომპოზიციებს მათ ფუძეზე. ВУБЖ–განსხვავდება ბლანტი ბუფერული სითხეებისგან იმით, რომ ძვრადობის დეფორმაციისას (დინება) მათ უჩნდებათ დრეკადი თვისებები, რომელთა გამოყენე-

ბა წარმოადგენს ინტერესს ჭაბურღილის დაცემენტების პროცესში საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების ნაკადის გამოყოფის დროს.

ჭაბურღილში მოძრაობისას ВУБЖ იმყოფება ე.წ. მაღალელასტიურ (რეზინისმსგავს) მდგომარეობაში, რომელიც ეწინააღმდეგება მათ შეკვრას საკონტაქტო სითხეებთან.

ВУБЖ-ის სიბლანტე გაცილებით აღემატება სტრუქტურირებული საბურღი ხსნარების სიბლანტეს, რაც მათ საშუალებას აძლევს ეფექტურად გააძეონ ეს უკანასკნელნი დინების დაბალი სიჩქარის დროს.

ბლანტ და ბლანტდრეკად ბუფერულ სითხეებს გააჩნიათ რიგი ნაკლოვანებები, რომლებიც შეიძლება ნაწილობრივ აღმოიფხვრას მათი ერთდროული გამოყენებით ე.წ. კომბინირებულ ბუფერულ სითხეებში (КБЖ), რომლებიც წარმოადგენენ ბლანტი და ბლანტდრეკადი კომპონენტების კომბინაციებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ორი სხვადასხვაგვარი ბუფერული სითხიდან კომბინაციების გამოყენება იძლევა არა უბრალოდ ორი ეფექტის ჯამს თითოეული კომპონენტიდან, არამედ გააჩნია სინერგიული მოქმედებებიც. შედეგად КБЖ შეიძლება გამოყენებული იქნეს მცირე მოცულობებით დაცემენტებისას ყველაზე საპასუხისმგებლო და რთული ოპერაციების დროს.

დაცემენტების პროცესში ხდება ნარევეების მნიშვნელოვანი ზონების წარმოქმნა, რომელთა ეფექტური სიბლანტე შეიძლება უფრო მაღალი იყოს საწყისი კომპონენტების სიბლანტეზე. ამას მივყავართ გამჭირხნი წნევების დაუშვებელ ზრდასთან და როგორც შედეგი, სხვადასხვა გართულებებთან, როგორცაა ფენების ჰიდროგახლეჩა, სატამპონაჟო ხსნარის საპროექტო სიმაღლემდე ამოუსვლელიობა და ა.შ.

გამჭირხნი წნევის აწევის მიზეზი, განსაკუთრებით ზოგიერთ ჭაბურღილში, შეიძლება აგრეთვე გახდეს დამძიმებული საბურღი და სატამპონაჟო ნარევეებიდან დამამძიმებლების ამოვარდნა, მათი ზოგიერთი ტიპის ბუფერულ სითხეებთან შერევის დროს. ამიტომ მნიშვნელოვანი მოთხოვნაა, რომ ბუფერული სითხე იყოს ინდიფერენტული საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების მიმართ. ბუფერული სითხე არ უნდა იწვევდეს საკონტაქტო სითხეების კოაგულაციას, აგრეთვე არ უნდა ეხმარებოდეს დამამძიმებლების ამოვარდნას.

ბუფერული სითხის ინდიფერენტულობის განსაზღვრა საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების მიმართ ხორციელდება შემდეგი მეთოდით:

1. მზადდება ბუფერული ხსნარის ნარევეები საკონტაქტო ხსნარებთან შემდეგი თანაფარდობით: 1:9; 1:3; 1:1; 3:1; 9:1, თითოეული 300 მლ მოცულობით.
2. მათი არევა ხდება ლაბორატორიულ ამრევი 5 წთ-ის მანძილზე დაახლოებით 300 ბრუნის წთ-ში სიჩქარით.
3. АзНИИ-ს კონუსზე ფასდება ნერავის განღვრა, რომელიც არ უნდა იყოს 16 სმ-ზე ნაკლები.

16სმ-ზე ნაკლები განღვრის საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების გამოყენების დროს, მათი ნარევეების გამოყენებისას, მათი ნარევეების განღვრა ბუფერულ სითხესთან არ უნდა იყოს საწყისი კომპონენტების განღვრაზე ნაკლები.

ბუფერული სითხეების ნარევების სედიმენტაციური მდგრადობა საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარებთან განისაზღვრება შემდეგნაირად:

1. მზადდება ბუფერული სითხეების ნარევები საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარებით, თანაფარდობით 1:1, 800 მლ მოცულობით.
2. ქვემოთ მოყვანილი მეთოდიკის თანახმად, ხელსაწყოზე ИС-2 განისაზღვრება მათი სედიმენტაციური მდგრადობა, რომელიც არ უნდა იყოს 0,1 გ/სმ<sup>3</sup> – ზე ნაკლები 15 წთ დალექვისას.  
ცდას ატარებენ ორჯერ 20 და 80° C ტემპერატურის დროს.

მცნება ბლანტი ბუფერული სითხეები გულისხმობს დაბალსიბლანტიან და მაღალსიბლანტიან ბუფერულ სითხეებს. განვიხილოთ პირველი ტიპი.

ყველაზე გავრცელებული დაბალსიბლანტიანი ბუფერული სითხეა წყალი. მუდმივმა წნევამ დაცემენტების ხარისხის ასამაღლებლად გამოიწვია ის, რომ ბუფერული სითხის სახით იყენებენ წყლის სხვადასხვა ხსნარებს: მარილიანს, ტუტეს, მჟავას, ასე მაგალითად, მარილიანი ფენების გახსნისათვის იყენებენ NaCl და CaCl<sub>2</sub> ხსნარებს და სხვა. ამ ხსნარების სიმკვრივე აღწევს NaCl–ისათვის 1,2 გ/სმ<sup>3</sup>, CaCl<sub>2</sub>–სთვის 1,4 გ/სმ<sup>3</sup> და ა.შ.

ადრეული გამოკვლევებისგან განსხვავებით მოდელირდებოდა საბურღი ხსნარის აპკის გადარეცხვის პროცესი. ცდებს ატარებდნენ როტაციულ დანადგარებზე უმოძრაო შიდა ცილინდრით, რომელზეც დაჰქონდათ ადგეზიური თიხის აპკი და აფასებდნენ მისი გადარეცხვის ინტენსიობას სხვადასხვა ბუფერული სითხეებით, სხვადასხვა სიჩქარის დროს. ავტორების მიერ დადგენილია, რომ აპკის გადარეცხვისათვის, მაგალითად, სარიგიუხის ბენტონიტისგან, უმეტესი სარეცხი თვისებებით ხასიათდება 5%-იანი ნატრიუმის მწვავე ხსნარი, სულფონოლის ხსნარები და ОП-10. თუმცა ამ მეთოდიკით არჩეული ბუფერული სითხე სხვა მოედნებზე ჭაბურღილების დასაცემენტებლად, АКЦ–ს მონაცემებით, შესამჩნევად არ ახდენდა გავლენას გამაგრების ხარისხზე.

დაბალსიბლანტიანი ბუფერული სითხეების გამოყენება დამძიმებული საბურღი ხსნარების გამოდევნისათვის დაუშვებელია. ამიტომ ჭაბურღილების ბურღვის სიღრმის ზრდასთან და შედეგად, დამძიმებული საბურღი ხსნარების გამოყენებით ჭაბურღილების რეცხვის ზრდასთან, მწვავედ დადგა ბუფერული სითხეების რეცეპტურების დამუშავების საკითხი, რომელიც გამოიყენება ამ პირობებში. რეცეპტურები, შეკრებილი საწარმოების ლაბორატორიებში, როგორც წესი, ვერ პასუხობდნენ მათდამი წამოყენებულ უმეტეს მოთხოვნებს, მაგრამ საშუალებას იძლეოდნენ ავარიების გარეშე ჩატარებულიყო დაცემენტება. რატომაუნდა, ამ დროს საკითხი არ დგას დაცემენტების ხარისხზე. კოაგულაციური გამყარების თავიდან ასაცილებლად საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების კონტაქტის ზონაში ასხამდნენ 1–3 მ<sup>3</sup> წყალს, ან ცემენტის ასადუღაბებელ სითხეს, რომელიც ერეოდა კონტაქტში მყოფ ხსნარებს თხევადი სუსპენზიის წარმოქმნით და აჩქარებდა შემდგომ კოაგულაციას. თუმცა მრავალრიცხოვანი მონაცემები მოწმობენ, რომ ეს ხერხი, ამცირებს რა წნევის ზრდას, ვერ უზრუნველყოფს საბურღი ხსნარის ხარისხიან გამოდევნას. სითხეში დამამძიმებლის ამოვარდნის გამოსარიცხად, რომელიც ყოფს საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარებს, შემოთავაზებული იყო 5–10% იანი ბენტონიტური ფხვნილის დამატება.

ცნობილია წყლით ან ამადულაბეხელი სითხით ცემენტის ხსნარის პორციის გათხევადების ხერხი, რაც აგრეთვე იძლევა საშუალებას არ წარმოიქმნას კოაგულაციური გამყარება საბურღ და სატამპონაჟო ხსნარებში. თუმცა ამ მეთოდის გამოყენება დაბალი სედიმენტაციური მდგრადობის ცემენტის ხსნარის გამოყენების დროს დაუშვებელია.

ბუფერული სითხის უნიფიკაციის მიზნით, ბევრ ნაშრომში რეკომენდირებულია ბუფერული სითხის ფუძედ გამოყენებული იქნეს შემანელებელი-გამათხევადებელი ნივთიერებები. ასეთ ბუფერულ სითხეებს მიეკუთვნება წყლის ხსნარები  $CCB$ ,  $KCCB$ ,  $\Phi XLC$  და სხვა. ისინი ინდიფერენტულები არიან სხვადასხვა საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარებისადმი და შეიძლება იქნენ დამძიმებულნი, თუმცა პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ხსნარებს, როგორც წესი, გააჩნიათ დაბალი სედიმენტაციური მდგრადობა და არიან რა გამყარების ვადების ძლიერი შემანელებლები, არ იძლევიან საშუალებას ცემენტის დიდ მოცულობებს წარმოქმნან მყარი ქვა.

დღესდღეობით ყველაზე ფართოდ გამოიყენება რეგულირებადი პარამეტრების მქონე ბუფერული სითხეები, რომლებიც საშუალებას იძლევა მიზანმიმართულად შეიცვალოს მათი სიბლანტე და სიმკვრივე. მათი გამოყენება შეიძლება როგორც დაბალსიბლანტიანი დაუმძიმებელი სახით (გაყვანის მაღალი სიჩქარეების დროს), ასევე გადასასვლელი პარამეტრებით (დაცემენტების დაბალი სიჩქარის დროს).

რეგულირებადი პარამეტრებით ბუფერული სითხეების მთელი კლასიდან, ყველაზე ფართოდ აპრობირებულია პირდაპირი და შექცევადი ემულსიები.

გამოყენება ჰპოვა ე.წ. პოლიმერულმა ბუფერულმა სითხეებმაც, რომლებიც წარმოადგენენ სხვადასხვა პოლიმერების მაღალსიბლანტიან წყლიან ხსნარებს, ისეთებს როგორც არის  $KMII$ ,  $MI$ , სახამებელი, გიპანი და სხვა. თუმცა უფრო დაწვრილებით განხილვისას ყველა მათგანს გააჩნია ნაკლოვანებები, ასე, მაგალითად, გიპანის გამოყენების დროს არ შეიძლება დაუშვათ, რომ ხსნარი შეიცავდეს  $0,3\%$ -ზე მეტ კალციუმის და მაგნიუმის იონებს;  $KMII$ ,  $MI$  და  $MMII$  გამოყენებისას მაღალი ტემპერატურის დროს, ბევრ სატამპონაჟო და საბურღ ხსნარებში ხდება კოაგულაცია. ეს იწვევს დაცემენტების ყოველი პროცესის წინ სავალდებულო ლაბორატორიული შემოწმების აუცილებლობას სანგრევის კონკრეტული ტემპერატურებისა და წნევების დროს. ასეთი სითხეების საერთო ნაკლია პოლიმერების ძვირადღირებული კონცენტრირებული ხსნარების გამოყენების აუცილებლობა.

დამუშავებულია ბუფერული სითხე თხევადი მინის ფუძეზე  $KMII$ -ს, ოქზილის, ალუმინ გოგირდმჟავასა და მჟავას დანამატებით. პროფესორ გ. ვარშალომიძის მონაცემებით ამ სისტემამ ღრმა ჭაბურღილების დაცემენტებისას წარმატებით გაიარა გამოცდა. თუმცა მისი მომზადება ძალიან რთულია და რეცეპტურა ყოველი დაცემენტების წინ საჭიროებს კორექტურას.

### 3. დასკვნა

ბუფერული სითხის ძირითადი დანიშნულებაა არ დაუშვას საბურღი და ცემენტის ხსნარების შერევა, აგრეთვე გაასუფთაოს ჭაბურღილის კედლები და სრულად მოახ-

დინოს ერთი ხსნარის ჩანაცვლება მეორეთი. ბუფერული სითხის გამოყენება და საჭიროება უდაოა, მაგრამ მისი გამოყენების ეფექტი დამოკიდებულია მისი სწორი შერჩევით ყოველი კონკრეტული პირობებისათვის.

### ლიტერატურა

1. Варшаломидзе Г.Х. Основы технологии обработки буровых и цементны растворов. Тбилиси, 2011 г.
2. Булатов А.И. Тампонажные материалы и технология цементирования скважин. М.: Недра, 1982 г.
3. Булатов А.И. Технология цементирования нефтяных и газовых скважин. М.: Недра, 1973 г.

შპს 669.1.017: 621.774.35

ო. ბარბაქაძე, ვ. კოპალეიშვილი, მ. ბარათაშვილი,  
რ. ლომიძე, რ. ბაქრაძე, გ. ფუტყარაძე

## თუჯების სფეროიდიზაციის ხერხები და მოწყობილობები

**რეზიუმე:** წარმოდგენილია თუჯებში გრაფიტის სფერული ფორმის მიღება ძირითადი მოდიფიკატორის Mg გამოყენებით და მოდიფიცირებასთან დაკავშირებული პრობლემები. გაკეთებულია Mg-ით, Ce-ით, Ca-ით მოდიფიცირების შედარებითი ანალიზი. განხილულია ლიტერატურაში არსებული თუჯების გრაფიტის სფეროიდიზაციის მოწყობილობები და მოცემულია მათი შედარებითი ანალიზი. ბოლოს მოცემულია ავტორთა მიერ შემუშავებული ორი ახალი ციციხვის კონსტრუქცია და დასაბუთებულია, არსებული ციციხვების კონსტრუქციის შეცვლის აუცილებლობა შემოთავაზებული უნივერსალური კონსტრუქციით, რაც საშუალებას მოგვცემს, რომ მართვადი გახდეს მთელი ტექნოლოგიური პროცესი, რითაც საგრძნობლად გაიზარდება გამოშვებული პროდუქციის ხარისხი. ამასთან, შემოთავაზებული ციციხვი არ საჭიროებს არსებული ციციხვების რაიმე მნიშვნელოვან კონსტრუქციულ ცვლილებას.

**საკვანძო სიტყვები:** სფერულგრაფიკიანი თუჯი, სფეროიდიზაციის წინა ინოკულაცია, დესულფურაცია, სფეროიდიზაციის შემდგომი ინოკულაცია, ბეინიტი, Mg-ით მოდიფიცირება, Cu-Mg-Si-Ca-Al ლიგატურა; Tundish-პროცესი: TRIP-ეფექტები; Sandwich-მეთოდი; ფულერენული იდეოლოგია.

### 1. შესავალი



ო. ბარბაქაძე,  
დოქტორანტი

მიუხედავად იმისა, რომ სფერულგრაფიტიანი თუჯების მიღებიდან უკვე გასულია 60 წელზე მეტი, მაინც ამ პრობლემურ საკითხს თავისი მნიშვნელობა არ დაუკარგავს. თითქმის ერთხმად არის აღიარებული, რომ გრაფიტის ფორმა (ფირფიტოვანი, ვერმიკულარული, ფიფქისებური - მოწვის, სფერული და სხვა) მარცხიდან მარჯვნივ აკეთილშობილებს თუჯის თვისებებს.

გრაფიტის სფერული ფორმა ამ მხრივ ყველაზე მეტად მისაღები ფორმაა. როგორც ხშირად ხდება, პრაქტიკა-ექსპერიმენტული შედეგები წინ უსწრებდა ამ დარგში თეორიულს, რის გამოც სადისკუსიო არა მარტო გრაფიტის სფერული ფორმის მიღება, არამედ გრაფიტიზაციის საკითხებიც. აღნიშნულის კარგი მაგალითია მაურერის სტრუქტურული დიაგრამა და მომდევნო მსგავსი დიაგრამები. ნახშირბადისა და სილიციუმის რაოდენობის ცვლილებით მან შეძლო სტაბილურად მიეღო პერლიტური, ფერიტ-პერლიტური, ფერიტული სტრუქტურების მქონე რუხი თუჯი ფირფიტოვანი გრაფიტული ჩანართებით. რა თქმა უნდა, კინეტიკის საკითხებს მაურერი აკონტროლებდა სხმულების



ვ. კოპალეიშვილი,  
საინჟინრო აკადემიის  
აკადემიკოსი, „სამსხმელო წარმოებისა და ახალი ტექნოლოგიების პროცესების“ მიმართულების ხელმძღვანელი, სრული პროფესორი, .

მეცნიერება

მეტალურგია

SCIENCE



მ. ბარათაშვილი,  
დოქტორანტი

სისქის მიხედვით. ჩვენ ამ პრობლემულ საკითხებთან დაკავშირებით, საკუთარი და არსებული ექსპერიმენტული შედეგების სისტემატურმა ანალიზმა მიგვიყვანა მეცნიერულ ჰიპოთეზამდე, რომ რკინაში და ბენიტური კლასის Fe-C შენადნობებში არსებობს „სილიციუმის ზღურბლი“ ( $Si \geq 0,50\%$ ). ამ ჰიპოთეზის არა მარტო ახლებურად იხსნებოდა მრავალი არსებული პროცესი (გრაფიტიზაციის, შედუღება-დადუღების, ფლოკენების წარმო-



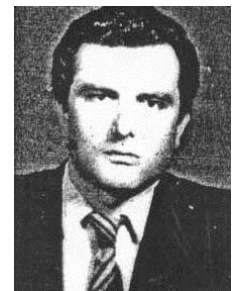
რ. ლომიძე,  
რუსთავის ფოლადი რმქ მთავარი ინჟინერი

ქმნის, ლითონების ტემპერატურული გამყიფების, მაღალი სიმტკიცის მიღების, განგოგირდების განსხვავებული ხასიათი თუჯებში და ფოლადებში და სხვა), არამედ შეიქმნა პირობები ახალი მიმართულებების ჩამოყალიბებისათვის (მაგალითად: „წყალბადის დამაგროვებელი შენადნობები რკინის ფუძეზე“).



რ. ბაქრაძე,  
რუსთავის ფოლადი რმქ მთავარი მექანიკოსი

ცნობილია (პოსტილირებულია) რა პირობები უნდა იყოს დაცული, რომ სტაბილურად იქნეს მიღებული გრაფიტის სფერული ფორმა (ცუდ შემთხვევაში გრაფიტის კერმიკულარული ფორმა მაინც). აღნიშნულ საკიტხებში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა და შეაქვეს ნახშირბადის ახალ ალოტროპულ ცვლილებას - ფულერენს. ახალი მიდგომით იმისათვის, რომ წარმოიქმნას გრაფიტის სფერული ფორმა საჭიროა გადახურებით ( $t_{გაბ} \geq 1550^{\circ}C$ ) არსებული გრაფიტის კრისტალები დაიშალოს ნახშირბადის ატომებად და შემდგომი სწრაფი გაცივებით სფერული ფორმის მქონე ფულერენის კრისტალების წარმოქმნით დავაფიქსიროთ გრაფიტის სფერული ფორმა, თუმცა ტრადიციულთან შედარებით, უფრო დისპერსიული. ჩვენი წინასწარი ექსპერიმენტების მიხედვით აღნიშნული მოდელი კარგად ასახავს რეალობას.



გ. ფუტყარაძე,  
რუსთავის ფოლადი რმქ საფასონო საჩამომ-სხმელო სამექროს უფროსი

განვლილმა პერიოდმა ცალსახად გვიჩვენა, რომ არსებული ამოცანების ამოხსნა გარკვეულად ადვილდება თუ ტექნიკური საშუალებების მოდერნიზაცია განხორციელდება ტექნოლოგიური პროცესების სრულყოფასთან ერთად. აღნიშნულის კარგი მაგალითია ციხვების ახალი კონსტრუქციები ახალ ტექნოლოგიურ პროცესებთან ერთად.

## 2. ძირითადი ნაწილი

სფერულგრაფიტის თუჯის სხმულების ნამზადზე მზარდი მოთხოვნები დღის წესრიგში აყენებს, ერთის მხრივ, ტექნოლოგიური პროცესების გაუმჯობესებას და მეორე მხრივ, საწარმოო ხერხებისა და მოწყობილობების მუდმივ განახლებასა და



დახვეწას, რომლებიც ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად შეიცავს მართვად პროცესებს, რომელთა ერთობლიობა ჯამში განსაზღვრავს აღნიშნული თუჯების საბოლოო ხარისხს. ეს პროცესებია სფეროიდიზაციის წინა და შემდგომი ინოკულაცია, დესულფურაცია, ყოველივე ეს იმით დაიწყო, რომ 20-იანი წლების ბოლოს აუსტენიტის იზოთერმული გარდაქმნის შესწავლისას დავენპორტმა და ბეინმა აღმოაჩინეს ნემსისებრი აგებულების ახალი მიკროსტრუქტურა, რომელიც განსხვავდებოდა პერლიტისა და მარტენსიტისაგან, ამასთან გააჩნდა მეტად საჭირო პერსპექტიული თვისებები. კერძოდ, მისი პლასტიკურობა მეტი იყო, ვიდრე მოშვებული მარტენსიტისა. მას ბეინის საპატივსაცემოდ ბეინიტი ეწოდა. ამავე საუკუნის 50-იან წლებში მეტალურგები ეუფლებიან გრაფიტის სფერული ფორმის მიღებას, ე.ი. შეიქმნა „ВЧ“- „Высокопрочный чугун“-„მაღალი სიმტკიცის თუჯი“, სხვა რედაქციით DI-„Ductile Iron“- „პლასტიკური თუჯი“. XX საუკუნის მეორე ნახევარში იქმნება პლასტიკურობის, როგორც მდგომარეობის გაზრდის ახალი გზები ე.წ. TRIP ეფექტების (TRIP-Transformation-Induced Plasticity) გამოყენებით (ფაზური გარდაქმნით განპირობებული პლასტიკურობა). XX საუკუნის ბოლოს, მსოფლიო არენაზე გამოჩნდა გრაფიტის სფერული ფორმის მიღების ახალი მიმართულება ფულერენული იდეოლოგიის გამოყენებით. ამ მოვლენებმა ბეინიტური თუჯი (ADI- „Austempered Ductile Iron“-„ბეინიტზე ნაწრთობი პლასტიკური თუჯი“ და ბეინიტური კლასის თუჯი) თანამედროვეობის ერთ-ერთ ყველაზე პერსპექტიულ საკონსტრუქციო მასალად აქცია. აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ ბოლო 20 წლის მანძილზე საგრძნობლად შემცირდა თუჯებთან დაკავშირებული პუბლიკაციების რაოდენობა, რაც იმის მაუწყებელია, რომ ამ მასალით უკვე სერიოზულად დაინტერესდნენ სამხედრო წარმოებები, რამაც გამოიწვია შესრულებული სამუშაოების ღია პუბლიკაციების შეზღუდვა.

მიუხედავად ასეთი ძვრებისა, თუჯების წარმოების ტექნოლოგიურ ციკლში სტაბილურად გრაფიტის სფერული ფორმის მიღება ერთ-ერთ ბოლომდე გადაუწყვეტელ რგოლად რჩება. აღნიშნულის გამო, ჩვენი კვლევის საგანს, სხვა საკითხებთან ერთად, ეს პროცესები წარმოადგენს.

თუჯში გრაფიტის სფერული ფორმის მიღება უფრო ხშირად წარმოებს Mg-ის გამოყენებით. ლითონური Mg-ით მოდიფიცირება მიმდინარეობს პიროფექტით, დიდი რაოდენობით ბოლის გამოყოფითა და ლითონური მასის ამოფრქვევით, ამიტომ მისი ლითონური სახით თუჯის ნადნობში შეყვანა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორთან, რის გამოც იგი შეიყვანება სხვადასხვა სახის (Ni-Mg; Cu-Mg...) ლიგატურის გამოყენებით, ლიგატურებში Mg-ის შემცველობა იცვლება 6-12%-ის ფარგლებში.

Mg ქიმიურად აქტიური ელემენტია, ეს დასტურდება ელექტრონულ გარსებზე ელექტრონების განაწილებითა ( $^{12}\text{Mg}-1\text{S}^22\text{S}^22\text{P}^63\text{S}^23\text{P}^0_{(6)}3\text{d}^0_{(10)}$ ) და არსებული ექსპერიმენტული მონაცემებით. მაგნიუმის დნობის ტემპერატურა  $t_{\text{დნობის}}=651^{\circ}\text{C}$ , ხოლო  $t_{\text{დუღილი}}=1107^{\circ}\text{C}$ , ამიტომ თუჯებში მისი შეყვანისთანავე ორთქლად იქცევა ბუშტების წარმოქმნით, რის შედეგადაც მისი ქიმიური აქტიურობა კიდევ უფრო იზრდება, ამიტომ იგი რეაქციაში შედის თუჯში არსებულ აირებთან: CO; S; H; N და O-თან და, ამდენად, ამცირებს მათ რაოდენობას. დადგენილია, რომ სფერული ფორმის გრაფიტი თუჯებში

წარმოიქმნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში როდესაც Mg-ის ნარჩენი რაოდენობა არის არა ნაკლები 0,03-0,06%-ისა, ხოლო გოგირდისა კი <0,02%.

Mg-ით თუჯების მოდიფიცირებისას ერთდროულად მიმდინარეობს განგოგირდება, დეგაზაცია და სხვა პროცესები, ამიტომ მოდიფიკატორის საჭირო წონა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Mg = (0,04 - 0,1) + 0,76(S_{\text{დ}} - S_{\text{ს}}) / A,$$

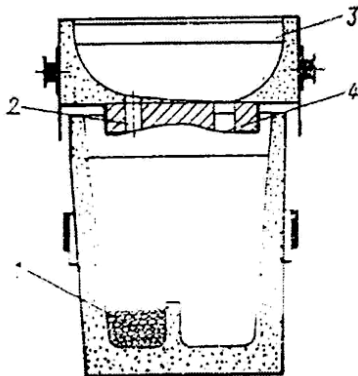
სადაც  $S_{\text{დ}}$ ;  $S_{\text{ს}}$  გოგირდის საწყისი და საბოლოო შემცველობაა, ხოლო

$A$  – Mg-ის ათვისების კოეფიციენტი.

სასურველია, თუ თუჯის Mg-ით მოდიფიცირებისას დამატებით დავუბერავთ აზოტსაც, რაც საშუალებას იძლევა Mg-ის ხარჯი 20-25%-მდე შემცირდეს, ამასთან იზრდება თუჯის მექანიკური თვისებებიც.

ცერიუმი Ce მაღალ ტემპერატურებზე ამჟღავნებს მაღალ ქიმიურ აქტიურობას, და ერთი მხრივ, შთანთქავს და ანეიტრალებს თუჯებში შემავალ არალითონურ და მიკროჩანართებს: O; N; P; H და სხვა. მეორე მხრივ, ეფექტურად ანეიტრალებს დემამოდიფიცირებელ ელემენტებს (Sn; Ti; Sb; Bi; Cu; Al და სხვა). ამასთან, თუ თუჯის ნადნობში შეყვანილი იქნება Ce-ის საკმარისი რაოდენობა იმისათვის, რომ S-ის შემცველობა 0,02%-მდე შემცირდეს, ხოლო ნარჩენი  $Ce > 0,02\%$ , მაშინ მიიღება გრაფიტის სფერული ფორმა, ე.ი. Ce, როგორც Mg თუჯებში წარმოადგენს გრაფიტის სფეროიდიზატორს, რის გამოც მათ გააჩნია საერთო მახასიათებლები, მაგრამ ისინი ერთმანეთისაგან მნიშვნელოვნადაც განსხვავდებიან. კერძოდ, Mg-ს დესულფურაციის უნარი უფრო ძლიერი აქვს Ce-თან შედარებით, ხოლო სტაბილიზირების უნარი, პირიქით, Mg-ს უფრო ნაკლები აქვს, ვიდრე Ce-ს. Ce-ის უარყოფით მხარეა ის, რომ მისი ფასი 5-ჯერ მეტია, ვიდრე Mg-ის.

Ca-ით ლეგირება უზრუნველყოფს ერთი მხრივ, თხევადი თუჯისა და სფეროიდიზატორის, კერძოდ Mg-ის, ურთიერთქმედების სიჩქარის რეგულირებას, რის ხარჯზეც იზრდება მისი ათვისების ხარისხი. მეორე მხრივ, Ca ხელს უწყობს S-ის შემცირებას, ე.ი. აუმჯობესებს Mg-ის სფეროიდიზატორის უნარს და Ca, როგორც დამოუკიდებელი სფეროიდიზატორი, აძლიერებს Mg-ის ურთიერთქმედებას გრაფიტთან, სფეროსებრი გრაფიტის ცენტრების ჩასახვითა და წარმოქმნით.



ფიგ. 1

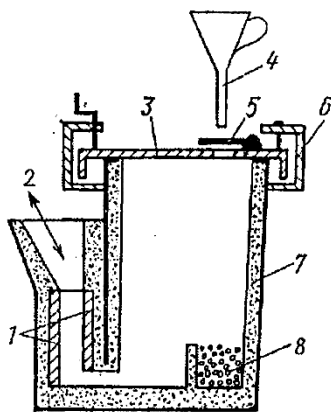
სილიციუმი ნახშირბადთან და გაცივების სიჩქარესთან ერთად გრაფიტიზაციის ხელშემწყობი ძირითადი ფაქტორია. მოწვის დროს ამარტივებს ფერიტული სტრუქტურის მიღებას, ხელს უწყობს პლასტიკურობისა და დარტყმითი სიბლანტის გაზრდას. მისი ახალი ულუფების არსებობა, მოდიფიცირების წინ და შემდეგ, ხელს უწყობს რკინის პასიურ მდგომარეობაში შენარჩუნებას, რითაც ააქტიურებს და შედეგადად ხდის მოდიფიკატორების (Mg, Ce, Ca და სხვა) მოქმედებას. სფერულგრაფიტის თუჯების წარმოებაში ცნობილია სფეროიდიზაციის მრავალი ხერხი და მოწყობილობა. Fe-Si-Mg-ის ლიგატურა თუჯში შეკ-

ყავთ უპირატესად Sandwich მეთოდით, რომელიც კიდევ უფრო იხვეწება Tundish პროცესში [1-2], რომლის ციცხვის კონსტრუქციაც მოცემულია 1-ლ ფიგ-ზე. იგი შედგება სპეციალური სახურავისაგან 3, რომელიც დადგმულია ციცხვზე. ლიგატურას 1 წინასწარ ტვირთავენ კონუსური ხვრელიდან 2, რომელიც თავსდება ქვედის ჯიბეში. ხვრელი 2 ჩამოსხმის წინ დაცულია საცობით. თხევად ლითონს ციცხვში ასხამენ ხვრელიდან 4. პროცესი მიმდინარეობს პიროფექტის, ბოლისა და ლითონური მასის გამოფრქვევის გარეშე.

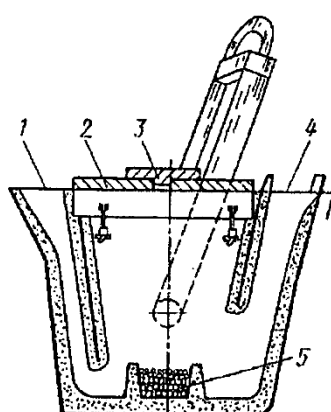
როგორც მოდიფიცირების გამოცდილებამ აჩვენა, სახურავიან ციცხვებში მოდიფიცირებისას თბური კარგვები გაცილებით დაბალია ღია ციცხვში დამუშავებასთან შედარებით, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს თუჯის სფეროიდიზაციის საწყისი ტემპერატურა 1530°C-დან 1500°C-მდე, ჩამოსხმის ტემპერატურის შეუცვლელად, რითაც ასევე მცირდება ელექტროენერჯის ხარჯი. Tundish პროცესის დროს ციცხვის შიგა სივრცეში იზრდება პარტიანული წნევაც, რაც ხელს უშლის Mg-ის აორთქლებას, რითაც დამატებით იზრდება 1,5%-ით Mg-ის ათვისება.

ზოგიერთ ქვეყანაში თუჯის მოდიფიცირებისათვის იყენებენ სპეციალურ მოედნებს, აღჭურვილს პლატფორმებით, თუჯისა და ლიგატურის ზუსტად ასაწონად და შემდგომი ზუსტი დოზირებისათვის, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს ლიგატურის ხარჯი და მოხდეს პროცესის სტაბილიზაცია. მოდიფიცირების შემდეგ თუჯს ასხამენ ჩამოსასხმელ ციცხვში, სადაც შენადნობს უტარდება სფეროიდიზაციის შემდგომი ინოკულაცია, რის შემდეგაც ხდება მისი უშუალოდ ყალიბში ჩამოსხმა.

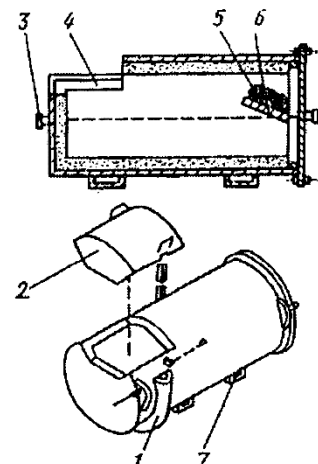
ჩამოსასხმელი ციცხვების შემდგომი განვითარების შედეგად შეიქმნა Tea-Pot ხერხი [1-3] (ფიგ. 2), რომლის საფუძველს წარმოადგენს ჩაიდნის ფორმის ციცხვი მუდმივი სახურავით. ციცხვი შეიცავს სიფონურ არხს, შესრულებულს შამოტის მილით 1, ჩაიდნის ფორმის ცხვირით 2, თუჯის სახურავით 3, ლიგატურის ბუნკერით 4, ჩამკეტით 5, ჯახრაკით 6, ციცხვის ამონაგით 7, ლიგატურით 8. ცნობილია, აღწერილი ციცხვის მსგავსი კონსტრუქციაც [1-3] (ფიგ. 3), რომელიც წინა კონსტრუქციისაგან მხოლოდ იმით განსხვავდება, რომ აქვს გაყოფილი ჩამოსასხმელი სიფონი 4, ლიგატურის მისაწოდებელი ჭრილი საცობით 3 და ლიგატურის მიმღები 5.



ფიგ. 2

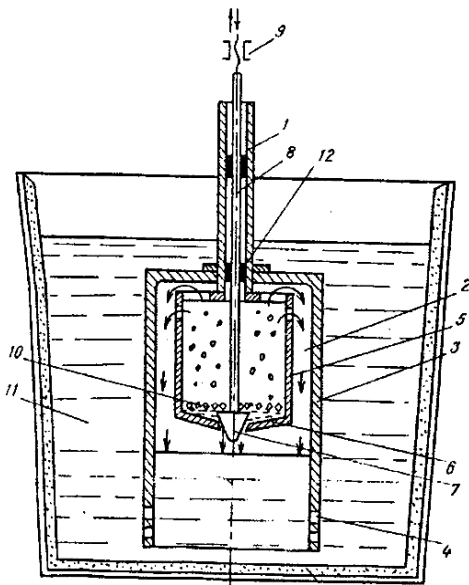


ფიგ. 3



ფიგ. 4

Mg-ის ათვისების გაზრდისა და, შესაბამისად Fe-Si-Mg-ის ლიგატურის ხარჯის, პიროფექტისა და ბოლის გამოყოფის შემცირების მიზნით, შემუშავებულ იქნა Tip პროცესი [4], რომელსაც საფუძვლად უდევს თუჯის ლიგატურით დამუშავება სპეციალიზებულ ცილინდრულ ციხვებში (ფიგ. 4). იგი შედგება თუჯის მისაღები ყელისაგან 4, ლიგატურის კამერისაგან 5, რომელიც ციხვის შიგა მოცულობისაგან გამოყოფილია გრაფიტული ტიხრით 6, თავსახურით 2, სიფონით 1, რომელიც განკუთვნილია თუჯის მოდიფიცირების შემდეგ ყალიბში ჩამოსხმისათვის, ციხვის მოსაბრუნებელი პოჭოჭიკით 3 და დასადგმელი საყრდენებით 7. ლიგატურის ჩატვირთვის შემდეგ ციხვს აბრუნებენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში, მასში ასხამენ თუჯს გრაფიტული ტიხრის 6 რამდენადმე ქვედონემდე და ახურავენ თავსახურს 2. შემდეგ აბრუნებენ ვერტიკალურ მდგომარეობაში, რომლის დროსაც თუჯი მთლიანად ფარავს ლიგატურას და შედის მასთან კონტაქტში, რის შედეგადაც მიმდინარეობს მოდიფიცირება, რომლის დამთავრების შემდეგ ციხვს კვლავ აბრუნებენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. ამის შემდეგ ხსნიან წიდას და სიფონის 1 საშუალებით ახდენენ თუჯის ჩამოსხმას ყალიბებში, ამ მეთოდით მოდიფიცირება გრძელდება 3 წთ. Mg-ის ათვისება 60-70%-ია, პიროფექტისა და გაზების გამოყოფის გარეშე.



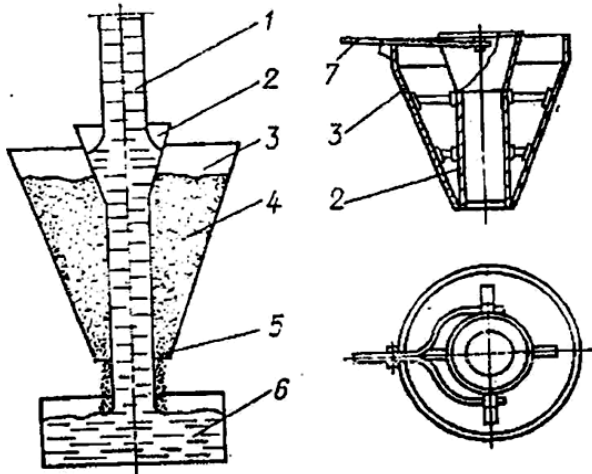
ფიგ. 5

არსებობს მრავალი კონსტრუქცია Mg-ის შესაყვანად გამდნარ თუჯში, იძულებითი მეთოდის გამოყენებით, რომელთაგან ჩვენ მიერ შერჩეულ იქნა კონსტრუქცია [5], ფიგ. 5. იგი შედგება ამართქლებლისაგან, რომელიც ღერძზე 1 დამაგრებული შესრულებულია ორი ერთმანეთში ჩადგმული მოცულობისაგან შედგება, რითაც შექმნილია რკალური ღიობი 2. გარე მოცულობა 3 ღიაა. ქვემოდან, რომელსაც გააჩნია ერთნაირი დიამეტრის ნახვრეტები აქვს 4, ხოლო შიგა მოცულობა 5 ღიაა ზემოდან, რომლის ქვემოთა ნაწილიც შესრულებულია ანალოგიური დიამეტრის ნახვრეტით 6 და დახურულია ჩამკეტით 7 და ჭოკის 8 საშუალებით დაკავშირებულია სარეგულირო და ნადგართან 9, რითაც რეგულირდება Mg-ის ორთქლის მიწოდება. ის თუჯის ნადნობს მიეწოდება

წვრილი ბუმტების სახით, რაც უზრუნველყოფს Mg-ის ათვისების კოეფიციენტის რეგულირებას დიდ დიაპაზონში და გამოშვებული ნამზადის ხარისხის გაზრდას ცნობილ მოწყობილობებთან შედარებით, ამასთან პიროფექტი და გაზების გამოყოფა არ შეინიშნება.

საფუძვლიანადაა გამოკვლეული და მიმდინარეობს თუჯის ნადნობში Mg-ის შეყვანა ფოლადის გარსაცმში ჩასმული მავთულის სახით. დადგენილია [6] რომ, მოდიფიცირების ოპტიმალური შედეგები მიიღწევა მაშინ, როდესაც მავთულის დიამეტრია 3,2მმ და ფოლადის გარსაცმის სისქე კი-1,1მმ, ამასთან პროცესი მიმდინარეობს 1450-

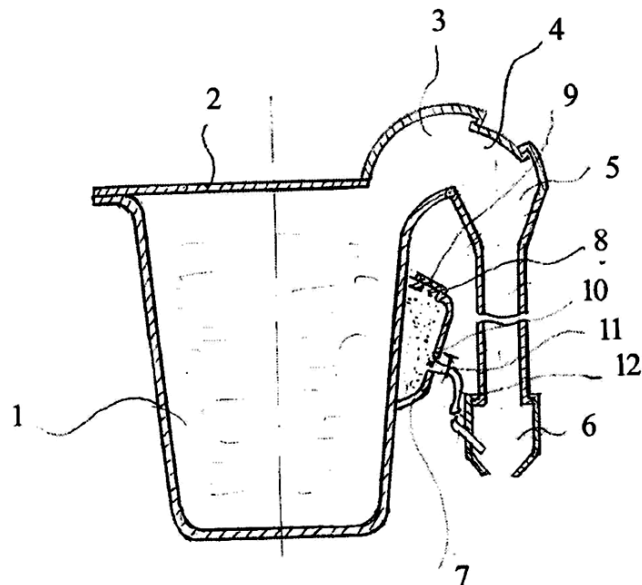
1480 °C-ზე 77-156წმ-ის განმავლობაში, ხოლო მავთულის მიწოდების სიჩქარეა 60-120მ/წთ. თუჯის ამ მეთოდით დამუშავებისას ციკხვიდან ბოლი, პიროფექტი და ლითონის ამოფრქვევა არ შეინიშნება.



ფიგ. 6.

მელიც უზრუნველყოფს Mg-ის ლიგატურის მიწოდებას უშუალოდ ყალიბში ჩამოსხმისას (ფიგ. 6). ის შედგება ლიგატურით 4 შევსებული ბუნკერისაგან 3, მიმმართველი ძაბრისაგან 2, ჩამკეტისაგან 7, ხვრელისაგან 5, სასხმელი ჯამისა 6 და გამდნარი თუჯისაგან 1. ამ დანადგარს, უდავოდ დიდ სარგებლობასთან ერთად, აქვს ზოგიერთი ნაკლი. კერძოდ, ის მოუხერხებელია ექსპლუატაციის დროს. ვერ ხერხდება ლიგატურის მიწოდების რეგულირება და, შესაბამისად, მიწოდების სიზუსტე, რაც იწვევს მის ზედმეტ ხარჯვას. დაბალია სხმულების ხარისხი. მოუხერხებელია ასევე მისი გამოყენება სხვადასხვა ყალიბში ჩამოსხმისას.

ზემოთ აღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად ჩვენს მიერ შემუშავებულ იქნა ციკხვი [7], (ფიგ. 7), რომელიც შედგება კორპუსისაგან 1, თავსახურისაგან 2, ჩამოსასხმელი ცხვირისაგან 3, რომელზეც სახსრულად დამაგრებულია ტელესკოპური მილყელი 4, 5 რომელიც ბოლოვდება კონუსური ბუნკერით 6, ციკხვის კედელზე მყისადაა დამაგრებული ავზაკი 7, რომელიც შესრულებულია თბოსაიზოლიაციო მასალისაგან, გააჩნია ჩასატვირთი სარქველი 8, სახურავი 9 და გამოსაშვები სარქველი 10,



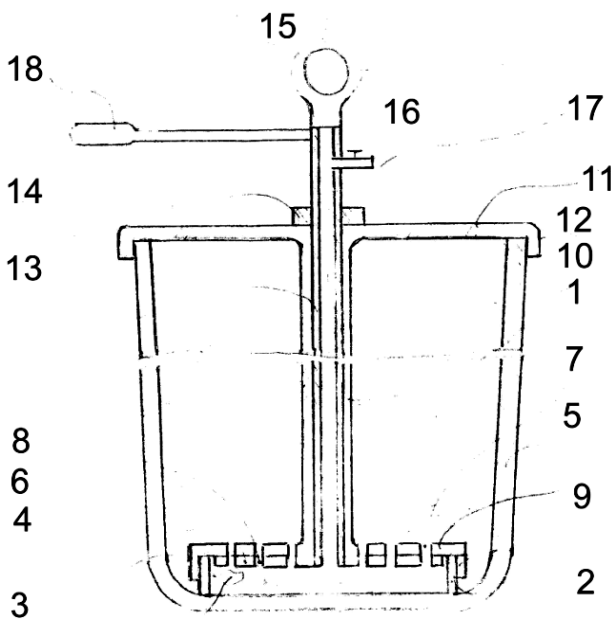
ფიგ. 7.

შემუშავებულ იქნა ლიგატურის ნადნობში შეყვანა უშუალოდ ყალიბში ჩამოსხმისას [1], სადაც ლიგატურა მიწოდება სადებების სახით, რომლებიც შესრულებულია დაწნეხილი ფხვნილით. იგი თავსდება ყალიბში ისე, რომ ნადნობი მას გარს ევლება ჯერ ერთი, შემდეგ მეორე მხრიდან, რითაც მიიღწევა ლიგატურის მთლიანი გახსნა და თანაბარი განაწილება სხმულის მთელ განივკვეთში. ამასთან, აღნიშნული პროცესი ამცირებს წუნის პროცენტულ რაოდენობას.

ცნობილია დანადგარი [1], რო-

რომელიც ვენტილისა 11 და დრეკადი მილის 12 საშუალებით დაკავშირებულია კონუსურ ბუნკერთან 6.

ციცხვი მუშაობს შემდეგნაირად: წინასწარ ლიგატურით ავსებენ ავზაკს 7, შემდეგ ციცხვში ასხამენ გამდნარ თუჯს, ხდება მისი ტრანსპორტირება ყალიბებამდე, სადაც ყალიბის ლითონის მიმდებარე კონუსურ ბუნკერს 6 და ახდენენ ციცხვის გადმოტორიალებას, საიდანაც გადმოედინება გამდნარი ლითონი, ხოლო ავზაკიდან 7 ჩამოიყრება მოდიფიკატორი. ხდება მათი შერევა და შერეული ნარევი ჩაედინება უშუალოდ ყალიბში, რის შემდეგ მიმდინარეობს დაკრისტალება. არსებულ ციცხვებთან შედარებით, გააჩნია შემდეგი ეფექტურობა: უზრუნველყოფს ლიგატურის მიწოდების რეგულირებას დიდ დიაპაზონში, მისი ათვისების კოეფიციენტის და მოხერხებულობის გაზრდას, ლიგატურის ზედმეტი ხარჯის შემცირებას, ამასთან ტექნოლოგიური პროცესის სრულ დაცვასა და, როგორც შედეგი, თუჯის ჩამოსხმის ტემპერატურის შემცირებასა და სხმულის ხარისხის გაზრდას. ციცხვის კონსტრუქციაზე შემდგომი მუშაობით ჩვენ მიერ შეიქმნა კიდევ ერთი ახალი ციცხვის კონსტრუქცია [8], რომელიც წარმოდგენილია მე-8 ფიგ-ზე. იგი შედგება კორპუსისაგან 1, რომლის ძირზე მოთავსებულია ტიხარი 2, რომელიც წარმოქმნის მოდიფიკატორების 3 და გასაქრევი აირების მიმდებარე 4. ტიხარზე 2 თავისუფლად მოთავსებულია სახურავი რომელიც ორი ერთმანეთზე განლაგებული ცეცხლგამძლე ფირფიტაა 5 და 6 შესრულებულია მთელ ზედაპირზე ერთმანეთის თანხვედრი ნახვრეტებით 7 და 8. ზემოთა ფირფიტა 5 მთელ პერიმეტრზე მომრგვალებულია 9, რომელიც იმეორებს ტიხრის გარეთა კონტურს, ხოლო ქვემოთა 6 – 2 შიგას. ზემოთა ფურცელი 5 მილის 10 საშუალებით უძრავადაა დამაგრებული ჯვრისებრ საყრდენზე 11, რომელიც, თავის მხრივ, თავისუფლადაა დადგმული კორპუსზე 1 და ბოლოში მომრგვალებულია 12, რომლითაც იგი ფიქსირდება კორპუსის 1 ზემოთა წიბოზე. ფირფიტის 6 ცენტრში, მისი სიბრტყის პერპენდიკულარულად მყისადაა დამაგრებული მილში 10 გამავალი გამჭოლი მილისებრი ღერო 13, რომელიც ჯვრისებრ საყრდენზე 11 დაფიქსირებულია დამჭერით 14 და ბოლოვდება რიმქანჭიკით 15. მილისებრი ღერო 13 ვენტილისა 16 და დრეკადი ცეცხლგამძლე მილის 17 საშუალებით დაკავშირებულია გასაქრევი აირის წყაროსთან (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის). რიმქანჭიკსა 15 და დამჭერს 14 შორის ღეროზე 13, მის პერპენდიკულარულად, მყისადაა დამაგრებული სახელური 18. ამასთან, სახელური 18, რიმქანჭიკი 15, დამჭერი 14, ღერო



ფიგ. 8.

ტრში, მისი სიბრტყის პერპენდიკულარულად მყისადაა დამაგრებული მილში 10 გამავალი გამჭოლი მილისებრი ღერო 13, რომელიც ჯვრისებრ საყრდენზე 11 დაფიქსირებულია დამჭერით 14 და ბოლოვდება რიმქანჭიკით 15. მილისებრი ღერო 13 ვენტილისა 16 და დრეკადი ცეცხლგამძლე მილის 17 საშუალებით დაკავშირებულია გასაქრევი აირის წყაროსთან (ნახაზზე ნაჩვენები არ არის). რიმქანჭიკსა 15 და დამჭერს 14 შორის ღეროზე 13, მის პერპენდიკულარულად, მყისადაა დამაგრებული სახელური 18. ამასთან, სახელური 18, რიმქანჭიკი 15, დამჭერი 14, ღერო

13, ჯვრისებრი საყრდენი 11, მილი 10, ფურცლები 5 და 6 ერთიანი დინამიკური სისტემაა.

ციცხვი მუშაობს შემდეგნაირად: როდესაც საჭიროა ციცხვის გამოყენება მხოლოდ მოდიფიცირებისათვის, მაშინ წინასწარ მოდიფიკატორის მიმღებში 4 ათავსებენ განსაზღვრული რაოდენობის მოდიფიკატორს 3 და ამწის დახმარებით ახურავენ სახურავს. ამასთან, ფირფიტები 5 და 6 განლაგებულია ერთმანეთის მიმართ ისე, რომ ნახვრეტები 7 და 8 გადაფარულია. შემდეგ ციცხვში ასხამენ გამდნარ ნადნობს, რომელიც გაადნობს და ააოთრქლებს მოდიფიკატორს 3, რის შედეგადაც მოდიფიკატორის მიმღებში 4 დაგროვდება წარმოქმნილი ორთქლი. შემდეგ ტექნოლოგიური პროცესის მოთხოვნის შესაბამისად სახელურის 18 საშუალებით ხდება ფირფიტის 6 შემობრუნება უძრავი ფირფიტის 5 მიმართ ისე, რომ მოხდეს ნახვრეტების 7 და 8 თანდათანობით დამთხვევა, რის შედეგადაც მოდიფიკატორის მიმღებიდან იწარმოებს 4 მოდიფიკატორის ორთქლის ბუშტების გამოსვლა ნადნობში და შემდგომი განხნევა. აღნიშნული პროცესი რეგულირდება სახელურის 18 შემობრუნების კუთხის ცვლილებით. პროცესი გაგრძელდება წარმოქმნილი ორთქლის სრულ ამოფრქვევამდე, რითაც მოდიფიცირების პროცესი მთავრდება. როდესაც საჭიროა ციცხვის გამოყენება მხოლოდ აირების გაქრევისათვის, მაშინ წინასწარ იღება ვენტილი 16, რის მეშვეობითაც გასაქრევი აირი მიეწოდება მოდიფიკატორის მიმღებში, შემდეგ კი, ზემოთ აღნიშნულის ანალოგიურად, მიეწოდება ნადნობს. შესაძლებელია ამ პროცესების სინქრონული მიმდინარეობაც, რომელთა დამთავრების შემდეგ, ამწის საშუალებით, ხდება სახურავის ამოღება და ცნობილი მეთოდით განახორციელებენ ნადნობის ყალიბში ჩამოსხმას. ამის შემდეგ პროცესი მეორდება.

შემოთავაზებული ციცხვით შესაძლებელია შემცირდეს მოსამზადებელი სამუშაოების დრო, ნადნობში მოდიფიკატორის ორთქლისა და გასაქრევი აირების მიწოდების ინტენსიურობის რეგულირება ტექნოლოგიური პროცესების შესაბამისად, რაც გაზრდის ათვისების კოეფიციენტებისა და მათ თანაბარ განაწილებას ნადნობის მთელ მიცულობაში, რითაც საბოლოო ჯამში გაიზრდება გამოშვებული ნამზადის ხარისხი, თავიდან იქნება აცილებული პირობეფექტი, ამასთან არ იქნება საჭირო არსებული ციცხვების რაიმე მნიშვნელოვანი კონსტრუქციული ცვლილება.

### 3. დასკვნა

1. მიუხედავად დიდი მიღწევებისა, სფერულგრაფიტიანი თუჯების სხმულების წარმოების საქმეში ფართომასშტაბური სამრეწველო წარმოება-გამოყენება გარკვეულად შეზღუდულია. აღნიშნულის მიზეზად შეიძლება დავასახელო: 1) კონსტრუქტორებისაგან საბაზო სხმულებისადმი წაყენებული ხისტი მოთხოვნები (მაგალითად, ქიმიურ შედგენილობაზე, სტრუქტურაზე, მექანიკური თვისებების მახასიათებლებზე და სხვა), 2) მალული დეფექტების სიმრავლე, 3) სფეროდიზაციის და ბეინიტური სტრუქტურის მიღების სირთულეები, აქედან გამომდინარე, შედეგების არასტაბილურობა. მიზანშეწონილია შემუშავებულ იქნეს ახალი და ეფექტური ტექნოლოგიური პროცესები, ლიგატურები, მოწყობილობები და სხვა, რომლებიც ხელს შეუწყობს სფერულგრაფიტიანი თუ-

ჯის სტაბილურად მიღებისა და მისგან ბენიტური თუჯის ფართომასშტაბიან წარმოებას;

2. სფერულგრაფიტის თუჯის სხმულის სტაბილურად მისაღებად მიზანშეწონილია ლიგატურის (მოდულიკატორის) მიწოდება განხორციელდეს ლითონის უშუალოდ ყალიბში ჩამოსხმისას, რომლის მოწყობილობისა და ტექნოლოგიის დახვეწას ეძღვნება ჩვენ მიერ შემუშავებული ციცხვის პირველი კონსტრუქცია. ციცხვის (ჩვენ მიერ შემუშავებული) მეორე კონსტრუქცია უნივერსალურია და მისი გამოყენების სფერო ფართოა, განსაკუთრებით ეფექტურია ლითონის მაგნიუმით მოდიფიცირებისას.

აღნიშნული ციცხვების პრაქტიკაში გამოყენება მნიშვნელოვნად გაადვილებს სფერულგრაფიტის თუჯის სტაბილურად მიღებას, ეს წინა პლანზე წამოწევს TRIP-ეფექტების გამოყენების პრობლემას ბენიტური თუჯის (ADI და ბენიტური კლასის თუჯი) წარმოებისას, რაც თავის მხრივ, ხელს შეუწყობს ფულერენული მიდგომის ფოკუსირებულ გამოყენებას სფერულგრაფიტის თუჯის მისაღებად, განსაკუთრებით რეალური სხმულების წარმოებისას.

### ლიტერატურა

1. Лернер Ю.С., Сенкевич Ю.И., Маленберг А.Е. Новые методы сфероидизирующей обработки чугуна за рубежом. Л.П. 1984г., №7, ст. 7-9.
2. Захарченко Э. В., Левченко Ю. Н., Горенко В.Г., Вареник П.А. Отливки из чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом. Киев: „Наукова Думка“, 1986 г. 247 ст.
3. Ключнев Н. Т, Технология производства отливок из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом. МАШГИЗ, 1962г. -171 с.
4. Jungwirth K.H. Reifftrcheid K.T.J.P. Treating process a new of magnesium treatment for production of ductile iron ,Foundry ,1983 №7, p 93-100.
5. Хуснутдинов Г.И. и др. Устройство для обработки чугуна магнием. А.С. СССР, № 1379313 .Мки С21/10 1988 г .№ 9
6. Hieber A. Watmought T. An in-lidie treatment process for producing ductile iron with elemental magnesium. Trans, Amer, Foundrymens Soc, Proc, 84-th Annu. Meet, St louis , Miss 1980, vol 88 Plaines. 3 .1980, p. 289-300.
7. ო. ბარბაქაძე, ვ. კოპალეიშვილი და სხვა. თუჯის ნადნობის ჩამოსასხმელი ციცხვი “(განაცხადი გამოგონებაზე პატენტის მისაღებად).
8. ო. ბარბაქაძე, ვ. კოპალეიშვილი და სხვა. უნივერსალური ციცხვი ნადნობის ღუმელგარე დამუშავებისა და ჩამოსხმისათვის (განაცხადი გამოგონებაზე პატენტის მისაღებად).



## ღვაწლმოსილი იუბილარი



1959 წელს საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა ნავთობისა და გაზის ძიებისა და ბურღვის კათედრა, რომელსაც სატავეში ჩაუდგა გამოჩენილი მეცნიერი და პრაქტიკოსი, გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ალექსანდრე ლალიევი. იმ დროს კათედრაზე მოღვაწეობდნენ გამოჩენილი მეცნიერები: ცოტნე მირცხულავა, ევგრაფი ვახანია, დავით ბულეიშვილი, ნიკოლოზ აბესაძე, მიხეილ აბაკელია და სხვები. აუცილებელი შეიქნა ახალი ახალი თაობის აღზრდა და კათედრის უზრუნველყოფა ახალგაზრდა მეცნიერ-მკვლევარებით. იმავე წლებს გამოცხადდა ასპირანტურაში მიღება ნავთობის გეოლოგიისა და ჭაბურღილების ბურღვის სპეციალობებზე. რეზო თევზაძე ბრწყინვალედ ჩააბარა მისაღები გამოცდები და ჩაირიცხა ასპირანტად ნავთობის ჭაბურღილების ბურღვის“ განხრით. იგი უკვე ცნობილი ახალგაზრდა სპეციალისტი იყო, რომელიც შათრის გეოლოგიურ-საძიებო პარტიაში მთავარი ინჟინრის თანამდებობაზე მუშაობდა და როგორც მაღალპერსპექტიული ახალგაზრდა ინჟინერი, გამორჩეული ავტორიტეტით სარგებლობდა გეოლოგიურ საზოგადოებაში. სწორედ მისი ხანგრძლივი სამსახური სასარგებლო წიაღისეულის ძებნა-ძიებითი სამუშაოების წარმოებაში არის მაგალითი იმ შესანიშნავი მოღვაწეობისა, რითაც მან კვალი დატოვა საქართველოში ნავთობის ძიების მოპოვების და დამუშავების 50 წლიანი შრომის და ხელმძღვანელობის პერიოდში. მისი მოღვაწეობა ნათელი მაგალითია, იმისა, თუ როგორ უნდა ემსახუროს ადამიანი თავისი ქვეყნის კეთილდღეობას და ეკონომიკურ სიძლიერეს.

1973 წლიდან რეზო თევზაძე ინიშნება ტრესტ საქნავთობის“ მმართველად, რომელსაც მან 30 წელი უხელმძღვანელა. დანიშვნის პირველივე დრიდან მისი უშუალო ხელმძღვანელობით საფუძვლიანად იქნა შესწავლილი საქართველოს რეგიონებში ნავთობზე და გაზზე გაწეული სამუშაოების შედეგები და თამამად გატარებული რეფორმების შედეგად საქნავთობმა“ თვალსაჩინო შედეგებს მიაღწია.

ახალი საბადოების აღმოჩენამ და ნავთობის მოპოვების გაზრდამ წარმოების მაღალკვალიფიციური კადრებით უზრუნველყოფის საკითხი დააყენა. საჭირო საქართვე-

**გიორგაძე**

ლოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და დამუშავების“ კათედრაზე განხილეთ კიდევ ერთი ახალი სპეციალობა ნავთობისა და გაზის საბადოების დამუშავება, ნავთობგაზსადენებისა და ნავთობგაზსაცავების ექსპლუატაცია“, რომლის სწავლებისათვის აუცილებელი გახდა თანამედროვე მოთხოვნების დონეზე აღჭურვილი სასწავლო კაბინეტების და ლაბორატორიების არსებობა. რეზო თევზაძის დამსახურებად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ მან გულთან ახლოს მიიტანა კათედრის თანამშრომლების თხოვნა და დააყენა საკითხი საკავშირო სამინისტროში ახალი კორპუსის მშენებლობის შესახებ თანხის გამოყოფის თაობაზე. მისმა ავტორიტეტმა გაჭრა და მაშინდელმა ნავთობმრეწველობის საკავშირო მინისტრმა ნიკოლოზ ბაიბაკოვმა ამ მშენებლობისათვის 6 მლნ მანეთი გამოყო. ნავთობის სპეციალისტების მაღალხარისხოვანი სწავლებისათვის საქნავთობის“ მიერ გამოყოფილი იყო ავტობუსი, რომელიც დახმარებას უწევდა კათედრას, რათა სტუდენტები თეორიულ სწავლებასთან ერთად უშუალოდ გაცნობოდნენ ყველა იმ სამუშაოებს, რომლებიც ტადრებოდა სარეწაოებზე.

პროფესორი რეზო თევზაძე უდიდესი თავდადებით, ენერგიით, ცოდნითა და კეთილსინდისიერებით ემსახურა უმაღლესი განათლებისა და მეცნიერების განვითარებას. საქნავთობში“ მისი მოღვაწეობის 30 წლის მანძილზე, იგი საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში გარდა თავისი კათედრისა, სხვა ფაკულტეტებსაც ეხმარებოდა ფინანსებით მატერიალური ბაზისა და სამეცნიერო სამუშაოების თანამედროვე დონეზე წარმოებისათვის. აღსანიშნავია ბატონი რეზოს წვლილი სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის უბინაო თანამშრომლების ბინით უზრუნველყოფაში.

ბატონი რეზო აქტიურად მონაწილეობდა სტუდენტების აღზრდა-განვითარებაში. იგი ლექციების გარდა ხელმძღვანელობდა საკურსო და სადიპლომო გეგმარებს. მის მიერ აღზრდილია მენავთობე სპეციალისტთა დიდი კოჰორტა, რომლებიც არამართო საქართველოში, არამედ უცხო ქვეყნებშიც წარმატებით მუშაობენ ნავთობის საბადოების ძიების პროფილით.

მაღე ბატონი რეზო 81 წლის ხდება. მისი კოლეგები და აღზრდილები გულთბილად ულოცავენ იუბილეს და უსურვებენ ჯანმრთელობას, დღეგრძელობას და ბედნიერებას.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი ნავთობისა და გაზის  
ტექნოლოგიების დეპარტამენტი**

**სსონა**

**გახსენება**



სევდით, სინანულით და გულისტკივილით ვიხსენებთ ბატონ მერაბ თევზაძეს.

მოულოდნელად წავიდა ჩვენგან დიდად ერუდირებული და მაღალი ზნეობის პიროვნება, რომელმაც უდიდესი ამაგი დასდო საქართველოში უმაღლესი ტექნიკური სკოლის, გეოდეზიისა და მარკშიდერიის განვითარების საქმეს. პიროვნება, რომელმაც სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობით საყოველთაო აღიარება ჰპოვა არა მხოლოდ ჩვენს ქვეყანაში, არამედ საერთაშორისო მასშტაბით. ბატონი მერაბი იყო საქართველოს გეოდეზიური საზოგადოების პირველი პრეზიდენტი, გეოდეზისტთა მსოფლიო ასოციაციის წევრი, მინერალური რესურსების საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი და ამავე აკადემიის საქართველოს ნაციონალური განყოფილების პრეზიდენტი, საქართველოს საინ-

ჟინრო აკადემიის და ეკოლოგიური აკადემიის ნამდვილი წევრი, ქართული ენციკლოპედიის გეოდეზიის სექციის თავმჯდომარე, საქართველოსა და შვედეთის სამეფო ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის კადასტრის სპეციალობით მაგისტრთა მომზადების ერთობლივი პროგრამის კოორდინატორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოების წევრი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, არა ერთი სახელმძღვანელოს ავტორი და რედაქტორი. იგი ავტორია მრავალი სამეცნიერო ნაშრომისა, რომელთა დიდი ნაწილი გამოქვეყნებულია საზღვარგარეთ, აგრეთვე ორიგინალური სახელმძღვანელოებისა ქართულ ენაზე. მის მიერ პირველად იქნა შექმნილი სამარკშიდერო მონიტორინგის სისტემა, აგრეთვე ”გეოდეზიური და მარკშიდერული ტერმინოლოგია” ასევე ქართულ ენაზე.

ბატონი მერაბი მიეკუთვნება იმ გამორჩეულ პიროვნებათა რიცხვს, ვინც თავისი ცხოვრება და საქმიანობა მთლიანად მიუძღვნა საქართველოს ტენიკურ უნივერსიტეტში ახალგაზრდობის სწავლების სრულყოფას და სამეცნიერო დონის ამაღლებას. სწორედ ამ საქმით იყო დაკავებული მაშინაც კი, როდესაც მისმა კაცთმოყვარე და პატრიოტული გრძნობებით დატვირთულმა გულმა ვეღარ გაუძლო მრავალი წლის განმავლობაში გადატანილ განცდებს და განილია სრულიად მოულოდნელად.

ბატონი მერაბ თევზაძის ცხოვრება და მოღვაწეობა ნათელი მაგალითია იმისა, თუ როგორ უნდა განვლოს ცხოვრება ჭეშმარიტმა ქართველმა მამულიშვილმა, საზოგადო მოღვაწემ, ღირსეულმა მეცნიერმა, აღმზრდელმა, პედაგოგმა და მოქალაქემ.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი, საინჟინრო  
გეოდეზიის და გეოინფორმატიკის დეპარტამენტი**

სსიპსა

ალექსანდრე გრიგოლის ძე ლალიევი



გამოჩენილ ქართველ მენავთობეთა შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია გეოლოგია-მინერალოგიის მეცნიერებათა დოქტორს, საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებულ მოღვაწეს, პროფესორ ალექსანდრე ლალიევს. მას თვალსაჩინო წვლილი მიუძღვის საქართველოს ტერიტორიაზე ნავთობსა და გაზზე ძებნა-ძიებითი სამუშაოების ჩატარებისა და ამ დარგში მაღალკვალიფიციური კადრების მომზადების საქმეში.

ალექსანდრე ლალიევი დაიბადა 1912 წლის 15 ივნისს, ქ.თბილისში რკინიგზელის ოჯახში. 1929 წელს იგი სასწავლებლად შედის საქართველოს ინდუსტრიულ ინსტიტუტში (ახლანდელი საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი). ერთი წლის შემდეგ კი სწავლა განაგრძო მოსკოვის ნავთობის ინსტიტუტში, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა 1934 წელს ნავთობისა და გაზის გეოლოგიის სპეციალობით. სწავლის დროს ბატონი ალექსანდრე ჩაერთო სტუდენტთა სამეცნიერო მუშაობაში, რომელიც შეუმჩნეველი არ დარჩენიათ პროფესორ-მასწავლებლებს და 1933 წელს იღებენ ინსტიტუტის სამეცნიერო ექსპედიციაში სამუშაოდ, რომელიც კვლევით სამუშაოებს ატარებდა აღმოსავლეთ ციმბირსა და ნახჭევანში.

1935 წელს ა.ლალიევი სამუშაოდ გადადის ტრესტ „საქნავთობში“ გეოლოგიურ-სამიეზო კანტორაში გეოლოგად და ტრესტის დავალებით იწყებს საველე გეოლოგიურ (აგეგმვით) სამუშაოებს ჯავისა და ონის რაიონებში, მათი გეოლოგიური აგებულების და ნავთობგაზიანობის შესწავლის მიზნით. ჯავის რაიონის კურორტ ლესეს მინერალური წყლების უბანში და სოფ. ვიტრაში უხსოვარი დროიდან ცნობილი იყო ნავთობისა და გაზის ეფექტური ბუნებრივი გამოსავლები. ა.ლალიევმა ჯერ კიდევ სრულიად ახალგაზრდა გეოლოგმა დეტალურად შეისწავლა ამ გამოსავლების და მრავალი სხვა ზედაპირული გამოვლინების გეოლოგიური პირობები, მათი შემცველი ქანების ასაკი, ლითოსტრატიგრაფია და ტექტონიკა. პირადი საველე გეოლოგიური დაკვირვებების მეშვეობით დაგროვილი მასალის ანალიზმა საშუალება მისცა მას უარეყო რუსი მეცნიერის ი.კუზნეცოვის თვალსაზრისი ამ რაიონებში ნავთობის და გაზის ზედაპირული გამოსავლების წყაროების შესახებ, გამოთქმული 1933 წელს გამოქვეყნებულ ნაშრომში, და წამოეყენებინა ახალი კონცეფცია ამ გამოვლინებების წყაროების შესახებ. ა.ლალიევი ლოგიკურად მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ხსენებული რაიონების ნავთობის და გაზის

**სსონა**

ზედაპირული გამოსავლების უმრავლესობა დაკავშირებულია ქვედაიურულ-აალენურ ნალექებიდან მიგრაციის შედეგად. ამ კონცეფციამ, რომელიც გამოქვეყნდა 1936 წელს ჟურნალში «Нефтяное хозяйство» №12 М, სათაურით «Проблемы Юрской нефти на южном склоне Большого Кавказа», იმთავითვე დიდი აღიარება მოიპოვა ”საქნავთობსა” და სხვა სამეცნიერო ორგანიზაციებში. ამ ნაშრომის საფუძველზე ”საქნავთობმა”1950, 1954 და 1964 წლებში გაბურღა საძიებო ჭაბურღილები, იმერეთის ამოწვევის ზონის ფარგლებში ონჭეიშის, ქარზმანის და ბზიაურის ანტიკლინებზე, მაგრამ, სამწუხაროდ, ისინი ვერ გასცდნენ ბაიოსური ასაკის პორფირიტულ სერიას.

ა.ლალიევის ზემოხსენებულ მოღვაწეობას დამსახურებულად მოყვა დაწინაურება საპასუხისმგებლო თანამდებობაზე: იგი ჯერ ინიშნება ”საქნავთობის” გეოლოგიურ-საძიებო კანტორის მთავარ გეოლოგად, შემდეგ- დირექტორად, ხოლო 1947 წელს- ტრესტის მთავარ გეოლოგად. ”საქნავთობში” ხანგრძლივი მუშაობის პერიოდში ა.ლალიევმა თავის კოლეგებთან, გამოჩენილ მენავთობეებთან (ა.მგელაძე, ა.კამლაძე, ვ.აბესაძე, ე.ვახანია, მ.ძველაია, დ.ბულიეშვილი, ნ.ქებაძე, ვ.საყვარელიძე, ვ.ბარბაქაძე, ა.კომახიძე, ე.ვასაძე, გ.სილაგაძე, ა.ძიგრაშვილი, გ.ხატისკაცი, ვ.გვენეტაძე, გ.ნიკურაძე და სხვები) ერთად საქართველოში გახსნა ისეთი საბადოები, როგორებიცაა: სუფსა-ომფარეთი, ჭალადიდი, ნორიო-საცხენისი, მირზაანი, პატარა შირაქი, ტარიბანა, სამგორი- პატარძეული, ნინოწმინდა და სხვები.

1960 წელს საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში გაიხსნა „ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და ბურღვის კათედრა“, რომელსაც სათავეში ჩაუდგა პროფ. ა.ლალიევი. ამ პერიოდიდან იწყება მისი მრავალმხრივი და ნაყოფიერი პედაგოგიური მოღვაწეობა უმაღლეს სკოლაში. 1960 წელს ის აირჩიეს ჯერ უცხოელი სტუდენტების სწავლების ფაკულტეტის დეკანად, ხოლო შემდეგ სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის დეკანად, რომელსაც იგი ხელმძღვანელობდა 1965 წლამდე.

1965 წლიდან 1988 წლამდე ხელმძღვანელობდა „ნავთობისა და გაზის საბადოების ძიებისა და ბურღვის“ კათედრას.

1964 წელს ალექსანდრე ლალიევი აქვეყნებს მონოგრაფიას „საქართველოს მაიკოპის სერია“, რომელშიც მოცემულია ავტორის მიერ მრავალი წლის განმავლობაში ჩატარებული კვლევის შედეგები, კერძოდ, ახლებურად არის ახსნილი მაიკოპური ნალექების წარმოშობა, მისი ლითო-სტრატოგრაფიული დახასიათება და, რაც მთავარია, ნავთობგაზიანობის პერსპექტიულობა. ეს ნაშრომი სამაგიდო წიგნია ნავთობის დარგში მომუშავე გეოლოგებისთვის.

ალექსანდრე ლალიევი 1973 წელს ინიშნება ს/გ „საქნავთობის“ მთავარ გეოლოგად (გენერალური დირექტორის მოადგილედ), სადაც მუშაობდა 1983 წლამდე. ეს

**სსოვნა**

პერიოდი, კერძოდ, 1974 წელი-სამგორი-პატარძელის საბადოს გახსნის თარიღი გარდამტეხია საქართველოს ნავთობის მრეწველობის განვითარების ისტორიაში.

1983 წლიდან იგი ისევ დაბრუნდა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში და თითქმის სიცოცხლის ბოლომდე (1988 წლამდე) აგრძელებდა მუშაობას „ნავთობის და გაზის საბადოების ძიებისა და ბურღვის“ კათედრის გამგის თანამდებობაზე.

კათედრის გამგეობის პერიოდში ბატონი ალექსანდრე ბევრს მუშაობდა სასწავლო პროცესის ყოველმხრივ სრულყოფაზე, რის გამოც კავშირი ჰქონდა ყოფილ სსრკ და საზღვარგარეთის ქვეყნების მრავალ სამეცნიერო-კვლევით და სასწავლო ინსტიტუტებთან. მისი მოღვაწეობის პერიოდში „ნავთობის და გაზის გეოლოგიის და ბურღვის“ სპეციალობას დაეუფლა 2000-ზე მეტი სტუდენტი, რომლებიც ახლა წარმატებით ხელმძღვანელობენ ნავთობის და გაზის მრეწველობის სხვადასხვა დარგს. მისი ხელმძღვანელობით შესრულებულია ხუთი სადოქტორო და ათეული საკანდიდატო დისერტაცია. არის ასზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი, მათ შორის სამი მონოგრაფიისა.

ბატონი ალექსანდრე ლალიევი იყო გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი (1950 წ), პროფესორი (1953 წ), საქართველოს სსრ მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული მოღვაწე (1962 წ), სსრკ საპატიო მენავთობე (1982 წ), ჩორდის ბარიტის საბადოსა (1969 წ) და სამგორის საბადოს (1988 წ) პირველადმომჩენი; დაჯილდოებული იყო სსრკ ორდენებითა და მედლებით.

ალექსანდრე ლალიევი გარდაიცვალა 1990 წლის 7 ნოემბერს, დასაფლავებულია ქ.თბილისში, საბურთალოს საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონში.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი, ნავთობისა და გაზის  
ტექნოლოგიების დეპარტამენტი**

## ინფორმაცია

შაკ 620.9.622

### XXI საუკუნის ენერგეტიკა. გ. ვარშალომიძე.

არსებულმა უნიკალურმა ზღვამ პერსპექტივაში შეიძლება წარმოქმნას ენერგეტიკული ბაზის ძლიერი სისტემა. გოგირდწყალბადის კონცენტრაციის მუდმივი ზრდა იწვევს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ პრობლემას, რომელიც არაერთმნიშვნელოვნად მოქმედებს ფლორის და ფაუნის ეკოლოგიაზე, მაგრამ მუდმივად კლებულობს. მომავალში, ენერჯის ყველაზე ოპტიმალური მეთოდი შეიძლება გახდეს არატრადიციული სახის წყაროები, რადგან შავი ზღვის ათვისების რაციონალური რესურსი – გოგირდწყალბადია. გოგირდწყალბადის ენერგეტიკის განვითარება საქართველოში შეიძლება ჩაითვალოს XXI საუკუნის ენერგეტიკად.

**საკვანძო სიტყვები:** შავი ზღვა, გოგირდწყალბადი, ენერგეტიკა, ფლორისა და ფაუნის ეკოლოგია.

## გეოლოგიის სექცია

შაკ 625.731.85

### სამხრეთ კახეთის ბუნებრივი ბიტუმიზის გამომვლინებები. გ. გელეიშვილი, ნ. რჩეულიშვილი, ჰ. სალუქვაძე, გ. ალაბიშვილი, ლ. ზუბაშვილი.

ბუნებრივი ბიტუმი მრეწველობის მრავალ დარგში გამოიყენება. ბუნებაში წარმოდგენილი სამი მორფოტროპული სახით: მაგარი ბიტუმი (ასფალტიტი) ტემპერატურა  $90^{\circ}\text{C}$ ; ბლანტი ბიტუმი (ასფალტი) – დარბილების ტემპერატურა  $35 - 90^{\circ}\text{C}$ ; თხევადი ბიტუმი (მალტა) -  $35^{\circ}\text{C}$  - დარბილების ტემპერატურით.

სტატიაში განხილულია დემიფირებული კოსმო და აერომასალეები.

აღწერილია სამი სახის ბიტუმის გამოვლინება:

1. ბიტუმიზირებული ქვიშა (ბაიდა-ჩათმა);
2. ბიტუმისმატარებელი ქვიშა (ელდარი);
3. თხევადი ბიტუმის გამოვლინება (ტარიბანი).

გასმულია სახი ბიტუმის ტექტონიკური და ლიტოლოგიური წარმოშობის კომპლექსური გამოკვლევით გამოიყო პერსპექტიული მოვლენები. შედგენილია სქემა-პროგნოზი სამხრეთ კახეთის რეგიონში ბუნებრივი ბიტუმის გამოვლინებაზე დაღეკვის შესახებ.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიტუმი, ბიტუმიზირებული ქვიშა; კახეთის საბადო; მორფოტროპული.

შაკ 563.981/982

### ნავთობის წარმოქმნის კიდევ ერთი შესაძლო მოდელის შესახებ. მაღალაშვილი გ.

განხილულია ნავთობწარმოშობის ჰიპოთეზები და წარმოდგენილია წიაღისეული ნახშირწყალბადების წარმოქმნის ერთ-ერთი შესაძლო ახალი მოდელი, რომელიც ითვალისწინებს სედიმენტოგენეზის სტადიაზე აუზების ფსკერზე წერილდისპერსიულ ტერიგენულ მასალასთან ერთად ვულკანოგენური მასალის, მათ შორის ფერფლის დაღეკვას. ეს მასალა ჰაღმიროლიზის შედეგად გარდაიქმნება მონტმორილონიტურ თიხად. დანაღეკ მასალასთან ერთად დიდი რაოდენობით იღეკება მიკროორგანიზმების მიერ ნაწილობრივ გადამუშავებული ორგანული ნაშთები, რომელიც საპროპელისებრი მასალის მსგავსად ტივტივებს ფსკერზე. მონტმორილონიტი, როგორც ძლიერი ტუტე სახეობა ახდენს ბიომასის ემულგირებას და  $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$  შედგენილობის მქონე საპნისებრი ნივთიერების წარმოქმნას. ამ ნივთიერების შედგენილობაში, სხვა ცხიმოვან მუავებთან ერთად, ნაფტენური მუავებიც მონაწილეობს. დიაგენეზის და კატაგენეზის საწყის სტადიაზე, ტემპერატურის და წნევის ზრდასთან ერთად, ხდება ნივთიერების “მომწიფება” და ნავთობად ტრანსფორმირება, შემდეგ კი მისი მიგრაცია და ლოკალიზება სათანადო კოლექტორებში, სტრუქტურულ და ჰიდროდინამიკურ “დამჭერებში”.

**საკვანძო სიტყვები:** მონტმორილონიტი, ადსორბენტი, ბიომასა, ემულგატორი.

**რეზიუმეები – РЕЗЮМЕ – SUMMARYS**

უპკ 551.24(479.22)+553.98.061.33

**ფილების ტექტონიკის როლი ნახშირწყალბადების მსხვილი და უნიკალური საბადოების ფორმირებაში კავკასიის მაგალითზე. გ. მაღალაშვილი.**

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ არაბეთის ფილის გადაადგილებისას მისი ჩრდილო კონცხის ზეწოლა ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში იწვევდა „ქართული“ ნავთობის გადაადინებას, ერთი მხრივ, აღმოსავლეთისკენ, თანამედროვე აზერბაიჯანის მხარეს, და, მეორე მხრივ, დასავლეთისკენ, შავი ზღვის აღმოსავლეთ ზღვისპირისკენ. ნავარაუდევია, რომ მსოფლიოს ნახშირწყალბადების ზოგიერთი უნიკალური და მსხვილი საბადოს ფორმირება შესაძლებელია განპირობებული იყოს მსგავსი გეოდინამიკური პროცესებით. ავტორის აზრით, მეტალოგენიაშიც, კერძოდ მადანგანაწილების პროცესების გაშიფვრისას ასევე საჭიროა გათვალისწინებული იყოს ანალოგიური გეოდინამიკური მოვლენების ზეგავლენის შესაძლებლობა. რეკომენდებულია ნავთობგაზის ძებნით პრაქტიკაში გათვალისწინებულ იქნეს ღრმა და ზეღრმა ჰორიზონტების ბურღვა, რადგან, როგორც მსოფლიო მაგალითები გვიჩვენებს, ბოლო დროს სწორედ ღრმა ჰორიზონტების ნავთობდაგროვებები გახდა მსოფლიო ნავთობმოპოვების უმნიშვნელოვანესი რეზერვი.

**საკვანძო სიტყვები:** არაბეთის ფილა, ნავთობწარმოქმნელი ქანები, ფილების გადაადგილება.

**ბურღვის ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების, მართვის ავტომატიზებული სისტემების სექცია**

უპკ 622.24.276

**ჭაბურღილებში პარაფინთან დაკავშირებული პრობლემის აღმოფხვრის ღონისძიებები. ბ. ოდიშარია, დ. სანაძე, ვ. ჩხობაძე.**

წარმოდგენილია სატუმბ-საკომპრესორო მიწებზე პარაფინის მოხსნის ახალი მეთოდი (ნაცვლად გაფხეკისა). პარაფინიზებულ მიწებზე ამაგრებენ სპეციალურ კაბელს, რომელშიც გადის პულსირებული დენი და 80°C ათბობს. ელექტროციფრული დანადგარის მეშვეობით, რომლის შედეგად დახშობილი არე პარაფინისაგან თავისუფლდება.

**საკვანძო სიტყვები:** სატუმბ-საკომპრესორო მიწები - სსმ, პარაფინის გაფხეკა, სსმ-ზე გამაცხელებელი კაბელის ელექტროციფრული მოწყობილობა.

უპკ 622.24

**ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას ტექტონიკური აშლილობით გამოწვეული ბარათულების ანალიზი და მათთან ბრძოლის მეთოდოლოგიის შერჩევა. გ. ვარშალომიძე, ა. ქიქინაძე.**

გაანალიზებულია ის ძირითადი გართულებები, რომლებიც ახლავს ჭაბურღილების ბურღვის პროცესს დროს ტექტონიკური აშლილობების ინტერვალებში შეჭრისას. განხილულია აგრეთვე ის დამატებითი პირობები, რაც ხელშემწყობი ან ხელშემშლელია ასეთი გართულებების წარმოქმნისათვის. მითითებულია ის ძირითადი ღონისძიებები, რომლებიც გასათვალისწინებელია ბურღვის პროცესების დაპროექტირებისას და წარმოებისას.

**საკვანძო სიტყვები:** ღულის შევიწროვება, ჩამონგრევა, ჩამოქცევა, კავერნების წარმოქმნა, ხსნარის შთანთქმა, ფლუიდის გამოვლინება, ბალონირების ეფექტი.

უპკ 622.24

**საბურღი იარაღის ჩაჭერების გამოწვევები მიწების ანალიზი და მათი პრევენცია. გ. ვარშალომიძე, ა. ქიქინაძე.**

განხილულია ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას საბურღი იარაღის ჩაჭერების ძირითადი გამოწვევები მიზეზები. ჩამოთვლილი მიზეზებიდან გაანალიზებულია ზოგიერთი მათგანი. აგრეთვე ჩამოთვლილია ის პრევენციული ზომები, რომლის ბურღვის პროცესში გატარებისას შესაძლებელია მსგავსი საბურღი იარაღის ჩაჭერების თავიდან აცილება.



**რეზიუმეები – РЕЗЮМЕ – SUMMARYS**

**საკვანძო სიტყვები:** საბურღი იარაღის ქვედი, იარაღის ჩაჭერა, ჩამოქცევა, ლულის შევიწროვება, ხსნარის შთანთქმა, გრიფონები.

შაკ 622.24

**ცემენტის ხსნარების კომბინირებული დამუშავება ჩაის ნარჩენების და კალმატრონის ფულიანი ექსტრაქტით. გ. ვარშალომიძე, მ. სურამელაშვილი, ა. ჭიჭინაძე, გ. ხეცურიაანი.**

კალმატრონის გამოყენება რეკომენდირებულია ცემენტის ხსნარებში დამცავი მასალის სახით, ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ჭაბურღილების დაცემენტების, წყლის ზემოქმედების და კოროზიისაგან დასაცავად სიღრმული აგრესიული გარემოს ზემოქმედების დროს, შეპირისპირების, ნაპრალების და ქანის სხვა დეფექტური უბნების გასამკვრივებელი და ჰერმეტიული მასალის სახით, ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვისას.

**საკვანძო სიტყვები:** ჭაბურღილი, კალმატრონი, დაცემენტება, დასაცემენტებელი ხსნარები.

შაკ 622.244.442

**ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენება კერნის გამოსავლის გადიდება-სათვის საპიელო ბურღვის დროს. გ. ვარშალომიძე, ვ. ხითარიშვილი**

ჭაბურღილების საძიებო ბურღვის დროს რთულ გეოლოგიურ პირობებში ჩვეულებრივი სვეტური იარაღის გამოყენებისას შეიმჩნევა კერნის არასრული გამოსავალი. დაბალი ხარისხის კერნის მიღების ძირითად მიზეზებს წარმოადგენს სხვადასხვა სისხლის ქანების ხშირი მორიგეობა, ნაპრალოვნება, რომელიც იწვევს კერნის დაშლას, ცვეთას და დაქუცმაცებას. ზოგიერთ შემთხვევაში კერნის თვითნასოლვამ შეიძლება ხელი შეუწყოს სვეტური იარაღიდან კერნის გამოვარდნას ჭაბურღილიდან ამოღებისას. ზემოთაღნიშნული ნაკლოვანებების აღმოსაფხვრელად აუცილებელია ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენება. საწარმოო პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ჭაბურღილების გაყვანის დროს ცენტრირებული სვეტური იარაღის გამოყენებით ჩვეულებრივ სვეტურ იარაღთან შედარებით იზრდება კერნის გამოსავალი 15-20 %-ით, უმჯობესდება ტექნიკური მაჩვენებლები.

**საკვანძო სიტყვები:** ცენტრირებული სვეტური იარაღი, კერნის გამოსავლის გადიდება, ბურღვის ეფექტურობის გადიდება.

შაკ 622:276.7

**ჭაბურღილის ფენთან ჰიდროდინამიკური კავშირის გაუმჯობესების ტექნიკური და ტექნოლოგიური საშუალებები. თ. ხითარიშვილი, ი. გოგუაძე.**

განხილულია ჭაბურღილის სანგრევისპირა ზონაში ნავთობის საბადოს შემოდინების გაუმჯობესების საშუალებები, რომელსაც იყენებენ ჭაბურღილში სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას. მოყვანილია მათი შერჩევის მეთოდების და საშუალებების ანალიზი და რეკომენდაციები. განხილულია აგრეთვე ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების ახალი მეთოდი და დასმულია მისი ზემოქმედების შექმნის გზები, რომელიც ხანრძლივად გააუმჯობესებს ნავთობის შემოდინებას ჭაბურღილში.

**საკვანძო სიტყვები:** ფენის წნევა, სტატური წნევა, ფენის წნევა, სანგრევისპირა ზონა, კოლმატაცია, ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედება.

შაკ 681.3.622.24

**კავშირები MWD და LWD სისტემების დაკრობრაამებაში მონაცემთა ბაზებიდან UML ტექნოლოგიამდე. ლ. აზმაიფარაშვილი, ი. გოგუაძე.**

ნაშრომში მოცემულია კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენების დაცრილ-მიმართული-პორიზონტალური ბურღვის ტრაექტორიის ფორმირების მართვაში. მისი პროგრამული უზრუნველყოფის აგების ტექნოლოგია მონაცემთა და ცოდნის ბაზების გამოყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** MWD და LWD სისტემები, UML ტექნოლოგია, მონაცემთა ბაზა.

№ 622.24

**ბუფერული სითხეები. მ. სურამელაშვილი, ნ. ჩხეიძე.**

ბუფერული სითხეები გამოიყენება ბურღვისას, ძირითადად, საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების შერევის თავიდან ასაცილებლად და ჭაბურღილის კედლების გასასუფთავებლად. ანსხვავებენ შემდეგ ბუფერულ სითხეებს: მტკნარი წყალი; წყალი, გაჯერებული მარილებით და დისპერგირებული აგრეგატებით და სხ; მჟავები; დიზელის საწვავი (ნავთობი), შერეული ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებებთან. ბუფერული სითხე ეფექტურად გამოდევნის საბურღი ხსნარს ჭაბურღილში, რეცხავს საბურღი ხსნარის ნარჩენებს ჭაბურღილის კედლებიდან, კავრებიდან და ღარებიდან, ხელს უშლის საბურღი და სატამპონაჟო ხსნარების გამყარებას, ზრდის ჭაბურღილის კედლებისადმი ცემენტის ქვის და სამაგრი მილების ადგენას, სამაგრი მილებს იცავს კოროზიისგან.

**საკვანძო სიტყვები:** ბურღვა, ბუფერული სითხე, საბურღი ხსნარი, ჭაბურღილი, ჭაბურღილების ამორეცხვა.

**მეტალურგიის სექცია**

№ 669.1.017: 621.774.35

**თუჯების სფეროიდიზაციის ხერხები და მოწყობილობები. ო. ბარბაქაძე, ვ. კობალეიშვილი, მ. ბარათაშვილი, რ. ლომიძე, რ. ბაქრაძე, გ. ფუტყარაძე.**

წარმოდგენილია თუჯებში გრაფიტის სფერული ფორმის მიღება ძირითადი მოდიფიკატორის Mg გამოყენებით და მოდიფიცირებასთან დაკავშირებული პრობლემები. გაკეთებულია Mg-ით, Ce-ით, Ca-ით მოდიფიცირების შედარებითი ანალიზი. განხილულია ლიტერატურაში არსებული თუჯების გრაფიტის სფეროიდიზაციის მოწყობილობები და მოცემულია მათი შედარებითი ანალიზი. ბოლოს მოცემულია ავტორთა მიერ შემუშავებული ორი ახალი ციხვის კონსტრუქცია და დასაბუთებულია, არსებული ციხვების კონსტრუქციის შეცვლის აუცილებლობა შემოთავაზებული უნივერსალური კონსტრუქციით, რაც საშუალებას მოგვცემს, რომ მართვადი გახდეს მთელი ტექნოლოგიური პროცესი, რითაც საგრძნობლად გაიზრდება გამოშვებული პროდუქციის ხარისხი. ამასთან, შემოთავაზებული ციხვი არ საჭიროებს არსებული ციხვების რაიმე მნიშვნელოვან კონსტრუქციულ ცვლილებას.

**საკვანძო სიტყვები:** სფერულგრაფიკიანი თუჯი, სფეროიდიზაციის წინა ინოკულაცია, დესულფურაცია, სფეროიდიზაციის შემდგომი ინოკულაცია, ბეინიტი, Mg-ით მოდიფიცირება, Cu-Mg-Si-Ca-Al ლიგატურა; Tundish-პროცესი: TRIP-ეფექტები; Sandwich-მეთოდი; ფულერენული იდეოლოგია.

## INFORMATION

UDC 620.9.622

### **GEOCHEMISTRY OF GOLD IN THE HISTORY OF EARTH CRUST, METHODS OF ITS DEPOSITS PROSPECTING. G. Varshalomidze.**

Existing unique hydrocarbon stock presence in the Black Sea can create a powerful (electric) power base systems in future. Constant increase of sulphuric hydrogen concentration creates at the same time considerable ecologic problem which influences the ecology of flora and fauna. Since the oil stock potential in the world is decreasing all the time the most optimal method for obtaining energy could be sources of nontraditional form – hydrocarbons. Development of energetics of sulphuric hydrogen in Georgia could be considered the energetics of XXI century.

**Key words:** gold deposit; albitophyres; endogenous conditions; Sodium Cyanides (NaCN).

## SECTION OF GEOLOGY

UDC 625.731.85

### **ABOUT DISPLAYS OF NATURAL BITUMENS OF KAKHETI. Geleishvili V., Rcheulishvili N., Salukvadze H., Agapishvili G., Subashvili L.**

Natural bitumens are consumed in many branches of manufacture. In the nature they are presented by three basic morphotropical differences: the firm bitumens (asphaltites) - temperature of softening above 90°C; viscous bitumens (asphalts) - temperature of softening in an interval 35-90°C; liquid bitumens (malts) – temperature of softening lower 35°C;

In the article the material of field researches and decoding of cosmic and airphoto material of Kakheti is generalised.

Three kinds of display of bitumen is described:

1. Bituminous sandstones (area of Baida-Chatma);
2. Bituminous sands (area of Eldari);
3. Displays of liquid bitumen (area of Taribana).

The relation between bituminous grouting with explosive tectonics and lithology of sedimentary formations.

Complex researches have allowed to allocate perspective areas. The predictive scheme of displays of natural bitumen of the south part of Kakheti is done.

**Key words:** bitumen, Bituminous sandstones, field of Kakheti.

UDC 553.981/982

### **ABOUT ONE MORE POSSIBLE MODEL OF OIL GENERATION. Magalashvili G.**

Oil origination hypotheses are considered in the article and new possible model of fossil hydrocarbons generation is proposed. According to the model at the sedimentogenesis stage on basins seafloor the sodium alkaline montmorillonite clays are produced by means of galmirolisys of mainly volcanogenic terrigenous sediments. Co-sedimented sapropel-like organic matter is emulsified by montmorillonite and soap-like substance of  $C_{15}H_{35}COONa$  general formula is produced. The substance along

with others contains organics of naphthenic series as well. During the katagenesis the substance is matured, hydrocarbons generated and migrate to reservoirs.

**Key words:** montmorillonite, adsorbent, biomass.

UDC 551.24(479.22)+553.98.061.33

### **ROLE OF PLATE TECTONIC IN FORMATION OF GIANT AND UNIQUE HYDROCARBON DEPOSITS ON EXAMPLE OF CAUCASUS. Magalashvili G.**

An assumption is made that during arabian plate dislocation its northern wedge pressure for a long time would cause movement to the east European plate a major portion of “Georgian” oil might have been pressed out both to the east (present day Azerbaijan) and to the west towards the east Black sea coastal area. It is possible that in some cases similar geodynamic processes were responsible for the squeezing out of oil from the neighboring oil bearing areas and creating giant and unique deposits of hydrocarbons. Possibility of influence of the same geodynamic mechanism on distribution of ore deposits should be taken in account as well.

**Key words:** Arabic staturum, oilproducing rocks, plate dislocation.

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

UDC 622.24.276

### **PARAFFIN PROBLEM CONTROL IN THE WELLS. B. Odisharia, D. Sanadze, V. Chkhobadze.**

New method of paraffin removal from the tubing (instead of scrapping) is reviewed in the work. A special cable is fixed to the paraffined tubing. A pulsating current goes through the cable and heats up to 800C by electrodigital unit that results in freeing the blocked area of paraffin.

**Key words:** Tubing, paraffin scraping, electrodigital unit of heating cable on the tubing.

UDC 622.24

### **COMPLICATIONS ANALYSIS CAUSED BY TECTONIC DISTURBANCES DURING DRILLING OIL AND GAS WELLS AND SELECTION OF METHODOLOGY/(STRATEGY) TO CONTROL THEM. G. Varshalomidze, A. Chichinadze.**

The main complications accompanying the process of drilling the wells when entering into the tectonically disturbed intervals are analyzed in the report. Additional conditions which serve as extra advantages or disadvantages for creating such complications are reviewed as well. The main measures which should be taken into consideration in planning and conducting the drilling process are provided as well.

**Key words:** hole narrowing, destruction, solution absorption, fluid show up.

UDC 622.24

### **ANALYSIS OF THE REASONS CAUSING DRILLING STRING STICKING AND THEIR PREVENTION. G. Varshalomidze, A. Chichinadze.**

Main reasons causing the drilling string sticking during drilling oil and gas wells are listed in this report. Some of the main causes from the listed reasons are analyzed and preventive measures are also specified as well by taking of which such drilling string sticking would be avoided during drilling.

**Key words:** drilling string, string sticking, preventive measures, mud absorption, griphons.

UDC 622.24

**APPLICATION OF CENTERED COLUMN TOOL FOR CORE YIELD WHILE DRILLING. G. varshalomidze, V. Khitarishvili.**

When prospecting drilling is carried out in complex geologic conditions applying ordinary column tools the yield of core is observed. The basic reason obtaining core of low quality is frequent of rocks of various crackness that results in destruction attrition and crushing the core. In some case seizure of core can lead to falling core out of the column tool when taking out of the hole. To prevent the above mentioned it is necessary to apply centered column tools.

Experience proves that probogks well holes applying centered column tools increases yield of core by 15%-20% compared with ordinary column tool. As a result the technical indications of drilling are better.

**Key words:** centered column tool, core yield increase, raising the efficiency of drilling.

UDC 622:276.7

**TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL MEANS FOR IMPREIVING THE HYDRODYNAMIC LINK WITH WELLHOLE LAYER. T. Khitarishvili , I. Gogvadze.**

The paper deals with the oil inflow improving means in the wellhole zone that is applied when carrying out reparings in the wellhole. The analysis of their selective methods and means and recommendations are given. Cavitation impact depth effect is considered and new impact creation methods are also determined that falour the improvement of oil inflow in the wellhole.

**Key words:** layer pressure, cavitation, oil inflow.

UDC 681.3.622.24

**CONNECTION IN MWD AND LWD SYSTEMS PROGRAMMING FROM DATA BASES TO UML TECHNOLOGIES. L. Azmaipharashvili, I. Gogvadze.**

The work deals with the application of computer technologies in directed horizontal drilling trajectory shaping of the wellhole. The software technology building is given applying data base.

**Key words:** MWD and LWD systems, UML technologies, data base.

UDC 622.24

**BUFFER LIQUIDS. M. Suramelashvili. N. Chkheidze.**

Spacers are used during drilling, mainly in order to avoid mixing of drilling mud and other fluids and to clean up the hole. There are the following spacers: fresh water, water soluble with saline and dispergator, etc.; acids, diesel fuel (oil) mixed with surface active materials. Spacer effectively displaces drilling mud in hole, washes out drilling mud residues from the hole, caverns and channels, prevents hardening of drilling mud and other fluids, increases cement bond and casing adhesion to the hole, protects casing from corrosion.

**Key words:** drilling, spacer, drilling mud, well, hole clean up

## SECTION OF METALLURGY

UDC 669.1.017:621.774.35

### **METHODS AND EQUIPMENT FOR SPHERODIZATION OF CAST IRONS.** O.G.Barbaqadze, V.P. Kopaleishvili, M.V.Baratashvili, R.E. Lomidze, R.M.Baqradze, G.S.Futkaradze.

Getting a spherical graphite core using magnesium as a basic modifier is considered. The comparative analysis of modifying the properties of magnesium, cerium, calcium is realized. The available in the technical literature equipment for the spherodization of graphite in cast iron is considered and its comparative analysis is carried out. At the end the developed by the authors designs of two new buckets are given and the necessity of replacing the existing buckets by a bucket proposed of universal construction is argued, which gives opportunity to make the entire technological process universal. This, in turn, will have significantly positive impact on the improvement of production quality. It should also be noted that the proposed bucket does not require significant changes in the structure.

**Key words:** spherographic cast iron, spheroidization preinoculation, desulpheration, further inoculation of spheroidization, bainite, modification by Mg, Cu-Mg-Si-Ca-Al ligature; Tundish-process: TRIP-effects; Sandwich-method.

## ИНФОРМАЦИЯ

УДК 620.9.622

### **ЭНЕРГЕТИКА XXI ВЕКА. Варшаломидзе Г.Х.**

Наличие существующего уникального море может создать в перспективе мощную базу энергетической системы. Постоянное увеличение концентрации сероводорода создает значительную экономическую проблему, неоднозначно влияющую на экологию флоры и фауны, но все время снижается. В будущем самым оптимальным методом энергии могут стать источники нетрадиционного вида – т.к. углеводороды являются рациональным освоением ресурсов Черного моря. Развитие энергетики сероводорода в Грузии можно считать энергетикой XXI века.

**Ключевые слова:** Черное море, сероводород, энергетика, экология флоры и фауны.

## СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

УДК 625.731.85

### **О ПРОЯВЛЕНИЯХ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ КАХЕТИИ. Гелеишвили В.И., Рчеулишвили Н.Л., Салуквадзе Г.А., Агапишвили Г.Ш., Зубашвили Л.А.**

Природные битумы потребляются во многих отраслях производства. В природе они представлены тремя основными морфотропными разностями: твердые битумы (асфальтиты) - температура размягчения выше 90°C; вязкие битумы (асфальты) - температура размягчения в интервале 35- 90°C; жидкие битумы (мальты)- температура размягчения ниже 35°C;

В статье обобщен материал полевых исследований и дешифрирования космо и аэро-фотоматериала Кахетии.

Описано три вида проявления битумов:

1. Битумизированные песчаники (участок Байда-Чатма);
2. Битумоносные пески (участок Элдари);
3. Проявления жидких битумов (участок Тарибана).

Подчеркнута связь битумообразования с разрывной тектоникой и литологией вмещающих осадочных образований.

Комплексные исследования позволили выделить перспективные площади. Составлена прогнозная схема проявлений природных битумов южной части Кахетий.

**Ключевые слова:** битум; битумизированный песок; Кахетинское месторождение; морфотропный.

УДК 553.981/982

### **ЕЩЁ ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОЙ МОДЕЛИ НЕФТЕОБРАЗОВАНИЯ. Магалашвили Г. А.**

Приведён обзор существующих гипотез и предложена новая возможная модель нефтеобразования, согласно которой на стадии седиментогенеза, наряду с тонкодисперсными терригенными осадками на дне океанов и морей, происходит осаждение значительного количества вулканогенного, в том числе пеплового материала. В результате гальмиролиза этот материал трансформируется в монтмориллонитовую глину. Совместно с осадками происходит осаждение органических остатков, которые в виде сапропелевидной биомассы находятся во взвешенном в придонных водах тиксотропном состоянии. Монтмориллонит, как щелочной натриевый адсорбент и эмульгатор, омыляет биомассу, образуя жидкое мылоподобное вещество ( $C_{17}H_{35}COONa$ ), которое наряду с другими жирными кислотами содержит также и жирные кислоты нафтенового ряда. В дальнейшем, по мере нарастания температуры и давления, на стадии диагенеза и начальных подстадиях катагенеза осуществляется

«дозревание» этого вещества и трансформация в нефть, после чего происходит её миграция и локализация в породах-коллекторах, благоприятных структурных и гидродинамических «ловушках».  
**Ключевые слова:** монтмориллонит, адсорбент, биомасса, эмульгатор.

УДК 551.24(479.22)+553.98.061.33

## **РОЛЬ ПЛИТНОЙ ТЕКТОНИКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УНИКАЛЬНЫХ И КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ КАВКАЗА).**

**Магалашвили Г. А.**

Высказано предположение, что вследствие длительного давления северного выступа Аравийской плиты, при продвижении её к северу, большая часть «грузинской» нефти должна была отжиматься как к востоку, в сторону нынешнего Азербайджана, так и к западу, в сторону нынешнего восточного побережья Чёрного моря. Не исключено, что аналогичные геодинамические процессы, в ряде случаев, отжимали нефть с сопредельных нефтепроизводящих провинций, способствуя тем самым формированию крупных, а порой и уникальных месторождений углеводородного сырья. Предлагается внести коррективы и в металлогению, в частности, в теорию рудообразовательного процесса, учитывая, что в одних случаях продвижение плит сдавливает рудоподводящие каналы и, наоборот, в других случаях способствует их раскрытию. Рекомендуются пересмотреть тактику поисковых работ на нефть в Грузии с учётом того, что глубоко- и сверхглубокопогруженные скопления нефти и газа в последнее время стали важнейшим резервом мировой нефтегазодобычи и это положение актуально и для условий Грузии.

**Ключевые слова:** Аравийская плита; нефтепроизводящие породы; продвижение плит.

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

УДК 622.24.276

### **МЕРЫ ПО УСТРАНЕНИЮ ПРОБЛЕМ СВЯЗАННЫХ С ПАРАФИНОМ В СКВАЖИНАХ.**

**Одишария Б., Санадзе Д., Чхобадзе В.**

В работе представлен новый метод очистки парафина с насосно-компрессорных труб (вместо соскабливания). К парафинированным трубам прикрепляют специальный кабель, по которому проходит пульсированный ток и нагревает до 800 с помощью электро-цифровой установки, в результате чего заглуженной пространство освобождается от парафина.

**Ключевые слова:** насосно-компрессорные трубы- НКТ, соскабливание парафина, электро-цифровая установка нагревательного кабеля на НКТ.

УДК 622.24

### **АНАЛИЗ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН И ВЫБОР МЕТОДОЛОГИИ ДЛЯ БОРЬБЫ С НИМИ.**

**Варшоломидзе Г. Х., Чичинадзе А.**

Проанализированы те основные осложнения, которые следуют в процессе бурения интервалов тектонических возмущений. Рассмотрены также те дополнительные условия, которые служат уходом или улучшению указанных осложнений. Также указаны те основные мероприятия, которые должны быть учтены при проектировании бурения.



**Ключевые слова:** сужение ствола; обрушение; образование каверны; поглощение смеси; выявление флюидов; эффект баллонирования.

УДК 622.24

**АНАЛИЗ ПРИЧИН, ВЫЗЫВАЕМЫХ ПРИХВАТ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА, И ИХ ПРЕВЕНЦИЯ.** Варшаломидзе Г. Х., Чичинадзе А.

Перечислены основные причины прихвата бурильного инструмента во время бурения нефтяных и газовых скважин. Проанализированы некоторые основные примеры из перечисленных причин. Также перечислены те превенционные меры, при которых в проведении процесса бурения можно избежать схожих прихватов бурового инструмента.

**Ключевые слова:** под бурового инструмента; прихват инструмента; обрушение; сужение ствола; поглощение смеси; грифоны.

УДК 622.24

**КОМБИНИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ ВОДНЫМ ЭКСТРАКТОМ ЧАЙНЫХ ОТХОДОВ И КАЛЬМАТРОНОМ.** Варшаломидзе Г. Х., Сурамелашвили М. Р., Чичинадзе А., Хецуриани Г.

«Кальматрон» рекомендуется использовать в цементных растворах в качестве защитного материала при цементировании скважины бетонных и железобетонных конструкций в условиях воздействия воды и защиты от коррозии при воздействии глубинных агрессивных сред, в качестве уплотняющего и герметизирующего материала для стыков, швов, трещин и других дефектных участков пород, при бурении нефтяных и газовых скважин.

**Ключевые слова:** скважина, цементирование, «кальматрон», цементирующие растворы.

УДК 622.24

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕНТРИРОВАННОГО КОЛОНКОВОГО СНАРЯДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДА КЕРН ПРИ РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ.** Варшаломидзе Г. Х., Хитаришвили В. Э.

При разведочном бурении в сложных геологических условиях с применением обыкновенным колонковым снарядом наблюдается неполный выход керна, основными причинами получения керна низкого качества является частое чередование пород различной твердости, трещиноватость которой приводит к разрушению, истиранию и дробление керна. В некоторых случаях заклинивание керна может привести к выпаданию керна из колонкового снаряда во время извлечения из скважин. С целью предотвращения вышеуказанных недостатков необходимо применение центрированных колонковых снарядов. Производственная практика показывает что проводка скважина центрированным колонковым снарядом по сравнению обыкновенным колонковым снарядом увеличивается выход керна на 15-20%, улучшаются технические показатели бурения.

**Ключевые слова:** центрированный колонковых снаряд, увеличение выхода керна, повышение эффективности бурения.

УДК 622:276.7

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ С ПЛАСТОМ СКВАЖИНЫ.** Хитаришвили Т., Гогуадзе И. К.

Для улучшения притока нефти в призабойную зону скважины нефтяного месторождения, рассмотрены средства которые применяют при проведении в скважине ремонтных работ. Приведены ан-

ализ и средств. Также рассмотрено влияние глубинного эффекта электромагнитного поля и показаны возможности создания новых путей, которые ощутимо улучшают приток нефти в скважину.

**Ключевые слова:** давление пласта; статическое давление; призабойная зона; кольматация; влияние электромагнитного поля.

УДК 681.3.622.24

## **В ПРОГРАМИРОВАНИИ СИСТЕМ СВЯЗИ MWD И LWD ИЗ БАЗ ДАННЫХ ДО ТЕХНОЛОГИИ UML. Азмаифарашвили Л. Г., Гогоадзе И. К.**

В работе даны использованные компьютерной технологии в наклонно-направленной-в горизонтальной бурении скважины с целью формирования управлений траекторий скважины. Построение технологии с использованием базы данных.

**Ключевые слова:** MWD и LWD системы, UML технология, база данных.

УДК 622.24

## **БУФЕРНЫЕ ЖИДКОСТИ. Сурамелашвили М. Р., Чхеидзе Н. О.**

Буферная жидкость используется при бурении, главным образом для предотвращения смешения бурового и тампонажного растворов и очистки стенок скважин. Различают следующие буферные жидкости: пресная вода; вода, насыщенная солями, диспергирующими агентами и др.; растворы кислот; дизельное топливо (нефть), смешанное с ПАВ(поверхностно активные вещества); Буферная жидкость эффективно вытесняет буровые растворы в скважине, смывает остатки буровых растворов со стенок скважин, каверн и желобов, предотвращает загустевание буровых и тампонажных растворов, повышает адгезию цементного камня к стенкам скважины и обсадной трубы, предупреждает коррозию обсадных труб.

**Ключевые слова:** Бурение, буферная жидкость, буровые растворы, скважина, промывка скважин.

## **СЕКЦИЯ МЕТАЛЛУРГИИ**

УДК 669.1.017:621.774.35

## **СПОСОБЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СФЕРОИДИЗАЦИИ ЧУГУНОВ. Барбакадзе О.Г., Копалеишвили В. П., Бараташвили М.В., Ломидзе Р.Е., Бакрадзе Р.М., Футкарадзе Г.Ш.**

Рассмотрено получение графита сферической формы при использовании основного модификатора магния. Осуществлен сравнительный анализ модифицирующих свойств магния, церия, кальция. Рассмотрено имеющееся в технической литературе оборудование, предназначенное для сфероидизации графита в чугунах и проделан его сравнительный анализ. Даны разработанные авторами конструкции двух новых ковшов и обоснована необходимость замены существующих ковшом предложенной универсальной конструкции, что даст возможность весь технологический процесс сделать универсальным. Это, в свою очередь, ощутимо положительно повлияет на улучшение качества выпускаемой продукции. Наряду с этим следует отметить, что предложенный ковш не требует существенных изменений в конструкции.

**Ключевые слова:** сферографический чугун, предшествующая сфероидизации инокуляция; десульфурация, бейнит, модифицирование магнием; NRIP-эффект; фулерная идеология.

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**ნავთობის მოპოვება საბადოების მიხედვით**

საბადო	მოპოვებული ნავთობი 2008 წ. IV კვ. ტონა
1. მიტხანა	932.910
2. პატარა შირაქი	127.250
3. ნორი	201.922
4. სუფსა	35.040
5. საცხენისი	61.548
6. აღმ. ჭალაღიდი	–
7. სამბორი	6765.718
8. ტარბანა	1015.350
9. შრომისუბანი	319.360
10. თელეთი	2233.287
11. სამგ. სამ. თალი	518.655
12. ღას. რუსთავი (კრწანისი)	664.261
13. ნაზარლევი	102.250
14. მწარეხევი	1053.990
15. ბაილა	5.730
<i>სულ</i>	14037.271
სულ თავისუფალი გაზი ათ. მ <sup>3</sup>	3654.170
1. ნონოქონი	3654.170
2. რუსთავი	0.000

საბადო	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. I კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. II კვ. ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. III კვ.ტონა	მოპოვებული ნავთობი 2009 წ. IV კვ. ტონა	2009წ. მოპოვებული ჯამური ნავთობი. ტონა
1. მიტხანა	936.530	1029.680	955.89	934.03	3856.130
2. პატარა შირაქი	104.490	101.080	99.6	100.040	405.210
3. ნორი	111.250	137.158	100.185	94.455	443.048
4. სუფსა	40.680	48.630	48.17	51.91	189.390
5. საცხენისი	50.644	27.170	25.544	16.853	120.211
6. აღმ. ჭალაღიდი	–	–	–	–	–
7. სამბორი-პატარაქვი	1727.348	1914.016	1619.199	1509.026	6769.589
8. ნონოქონი	5078.819	4825.762	4361.517	4342.515	18608.613
9. ტარბანა	833.690	681.200	672.19	649.94	2837.020
10 შრომისუბანი	221.650	190.110	165.89	156.29	733.940
11 თელეთი	2078.889	2149.779	2380.001	2504.282	9112.951
12 სამბორის სამხრეთი თალი	406.010	496.990	443	439.03	1785.030
13 ღას. რუსთავი (კრწანისი)	663.440	691.550	694.6	689.95	2739.540
14. ნაზარლევი	98.610	100.080	93.1	94.56	386.350
15 მწარეხევი	1691.270	1498.450	1355.08	1389.88	5934.680
16 ბაილა	5.460	5.910	5.75	5.71	22.830
<i>სულ</i>	14048.780	13897.565	13019.716	12978.471	53944.532
სულ თავისუფალი გაზი ათ. მ <sup>3</sup>	3985.067	3261.310	1699.700	2296.030	11242.107
1. ნონოქონი	3985.067	3261.310	1699.7	2296.030	11242.107
2. რუსთავი					

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

საბაზო	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2010 წ. I კვ. ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2010 წ. II კვ. ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2010 წ. III კვ.ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2010 წ. IV კვ.ტონა	2010წ. მოკვლე- ბული ჯამური ნაპოვნი. ტონა
1. მიწხაანო	948.600	1035.330	1049.83	1113.57	4147.330
2. პატარა შირაქი	92.850	92.660	93.08	86.100	364.690
3. ნორიო	146.161	141.889	158.926	280.509	727.485
4. სუფსა	25.060	34.280	65.721	65.08	190.141
5. საცხენისი	37.440	27.560	7.776	16.861	89.637
6. აღმ. ჭალაღიღი	–	3.868	11.249	0.757	15.874
7. სამგორი-პატარაქული	1534.122	1485.927	1498.922	1393.59	5912.561
8. ნინოწმინდა	4393.000	4301.000	4281.000	4250.000	17225.000
9. ტარბაგანა	626.760	620.600	583.58	575.71	2406.650
10. შრომისუბანო	78.640	143.450	355.019	319.48	896.589
11. თელეთი	2407.199	2340.093	2470.566	2414.59	9632.448
12. სამგორის სამხრეთი თალი	524.200	457.499	381.5	446.65	1809.849
13. დს. რუსთავი (კრწანისი)	690.550	685.500	712.5	760.5	2849.050
14. ნახარლები	95.278	91.310	90.71	95.3	372.598
15. მწარმენი	1263.620	1213.400	1254.6	1014.5	4746.120
16. ბაილა	5.420	5.710	5.87	5.93	22.930
17. ვეძევი	2.942	2.800	1.874	2.486	10.102
18. შუაბორა	–	–	18.509	2.627	21.136
<b>სულ</b>	<b>12871.842</b>	<b>12682.876</b>	<b>13041.232</b>	<b>12844.240</b>	<b>51440.190</b>
<b>სულ თავისუფალი გაზი ათ. გ³</b>	<b>2399.440</b>	<b>1795.430</b>	<b>1676.810</b>	<b>1573.890</b>	<b>7445.570</b>
1. ნინოწმინდა	2399.440	1795.430	1676.81	1573.890	7445.570
2. რუსთავი					

საბაზო	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2011 წ. I კვ. ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2011 წ. II კვ. ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2011 წ. III კვ.ტონა	მოკვლევა- ლი ნაპოვ- ნი 2011 წ. IV კვ.ტონა	2011 წ. მოკვლევილი ჯამური ნაპ- ოვნი. ტონა
1. მიწხაანო	1050.280	979.180	993.02	1044.48	4066.960
2. პატარა შირაქი	80.080	84.430	85.03	79.450	328.990
3. ნორიო	439.579	574.495	638.832	632.259	2285.165
4. სუფსა	70.186	70.570	69.914	66.777	277.447
5. საცხენისი	25.394	24.062	123.275	103.434	276.165
6. აღმ. ჭალაღიღი	3.379	4.494	5.758	3.485	17.116
7. სამგორი-პატარაქული	1266.636	1245.051	1214.697	1307.516	5033.900
8. ნინოწმინდა	3908.960	3995.376	4076.913	4140.510	16121.759
9. ტარბაგანა	518.300	488.550	467.26	454.92	1929.030
10. შრომისუბანო	318.020	366.690	268.37	237.424	1190.504
11. თელეთი	2319.005	2324.117	2305.978	2205.933	9155.033
12. სამგორის სამხრეთი თალი	428.540	364.041	544.68	616.1	1953.361
13. დს. რუსთავი (კრწანისი)	734.900	731.150	737.98	737.14	2941.170
14. ნახარლები	95.390	94.020	91.51	92.9	373.820
15. მწარმენი	857.090	982.830	1063.27	1063.88	3967.070
16. ბაილა	5.580	5.650	5.61	5.75	22.590
17. ვეძევი	1.673	3.674	–	–	5.347
18. შუაბორა	–	–	–	–	0.000
<b>სულ</b>	<b>12122.992</b>	<b>12338.380</b>	<b>12692.097</b>	<b>12791.958</b>	<b>49945.427</b>
<b>სულ თავისუფალი გაზი ათ. გ³</b>	<b>1707.197</b>	<b>1417.928</b>	<b>1156.131</b>	<b>1416.734</b>	<b>5697.990</b>
1. ნინოწმინდა	1707.197	1417.928	1156.131	1416.734	5697.990
2. რუსთავი					

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

საბაზო	მოკრეგებული ნავთობი 2012 წ. I კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2012 წ. II კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2012 წ. III კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2012 წ. IV კვ. ტონა	2012 წ. მოკრეგებული ჯამური ნავთობი. ტონა
1. მიწზეაანი	934.910				934.910
2. პატარა შირაძი	80.930				80.930
3. ნორიო	757.177				757.177
4. სუფსა	60.949				60.949
5. საცხენისი	76.348				76.348
6. ალმ. ჰალაღილი	–				0.000
7. სამგორი-პატარაშვილი	1292.802				1292.802
8. ნინოწმინდა	4045.958				4045.958
9. ტარიბანა	459.290				459.290
10. შრომისუბანი	300.004				300.004
11. თელეთი	2077.127				2077.127
12. სამგორის სამხრეთი თალი	708.400				708.400
13. ღას. ოსთაში (კრწანისი)	731.538				731.538
14. ნაზარეზი	89.740				89.740
15. მწარმეხვი	1020.000				1020.000
16. ბაილა	5.550				5.550
17. ვეძევი	–				0.000
18. შუბორა	–				0.000
<b>სულ</b>	<b>12640.723</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>12640.723</b>
<b>სულ თავისუფალი ბაზი ათ. გ³</b>	<b>1420.916</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	<b>1420.916</b>
1. ნინოწმინდა	1420.916				1420.916
2. ოსთაში					

საბაზო	მოკრეგებული ნავთობი 2010 წ. I კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2010 წ. II კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2010 წ. III კვ. ტონა	მოკრეგებული ნავთობი 2010 წ. IV კვ. ტონა	მოკრეგებული ჯამური ნავთობი. ტონა 2010წ
1. მიწზეაანი	948.600	1035.330			1983.930
2. პატარა შირაძი	92.850	92.660			185.510
3. ნორიო	146.161	141.889			288.050
4. სუფსა	25.060	34.280			59.340
5. საცხენისი	37.440	27.560			65.000
6. ალმ. ჰალაღილი	–	–			–
7. სამგორი-პატარაშვილი	1534.122	1485.927			3020.049
8. ნინოწმინდა	4393.000	4301.000			8694.000
9. ტარიბანა	626.760	620.600			1247.360
10. შრომისუბანი	78.640	143.450			222.090
11. თელეთი	2407.199	2340.093			4747.292
12. სამგორის სამხრეთი თალი	524.200	457.499			981.699
13. ღას. ოსთაში (კრწანისი)	690.550	685.500			1376.050
14. ნაზარეზი	95.278	91.310			186.588
15. მწარმეხვი	1263.620	1213.400			2477.020
16. ბაილა	5.420	5.710			11.130
<b>სულ</b>	<b>12868.900</b>	<b>12676.208</b>			<b>25545.108</b>
<b>სულ თავისუფალი ბაზი ათ. გ³</b>	<b>2399.440</b>	<b>1795.430</b>			<b>4194.870</b>
1. ნინოწმინდა	2399.440	1795.430			4194.870
2. ოსთაში					

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**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.

**განვომილება**

**სიბრტე**

	დუიმი	ფუტი	იარღი	მილი	მმ	სმ	მეტრი
დუიმი	////	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.

**ტონა**

	უნცია	ფუნტი	მოლავ.ტონა	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.ტონა	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	////

**ტენიკა**

	ატმოსფერო (კგ/სმ²)	PSI(ფუნტი/დუიმი²)	ფუნტი/დუიმი²
ატმოსფერო (კგ/სმ²)	////	0,0625	3,125E-5
PSI(ფუნტი/დუიმი²)	16	////	0,0005
ფუნტი/დუიმი²	32000	2000	////

**მოცულობა**

	დუიმი³	ფუტი³	ბარელი³	მმ³	სმ³	მ³
დუიმი³	////	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**

	უნცია	პინტა	კვარტა	გალონი	ბარელი	ლიტრი	მ <sup>3</sup>	მ <sup>3</sup>
უნცია	////	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
ბარელი	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, ბარელი, 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	////

ტემპერატურა

(<sup>0</sup>C) ცელსიუსით = (<sup>0</sup>F-32)\*519;

(<sup>0</sup>F) ფარენგეიტით = (<sup>0</sup>C)\*915+32.

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**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		$1,665655(86) \cdot 10^{-27} \text{კგ}$
ავოგადროს მუდმივა . . . . .	$N_A$	$6,02245 \cdot 10^{23} \text{მოლი}^{-1}$
ფარადეის 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 ( $t = 0^\circ \text{C}$ , $p = 101,325 \text{კპა}$ ). . . . .	$V_0$	$2,241 \cdot 10^{-2} \text{მ}^3 / \text{მოლი}$
ნორმალური ატმოსფერული წნევა . . . . .	$P_{\text{ნ.ატმ.}}$	$101325 \text{პა}$
თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (ნორმალური) . . . . .	$g_n$	$980665 \text{მ} / \text{წმ}^2$
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 . . . . .	$^1H$	$1,0782503 \text{მ.ა.ე.}$
ნეიტრონის ატომის მასა . . . . .	$^2H$	$2,014101179 \text{მ.ა.ე.}$
ჰელიუმის ატომის მასა . . . . .	$^4H$	$4,002603268 \text{მ.ა.ე.}$
ბორის ორბიტის რადიუსი . . . . .	$a_0$	$5,2917706 \cdot 10^{-11} \text{მ}$



სამართველოს მინერალური რესურსები

სიდიდეთა კოეფიციენტების გადაყვანა ამერიკული ერთეულებიდან СИ ერთეულებში

სიდიდის დასახელება	ამერიკული ერთეულები		СИ ერთეული		ერთეულის შესაბამისობა
	დასახელება	აღნიშვნა	დასახელება	აღნიშვნა	
სიგრძე	ფუტი დიუმი მილი	ft in mil	მეტრი	მ	1 ft = 0,3048 მ 1 in = 2,54X 10 <sup>-2</sup> მ 1 mil = 2,54X10 <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> = 9,2903X 10 <sup>-2</sup> მ <sup>2</sup> 1 in <sup>2</sup> = 6,4516X10 <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> = 2,8317X10 <sup>-2</sup> მ <sup>3</sup> bbl = 0,1590 მ <sup>3</sup> 1 gal = 3,7854X10 <sup>-3</sup> მ <sup>3</sup>
მასა	ფუნტი	lb	კილოგრამი	კგ	1 lb = 0,4536 კგ
ძალა, წონა	ფუნტი-ძალა დინა	lb din	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 დაძაბულობა	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-ფუტი	lb/(in <sup>2</sup> · ft)		პა/მ	1 lb/(in <sup>2</sup> · ft) = 2,262X10 <sup>-2</sup> პა/მ
ზედაპირული დაჭიმულობა	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 სიბლანტე	პუაზი	P	პასკალი-წამი	პა·წმ	1 p = 0,1 პა·წმ
შეღწევაძობა	დარსი	D	კვადრატული მეტრი	მ <sup>2</sup>	1 D = 1,0197X 10 <sup>-12</sup> მ <sup>2</sup> ≈ 1 მ <sup>2</sup>