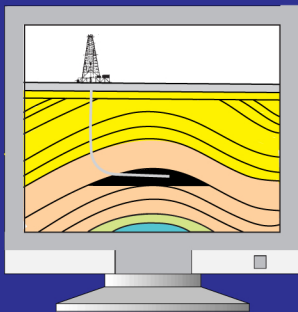
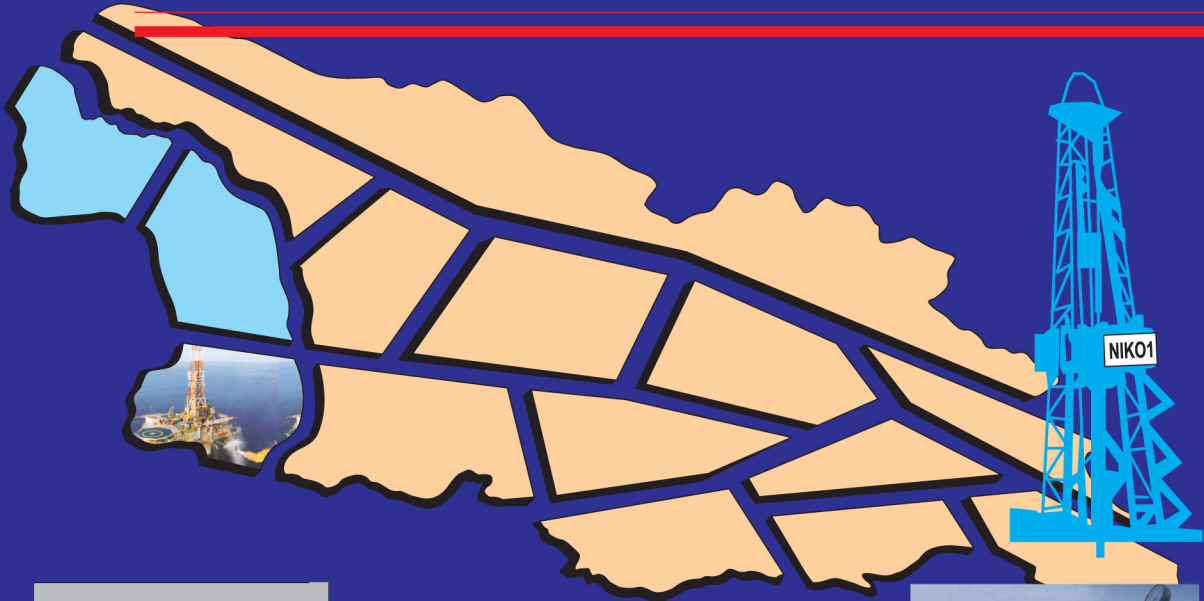


საერთაშორისო სპეციალურ-გეჰნიკური, სინფორმაციო-  
ანალიტიკური რეჟირირებული ჟურნალი

# საქართველოს ნავთობი და გაზი

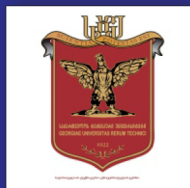


№34

თბილისი 2021 TBILISI



## GEORGIAN OIL AND GAS НЕФТЬ И ГАЗ ГРУЗИИ



საქართველოს ტექნიკური  
უნივერსიტეტი



სამთომომპოვებელი კომპანია  
„არემჯი“

ISSN-1512-0457

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური საინფორმაციო-ანალიტიკური  
რეფერირებული ჟურნალი

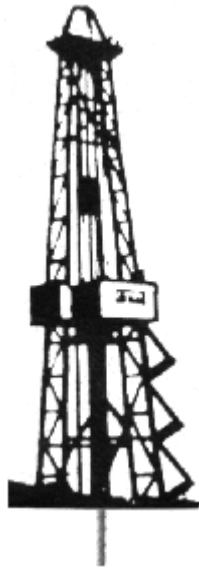
# სამართველოს ნავთობი და გაზი

Scientific-Technical Information-Analytical International Reviewed  
Journal

## GEORGIAN OIL AND GAS

Международный научно-технический информационно-  
аналитический реферированный журнал

## НЕФТЬ И ГАЗ ГРУЗИИ



№34

თბილისი

Tbilisi

Тбилиси

2021

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურმა, საინფორმაციო-ანალიტიკურმა, რეფერირებულმა ჟურნალმა „საქართველოს ნავთობი და გაზი“ გაიარა აკრედიტაცია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სასწავლო და სამეცნიერო ლიტერატურის სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოზე, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს №5 დადგენილებით - სადისერტაციო საბჭოების შესახებ. ზემოაღნიშნული საბჭოს №2 დადგენილებით (26.03.2008 წ.), დებულების 6, 2, 3 პუნქტების შესაბამისად, დოქტორანტურაში სწავლის პერიოდში დაცვამდე გამოქვეყნებული ნაშრომი სამეცნიერო ნაშრომად ჩაითვლება.

## სარედაქციო საბჭო Editorial Board

**აბშილავა ანზორი** - ტექნ. მეცნ. აკად. დოქტორი, სტუ-ის პროფ. (საქართველო, თბილისი).  
**Abshilava Anzori** – Prof., Technical Sciences Acad. Doctor (Tbilisi, Georgia).

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

**გოჩიტაიშვილი თეიმურაზი** - ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის სტრატეგიული დაგეგმვისა და პროექტების დეპარტამენტის უფროსი (საქართველო, თბილისი).

**Gochitashvili Teimuraz** – Dr.Sci, Professor, Advisor, Head of Strategic Planning Department at Georgian Oil and Gas Corporation (Tbilisi, Georgia).

**გურგენიძე დავითი** - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი, აკადემიური საბჭოს თავმჯდომარე, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, აკადემიური დოქტორი, პროფესორი (საქართველო, თბილისი).

**Gurgenidze Davit** - Rector of the Georgian Technical University, Chairman of the Academic Council, Candidate of Technical Sciences, Academic Doctor, Professor (Tbilisi, Georgia).

**გუჯაბიძე ირაკლი** - ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ., სტუ-ის „სამთო ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის უფროსი (საქართველო, თბილისი).

**Gujabidze Irakli** – Doctor of technical Science, professor, head of “mining technologies” department at GTU (Tbilisi, Georgia).

**ზაუტაშვილი ნანა** - აკად. დოქტორი, აიდიეს ბორჯომი საქართველო, უფროსი ჰიდროგეოლოგი და სანიტარიული დაცვის ზონების მთავარი ინჟინერი (საქართველო, თბილისი).

**Zautashvili Nana** – academic doctor, IDS Borjomi Georgia, Senior hydrogeologist and chief of sanitary protection zones (Tbilisi, Georgia).

**ზირაკაძე როლანდი** - აკად. დოქტორი, შპს „ბილჯ ვოტერ-ის“ გარემოსდაცვითი მმართველი. (საქართველო, თბილისი).

**Zirakadze Roland** – academic doctor, bilge water, manager of environment protection.

**თოფჩიშვილი მირიანი** - გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., პროფ., საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემიის წევრ-კორ. (საქართველო, თბილისი).

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

**თვალაბეიშვილი დავითი** - „საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის“ გენერალური დირექტორი (საქართველო, თბილისი).

**Tvalabeishvili D.** - General Director, “Georgian Oil and Gas Corporation (GOGC)”, (Tbilisi, Georgia).

**ლიპარტია თორნიკე** - აკად. დოქტორი, კომპანია „არემჯი-ს“ აღმასრულებელი დირექტორი (საქართველო, თბილისი).

**Lipartia Tornike** – academic doctor, executive director of RMG company (Tbilisi, Georgia).

**ლომინაძე თამაზი** – გეოლ.-მინ. მეცნ. დოქტ., სტუ-ის პროფ. (საქართველო, თბილისი).

**Lominadze Tamaz** – Prof. of GTU, Doctor of Geological-mineralogy Sciences. (Tbilisi, Georgia).

**ლობჯანიძე გელა** – ეკონომიკის მეცნ. აკად. დოქტ., სტუ-ის ასოც. პროფ. (საქართველო, თბილისი).

**Lobjanidze Gela** – Associated prof. of GTU, Acad. Doctor of economic Sciences (Tbilisi, Georgia).

**მაჭავარიანი ნოდარი** - აკად. დოქტორი, სტუ-ის ასოც. პროფ. (საქართველო, თბილისი).

**Machavariani Nodari** – Associated prof. GTU, Acad. Doctor (Tbilisi, Georgia).

**ჭიჭინაძე ალექსანდრე** - კომპანია „პეტროლიუმ ტექნოლოჯი ენდ ენჯინიარინგ-ის“ გენერალური დირექტორი, ტექნ. მეცნ. აკად. დოქტორი (საქართველო, თბილისი).

**Chichinadze Alexander** – General director of Company “Petroleum technology and engineering”, Academic Doctor of Technical Science (Tbilisi, Georgia).

**ღუდუშაური სოსო** - „სსგკ-ის“ მრჩეველი (საქართველო, თბილისი).

**Gudushauri Soso** – “GOGC” Advisor (Tbilisi, Georgia).

**ხეცურიანი გიორგი** – აკად. დოქტ., სტუ-ის ასოც. პროფ. (საქართველო, თბილისი).

**Khecuriani Giorgi** – Associated prof. GTU, Acad. Doctor (Tbilisi, Georgia).

**ხუნდაძე ნანა** – გეოლ.-მინ. მეცნ. აკად. დოქტ., სტუ-ის პროფ. (საქართველო, თბილისი).

**Khundadze Nana** – Prof. GTU, Acad. Doctor of Geological-mineralogy Sciences, (Tbilisi, Georgia).

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

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

ჟურნალის მთავარი რედაქტორი, პროფ. თ. ბარაბაძე  
**T. Barabadze** Editor-in-chief of the Journal.

სარედაქციო კოლეგია  
**Editorial Board**

ბ. კახაძე, მ. დურგლიშვილი, შ. კელეპტრიშვილი

**B. Kakhadze, M. Durglishvili, Sh. Keleptrishvili**

ტექნ. რედაქტორები:  
**Technical Editors:**

ლ. მამალაძე - რედაქტორი (საქართველო, თბილისი)

**Mamaladze L.** - Editor (Tbilisi, Georgia)

ნ. ქარდავა - რედაქტორი (საქართველო, თბილისი)

**Kardava N.** - Editor (Tbilisi, Georgia)

ა. ეგოროვა - რედაქტორი (საქართველო, თბილისი)

**Egorova A.** - Editor (Tbilisi, Georgia)

ც. ხარატიშვილი - კომპ. უზრუნველყოფა (საქართველო, თბილისი)

**Kharatishvili Ts.** – Computer Software (Tbilissi, Georgia)

ჩვენი მისამართი: 0160 თბილისი, კოსტავას 75, სტუ-ის III კორპუსი, ოთახი 418

ტელ.: 558177582

E-mail: [mimartuleba@hotmail.com](mailto:mimartuleba@hotmail.com);

**Our Address: Georgia, Tbilisi, 0160, 75 Kostava St. GTU, Block III, room 418**

Tel.: 558177582

E-mail: [mimartuleba@hotmail.com](mailto:mimartuleba@hotmail.com);

ჟურნალი გამოდის 2000 წლიდან. რეგულირდება ქართულ რეგულირებულ ჟურნალში, ВИНТИ-ს რეგულატულ ჟურნალსა და მონაცემთა ბაზებში.

Published Since 2000. Abstracted\Indexed

ჩვენი მიზანია გავზარდოთ ქვეყნის ენერგეტიკული პოტენციალი, ამ მიზნის განსახორციელებლად ვაქვეყნებთ მოწინავე და უახლესი კვლევების შედეგებს, რამაც ხელი უნდა შეუწყოს კადრების პროფესიული დონის ამაღლებას. მენავთობეობა 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 „საქართველოს 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 ქიმია;  | 05.14.00 - ენერგეტიკა;  |
| 02.00.13 - ნავთობქიმია;  | 05.14.01 - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები;                                       |
| 02.00.01 - ზოგადი და რეგიონალური გეოლოგია;   | 05.14.08 - ენერჯის განახლებადი სახეების გარდაქმნა, დანადგარები და კომპლექსი მათ ბაზაზე; |
| 04.00.06 - ჰიდროგეოლოგია;  | 05.14.10 - ჰიდროელექტროსადგურები და ჰიდროენერგეტიკული დანადგარები;                      |
| 04.00.07 - საინჟინრო გეოლოგია;   | 05.14.14 - თბოელექტროსადგურები (თბური ნაწილები);  |
| 04.00.08 - პეტროლოგია, გეოქიმია;   | 05.14.15 - ელექტროქიმიური ენერგოდანადგარები;  |
| 04.00.09 - პალეონტოლოგია და სტრატეგრაფია;  | 05.14.16 - გარემოს დაცვის ტექნიკური საშუალებები და მეთოდები (დარგების მიხედვით);        |
| 04.00.11 - ლითონური და არალითონური საბადოების გეოლოგია, ძებნა და ძიება;                                | 05.15.00 - სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავება;   |
| 04.00.12 - სასარგებლო ნამარხთა ძებნა-ძიების გეოფიზიკური მეთოდები;                                      | 05.15.01 - მარკშიდერია;   |
| 04.00.13 - სასარგებლო ნამარხთა საბადოების ძიების გეოქიმიური მეთოდები;                                  | 05.15.02 - წიაღისეულ საბადოთა ღია დამუშავება;   |
| 04.00.17 - ნავთობის და გაზის საბადოების გეოლოგია, ძებნა და ძიება;                                      | 05.15.04 - მიწისქვეშა ნაგებობათა და საშახტო მშენებლობა;                                 |
| 04.00.20 - მინერალოგია, კრისტალოგრაფია;  | 05.15.06 - ნავთობისა და გაზის საბადოების დამუშავება და ექსპლუატაცია;                    |
| 04.00.21 - ლითოლოგია;  | 05.15.08 - სასარგებლო წიაღისეულის გამდიდრება;   |
| 05.02.22 - მანქანების დინამიკა და სიმტკიცე;  | 05.15.10 - ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვა;                                      |
| 05.04.07 - ნავთობისა და გაზის მრეწველობის მანქანები და აგრეგატები;                                     | 05.15.11 - სამთო წარმოების ფიზიკური პროცესები;  |
| 05.04.09 - ნავთობგადამამუშავებელი და ქიმიური წარმოების მანქანები და აგრეგატები;                        | 05.16.01 - ლითონთმცოდნეობა და ლითონების თერმული დამუშავება;                             |
| 05.05.06 - სამთო მანქანები;  | 05.16.06 - ფხვნილთა მეტალურგია და კომპოზიციური მასალები;                                |
| 05.05.05 - ამწე-სატრანსპორტო მანქანები;  | 05.16.13 - ნავთობგაზსადენის ბაზებისა და საცავების მშენებლობა და ექსპლუატაცია;           |
| 05.09.01 - ელექტრომექანიკა;  | 05.17.14 - მასალათა ქიმიური წინაღობა და კოროზიისა-გან დაცვა;                            |
| 05.09.10 - ელექტროტექნიკა;   | 05.23. 61 - ჰიდრაულიკა და საინჟინრო ჰიდროგეოლოგია;                                      |
| 05.09.16 - ელექტრომაგნიტური შეთავსებადობა და ეკოლოგია;   | 05.24.00 - გეოდეზია;  |
| 05.11.16 - საინფორმაციო-საზომი სისტემები (დარგების მიხედვით);  | 08.00.07 - სექტორული ეკონომიკა, მენეჯმენტი;   |
| 05.13.00 - ინფორმატიკა, გამოთვლითი ტექნიკა და ავტომატიზაცია;   | 08.00.09 - ბუნებათსარგებლობისა და გარემოს დაცვის ეკონომიკა;                             |
| 05.13.07 - ტექნოლოგიური პროცესებისა და წარმოების ავტომატიზაცია დარგების შესაბამისად;                   | 08.00.12 - მიკროეკონომიკა და მარკეტინგი;  |
| 05.13.12 - დაპროექტების ავტომატიზაციის სისტემები;  | 13.00.02 - გრაფიკული დისციპლინების სწავლების მეთოდები.                                  |
| 05.13.16 - გამოთვლითი ტექნიკის, მათემატიკური მოდელირების და მეთოდების გამოყენება სამეცნიერო კვლევებში; |   |

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 IOS სტანდარტის მოთხოვნის მიხედვით (იხ. დანართი).

2. კომპიუტერზე ნაშრომის მომზადებისას აუცილებელია შემდეგი მოთხოვნების შესრულება:

ა) ნაშრომი უნდა მომზადდეს Microsoft Word-ში ცხრილებისა და ფორმულების რედაქტორების გამოყენებით;

ბ) სამუშაო ქაღალდის ველის ზომები: ზედა-40 მმ, ქვედა-30 მმ, მარცხენა-20 მმ, მარჯვენა-20 მმ;

გ) ნახაზების და ფოტოების კომპიუტერული ვარიანტი აუცილებლად იყოს jpg ფორმატში;

დ) ქართულ ენაზე შესრულებული ნაშრომი უნდა აიწყოს Sylfaen, ინგლისურ ან რუსულ ენებზე შესრულებული ნაშრომი Times New Roman შრიფტით.

ე) ნაშრომის რეზიუმე უნდა შესრულდეს შრიფტით 10; საკვანძო სიტყვები - შრიფტით 10; ნაშრომის ტექსტი - შრიფტით 12;

3. ნაშრომი წარმოდგენილი უნდა იყოს დისკეტაზე და ერთ ეგზემპლარად დაბეჭდილი A4 ფორმატის ქაღალდზე;

4. ნაშრომს თან უნდა ახლდეს ამავე დარგის სპეციალისტების 2 რეცენზია 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 სამი სტატიის გამოქვეყნებაა დაშვებული.;

11. დაუშვებელია ერთი სტატიის ავტორთა რაოდენობა ხუთს აღემატებოდეს.

12. ზემოაღნიშნული მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში სტატია არ მიიღება.

**ჟურნალი გამოიცა სამთომომპოვებელი  
კომპანია „არემჯის“ მხარდაჭერით**

ჟურნალს ვუძღვნით მომავალ თაობას, რომელმაც უნდა იზრუნოს ქვეყნის გაერთიანებისათვის, ხალხის 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 ქვეყნის ინტერესებშია, რომ ქვეყანაში მოპოვებული ნავთობი და გაზი ადგილზე გადამამუშავდეს.

**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.**





**უ ი ნ ა ა რ ს ი**

**გეოქიმიის სექცია**

**ზ. მჭედლიშვილი ნ. რაჭველიშვილი.** ფორმის მახსოვრობის მქონე ლითონები და მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. . . . . **14**

**ზ. მჭედლიშვილი, ნ. რაჭველიშვილი.** ნიკელის ახალი შენადნობების სტრუქტურა და თვისება, მათი გამოყენება სამთო-სამრეწველო და ტექნიკის სხვა დარგებში. . . . . **17**

**ზ. მჭედლიშვილი.** ღერპული მკუმშავი დატვირთვის ქვეშე მყოფი საფეხურიანი ღეროს მდგრადობის კვლევა. . . . . **21**

**ნ. რაჭველიშვილი ზ. საბაშვილი.** ახალი ტიტანის შენადნობების სინთეზი და მათი გამოყენება სამთო მანქანებსა და კომპლექსებში. . . . . **27**

**ეკონომიკისა და მარკეტინგის სექცია**

**გ. ლობჯანიძე, ბ. კახაძე, ქ. მდინარაძე, გ. ხეცურიანი, გ. ნანიტაშვილი.** ნავთობგაზის ინდუსტრიის გლობალური ტენდენციები და განვითარების პერსპექტივები კორონაეკონომიკის პერიოდსა და პირობებში. . . . . **31**

**გეოლოგიის სექცია**

**ნ. ჯიქია.** საქართველოს ტერიტორიაზე ბიტუმების ზედაპირული გამოვლინების მოკლე დახასიათება. . . . . **46**

**მ. სურამელაშვილი.** რიონის მთათაშუა როფის ტექტონიკური აგებულება. . . . . **51**

**მ. სურამელაშვილი, რ. პაატაშვილი.** ნავთობგაზწარმომქმნელი შესაძლო წყებები რიონის დეპრესიაში. . . . . **56**

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

**ნ. მაჭავარიანი, ვ. ხითარიშვილი, ვ. გოდაბრელიძე, მ. გარუჩავა.** დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის ეფექტურობის ამაღლება ბრუნვით მართვადი სისტემის გამოყენებით. **60**

**ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი, თ. ტურიაშვილი, ნ. მაისურაძე, მ. გარუჩავა.** ჰორიზონტალური ჭაბურღილების მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ნავთობის მოპოვების გაზრდის მიზნით. . . . . **65**

**ვ. გოდაბრელიძე.** MWD ტელემეტრიული სისტემით ინფორმაციის გადაცემა გამრუდებული ჭაბურღილების ბურღვისას ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე. . . . . **71**

**ნ. ხუნდაძე, გ. ხეცურიანი, მ. გვენეტაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი.** რევერსიული ბურღვის ხერხის გამოყენებით ჭაბურღილების გაყვანის ეფექტურობის ამაღლება საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბნებზე. . . . . **81**

**უ ი ნ ა ა რ ს ი**

**ენერგეტიკული სისტემების და კომპლექსების სექცია**

ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა. გაზის დარგის განვითარების ტენდენციები, რეგულაციები და ფინანსური ინსტრუმენტები თანამედროვე ევროპაში. . . . .	88
ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა. ბუნებრივი გაზი და ევროკავშირის ენერგეტიკული სტრატეგია. . . . .	98
ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა. ბუნებრივი გაზის დივერსიფიკაციის პრობლემები ევროპის ქვეყნებში. . . . .	106

**უსაფრთხოების ტექნიკის სექცია**

მ. ქიტოშვილი, ფ. ელიზარაშვილი. ჯანმრთელობისთვის საშიში ჰაერი. . . . .	117
ნ. რაზმაძე, მ. ქიტოშვილი. შრომის დაცვა და უსაფრთხოების მდგომარეობა სამუშაო ადგილებზე. . . . .	123

**ინფორმაცია**

ჯ. ტატიშვილი, ც. კვერნაძე. გლობალიზაციის რისკ-ფაქტორები და მათი მინიმიზაციის გზები. . . . .	128
---	-----

**ხსოვნა**

ირაკლი გოგუაძე. . . . .	131
გურამ ვარშალომიძე. . . . .	133
გოდერძი ტაბატაძე. . . . .	135
ომარ ონიაშვილი. . . . .	137

**რეზერატები**

რეფერატები. . . . .	139
---------------------	-----

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**განზომილების ერთეულები**

**C O N T E N T S**

**SECTION OF GEOCHEMISTRY**

**Z. Mchedlishvili, N. Rachvelishvili.** Structure and properties of new nickel alloys and their application in mining and other fields of technology. . . . . **14**

**N. Rachvelishvili Z. Sabashvili.** Synthesis and application of new titanium alloys in mining machines and complexes. . . . . **17**

**Z. Mchedlishvili, N. Ratshvelishvili.** Metals with shape memory and their physical and mechanical Properties. **21**

**Z. Mchedlishvili.** Studies of stability of stepped rod loaded at ends under axial compressive forces. . . . . **27**

**SECTION OF ECONOMICS AND MARKETING**

**G. Lobjanidze., B. Kakhadze, K. Mdinaradze, G.Khetsuriani, G. Nanitashvili.** G Global Trends and development Prospects for the Oil and Gas Industry in the Corona Economy Period and Conditions. . . . . **31**

**SECTION OF GEOLOGY**

**N. Jikia.** Short characteristics of Bitumen revelation on the territory of Georgia. . . . . **46**

**M. Suramelashvili.** The tectonic structure of the Rioni intermountain plain. . . . . **51**

**M. Suramelashvili, R. Paatashvili.** Possible series of Oil-and-Gas formations on the Rioni Depression. . . . . **56**

**SECTION OF DRILLING TECHNIQUES AND TECHNOLOGY,  
 AUTOMATIC MANAGEMENT SYSTEMS**

**N. Machavariani, V. Khitarishvili, V. Godabrelidze, M. Garuchava.** Increasing efficiency of drilling inclined directional and horizontal wells using a rotary steerable system. . . . . **60**

**V. Khitarishvili, N. Machavariani, T. Turiashvili, N. Maisuradze, M. Garuchava.** Construction of horizontal wells using modern technologies for increased oil extraction. . . . . **65**

**V. Godabrelidze.** Data transmission by MWD telemetry system while drilling the directional wells in Ninotsminda oil and gas field. . . . . **71**

**N. Khundadze, G. khetsuriani, M. Gvenetadze, V. Khitarishvili, N. Machavariani.** Increasing efficiency Sakdrisi-Kachagiani gold and copper mining area applying reverse drilling methods. . . . . **81**

**SECTION OF POWER ENGINEERING SYSTEMS AND COMPLEXES**

**I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua.** Trends, regulations and financial instruments for the development of gas industry in modern Europe. . . . . **88**

---

---

## C O N T E N T S

I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua. Natural gas and power engineering strategy of EU. . . . .	98
I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua. Problem of natural gas diversification in European countries. . . . .	106

## SECTION OF SECURITY TECHNICS

M. Kitoshvili, P. Elizarashvili. Dangerous air for health. . . . .	117
N. Razmadze, M. Kitoshvili. Labour protection and security state in the Workplace. . . . .	123

## INFO

J. Tatishvili, Ts. Kvernadze. Risk factors of globalization and ways of minimizing them. . . . .	128
--	-----

## MEMORY

I. Gogvadze. . . . .	131
G. Varshalomidze. . . . .	133
G. Tabatadze . . . . .	135
O. Oniashvili. . . . .	137

## SUMMARIES

Summaries. . . . .	139
--------------------	-----

## MINERAL RESOURCES OF GEORGIA

## UNITS DIMENSIONAL

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ ГЕОХИМИИ

- З. Т. Мchedlishvili, Н. Дж. Рачвелишвили.** Металлы с памятью формы и их физико-механические свойства..... **14**
- З. Т. Мchedlishvili, Н. Дж. Рачвелишвили.** Структура и свойства новых никелевых сплавов и их применение в горнопромышленной и других областях техники. .... **17**
- З. Т. Мchedlishvili.** Исследования устойчивости ступенчатого стержня, нагруженного по концам осевыми сжимающими усилиями. .... **21**
- Н. Дж. Рачвелишвили, З. В. Сабашвили.** Синтез и применение новых титановых сплавов в горных машинах и комплексах. .... **27**

### СЕКЦИЯ ЭКОНОМИКИ И МАРКЕТИНГА

- Г. З. Лобджанидзе, Б. Г. Кахадзе, К. Л. Мдинарадзе., Г. Д. Хецуриани, Г. Наниташвили.** Глобальные тенденции и перспективы развития нефтегазовой индустрии в период и в условиях коронаэкономимики. .... **31**

### СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

- Н. Джикия.** Краткая характеристика поверхностных проявлений битумов на территории Грузии ..... **46**
- М. Сурамелашвили.** Тектоническое строение Рионской межгорной впадины..... **51**
- М. Сурамелашвили, Р. Пааташвили.** Возможный ряд нефте- и газообразования в Рионской депрессии..... **56**

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

- Н.А. Мачавариани, В. Э. Хитаришвили, В. Т. Годабрелидзе, М. Гаручава.** Повышение эффективности наклонно-направленного и горизонтального бурения с помощью роторно-управляемой системы..... **60**
- В. Э. Хитаришвили, Н. А. Мачавариани, Т. Н. Туриашвили, Н. Н. Маисурадзе, М. Гаручава.** Строительство горизонтальных скважин с применением современных технологий для увеличения добычи нефти..... **65**

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

**В. Т. Годабрелидзе.** Передача информации по телеметрическим системами MWD при бурении искривлённых скважин на нефтегазоносной площади Ниноцминди. .... **71**

**Н. Ш. Хундадзе, Г. Д. Хецуриани, М. Гвенетадзе, В. Э. Хитаришвили, Н. А. Мачавариани.** Повышение эффективности проводки скважин с применением способа реверсивного бурения. .... **81**

### СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

**И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.** Тенденции развития газового сектора, правила и финансовые инструменты в современной Европе..... **88**

**И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.** Природный газ и энергетическая стратегия Евросоюза. .... **98**

**И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.** Проблемы диверсификации природного газа в странах Европы. .... **106**

### СЕКЦИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

**М. Китошвили, П. Елизарашвили.** Опасный воздух для здоровья..... **117**

**Н. Размадзе, М. Китошвили.** Состояние охраны труда и безопасности на рабочих местах..... **123**

### ИНФОРМАЦИЯ

**Дж. Татишвили, Ц. Квернадзе.** Факторы риска глобализации и способы их минимизации ..... **128**

### ПАМЯТЬ

**И. К. Гогуадзе**..... **131**

**Г.Х. Варшаломидзе**..... **133**

**Г. Табатадзе**..... **135**

**О. Ониашвили**..... **137**

### РЕФЕРАТЫ

Рефераты..... **139**

### МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ГРУЗИИ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

З. Т. Мchedlishvili, Академический доктор  
Н. Дж. Рачвелишвили, Академический доктор

## МЕТАЛЛЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ И ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Представленно член-корреспондентом Академии наук Д. Тавхелидзе

**Реферат:** Используя метод термодинамического моделирования и анализируя изменчивости, происходящие в кристаллических структурах интерметаллических соединений никеля с титаном (нитинол), латуни с алюминием и других сплавов с памятью формы при изменении температуры, устанавливаются их упруго-прочностные характеристики.

**Ключевые слова:** память, структура, температура, фаза, форма.

В конце 40-х годов двадцатого века, ученые разных стран обратили внимание на то, что металлы и сплавы, подвергнутые нагреву и механическим нагрузкам, при определенных условиях способны как бы вспомнить первоначальную форму. Механизмы этого явления определяются процессами, при которых изменяется кристаллическая решетка вещества.

Впервые подобный эффект наблюдался в сплавах золота с кадмием шведским исследователем Арне Оландером еще в 1932 году. Но настоящий взрыв интереса к металлам с памятью формы возник лишь в 60-х годах, когда в США был открыт феномен нитинола – сплава никеля и титана (Ni-Ti)  $Ni_3Ti$ .

Сплавы на основе титана получили значительно большее применение чем технический титан. Легирование титана Fe, Al, Mn, Cr, V, Si, Ni, повышают его прочность ( $\sigma_B, \sigma_{0,2}$ ). Жаропрочность повышают Al, Zr, Mo, Ni.

Известно, что титан имеет две аллотропические модификации: до  $882^\circ C$  - существует  $\alpha$  - титан (плотность,  $4,505 \text{ г/см}^2$ ), который кристаллизуется в гексагональной решетке, а при более высоких температурах –  $\beta$  - титан (при  $900^\circ C$  плотность  $4,32 \text{ г/см}^2$ ), имеющий объемно-центрированную кубическую решетку.

Такие элементы, как Mo, V, Mn, Fe, Cr, Ni, понижают температуру полиморфного превращения  $\alpha \rightarrow \beta$  и расширяют существования  $\beta$  - фазы; их называют  $\beta$  - стабилизаторами. Некоторые  $\beta$  - стабилизаторы (Cr, Mn, Fe, Ni) образуют с титаном интерметаллические  $Ti_xM_y$  - соединения. При охлаждениях  $\beta$  - фаза претерпевает эвтектоидное превращение  $\beta \rightarrow \alpha + Ti_xM_y$ .

Из всех таких материалов наиболее развитым эффектом памяти обладает нитинол – сплав никеля и титана. Если этот сплав подвергнуть определенной термомеханической обработке, то тот при охлаждениях принимает одну форму, а при нагреваниях – другую.

Изменения формы металлов с памятью сопровождаются проявлением мощных межатомных сил. Давление при расширении материалов такого вида достигает подчас  $7 \text{ Т/см}^2$ . Изменение формы изделий из нитинола, алюминиевой латуни и других наиболее распространенных сплавов с памятью происходит почти со скоростью звука (при быстром перепаде температуры). Тепловой диапазон, при котором наблюдаются эти свойства, очень велик – от  $170^\circ\text{C}$  до  $+260^\circ\text{C}$ .

В зависимости от вида материала, размера детали и ее конфигураций те могут вести себя самым причудливым образом – сгибаться, съеживаться, расширяться, извиваться. Очень важно, что форму можно программировать в зависимости от задач, которые ставят перед собой исследователи.

Возьмем к примеру нитиноловую ленту, которую надо запрограммировать на изгиб при определенной температуре. Для этого ее надо нагреть до  $+400^\circ\text{C}$  и изогнуть в виде латинской буквы С, затем ее надо охладить до  $+40^\circ\text{C}$  в закрытом штампе и выгибать в противоположном направлении. После этого, при переменном нагреве и охлаждениях, лента станет выгибаться и выворачиваться.

Разберемся теперь в изменениях кристаллической структуры таких сплавов. Если в деталях, сделанных из обычных металлов, только внешняя сила вынуждает изменять форму, то в сплавах, обладающих памятью формы, может кардинально перестраиваться сама кристаллическая решетка, т. е., как мы отметили ранее, при определенной температуре происходит фазовый переход. Эти реакции называются мартенситными и происходят в сплавах: титан-никель, индий-таллий и алюминий-латунь. Помимо этого, они присущи и железомарганцевым сталям.

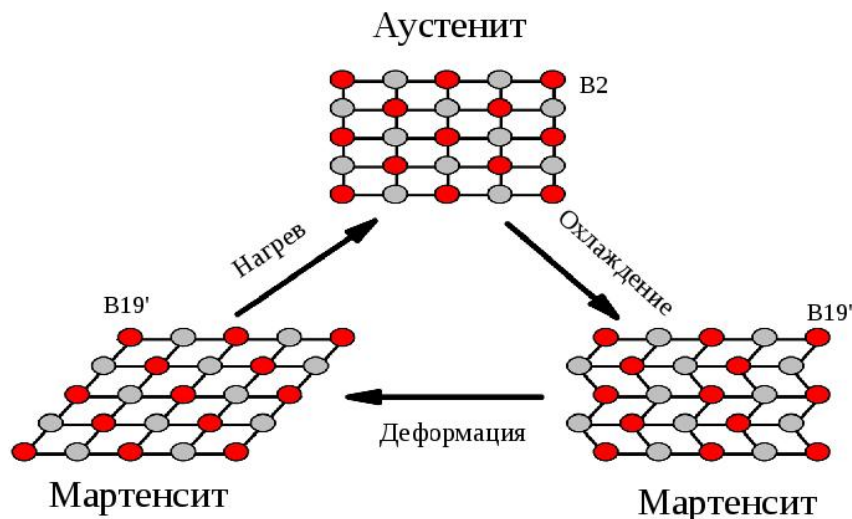


Рис. 1

Мартенситные реакции обратимы. При нагревании образца они идут в одну сторону, а при охлаждении – в обратную. В кристаллах с памятью формы при обратном фазовом пере-



ходе все атомы возвращаются на свои прежние места строго по тем траекториям, по которым они уже шли в прямом процессе.

Упрощенная схема, поясняющая эффект памяти в случае нитинола, приведена на рис. 1. В обычных условиях атомы образуют кристаллическую решетку правильной формы. При охлаждении она трансформируется, что соответствует состоянию с меньшим энергетическим уровнем. Если сплав деформировать, возникают напряжения и кристаллическая решетка изменяется еще больше. После прекращения действия внешней силы деформация остается, так как энергетически оба состояния эквивалентны. Однако, при нагреваниях кристаллическая решетка вновь принимает правильную форму и исходная конфигурация детали из нитинола полностью восстанавливается.

### Литერატურა

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия – М. Высшая школа, 1981.-679с.
2. Киреев В. А. Курс физической химии – М. Химия, 1975. – 775с.
3. Геллер Ю. А., Рахштадт А. Г. Материаловедение – М. Металлургия, 1989.-455с.
4. Арзамасов В. Н. Материаловедение – М. Машиностроение, 1986.-384 с.
5. Гуляев А. П. Металловедение – М. Металлургия, 1986.-541с.

З. Т. Мchedlishvili, Акад. доктор  
Н. Дж. Рачвелишвили, Акад. доктор

## СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НОВЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ И ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ ТЕХНИКИ

Представлено член-корреспондентом Академии наук Д. Тавхелидзе

**Реферат:** Рассматривая и анализируя различные соединения никеля с определенными элементами периодической таблицы Менделеева, описываются изменчивости, происходящие в кристаллических структурах твердых растворов и интерметаллических соединениях на примерах соединений никеля с алюминием, медью или другими элементами. Моделируются их кристаллические структуры и устанавливаются химические, жаростойкостные, упруго-прочностные характеристики разных сплавов, полученных на основе этих никелевых соединений. Также приводится перечень разных областей техники, где находят широкие применения такие металлические сплавы.

**Ключевые слова:** кристалл, прочность, соединение, сплав, структура.

На основе никеля созданы жаропрочные сплавы, которые позволили преодолеть температурные ограничения работоспособности деталей из жаропрочных сталей, которые сохраняют прочностные свойства лишь до 700°С. К настоящему времени разработано много жаропрочных никелевых сплавов называемых нимониками. Известны нимоники с разным уровнем жаропрочности, большинство из них находятся на стадиях исследовательского уровня освоения в производственных условиях.



рис. 1

Сегодня для геологической и других областей машиностроения наибольшее применение получили литейные жаропрочные никелевые сплавы с диффузионными алитированными, хромоалитированными, или с наносимыми электролучевыми плазменными и другими методами покрытия, надежно обеспечивающими их работу при высоких температурах. Микроструктура жаропрочных никелевых сплавов при увеличении в 10000 раз показана на рис. 1.

По своей структуре никель образует две аллотропические модификации: гексагональную  $\alpha - Ni$ , существующую ниже  $250^{\circ}C$ , и  $\beta - Ni$ , имеющую гранецентрированную кубическую решетку. Никель с металлами VIII группы периодической таблицы (кроме  $Ru$  и  $Os$ ), марганцем и медью образует непрерывные твердые растворы. У никеля также весьма разнообразны интерметаллические соединения следующих типов:  $Ni_3Fe - Ni_3Mn - Ni_3Cr - Ni_3V - Ni_3Ti - Ni_3Al$ . Интерметаллические соединения никеля часто отличаются высокой жаростойкостью и жаропрочностью, поэтому они являются основой для многих конструкционных материалов для авиационной, атомной и геологической буровой техники. Так, например, к жаропрочным сплавам относятся „инконель“, состав которого: 73% Ni, 15% Cr, 7% Fe, 2,5% Ti, остальное Al, Nb, Mn, Si, „Нимоник“, состав которого: 59% Ni, 20% Cr, 16% Co, 2,3% Ti, 1,4% Al, остальные Fe, Mn, Si. К наиболее известным применяемым в технике относят „нимоник“ ХН77ТЮР. В отличии от маркировки легированных сталей в марке нимоника указано только содержание основного компонента, а именно, около 77% Ni. Содержание остальных элементов в маркировке сплава не указывается, узнать эти данные можно по справочнику: 20 % Cr; 2,5 % Ti; 0,5 % Al; 0,01 % В.

Никель плавится при температуре  $1455^{\circ}C$ . Его можно ковать, прокатывать и вытягивать в проволоку как железо. Предел прочности никеля при растяжении составляет  $400 - 700 \frac{H}{мм^2}$ . Он устойчив к коррозии в воде, в том числе – морской, в щелочах, растворах солей и многих кислотах. Никель можно легировать разными элементами. Обладая такими достоинствами, этот металл может стать в технике серьезным конкурентом железу, но в природе он встречается гораздо реже, чем железо. Половина добытого из недр земли никеля идет на легирование сталей – в сталеплавильном производстве он является одним из важнейших легирующих элементов. Никель повышает вязкость и прочность сталей, а также жаропрочность высоколегированных сталей.

Никель образует также устойчивые соединения с медью. Такие сплавы легко поддаются горячей и холодной обработке давлением, обладают достаточной прочностью при повышенных температурах, хорошо сопротивляются износу и коррозии, имеют высокое электросопротивление, причем оно лишь незначительно изменяется с температурой.

Никель и медь полностью смешиваются между собой как в жидком, так и в твердом состоянии, образуя непрерывный ряд твердых растворов. Все свойства медно-никелевых сплавов плавно изменяются в зависимости от относительного содержания в них этих металлов, причем кривые таких изменений, как правило, имеют ярко выраженные максимумы и

минимумы. При увеличении содержания меди снижается ферромагнетизм сплавов по сравнению с чистым никелем, в котором ферромагнетизм появляется при температуре около  $353^{\circ}\text{C}$ .

Добавляя другие элементы, можно улучшить обрабатываемость и эксплуатационные свойства медно-никелевых сплавов. Например, сплавы с 30 – 50% содержанием никеля широко применяются в электрических резисторах.

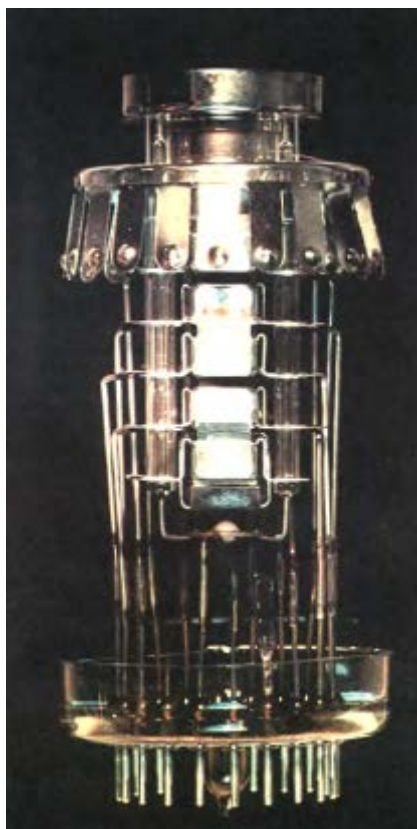


рис. 2

На рис. 2 изображен один из типов фотоэлектронных умножителей, которые широко применяются в ядерной физике для счета частиц в пузырьковых камерах. Его отдельные детали изготовлены из различных никелевых материалов.

Добавка хрома придает никелю стойкость в агрессивных окислительных средах. Нихромы, т. е. сплавы никель – хром и никель-хром-железо, хорошо зарекомендовали себя как материалы для нагревательных элементов. Необычайно жаропрочные „суперсплавы“ на основе никеля наряду с хром-молибденом и железом содержат также вольфрам, титан и алюминий. Они способны к дисперсионному упрочнению в результате термической обработки, предел прочности этих сплавов превышает  $1000 \text{ Н/мм}^2$ ; весьма высока их жаропрочность в

---

---

**მეცნიერება**

-

**ნავთობქიმია**

-

**SCIENCE**

температурном интервале 800 – 1000°С. Такие материалы уже находят широкое применение в горнодобывающей и рудообрабатывающей технике в качестве силовых и износостойких элементов горных буровых машин и экскаваторов.

### **Литერატურა**

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия – М. Высшая школа, 1981.-679с.
2. Киреев В. А. Курс физической химии – М. Химия, 1975. – 775с.
3. Геллер Ю. А. Рахштадт А. Г. Материаловедение – М. Металлургия, 1989.-455с.
4. Арзамасов В. Н. Материаловедение – М. Машиностроение, 1986.-384 с.
5. Гуляев А. П. Металловедение – М. Металлургия, 1986.-541с.

## Исследования устойчивости ступенчатого стержня, нагруженного по концам осевыми сжимающими усилиями

Представленно член-корреспондентом Академии наук Д. Тавхелидзе

**Реферат:** Во многих машинных агрегатах и строительных конструкциях применяется ступенчатый стержень, закрепленный по концам шарнирно. Расчет его устойчивости и определение критической силы устойчивого упругого равновесия основан на принципах теории упругости и устойчивости.

**Ключевые слова:** деформация, критическая сила, поперечное сечение, ступенька, стержень.

### Введение

Во многих машинах и строительных конструкциях имеются детали формы ступенчатых стержней, которые нужны для перенесения и передачи значительных продольных, осевых растягивающих и сжимающих нагрузок, которые действуют на него со стороны других деталей конструкций.

В случае действия на такой стержень сжимающих осевых нагрузок, особенно важным является то обстоятельство, чтобы стержень не терял свою первоначальную прямолинейную форму при разных больших нагрузках, возникающих во время работы машин и конструкций в разных тяжелых условиях. Именно для таких целей стержни делают в виде ступеней разных поперечных сечений для придания им большой жесткости и устойчивости. Для их изготовления тратится меньше материала по сравнению со стержнями постоянных поперечных сечений, с теми же механическими характеристиками.

Расчет стержней такого типа на устойчивость и прочность является важнейшей задачей теории упругости и устойчивости.

### Основная часть

В том случае, когда момент инерции поперечного сечения стержня резко меняется на границах отдельных участков его длины, сохраняя в пределах каждого участка определенное постоянное значение, точное решение получается наиболее простым. Стержень следует

разбить на отдельные участки и составить для каждого из них свое дифференциальное уравнение упругой линии. На основании условий на концах стержня и условий на границах участков легко получим трансцендентное уравнение для определения критической силы  $S_{кр}$ .

В данном случае в пределах первого участка

$$M_1 = (f - y_1)S_{кр}, \quad (1)$$

В пределах второго участка

$$M_2 = (f - y_2)S_{кр}, \quad (2)$$

Вводя обозначения  $k_1 = \sqrt{\frac{S_{кр}}{EI_1}}$  и  $k_2 = \sqrt{\frac{S_{кр}}{EI_2}}$

Имеем:

Для первого участка

$$EI_1 y_1'' = S_{кр}(f - y_1) \quad (3)$$

Для второго участка

$$EI_2 y_2'' = S_{кр}(f - y_2) \quad (4)$$

После подстановки в это уравнение вышеприведенных обозначений получим дифференциальные уравнения следующего вида:

$$y_1'' - k_1^2 f + k_1^2 y_1 = 0 \quad (5)$$

$$y_2'' - k_2^2 f + k_2^2 y_2 = 0 \quad (6)$$

При решении этих уравнений получим:

$$y_1 = C_1 \cos k_1 x + C_2 \sin k_1 x + f \quad (7)$$

$$y_2 = C_3 \cos k_2 x + C_4 \sin k_2 x + f \quad (8)$$

Взяв производное по X получим:

$$y_1' = -C_1 k_1 \sin k_1 x + C_2 k_1 \cos k_1 x \quad (9)$$

$$y_2' = -C_3 k_2 \sin k_2 x + C_4 k_2 \cos k_2 x \quad (10)$$

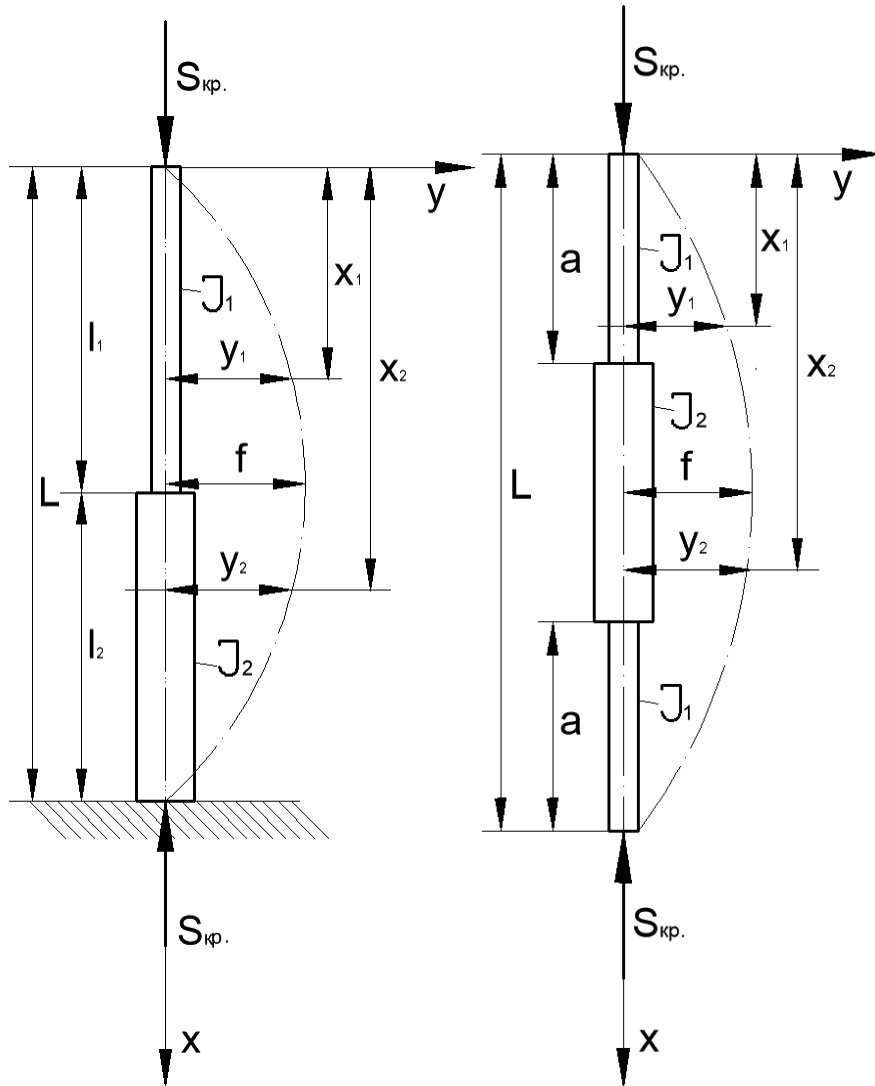


Рис. 1.

Рис. 2.

Начальные условия на верхнем конце стержня будут:

$$1) \quad x = 0; \quad y_2 = 0,$$

Тогда из (10) получаем:  $C_3 = -f$ ,

$$2) \quad x = 0, \quad y_2' = 0,$$

$$C_4 k_2 = 0,$$

Из этого получаем постоянное

$$C_4 = 0,$$

которое при внесении в уравнение (8) даст:

$$y_2 = C_3 \cos k_2 x + f \tag{11}$$

$$C_3 = f,$$

То:

$$y_2 = f(1 - \cos k_2 x) \tag{12}$$

Далее



**მეცნიერება** - **ნავთობქიმია** - **SCIENCE**

3)  $x = l_2; y_1 = y_2,$

Что приводит к следующему уравнению:

$$C_1 \cos k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_2 = -f \cos k_2 l_2 \quad (13)$$

И

4)  $x_1 = l_2; y'_1 = y'_2,$

Что дает уравнение

$$-C_1 k_1 \sin k_1 l_2 + C_2 k_1 \cos k_1 l_2 = -f k_1 \sin k_2 l_2 \quad (14)$$

И, наконец, имеем

$x = l_2 + l_1; y = f,$

после подстановки которых в уравнении (7) получим:

$$C_1 \cos k_1 (l_1 + l_2) + C_2 \sin k_1 (l_1 + l_2) \quad (15)$$

Напишем его в развернутом виде:

$$C_1 \cos k_1 l_1 \cos k_1 l_2 - C_1 \sin k_1 l_1 \sin k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_1 \cos k_1 l_2 - C_2 \sin k_1 l_2 \sin k_1 l_1 = 0, \quad (16)$$

После преобразования будем иметь:

$$C_1 \cos k_1 l_1 (C_1 \cos k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_2) + C_2 \sin k_1 l_1 (-C_1 k_1 \sin k_1 l_2 + C_2 k_1 \cos k_1 l_2) = 0 \quad (17)$$

Из (17) получаем

$$-\frac{1}{k_1} \operatorname{tg} k_1 l_1 = \frac{1}{k_1} \cdot \frac{C_1 \cos k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_2}{-C_1 \sin k_1 l_2 + C_2 \cos k_1 l_2} \quad (18)$$

Исключая из (13) и (14)  $f$  – получаем:

$$f = \frac{C_1 \cos k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_2}{-\cos k_1 l_2} = \frac{-C_1 k_1 \sin k_1 l_2 + C_2 k_1 \cos k_1 l_2}{k_2 \sin k_2 l_2} \quad (19)$$

Или

$$-\frac{1}{k_2} \operatorname{ctg} k_2 l_2 = \frac{1}{k_1} \cdot \frac{C_1 \cos k_1 l_2 + C_2 \sin k_1 l_2}{-C_1 \sin k_1 l_2 + C_2 \cos k_1 l_2} \quad (20)$$

Из (18) и (20) имеем:

$$\frac{1}{k_1} \operatorname{tg} k_1 l_1 = \frac{1}{k_2} \operatorname{ctg} k_2 l_2. \quad (21)$$

Или

$$\operatorname{tg} k_1 l_1 \cdot \operatorname{ctg} k_2 l_2 = \frac{k_1}{k_2} = \sqrt{\frac{l_2}{l_1}}. \quad (22)$$

В качестве обобщения общей теории устойчивости ступенчатых упругих стержней рассмотрим ступенчатую колонну, показанную на рис. 2. Путем точного интегрирования дифференциального уравнения упругой линии можно найти значение критического усилия для этого стержня. В этом случае оба конца стержня закреплены шарнирно.

Если

$$\frac{S_{кр}}{EI_1} = k_1^2; \quad \frac{S_{кр}}{EI_2} = k_2^2 = k^2; \quad \frac{k_2}{k_1} = m. \quad (23)$$

И

$$\frac{a}{l/2} = n \quad (24)$$

Исходя из этого, для определения  $S_{кр}$  получим следующее трансцендентное уравнение:

$$tg \frac{ka}{n} \cdot tgka + m \cdot tg \frac{ka}{n} \cdot (tgka - tg \frac{ka}{n}) + 1 = 0. \quad (25)$$

В частном случае, когда  $a = l/4$  это уравнение упрощается и принимает вид:

$$m^2 \cdot tg \frac{kl}{4m} \cdot tg \frac{kl}{4} = 1 \quad (26)$$

Если  $a = l/3$ , то уравнение (25) принимает следующий вид:

$$tg \frac{kl}{2} \cdot tg \frac{kl}{3} + m \cdot tg \frac{kl}{3m} \cdot (tg \frac{kl}{3} - tg \frac{kl}{2}) + 1 = 0 \quad (27)$$

После определения из этих уравнений величины  $k$  и подстановки ее в уравнение (23) получим величину критической силы  $S_{кр}$ . Имея значения корней  $k_1 \cdot l = m_1$  или  $k_2 \cdot l = m_2$  из уравнения (25) легко найти значение критической силы:

$$S_{кр} = \frac{EI_1 m_1^2}{l^2} = \frac{EI_2 m_2^2}{l^2}, \quad (28)$$

Аналогично находится эйлерова сила для любого количества участков с различными, но постоянными в пределах каждого участка значениями момента инерции площади поперечного сечения стержня.

### Заключение

Нет сомнения в том, что стержни переменного сечения находят все более широкое применение в виде силовых элементов в различных машиностроительных конструкциях и в горнодобывающей промышленности. В таком виде эти детали применяются в качестве удерживающих опорных колон в случае подземных работ, рытья тоннелей и при добыче различных руд и полезных ископаемых. Непостоянство вдоль оси стержня момента инерции площади поперечного сечения и продольной силы может быть двух видов: ступенчатое изменение  $I$  и  $N$  или плавное изменение этих величин. В первом случае функция  $Y$ , содержащая постоянные интегрирования, находится для каждого участка. Для отыскания постоянных интегрирования на всех участках составляется одна совместная система уравнений на основе граничных условий и условий сопряжения участков. Затем составляется условие петривиальности решения этой системы, и далее алгоритм остается без изменения по сравнению со случаем одного участка в пределах всего стержня. Таким образом, находится критическая сила действующая вдоль оси ступенчатого стержня.

### Литература

1. Жирицкий Г. С. Конструкция и расчет на прочность деталей паровых и газовых турбин. М. Машиностроение, 1968г. 519с.
2. Тимошенко С. П. Устойчивость стержней, пластин и оболочек. М. Наука, 1971г. 808с.

---

---

<b>მეცნიერება</b>	-	<b>ნავთობქიმია</b>	-	<b>SCIENCE</b>
-------------------	---	--------------------	---	----------------

3. Алфутов Н. А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. М. Машиностроение, 1978г. 312с.
4. Ржаницин А. Р. устойчивость равновесия упругих систем М. Гостехиздат 1955г. 475с.
5. Циглер Г. Основы теории устойчивости конструкций. М. Мир, 1971г. 192с.

Н. Дж. Рачвелишвили, Акад. доктор  
З. В. Сабашвили

## Синтез и применение новых титановых сплавов в горных машинах и комплексах

Представлено член-корреспондентом Академии наук Д. Тавхелидзе

**Реферат:** Используя метод термодинамического моделирования и анализируя изменчивости, происходящие в кристаллических структурах интерметаллических соединений титана с алюминием, ванадием, оловом, хромом и с другими элементами, получены титановые сплавы с повышенными термостойкими и упруго-прочностными характеристиками, которые в силу их легкости, прочности и износостойкости можно внедрять в качестве силовых узлов и конструктивных элементов, в горных машинах и оборудовании при подземных и надземных разработках месторождении полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** прочность, соединение, сплав, температура, фаза.

### Введение

В ряде случаев высокая прочность, жесткость и устойчивость при высоких температурах не являются решающими факторами, гораздо важнее оказывается вес деталей. Детали компрессоров и вентиляторов, например, лопасти и диски этих машин, применяемые в подземных шахтах при разработке полезных ископаемых, расположены близко к входному отверстию, где температура и давление меньше, чем внутри агрегата. Силовые узлы горных машин так же расположены близко к входному отверстию. Титановые сплавы являются наиболее подходящими для вышеуказанного применения.

### Основная часть

Аналогично никелевым и кобальтовым суперсплавам титановые сплавы состоят из двух фаз:  $\alpha$  – фазы, образующейся при низких температурах, и  $\beta$  - фазы, кристаллизующейся при охлаждении, и формирующей матрицу, в которой располагаются кристаллы  $\alpha$  – фазы. Как известно, титан можно легировать различными элементами. Некоторые из них стабилизируют  $\alpha$  – состояние, имеющее гексагональную кристаллическую решетку, другие –  $\beta$  – состояние, имеющее кубическую объемно-центрированную решетку. Соответственно, различают сплавы  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\alpha + \beta$ . Основными легирующими элементами в таких сплавах являются алюминий, олово, ванадий, хром, молибден, кобальт и некоторые другие. Кристаллы  $\alpha$  – фазы могут иметь две формы. Обычно при охлаждении сплава образуются линзовидные

კრისტალები (რის. 1); თუ კი მასალა დაეკარგება ცხელი დეფორმაციის, ხოლო შემდეგ – თერმოპროცესში, კრისტალები იქნებიან უფრო სფეროიდული (რის. 2).

ლინზოვანი სტრუქტურა უფრო მდგრადია პლასტიკურობის მიმართ. იგი უნდა შეძლოს უწყვეტად გადარჩეს მდგრადი რთვა მუდმივად დროის განმავლობაში, რადგან სფეროიდული სტრუქტურა. თუმცა, იგი უფრო მდგრადია მცირე ციკლური დაღიანობის მიმართ. რადგან უწყვეტობა პლასტიკურობის და მცირე ციკლური დაღიანობის მიმართ თანაბრად მნიშვნელოვანია მუდმივად მუშაობის ნაწილებისთვის, ამიტომ განვითარებულია ტექნოლოგიები მასალის მიღების,  $\alpha$  – ფაზის მდგრადობის კრისტალები ორივე ფორმის.

ტიტანოვანი მასალები უფრო მცირე სიმკვრივეს იკავებენ, ვიდრე კობალტოვანი და ნიკელიანი სუპერალალები, ამიტომ იმეორე უფრო მაღალი სიმკვრივეს იკავებენ ტემპერატურის მიმართ 500°C. მიუხედავად მრავალრიცხოვანი პროცესების ლეგირების, თერმო- და მექანიკური მუშაობის ტემპერატურის ტიტანოვანი მასალები რჩება დაბალი და შეადგენს დაახლოებით  $0,5T_{\text{пл}}$ , ( $T_{\text{пл}}$  – ტემპერატურა დნობის აბსოლუტური შკალის მიხედვით), ამ დროს როგორც სუპერალალები ინარჩუნებენ მდგრადობას ტემპერატურის  $0,7-0,8T_{\text{пл}}$ .

მაღალი ტემპერატურის ლიმიტი შეიძლება მიღწეული იქნეს, როგორც ალუმინოვანი ტიტანის – ინტერმეტალიდების ტიპის  $TiAl$  და  $Ti_3Al$ . ეს მასალები უფრო მცირე სიმკვრივეს, მაღალი ელასტიკური მდგრადობის და მდგრადობის, ვიდრე ჩვეულებრივი ტიტანოვანი მასალები. ინტერმეტალიდები უკვე გამოიყენებიან მუშაობის კომპრესორების კამერების და მუდმივად მუშაობის ნაწილებისთვის მუშაობის მაღალი ტემპერატურის დროს ვენტილაციის ნაწილების მდგრადობის მიზნით. ეს ნაწილები დაახლოებით 43% უფრო მსუბუქია, ვიდრე ჩვეულებრივი ნიკელიანი სუპერალალები.

ტიტანის მასალები ალუმინის და ოვანის მიხედვით გამოიხატება მაღალი მდგრადობის მიხედვით. მაგალითად, მასალის  $TiAl5Sn2,5$  მუშაობის ტემპერატურის ლიმიტი მდგრადობის მიხედვით  $\sigma_b = 1000 \text{ Н/мм}^2$ , ანუ ორჯერ მაღალია, ვიდრე უგლიკონიანი ან დაბალი ლეგირებული კონსტრუქციული სტალი, თუ კი ტემპერატურის 400°C ეს მასალა ინარჩუნებს მდგრადობას  $\sigma_b = 600 \text{ Н/мм}^2$ . თუმცა, მაღალი ტემპერატურის მდგრადობის მნიშვნელობა მცირდება, თუ კი დატვირთვა მუდმივად მოქმედებს.

მიწოდების  $\alpha + \beta$  – მასალები უფრო გავრცელებულია მასალის  $TiAl6V4$  ( $Ti + 6\%Al + 4\%V$ ), მდგრადობის ლიმიტი  $\sigma_b = 1000 \text{ Н/мм}^2$ , რაც შეესაბამება მაღალი მდგრადობის.

მაღალი მდგრადობის –  $\sigma_b = 1700 \text{ Н/мм}^2$  – იმეორე სპეციალური ტიტანოვანი მასალები, მაგალითად,  $TiV13Cr11Al4$  ( $Ti+13\%V+11\%Cr+4\%Al$ ). მისი მდგრადობა ოთხჯერ მაღალია, ვიდრე ჩვეულებრივი კონსტრუქციული სტალები, რომლებიც გამოიყენებიან სიმკვრივეს ელემენტებისთვის მთავარი ნაწილების და კომპლექსებისთვის. კოროზიონი-მდგრადი მასალის ტიტანის 30% მოლიბდენის აგრესიული გარემოებების და დახურული მდგრადობის მიზნით უფრო მსუბუქია, ვიდრე სუბსტანციური ლეგირებული სტალები.

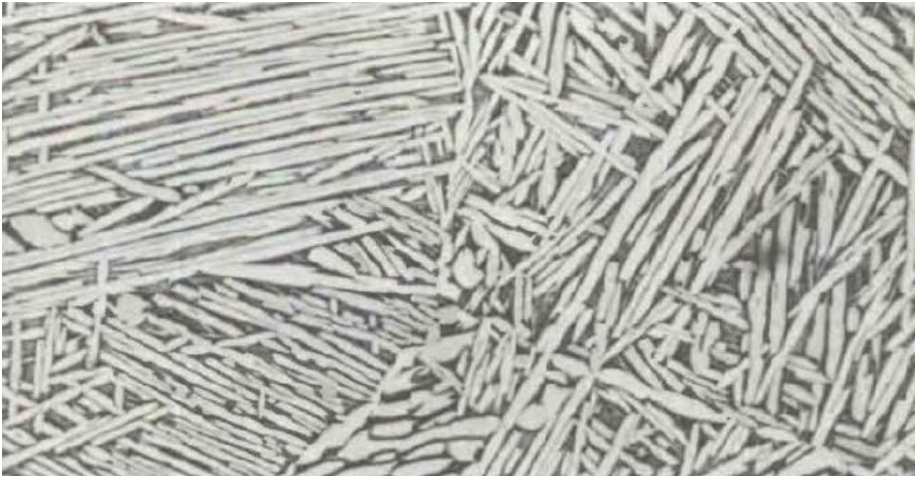
მეცნიერება

-

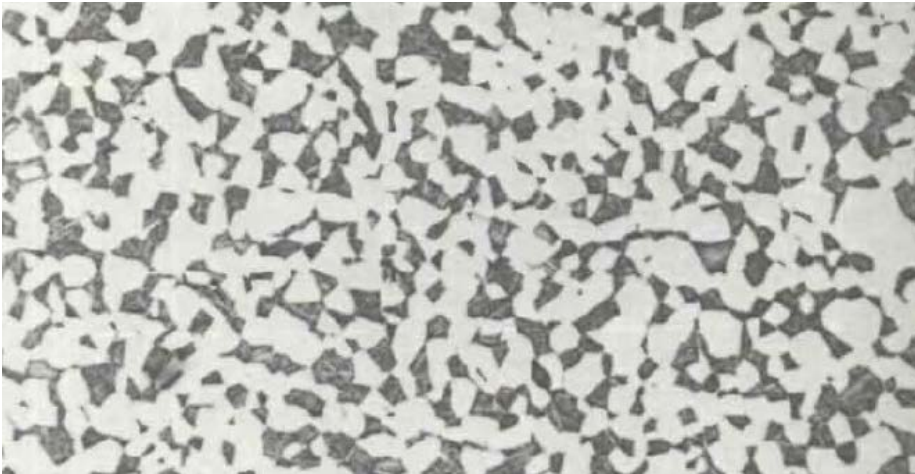
ნავთობქიმი

-

SCIENCE



რის. 1



რის. 2



რის.3

Титановые сплавы, подобно никелевым и кобальтовым суперсплавам, состоят из кристаллов одной фазы, которые на рисунках показаны светлым тоном, внедренных в матрицу второй фазы, показанной темным тоном, соответственно,  $\alpha$  и  $\beta$  – фазы. В зависимости от термической обработки кристаллы  $\alpha$  – фазы могут иметь две формы, линзовидную (рис. 1) и

сферическую (рис. 2). Обе модификации обладают определенными полезными свойствами. Поэтому, методы термомеханической обработки направлены на получение сразу обеих модификаций объединенных в одном материале (рис. 3). Эти модификации видны на микроснимках титановых образцов, полученных при 600 - кратном увеличении.

### Литература

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия – М. Высшая школа, 1981.-679с.
2. Киреев В. А. Курс физической химии – М. Химия, 1975. – 775с.
3. Геллер Ю. А. Рахштадт А. Г. Материаловедение – М. Металлургия, 1989.-455с.
4. Арзамасов В. Н. Материаловедение – М. Машиностроение, 1986.-384 с.
5. Гуляев А. П. Металловедение – М. Металлургия, 1986. -541с.

შპს 334.75; 338.5; 339; 553.9

გ. ლობჯანიძე, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი  
ბ. კახაძე, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი  
ქ. მდინარაძე, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი  
გ. ხეცურიანი, აკადემიური დოქტორი  
გ. ნანიაშვილი, ბიზნესის ადმინისტრირების დოქტორი

## ნავთობგაზის ინდუსტრიის გლობალური ტენდენციები და განვითარების პერსპექტივები კორონავირუსის პერიოდსა და პირობებში

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ა. აბშილაშვილის მიერ

**რეზიუმე:** ნაშრომში განხილულია და გაანალიზებულია, კორონავირუსის პერიოდსა და პირობებში, ნავთობგაზის ინდუსტრიის გლობალური ტენდენციები და შესწავლილია ახალი კორონავირუსის, COVID-19-ის გავლენა ნავთობგაზის ბაზრის ცვლილებებზე, საკვლევი სექტორის მიმდინარე მდგომარეობასა და განვითარების პერსპექტივებზე.

წარმოდგენილია 2020-2021 წლების ნავთობგაზის სექტორში მოქმედი უდიდესი კომპანიები და მათი საქმიანობის ძირითადი მაჩვენებლები, ასევე მსოფლიო ნავთობისა და გაზის მარაგები, მათი მოპოვების, ნავთობპროდუქტებზე მოხმარების, მოთხოვნისა და ფასების დინამიკა პანდემიის და პოსტპანდემიის წლებში, პერსპექტიულ მოკლე, საშუალო და გრძელვადიან საპროგნოზო პერიოდში. შემოთავაზებულია საკვლევი ინდუსტრიის განვითარების ძირითადი მიმართულებები სხვადასხვა კომპეტენტური საერთაშორისო ორგანიზაციის (OPEC+, IEA, BP, WEO, OECD, PwC) კვლევების ანალიზის, და საექსპერტო შეფასების საფუძველზე, მსოფლიო ტენდენციებისა და სტრატეგიების გათვალისწინებით.

**საკვანძო სიტყვები:** კორონავირუსი, კორონავირუსი, COVID-19, გლობალური ტენდენციები, ნავთობი, გაზი, მარაგები, მოპოვება, მოთხოვნა, ბაზარი, ფასები, პროგნოზები.

### შესავალი

ნავთობი და გაზი პლანეტის ყველაზე მნიშვნელოვანი ენერგეტიკული რესურსია, ხოლო ნავთობისა და გაზის მრეწველობა მრავალი ქვეყნის ერთ-ერთი უდიდესი ინდუსტრია. 2019 წლის მეორე ნახევრიდან ახალი კორონავირუსის, COVID-19-ის სწრაფი გავრცელების რთულმა საფრთხეებმა და გამოწვევებმა მკვეთრად იმოქმედა ენერჯის გლობალურ მოთხოვნაზე, რადგან მთელ მსოფლიოში შემზღუდავმა ზომებმა მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა და შეამცირა რაციონალური და ეფექტიანი ორგანიზაციულ-ეკონომიკური და მმართველობითი საქმიანობის აქტივობა სამედიცინო, სოციალური ურთიერთობის, ეკონომიკის და მისი სხვადასხვა ინდუსტრიული სექტორის, შრომითი ბაზრის, გეოპოლიტიკის, გარემოს დაცვის მიმართულებით.

კორონავირუსის ანუ პანდემიის ეკონომიკის პროცესში გლობალური ეკონომიკისა და კაპიტალის ბაზრებში სწრაფი ტემპით მიმდინარე ცვლილებებმა ნავთობგაზის



ინდუსტრია მნიშვნელოვანი გამოწვევების წინაშე დააყენა. ეკონომიკური საქმიანობის ნებისმიერი შემდგომი ნორმალიზაცია დიდწილად დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ განხორციელდება პანდემიის მართვა და, რაც მთავარია, COVID-19-ის ვაქცინაციით რამდენად მოხდება ფართო საზოგადოებრივი იმუნიტეტის მიღწევა. თუმცა, ვირუსის კონტროლის პირობებშიც, 2021 წელიდან ეკონომიკა განაგრძობს ფუნქციონირებას შედარებით გაუარესებული ფისკალური ბალანსების, შემცირებული ბიზნესინვესტიციების, შრომის ბაზრისა და სამომხმარებლო ხარჯების პირობებში. ტრანსფორმაციის პროცესში კრიზისის შედეგად ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოსალოდნელია განხორციელდეს ხარჯების მკვეთრი შემცირების, კაპიტალის გადანაწილების, ციფრული გადაწყვეტილებების, „მწვანე“ ენერჯიაზე დაჩქარებული გადასვლის, განახლებადი ენერჯის წყაროებზე მოთხოვნისა და გარემოს მდგრადობის ზრდის სასარგებლოდ.

### ძირითადი ნაწილი

ნავთობისა და გაზის ინდუსტრიის სტაბილური განვითარება გლობალური ეკონომიკის მდგრადობის განმსაზღვრელი ძირითადი ფაქტორია. ახალი კორონავირუსის – COVID-19-ის გავრცელების გავლენა მნიშვნელოვნად აისახა ნავთობგაზის ინდუსტრიაზე, რადგან ენერჯიაზე მოთხოვნა და შემოსავლები მნიშვნელოვნად შემცირდა, რამაც გამოიწვია კაპიტალის ხარჯვისა და M&A (ინგლ. Merger and Acquisition – შერწყმა და შენაძენი) საქმიანობის შემცირება. ამ გამოწვევების მიუხედავად, 2021 წლიდან განსაზღვრულია ზრდა და ტრანსფორმაცია, რადგან თითოეული კომპანია ცდილობს გაზარდოს საქმიანობის დივერსიფიკაცია, შეამციროს ემისიები და მოემზადოს ენერჯის ალტერნატიულ, სხვადასხვა წყაროზე გადასასვლელად.

ნავთობგაზის ინდუსტრია, ნავთობპროდუქტების ბაზარი და ბიზნესი 2020 წელს საკმაოდ რთული გამოწვევების წინაშე აღმოჩნდა COVID-19-ის გავრცელებისა და ეკონომიკური საქმიანობის აქტიურობის შემდგომი შემცირების კვალდაკვალ, რადგან ამ წელს ენერჯეტიკული ინდუსტრიის შემოსავლები 54 %-ით შემცირდა და სექტორის მასშტაბით მხოლოდ 258 გარიგება განხორციელდა, რაც ყველაზე დაბალი მაჩვენებელია ბოლო ათწლეულის განმავლობაში (2019 წელს დაფიქსირდა 433 გარიგება). 2020 წლის პირველ ნახევარში გარიგების ღირებულება 30 მლრდ \$-ზე ქვემოთ დაეცა, რაც ასევე ყველაზე დაბალი მაჩვენებელია ამ ათწლეულის განმავლობაში, მაგრამ ზემოაღნიშნული წლის მეორე ნახევარში აღნიშნულმა გარიგებამ თითქმის 170 მლრდ \$ და, მთლიანობაში, წლიურმა ღირებულებამ დაახლოებით 218 მლრდ \$ შეადგინა (2019 წელს 347 მლრდ \$). ასეთი გავლენა იგრძნობოდა ყველა სეგმენტში, განსაკუთრებით ყველაზე მეტი დარტყმა ნავთობგაზის საბადოების მომსახურების (OFS) მიმართულებამ განიცადა. მიუხედავად იმისა, რომ 2021 წლის მაისის პირველი რიცხვებიდან ბაზრის მდგომარეობა სწრაფად გაუმჯობესდა, აღდგენა არათანაბარია. საწვავზე მოთხოვნა, საქონლის ფასები და, შესაბამისად, ნავთობისა და გაზის სექტორის საქმიანობის სრულად აღდგენა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ფართო ეკონომიკური აქტივობის COVID-19-ის დონემდე დაბრუნებამდე. ამასთან, ეკონომიკურ პროგნოზში ვითარების ნორმალიზაციის დაწყება

შესაძლებელია 2021 წელს, რადგან საცალო, სარესტორნო, სამოგზაურო და სამრეწველო საქმიანობა გარკვეულწილად იბრუნებს დაკარგულ პოზიციებს, თუმცა გაურკვეველობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ და რამდენ ხანს გაგრძელდება პანდემია და ეკონომიკური შეღავათები [1].

მიუხედავად იმისა, რომ ნავთობგაზის სექტორი ეჩვევა ეკონომიკურ და ფასობრივ ციკლებს, კორონაეკონომიკის პერიოდში სექტორში გამოწვეული ვარდნა ყველა სხვას არ ჰგავს. სინამდვილეში, ეს არის O&G ინდუსტრიის ე. წ. „დიდი შეკუმშვა“. რისკის ქვეშ მყოფი მრავალი კომპანიის გადარჩენისა და ნავთობზე მოთხოვნილების გრძელვადიანი შემცირების გამო, შემდეგი ათწლეული შეიძლება ძალიან განსხვავებულად გამოიყურებოდეს O&G ღირებულების ჯაჭვისთვის, 2021 წელს მნიშვნელოვანი ცვლილებებისა და გამძლეობის გამოცდის პირობებში [2].

მნიშვნელოვანია განვიხილოთ ნავთობგაზის ინდუსტრიის ტოპ - 10 კომპანია, სადაც, 2020 წლის Forbes Global 2000-ის მონაცემებით, Petro China და Sinopec Group ლიდერობენ მსოფლიოს უდიდესი ნავთობისა და გაზის კომპანიების ნუსხაში, რომელთა შემოსავალმა 280.7 მლრდ \$ და 271.1 მლრდ \$ შეადგინა; მართალია, ამ კომპანიებმა ისარგებლეს კორონავირუსის პანდემიის რამდენადმე წარმატებული მართვით, თუმცა მიუხედავად ამისა, მათი 2020 წლის შემოსავალი 25%-დან 35 %-მდე დაბალია, ვიდრე 2019 წელს იყო. ამასთან, კომპანია Royal Dutch Shell-ის შემოსავალი 2020 წელს განახევრდა, აშშ-ის კომპანია Exxon Mobil-ის შემოსავალი 35 %-ით შემცირდა, Chevron-ის გაყიდვები 40 %-ით დაბალი იყო, ვიდრე 2019 წელს. რუსული კომპანია გაზპრომი 2020 წელს მე-9 ადგილზე აღმოჩნდა 90.5 მლრდ \$-ის შემოსავლით, ხოლო გასულ წელს მე-10 ადგილზეა ოჰაიოში დაფუძნებული Marathon Petroleum კომპანიის 75.0 მლრდ \$-ის შემოსავლით (იხ. ცხრილი 1) [3].

მიუხედავად იმისა, რომ მილიარდობით სამნიშნა გაყიდვები ნავთობისა და გაზის მრეწველობაში კრიზისულ ვითარებაშიც არ არის იშვიათი, ამ სექტორში მიღებული შემოსავლები მნიშვნელოვნად იცვლება მსოფლიო ბაზარზე ნედლი ნავთობის ფასის საკასუხოდ. ასე, მაგალითად, კომპანია „სინოპეკმა“ ამოქმედა როგორც ენერგეტიკული, ისე ქიმიური ნივთიერებების ბიზნესი თავის საქმიანობაში.

აღსანიშნავია, რომ COVID-19-მდე ნავთობისა და გაზის კომპანიებს მნიშვნელოვანი გამოწვევები ჰქონდა ეფექტურობის, მდგრადობისა და მომგებიანობის თვალსაზრისით, ხოლო პანდემიის შედეგად ფასები იმდენად ძლიერად შემცირდა, რომ ამ საკითხების მოგვარების აუცილებლობა მკვეთრად გაიზარდა. ასეთ პირობებში, ამ სისტემური გამოწვევების გადაჭრისას მნიშვნელოვანია ნავთობგაზის სექტორში ერთ-ერთი ყველაზე რაციონალური და ოპტიმალური მიმართულებების – ციფრული სტრატეგიების დაჩქარებული განხორციელება და ციფრული ტექნოლოგიის ახალი საზღვრების – ციფრული რევილუციის მიღწევების დანერგვა, რაც ხელს შეუწყობს ინდუსტრიის მდგრადობისა და საინვესტიციო გარემოს მიმზიდველობის გაუმჯობესებას, რომლის გათვალისწინებით შესაძლებელია სწრაფად ცვალებადი ბიზნესამოცანების მართვაში ეფექტიანი გადაწყვე-

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

ტილების მიღება. მაგალითად, სამრეწველო ნივთების ინტერნეტი (ერთ-ერთი ასეთი ციფრული ტრანსფორმაცია) 2030 წლისთვის გლობალურ ეკონომიკას 15 ტრლნ \$-ს მოუტანს [8].

ცხრილი 1

მსოფლიოს უმსხვილესი ტოპ - 10 ნავთობგაზომომპოვებელი კომპანია  
 Forbes Global 2000, 2020 წ. [3,4,5,6,7]

№	კომპანიები	მაჩვენებლები				
		წლიური შემოსავალი, მლრდ \$	კაპიტალიზაცია, მლრდ \$	მოგება, მლრდ \$	აქტივები, მლრდ \$	საბაზრო ღირებულება, მლრდ \$
1	Petro China (ჩინეთი)	280.7	109.35	2.9	380.5	66.7
2	Sinopec (ჩინეთი)	271.1	70.36	4.8	265.1	82.6
3	Saudi Aramco (საუდის არაბეთი)	229.7	2.46	49.3	510.3	1 897.2
4	British Petroleum/BP (დიდი ბრიტანეთი)	180.0	70.64	- 20.9	267.7	84.5
5	Exxon Mobil (აშშ)	178.2	174.28	- 22.4	332.8	239.9
6	Royal Dutch Shell (დიდი ბრიტანეთი და ნიდერლანდები)	170.2	134.10	- 22.2	379.3	152
7	Total (საფრანგეთი)	119.7	111.2	- 7.6	266.1	118.4
8	Chevron (აშშ)	94.4	162.56	- 5.5	239.8	198.5
9	Gazprom (რუსეთი)	90.5	67.79	- 0.921	294.9	73.5
10	Maraton Petroleum (აშშ)	75.0	26.91	-9.9	85.2	35.4

ციფრულ გარდაქმნას ნავთობისა და გაზის ინდუსტრიები იყენებს ტექნოლოგიებში თავიანთი ოპერაციული ლანდშაფტის ფორმირებისა და პროდუქტიულობის გაუმჯობესების, უფრო მაღალი ეფექტურობისა და გაზრდილი ხარჯების დაზოგვის სარგებლის მისაღებად, რათა ნავთობისა და გაზის კომპანიებმა შეაფასონ ყველა ოპერაცია და განსაზღვრონ ციფრული გადასვლა კონკრეტული ბიზნესმიზნების მისაღწევად. ამ თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია ციფრული ოპერაციების გარდაქმნის (DOT) მოდელ-ჩარჩო, რომელიც ხსნის ციფრული გადაადგილების 10 ეტაპს, სადაც ერთი ეტაპიდან მეორეში გადასვლა აღნიშნავს კონკრეტული ბიზნესმიზნების მიღწევას, საფუძველს უყრის კიბერუსაფრთხოებას და ციფრულ მახასიათებლებს [9].

როგორც ცნობილია, 2020 წელს მსოფლიოში ნავთობის მოპოვება შემცირდა 6,2 %-ით, ნავთობსერვისული მომსახურების დაფინანსება – 25 %-ით. 2021 წელს ნავთობის გლობალურ ბაზარზე აღდგენის ტემპი მნიშვნელოვნად იქნება დამოკიდებული მოსახლეობის მასობრივი ვაქცინაციის ეფექტურობასა და შეზღუდვების მოხსნაზე, რომელიც გავლენას ახდენს ნავთობისა და გაზის მოთხოვნაზე ენერჯის მოხმარების ისეთ ინტენ-

სიურ ინდუსტრიაში, როგორცაა ტრანსპორტი და ტურიზმი. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, შესაძლებელია ნავთობისა და გაზის მოპოვებისა და მოთხოვნის აღდგენა 2019 წლის დონეზე არაუადრეს 2022 წლის ბოლოს, მიწოდების მხრივ გაუთვალისწინებელი ცვლილებების არარსებობის შემთხვევაში, თუმცა ნავთობგაზომპოვებელი კომპანიების კაპიტალური დანახარჯების გადანაწილება მწვანე ტექნოლოგიებზე სექტორის ბაზრის ზრდას გარკვეულწილად შეანელებს [10].

მნიშვნელოვანია, რომ ნავთობის გლობალური ბაზარი 2021 წელს შემოდის ზოგადი პოზიტიური განწყობით. სახელდობრ, 2021 წლის 1 ივნისის ვაჭრობის შედეგებით, მსოფლიოში წამყვან ლონდონის სანავთობო ბირჟაზე Inter Continental Exchange Futures Europe-ზე (ICE Futures Europe) Brent ტიპის ნავთობის ფასმა შეადგინა 70.25 (+ 0.11) \$/ბარელზე, ხოლო ნიუ-იორკის York Mercantile Exchange (NYMEX) სანავთობო ბირჟაზე Light Sweet ტიპის ნავთობის ფასმა - 67.72 (+ 0.14) \$/ბარელზე. ასევე, საკმაოდ სტაბილურად გამოიყურება OPEC+ შეთანხმება და ვაქცინაციის პროგრამების დაწყება კარანტინის შეზღუდვის მოხსნის, საზღვრების გახსნის და, შესაბამისად, სექტორში წარმოებული ნავთობგაზპროდუქტების მოხმარების ზრდის იმედს იძლევა. თუმცა, ავადობის, გარდაცვალების მაღალი დონე და მოსალოდნელი საკარანტინო შეზღუდვების მორიგი ახალი ეტაპი ბაზრის პერსპექტივებისადმი ფრთხილ დამოკიდებულებას ითვალისწინებს და OPEC +-ის ახალი გადაწყვეტილება მოქნილი რეგულირების საფუძველს იძლევა, რომლის თანახმად ნავთობპროდუქტების გლობალური მოთხოვნის ზრდა კრიზისამდე წინა დონის მიღწევასთან შესაბამისობაში განსაზღვრულია 2022 წელს [11].

ნავთობის ექსპორტიორი ქვეყნების ორგანიზაციის (OPEC) მიერ მომზადებულ ნავთობის მსოფლიო Outlook-ის (WOO) ყოველწლიურ მოხსენებაში, ექსპერტების შეფასებით, მსოფლიოში ნავთობის მოხმარებამ 2019 წელს დღეში 99.7 მლნ ბარელი შეადგინა, 2020 წელს, კორონავირუსთან ბრძოლის ღონისძიებების გამო, მოთხოვნა 9 მლნ ბარელით შემცირდა, თუმცა 2021 წელს, სავარაუდოდ, მოთხოვნა გაიზრდება 7 მლნ ბარელით და დღეში 97.7 მლნ ბარელი იქნება ანუ მომავალ წელს ის კვლავ დღეში 2 მლნ ბარელით ნაკლები იქნება 2019 წლის დონესთან შედარებით და 4.3 მლნ ბარელით ნაკლები, ვიდრე 2018 წელს, ხოლო კრიზისამდელი დონე - 99.8 მლნ ბარელი დღეში 2022 წელს მიიღწევა. ამასთან, ექსპერტების აზრით, 2022-2023 წლებში მოთხოვნის აღდგენა „მაღალი“ ტემპით წარიმართება და გაიზრდება, შესაბამისად, 2.1 და 1.5 მლნ ბარელით დღეში. ამრიგად, 2022 წელს მსოფლიოში ნავთობზე მოთხოვნა, OPEC-ის თანახმად, აღდგება და მიაღწევს 99.8 მლნ ბარელს დღეში, 2023 წელს - 101.3 მლნ ბარელს, 2025 წელს - 103.7 მლნ ბარელს დღეში ანუ 2019 წლის კრიზისამდელ პერიოდთან შედარებით ზრდა განისაზღვრება 4 მლნ ბარელით დღეში, ხოლო, გრძელვადიან პერსპექტივაში, 2045 წელს ზრდა შეადგენს 109.1 მლნ ბარელს დღეში (იხ. ცხრილები 3 და 4) [12,13,14].

საერთაშორისო ენერგეტიკული სააგენტოს (IEA) ანალიტიკოსების შეფასებით, ნავთობზე გლობალური მოთხოვნა 2021 წელს 96.5 მილიონ ბარელს მიაღწევს დღეში, ხოლო 2020 წელს პანდემიის შედეგად დაკარგული მოცულობის დაახლოებით 60 % აღდგება. 2026 წლისთვის გლობალურ ნავთობზე მოთხოვნამ შეიძლება მიაღწიოს 104.1 მლნ

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

ბ/დღეში, რაც დღეში 4.4 მლნ ბარელით მეტია 2019 წლის დონესთან შედარებით, სადაც მოთხოვნის აღდგენაში ჩინეთისა და ინდოეთის ყველაზე დიდი წვლილი იქნება,

ცხრილი 2

ნავთობზე მოთხოვნა და მიწოდება მსოფლიოში, 2019-2026 წწ., მლნ ბ/დღეში [15]

მაჩვენებლები	წლები							
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>მოთხოვნა</b>								
OECD, სულ	47.7	42.1	44.7	45.8	46.2	46.2	46.0	45.8
OECD-ს გარეშე, სულ	52.0	48.9	51.7	53.7	55.0	56.1	57.2	58.3
<b>მოთხოვნა, სულ</b>	<b>99.7</b>	<b>91.0</b>	<b>96.5</b>	<b>99.4</b>	<b>101.2</b>	<b>102.3</b>	<b>103.2</b>	<b>104.1</b>
<b>მიწოდება</b>								
OECD, სულ	28.5	27.9	28.2	29.0	29.6	29.9	29.9	29.7
OECD-ს გარეშე, სულ	32.5	30.5	30.6	31.5	32.0	32.0	32.1	32.1
გადამუშავების ნამატი	2.4	2.1	2.2	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5
გლობალური ბიოსაწვავი	2.8	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.3	3.3
<b>არა OPEC-ის ქვეყნები, სულ</b>	<b>65.6</b>	<b>63.1</b>	<b>63.9</b>	<b>66.0</b>	<b>67.1</b>	<b>67.5</b>	<b>67.7</b>	<b>67.6</b>
<b>OPEC</b>								
ნედლი ნავთობი	29.5	25.7	26.9	28.7	-	-	-	-
OPEC-ის ნახშირწყალბადები	5.4	5.2	5.3	5.5	5.5	5.6	5.6	5.7
OPEC, სულ	34.9	30.9	32.2	34.2	-	-	-	-
<b>მიწოდება, სულ</b>	<b>100.5</b>	<b>94.0</b>	<b>96.1</b>	<b>100.2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

ცხრილი 3

თხევადი სითხეების გლობალური მიწოდების პერსპექტივები (ნედლი, თხევადი ბუნებრივი გაზი, ბიოსაწვავი, სხვა სითხეები და ნავთობგადამუშავების პროცესის შემოსავლები), მლნ ბ/დღეში [18, 19]

მაჩვენებლები	წლები							
	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	
OECD-ის ქვეყნები	30.0	28.5	32.5	32.3	30.8	29.1	27.7	
მ.შ. აშშ	18.4	17.0	19.8	20.3	19.1	17.7	16.6	
მ.შ. მკვრივი თხევადი სითხეები	11.7	10.9	14.5	15.8	15.4	14.3	13.3	
არა OECD-ის ქვეყნები	32.8	31.2	35.9	36.7	36.5	35.7	34.7	
პროცესებიდან შემოსავლები	2.3	2.1	2.4	2.6	2.	27.8	3.0	
არა Opec-ის ქვეყნები	65.0	61.8	70.7	71.5	69.9	67.6	65.4	
მ.შ. ნედლი	45.9	43.5	50.0	48.9	46.0	43.0	40.3	
Opec-ის ქვეყნები	33.8	30.7	33.2	35.9	39.2	41.9	43.9	
მსოფლიო	98.9	92.4	103.9	107.4	109.1	109.5	109.3	
Opec-ის წილი (pc)	34.2	33.2	32.0	33.4	35.9	38.3	40.2	

ხოლო მომდევნო ხუთი წლის განმავლობაში OPEC-ის ქვეყნები უზრუნველყოფს მსოფლიო ნავთობის წარმოების მთავარ ზრდას.

ასევე, IEA-ის თანახმად, აშშ-ში წარმოების რამდენადმე შენელება OPEC+ ქვეყნებს საშუალებას აძლევს შეავსოს ნავთობზე მოთხოვნის უმეტესი ნაწილი. OPEC+ ქვეყნების

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

მიერ ნავთობის მოპოვება 2020-დან 2026 წლამდე პერიოდში 6 მლნ ბარელით გაიზრდება და დღეში 54 მლნ ბარელი იქნება, ხოლო OPEC-ის არაწევრი ქვეყნები წარმოებას 4 მლნ ბარელით გაზრდის და დღეში დაახლოებით 50 მლნ ბარელს მიაღწევს (იხ. ცხრილები 3 და 4).

OPEC-ის შესწავლილი მასალებიდან გამომდინარე, ნავთობზე მოთხოვნის ზრდის აღდგენის ორი მთავარი ფაქტორი არსებობს. პირველი ფაქტორია მოსალოდნელი ეკონომიკური ზრდის განახლება ინდოეთსა და ჩინეთში, ასევე აზიის, შუა აღმოსავლეთისა და აფრიკის ზოგიერთ სხვა ქვეყანაში. მეორე ფაქტორი, რომელიც იწვევს ნავთობზე მოთხოვნას, შეიძლება იყოს იმ სექტორების აღდგენის ტენდენცია, რომლებიც ყველაზე მეტად დაზარალდა პანდემიით, კერძოდ საჰაერო - სამოგზაურო ინდუსტრია, საავტომობილო ტრანსპორტი და მრეწველობა.

OPEC მიიჩნევს, რომ სამრეწველო სექტორი და სამოგზაურო ინდუსტრია, სადაც პანდემიის გამო მრავალი პროექტი გადაიდო, თანდათან აღდგება და 2024-2025 წლებში გლობალური მშპ-ის ზრდა 3,3 % და 3,4 %-ს მიაღწევს, რაც ნავთობზე მოთხოვნის ზრდის მყარ საფუძველს შექმნის [20].

ნავთობგაზის გლობალური კომპანიები უპრეცედენტო გავლენას განიცდის ნედლი ნავთობის ფასის ისტორიული კრიზისისა და გლობალური მოთხოვნის კოლაფსის გამო, რომელიც გამოწვეულია 2020 წელს COVID-19-ის პანდემიით. თუმცა, ეს კომპანიები ახორციელებს სხვადასხვა ბუნებრივი რესურსის ძებნა-ძიებას, მოპოვებას, გადამუშავებას და რეალიზაციას, რითაც წელიწადში მილიარდობით \$-ის შემოსავალი მოაქვს და მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ნედლი ნავთობის ფასების მსოფლიო ბაზრის დინამიკაზე. ამ თვალსაზრისით, საინტერესოა Brent მარკის ნავთობის ფასების პროგნოზი 2021-2025 წლებსა და ნავთობისა და გაზის ფასების დინამიკა 2019-2022 წლებში.

ცხრილი 4

**Brent მარკის ნავთობის ფასების პროგნოზი, 2021-2025 წწ.  
 2020 წლის ფასებით აშშ \$ [21, 22]**

მაჩვენებლები	წლები					
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>ნავთობკომპანიების პროგნოზი</b>						
საშუალო	38.1	43.0	51.6	56.0	57.6	61.0
მედიანური	39.1	44.1	50.9	56.5	57.7	61.3
<b>დარგობრივი ანალიტიკოსების პროგნოზი</b>						
საშუალო	39.4	45.3	54.7	56.0	56.4	54.6
მედიანური	41.2	46.9	52.4	54.8	55.7	55.6
<b>საინვესტიციო ბანკების პროგნოზი</b>						
საშუალო	42.3	49.4	54.3	57.2	60.4	-
მედიანური	42.4	48.2	55.0	58.0	60.0	-
<b>სააგენტოების კონსულს-პროგნოზები</b>						
საშუალო	42.5	47.8	52.1	53.9	54.8	52.1
მედიანური	42.8	48.0	52.5	54.1	54.6	53.0
საშუალო ყველა წყაროს მიხედვით	41.2	47.4	53.3	56.0	57.9	58.1
მედიანური ყველა წყაროს მიხედვით	42.2	48.0	53.5	56.3	58.0	56.4

**ნავთობისა და გაზის ფასების დინამიკა, 2019-2022 წწ. [20]**

მაჩვენებლები	წლები			
	2019	2020	2021	2022
<b>ჯამური ფასები</b>				
WTI ნედლი ნავთობი (დასავლეთ ტეხასის შუალედური), \$/ ბარელზე	56.99	39.17	58.91	56.99
Brent ნედლი ნავთობი, \$ / ბარელზე	64.34	41.69	62.26	60.74
ბენზინი (ტუმბოს საშუალო რეგულარული ფასი), \$/ გალონზე	2.60	2.18	2.68	2.59
დიზელი (მაგისტრალზე საცალო ვაჭრობა), \$/ გალონზე	3.06	2.55	2.97	2.92
მაზუთი (აშშ საცხოვრებელი საშუალოდ), \$ /გალონზე	3.00	2.44	2.89	2.92
ბუნებრივი გაზი (აშშ საცხოვრებელი საშუალო), \$/ ათას კუბურ ფუტზე	10.46	10.83	11.16	10.97
ელექტროენერგია (აშშ საცხოვრებელი საშუალო), ცენტი /კილოვატსაათზე	13.01	13.20	13.50	13.70

ნავთობის ფასზე მოქმედი პოზიტიური ფაქტორებია: OPEC+ და მისი ძირითადი მოთამაშეების შეთანხმების ხელშეკრულების პირობების შესრულება, ნავთობზე მოთხოვნის ეტაპობრივი აღდგენა ჩინეთსა და აშშ-ში, სამოგზაურო ინდუსტრიის თანდათანობითი აღდგენა, შემცირებული ინვესტიციები ახალ ბურღვასა და პროექტებში, რომელიც მთელი მსოფლიოს მასშტაბით იწვევს მიწოდების დეფიციტს, რბილი მონეტარული პოლიტიკა და დაზარალებული ქვეყნების ეკონომიკის სტიმულირების სხვა ღონისძიებები. ნეგატიური ფაქტორები: შეზღუდვების შესაძლო გამკაცრება COVID-19-ის გართულების ფონზე, მსოფლიო ეკონომიკის აღდგენის გაურკვევლობა დროისა და ტემპების თვალსაზრისით, აშშ-სა და ჩინეთს შორის დამაბულობის ზრდა, ენერჯის ალტერნატიული წყაროების აქტიური განვითარება.

გაზის ბაზარი შედარებით უმნიშვნელოდ შემცირდა, ვიდრე ნავთობის და 2020 წელს 4 %-ით დაიკლო, თუმცა 2021 წელს მოსალოდნელია გაზზე მოთხოვნის სრულად აღდგენა. აღსანიშნავია, რომ ამჟამინდელმა კრიზისმა შეამცირა გაზის ბაზრის გრძელვადიანი ზრდის პოტენციალი. სახელდობრ, თუ კრიზისამდე, 2019–2025 წლებში, გაზზე მოთხოვნის საშუალოწლიური ზრდა პროგნოზით განსაზღვრული იყო 2 %-ით (CAGR – ერთობლივი საშუალო წლიური ზრდის ტემპი), კრიზისის შემდეგ, ზემოაღნიშნულ წლებში, მოსალოდნელია 1.5 %-ით CAGR-ის ზრდა და შემდეგი 5 წლის განმავლობაში კი გაზის მოცულობა 75 მლრდ მ<sup>3</sup>-ით შემცირდება.

გაზის წარმოებასთან დაკავშირებით, აშშ-ში შემცირებაა მოსალოდნელი, რაც პირველ რიგში, განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ ნავთობისა და გაზის ბევრმა კომპანიამ 2020 წელს მნიშვნელოვნად შეამცირა საინვესტიციო ბიუჯეტი. თუმცა, აშშ-ის კომპანიებს შეუძლია სწრაფად დააბრუნოს წარმოების მასშტაბი, თუ ნავთობის ფასები ბარელზე 60

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

\$-ზე მეტი იქნება. აღსანიშნავია, რომ ამერიკულმა ენერგეტიკულმა კომპანიებმა მოპოვებული გაზის საკმაოდ დიდი კუთრი წონა მიიღო თანამდები გაზის სახით და გაზის წარმოების აღდგენა აშშ-ში 2022 წლიდან ნელი ტემპით მოხდება, ახალი მთავრობის პირობებში ახალი საბადოების დამუშავებაზე ლიცენზიების მიღების სირთულის გამო.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ მსოფლიოში არაერთი ქვეყანა ახდენს ნავთობის მარაგების ნაციონალიზაციას, რითაც მთავრობა უფრო მეტად აკონტროლებს ნავთობის მარაგებს და შემოსავლის დამატებით ნაკადებზე წვდომასაც ახერხებს. ეროვნული ნავთობკომპანიები გლობალური ენერგეტიკული სექტორის მთავარი ძალაა, რომელიც დედამიწის ნავთობის მარაგების დაახლოებით სამ მეოთხედს აკონტროლებს. ამასთან დაკავშირებით, საინტერესოა ბუნებრივი გაზის მსოფლიო მარაგების შესწავლა და ანალიზი ძირითადი ტენდენციების თვალსაზრისით (ცხრილი 6).

**ცხრილი 6**

**ბუნებრივი გაზის მსოფლიო მარაგები, 2019 წელი, BP, მლრდ მ<sup>3</sup> [22]**

№	ქვეყანა	მარაგი	კუთრი წონა, %	№	ქვეყანა	მარაგი	კუთრი წონა, %
1	რუსეთი	38 000	19,1	18	ქუვეითი	1 700	0,9
2	ირანი	32 000	16,1	19	ნორვეგია	1 500	0,8
3	ყატარი	24 700	12,4	20	ინდონეზია	1 400	0,7
4	თურქმენეთი	19 500	9,8	21	ლიბანი	1 400	0,7
5	აშშ	12 900	6,5	22	ინდოეთი	1 300	0,7
6	ჩინეთი	8 400	4,2	23	მიანმა	1 200	0,6
7	ვენესუელა	6 300	3,2	24	უზბეკეთი	1 200	0,6
8	საუდის არაბეთი	6 000	3,0	25	უკრაინა	1 100	0,5
9	არაბეთის გაერთიანებული ემირატები	5 900	3,0	26	მალაიზია	900	0,5
10	ნიგერია	5 400	2,7	27	ომანი	700	0,3
11	ალჟირი	4 300	2,2	28	ვიეტნამი	600	0,3
12	ერაყი	3 500	1,8	29	ისრაელი	500	0,2
13	აზერბაიჯანი	2 800	1,4	31	არგენტინა	400	0,2
14	ყაზახეთი	2 700	1,3	32	დანარჩენი ქვეყნები	6000	3,02
15	ავსტრალია	2 400	1,2	33	სულ	198 800	100
16	ეგვიპტე	2 100	1,1	34	ეთგო-ის ქვეყნები	20 100	10,1
17	კანადა	2 000	1,0	35	არაეთგო-ის ქვეყნები	178 700	89,9
				36	ევროკავშირი	700	0,3



მეცნიერება

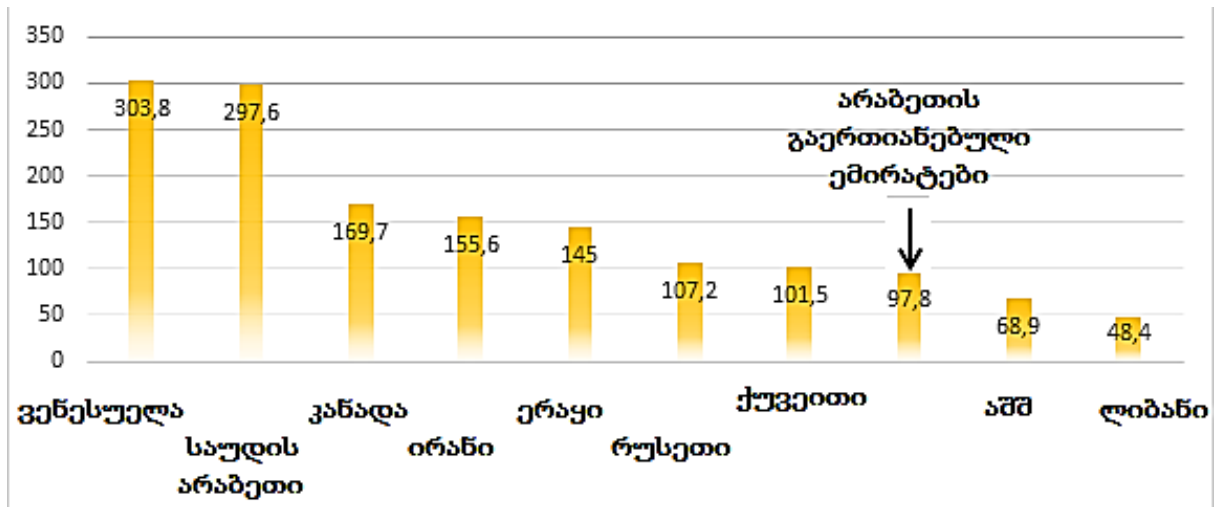
ეკონომიკა და მარკეტინგი

SCIENCE

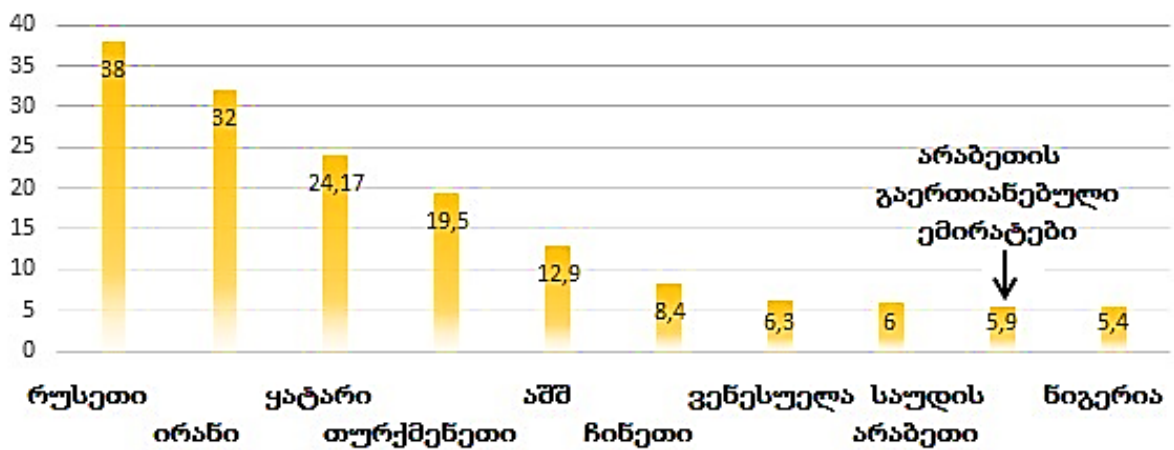
ცხრილი 7  
 მსოფლიო ტოპ - 20 სახელმწიფოს ნავთობის მარაგები, კუთრი წონა, მოსახლეობა, ღირებულება, 2019-2020 წწ. წმ. წმ. 257

№ რიგი	ქვეყანა	ნავთობის მარაგები, (BP) მლრდ ბარელი	კუთრი წონა მსოფლიოში, %	ნავთობის მარაგები, მლრდ \$	ნავთობი, \$/1 სულ მოსახლეზე	№ იმედიცისა	ქვეყანა	ნავთობი, ბარელი / 1 სულ მოსახლეზე	მოსახლეობა, კაცი
1.	ვენესუელა	303.8	17.5	14 330	503 948	1.	ქვეიტი	23 767.31	4 270 571
2.	საუდის არაბეთი	297.6	17.2	14 037	403 224	2.	ვენესუელა	10 630.917	28 435 940
3.	კანადა	169.7	9.8	8 004	212 090	3.	არაბეთის გაერთიანებული ემირატები	9 888.37	9 890 402
4.	ირანი	155.6	9.0	7 339	87 384	4.	ყატარი	8 760.69	2 881 053
5.	ერაყი	145.0	8.4	6 839	170 045	5.	საუდის არაბეთი	7 646.38	34 813 871
6.	რუსეთი	107.2	6.2	5 056	34 649	6.	ლიბანი	7 037.98	6 871 292
7.	ქუვეიტი	101.5	5.9	4 7887	1 212 104	7.	კანადა	4 517.50	37 742 154
8.	არაბეთის გაერთიანებული ემირატები	97.8	5.6	4 613	466 434	8.	ერაყი	3 669.42	40 222 493
9.	აშშ	68.9	4.0	3 250	9 818	9.	ბრუნეი	2 514.41	437 479
10.	ლიბანი	48.4	2.8	2 283	332 256	10.	ირანი	1 871.59	83 992 949
11.	ნორვეგია	37.0	2.1	1 745	8 466	11.	ყაზახეთი	1 597.72	18 776 707
12.	ყაზახეთი	30.0	1.7	1 415	75 364	12.	ნორვეგია	1 176.11	5 421 241
13.	ჩინეთი	26.2	1.5	1 235	858	13.	ომანი	1 052.16	5 106 626
14.	ყატარი	25.2	1.5	1 188	412 586	14.	გაბონი	898.58	2 225 734
15.	ბრაზილია	12.7	0.7	599	2 818	15.	ეკვატორული გვინეა	784.04	1 402 985
16.	ალფორი	12.2	0.7	575	13 123	16.	აზერბაიჯანი	690.39	10 139 177
17.	ნორვეგია	8.5	0.5	400	73 958	17.	რუსეთი	548.19	145 934 462
18.	ანგოლა	8.2	0.5	386	11 768	18.	ეკვატორი	468.91	17 643 054
19.	აზერბაიჯანი	7.0	0.4	330	32 565	19.	სამხრეთ სუდანი	335.01	11 193 725
20.	მექსიკა	5.8	0.3	273	2 121	20.	კონგოს რესპუბლიკა	289.96	5 518 087
21.	სხვა დანარჩენი	65.6	3.7	3092.4	420	21.	სხვა დანარჩენი	8.91	7 364 079 998
22.	სულ, ჯამი	1733.9	100.0	81 788.06	10 436.14	22.	სულ, ჯამი	221.25	7 837 000 000

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**



სურ. 1. ნავთობის მსოფლიო მარაგები ტოპ - 10 სახელმწიფოს მიხედვით, 2020 წელი, მლრდ ბარელი [26]



სურ. 2. გაზის მსოფლიო მარაგები ტოპ - 10 სახელმწიფოს მიხედვით, BP, 2020 წელი, ტრლნ მ³ [26]

გაზის წარმოება რუსეთში, რომელიც ამ რესურსის ერთ-ერთი უმსხვილესი მომწოდებელია, თითქმის მთლიანად ემყარება ექსპორტზე ორიენტირებულ პროექტებს და გაზის წარმოების ზრდის უმეტესი ნაწილი კონცენტრირებულია 2022–2024 წლებში. უახლოესი წლების გაზის გლობალურ წარმოებაში უდიდეს წვლილს შეიტანს ახლო აღმოსავლეთის ბევრი ქვეყანა: საუდის არაბეთი, ირანი, ერაყი, ყატარი [21].

აღსანიშნავია, რომ 2021 წელს თხევადი ბუნებრივი გაზი (LNG) აზია-წყნარი ოკეანის (APR) ქვეყნებში იქნება გაზზე მოთხოვნის ზრდის მთავარი მამოძრავებელი, სადაც დაახლოებით 5 %-ს შეადგენს და ძირითადად კონცენტრირებულია მიმდინარე წლის მეორე ნახევარში. ამასთან, ჩინეთის იმპორტი შეიძლება გაიზარდოს წელიწადში დაახლოებით 3,3 მლნ ტონით. LNG-ზე მოთხოვნის ზრდა მოსალოდნელია არა მხოლოდ ჩინეთში, არამედ ისეთ ქვეყნებში, როგორცაა პაკისტანი, ტაილანდი და ბანგლადეში.

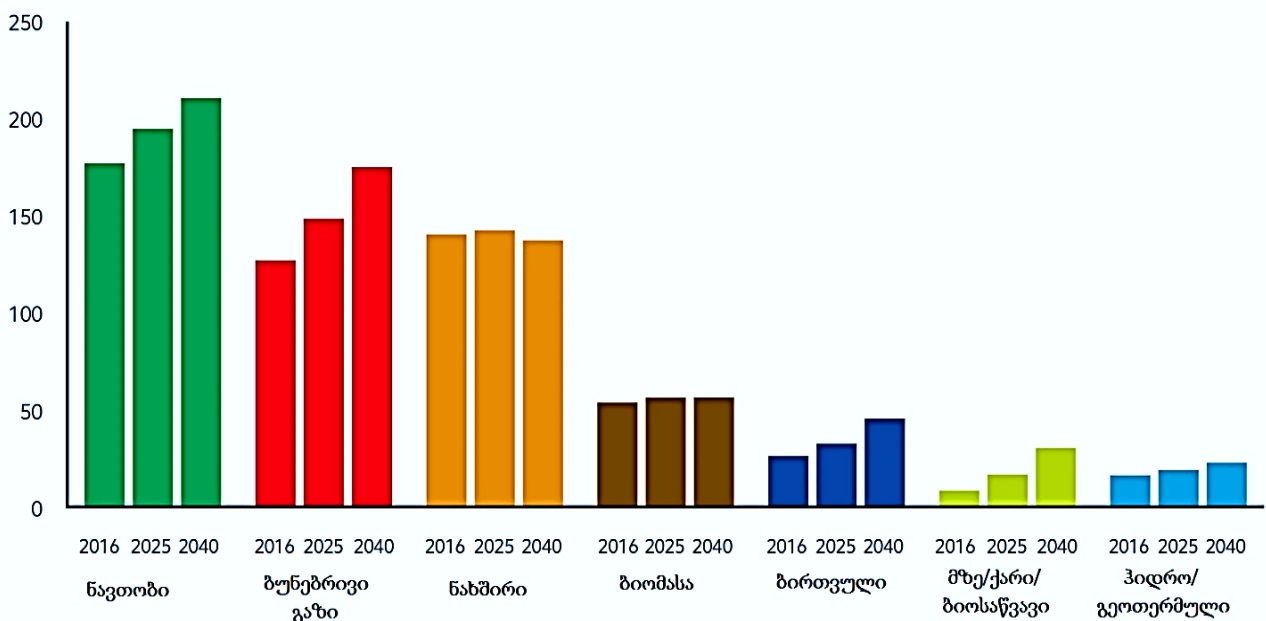
**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

საერთაშორისო ენერგეტიკული სააგენტოს (IEA) განცხადებით, ბუნებრივი გაზის საშუალო მყარი ფასი 2021 წლის პირველ კვარტალში მლნ ბრიტანულ თერმულ ერთეულზე (BTU) 3,01 აშშ \$-მდე გაიზარდება, ხოლო 2022 წელს, IEA-ის თანახმად, გაზის ფასი იქნება 3,27 აშშ \$ 1 მლნ BTU-ზე.

შესწავლილი მასალებიდან გამომდინარე, გაზის ბაზარი მზარდია და გაცილებით მეტი პერსპექტივა აქვს, ვიდრე ნავთობის ბაზარს. ამასთან, აზია იქნება გაზზე მოთხოვნის მთავარი მამოძრავებელი და LNG-ზე მოთხოვნის ზრდა 2021 წლის ბოლოსთვის მოსალოდნელია 425 %-ის დონეზე, რაც 3-ჯერ მეტია, ვიდრე გაზზე მოთხოვნის საერთო ზრდა.

აღსანიშნავია, რომ ევროპაში გაზზე მოთხოვნა თანდათან შემცირდება განახლებად ენერჯიაზე გადასვლის გამო, ხოლო აშშ-ში გაზის წარმოება 2021 წელს აღდგება, მაგრამ შემდგომი ზრდა კითხვის ქვეშ რჩება, ახალი პროდუქტის განვითარების ლიცენზიის მოპოვების სირთულის გამო [21].

ანალიტიკური კვლევის თანახმად, ენერჯის მიწოდება ვითარდება მრავალფეროვანი მოთხოვნის დასაკმაყოფილებლად და ნავთობისა და გაზის კუთრი წონა 2040 წლისათვის კვლავ უპირატესი და მსოფლიოს ენერგეტიკული ბალანსის ნახევარზე მეტი იქნება (სურ. 3). ამასთან, ეს პროგნოზი შეიძლება დამამშვიდებლად ჟღერდეს ნავთობისა და გაზის იმ კომპანიებისთვის, რომელთაც სურთ ისე იმუშაონ, როგორც ათწლეულების განმავლობაში მუშაობდნენ, თუმცა ყველა შემთხვევაში ეს ასე არ არის. მართალია, ნავთობი და გაზი კვლავ ენერჯის ყველაზე მნიშვნელოვანი წყაროა, მაგრამ მკვეთრად შეიცვლება როგორც ამ რესურსების მოხმარების, ისე მათი მოპოვების, გადამუშავების და კომერციალიზაციის მოდელი.



სურ. 3. გლობალური მოთხოვნა საწვავზე, 10<sup>15</sup> BTU (კვადრილიონი ბრიტანული თბური ერთეული) [26, 27]

**მეცნიერება - მეცნიერება და მარკეტინგი - SCIENCE**

აღსანიშნავია, რომ 2050 წელს აშშ-ში ნედლი ნავთობის წარმოება 26.64 კვადრი-ლიონ ბრიტანულ თბურ ერთეულს ( $10^{15}$  BTU) მიაღწევს, უახლოეს წლებში წარმოება შეიცვლება და პიკს 2034 წელს მიაღწევს. ნედლი ნავთობის ერთი სტანდარტული ბარელი შეიცავს 5.8 მლნ ბრიტანულ თბურ ერთეულს. მოსალოდნელია, რომ მრავალი სახელ-მწიფოს მთავრობის მხრიდან გაააქტიურება წიაღისეული საწვავის ენერჯის წარმოების განახლებადი ალტერნატივების ძიებას და წლიური წარმოების შემცირებას შეუწყობს ხელს.

ნახშირწყალბადების ნედლეულის სრული ამოწურვის პრობლემის გაზვიადებამ ახალი მნიშვნელობა შეიძინა გარემოსდაცვითი დღის წესრიგისა და ახალი პანდემიური რეალობის კონტექსტში. მზარდი ინტერესის მქონე კომპანიები „მწვანე“ ალტერნატიულ ენერჯიაში ხვდება, ბევრი მათგანი განახლებადი რესურსების მთლიანად დატოვებას გეგმავს. გარდა ამისა, საკარანტინო კრიზისმა კიდევ ერთხელ შეახსენა მსოფლიოს, თუ რამდენად დაუცველი შეიძლება იყოს ინდუსტრია.

გასაკვირი არ არის, რომ ნავთობი და გაზი დაჩქარებული ტემპით იწყებს დომინანტი პოზიციების დაკარგვას. BP-ის ექსპერტები თანხმდებიან, რომ ნავთობისა და გაზის ინდუსტრია შესაძლოა არასოდეს დაბრუნდეს კრიზისულ მდგომარეობამდე, განსაკუთრებით მაშინ, როცა გლობალური გარემოსდაცვითი დღის წესრიგი პიკს მიაღწევს და განახლებად ენერჯიაზე გადასვლა რეალობად იქცევა. ასეთ პირობებში, ენერგორესურსების ბაზრის განვითარების ერთ-ერთ სცენარში BP-ის ანალიტიკოსები და ექსპერტები პროგნოზირებენ, რომ 2050 წლისთვის გლობალური მოთხოვნა წიაღისეულის საწვავზე 85 %-ით შემცირდება.

როგორც „სიცოცხლის ხანგრძლივობის“ უახლესი გამოთვლები აჩვენებს, მოხმარების ამჟამინდელი დონითაც კი, 1.734 ტრლნ ბარელი ნავთობი საკმარისი იქნება მსოფლიოსთვის მხოლოდ 53 წლის განმავლობაში, ხოლო 198.8 ტრლნ მ<sup>3</sup> გაზი – დაახლოებით 60 წლის განმავლობაში. ამასთან, კაცობრიობას აქვს შანსი დიდი ხნით გადადოს ნავთობისა და გაზის ინდუსტრიის მოსალოდნელი შემცირება. ამას შეიძლება უშველოს ახალი ტექნოლოგიების განვითარებამ და არსებულის გაუმჯობესებამ, რომელიც დღეს ცნობილია ძნელად ამოსაღები მარაგების ათვისებისათვის. გარდა ამისა, ინდუსტრიის მკვლევრებმა უნდა განავითარონ გეოლოგიური ძებნა-ძიებითი სამუშაოები ახალი საბადოების გამოსავლენად, აგრეთვე მოძებნონ რაციონალური გზები დაბალი მწარმოებლურობის/წამგებიანი საბადოებისა და ნავთობგაზის იმ უბნების ათვისებისათვის, რომლებიც რთულ სამთო-გეოლოგიურ პირობებში მდებარეობს. ასეთ პირობებში, მომავალს რეალურად, ბევრი პოზიტიურად, ხოლო მზარდ პანიკას სკეპტიკურად უყურებს და ნაადრევად მიიჩნევს. ამასთან, არსებობს ასევე დიამეტრულად საწინააღმდეგო მოსაზრება. ექსპერტთა საზოგადოების ნაწილი დარწმუნებულია, რომ ნახშირწყალბადების წარმოება ძალიან ძვირი სიამოვნება გახდება და დარგი შესაძლოა მანამდე გაჩერდეს, სანამ არსებული მარაგები ამოიწურება [27, 28].

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ბოლო წლებში მსოფლიო ეკონომიკისა და პოლიტიკის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოვლენები უკავშირდება ნავთობგაზის რესურსებთან დაკავშირებულ ისეთ საკითხებს, როგორცაა: ნავთობისა და გაზის წარმოების

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

ზრდა აშშ-ში, სანქციები რუსეთისა და ირანის წინააღმდეგ, ნავთობის უწყვეტ წარმოებაში ტექნოლოგიური პროგრესის გაგრძელება, ლიბიაში, ერაყსა და ნავთობპროდუქტების სხვა ქვეყნებში გაზის საბადოსთან დაკავშირებული მიმდინარე დაპირისპირება, მწვავე დისკუსიები კლიმატის დათბობისა და ენერჯის ალტერნატიული წყაროების შესახებ, ნავთობისა და გაზის ფასების დინამიკაში გაურკვეველობა. ეს ყველაფერი საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ 2040 წლისთვის გლობალურ ენერჯიაზე მოთხოვნა შეიძლება 30 – 40 %-ით გაიზარდოს. ამრიგად, ნავთობისა და გაზის ინდუსტრია თანამედროვე საზოგადოების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სექტორია, რადგან ის კვლავ ენერჯის მთავარ წყაროდ რჩება, რომელიც მნიშვნელოვნად განაპირობებს გლობალური ეკონომიკის სტრატეგიულ განვითარებას.

**დასკვნა**

ნავთობგაზის ინდუსტრია არის გლობალური ეკონომიკის ერთ-ერთი ყველაზე დიდი, რთული და ყველაზე მნიშვნელოვანი სექტორი, რომლის წიაღში წარმოებული პროდუქტები უმნიშვნელოვანეს გავლენას ახდენს სახელმწიფოს სოციალურ-ეკონომიკურ უსაფრთხოებაზე, გეოპოლიტიკაზე, საერთაშორისო კონფლიქტებსა და გლობალური ეკონომიკის მრავალ მიმართულებაზე. ნავთობგაზის ინდუსტრიაში, ეფექტიანობის შესანარჩუნებლად, კომპანიები სწრაფად უნდა მოერგონ სტრუქტურულ ცვლილებებს და მთლიანად გადახედონ თავიანთ როლს მომავლის ენერჯის სტრატეგიაში. ამ თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია, ნდობის აღდგენისა და მათთვის ღირებულების გადაფასების მიზნით, მსოფლიოსთვის საუკეთესო ზომების მიღება. თუ 2020 წელმა აჩვენა ნავთობგაზის ინდუსტრიის რამდენადმე მოწყვლადობა არსებულ კრიზისულ მდგომარეობაში, მომდევნო წლებმა უნდა დაამტკიცოს, თუ რამდენად მოქნილი, სტაბილური, მდგრადი და სიცოცხლისუნარიანი იქნება კვლავ ნავთობგაზის ინდუსტრია.

**ლიტერატურა**

1. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/oil-and-gas-mergers-and-acquisitions.html>
2. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/oil-and-gas-industry-outlook.html>
3. <https://www.statista.com/chart/17930/the-biggest-oil-and-gas-companies-in-the-world/>
4. <https://www.forbes.com/lists/global2000/#ee9c5b75ac04>
5. <https://www.statista.com/statistics/263264/top-companies-in-the-world-by-market-capitalization/>
6. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/RDS.A/royal-dutch-shell/market-cap>
7. <https://www.totalenergies.com/system/files/documents/2021-03/2020-universal-registration-document.pdf>

**მეცნიერება - ეკონომიკა და მარკეტინგი - SCIENCE**

8. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/oil-gas-survey-kazakhstan-2020.pdf>
9. <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/energy-and-resources/articles/oil-and-gas-industry-outlook.html>
10. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/oil-gas-survey-kazakhstan-2020.pdf>
11. <https://oilnews.ge/index.php?menuid=18&lang=1&id=9645>
12. <https://www.finanz.ru/novosti/birzhevyye-tovary/opek-mirovoy-spros-na-neft-dostignet-dokrizisnogo-urovnya-v-2022-godu-1029661432>
13. <https://www.iea.org/reports/oil-2021>
14. <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/2021487840-otchet-mea-prognozy-i-trendy-na-rynke-nefti>
15. <https://www.iea.org/reports/oil-2021>
16. [https://www.eia.gov/outlooks/steo/report/global\\_oil.php](https://www.eia.gov/outlooks/steo/report/global_oil.php)
17. <https://www.statista.com/statistics/271823/daily-global-crude-oil-demand-since-2006/>
18. <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/2021487840-otchet-mea-prognozy-i-trendy-na-rynke-nefti>
19. <https://www.iea.org/reports/oil-2021>
20. <https://www.eia.gov/outlooks/steo/>
21. <https://www.iea.org/reports/gas-market-report-q2-2021/gas-market-update-and-short-term-forecast>
22. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировые\\_запасы\\_природного\\_газа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировые_запасы_природного_газа)
23. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировые\\_запасы\\_нефти](https://ru.wikipedia.org/wiki/Мировые_запасы_нефти)
24. BP Plc, BP Statistical Review of World Energy 2020
25. <https://komyza.com/kakie-strany-imeyut-samye-bolshie-zapasy-nefti/>
26. <https://dprom.online/oilngas/mirovye-zapasy-nefti-i-gaza-konets-uzhe-blizok/>
27. <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=41433#:~:text=Global%20liquid%20fuels%20consumption%20increases,demand%20increases%20by%20about%2045%25.>
28. <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/the-role-of-oil-and-gas-companies-in-the-energy-transition/>

## საქართველოს ტერიტორიაზე ბიტუმების ზედაპირული გამოვლინების მოკლე დახასიათება

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ა. აბშილაშვილის მიერ

**რეზიუმე:** დღეს საქართველოში სათბობ-ენერგეტიკულ რესურსებსა და სამშენებლო მასალებზე მზარდი მოთხოვნა აუცილებელს ხდის აღმოჩენილ იქნეს ნავთობისა და გაზის ახალი ბუდობები, სამშენებლო მასალები, მათ შორის ბიტუმდაგროვებები.

ნაშრომში განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე არსებული ბიტუმგამოვლინებები და შესწავლილია მათი შემცველი ნაღებები, დათვლილია სავარაუდო მარაგები, მოცემულ ბიტუმებთან ერთად ძვირფასი მიკროელემენტების გამოვლენისა და საკონდიციო მნიშვნელობის დადგენის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიტუმი, ნავთობი, გამოვლინება, დაგროვება, სტრატეგრაფია, სტრუქტურა, ნაღებები, მარაგები, ტალახის ბორცვი, რესურსი, ჰორიზონტი.

დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ნავთობგაზშემცველი რაიონების ფარგლებში გამოვლილია მრავალრიცხოვანი ბიტუმგამოვლინება და ბიტუმდაგროვება (ასფალტენი, ოზოკერიტი და სხვა). სტრატეგრაფიული თვალსაზრისით, ისინი დაკავშირებულია ზედა ლეასურ, ბაიოსურ, ზედა იურულ, ქვედა და ზედა ცარცულ, პალეოგენურ და ნეოგენურ ნაღებებთან. ბიტუმგამოვლინების შესახებ მონაცემები მოცემულია დ. ბულიშვილის, ვ. გვენეტაძის, ა. ლალიევის, ე. ვახანიას, შ. კიტოვანის, გ. სანაძის, ა. რუსაძის, დ. ვახანიას, ნ. ჯიქიას ნაშრომებში.

მყარი ბიტუმები საინტერესოა ღია დამუშავების თვალსაზრისით, რათა მიღებულ იქნეს საგზაო ასფალტი, გადასახური სამშენებლო მასალები, სპეცბიტუმი, ასევე ძვირფასი მიკროელემენტები (ტიტანი, ვოლფრამი, ნიკელი, კობალტი და სხვა).

დასავლეთ საქართველოში მყარი ბიტუმების გამოსავლები გვხვდება გურიაში, დასავლეთ აფხაზეთსა და იმერეთის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში (ლანჩხუთის, ოზურგეთის, გაგრის, გუდაუთის, ტყიბულის, ამბროლაურის და ონის რაიონების მოედნებზე).

აღმოსავლეთ საქართველოში ბიტუმების გამოსავლები გვხვდება ქართლის ღრმულის კიდურა ნაწილების ფარგლებში და მთიანი (ჩრდილოეთი მხარე) და სამხრეთ კახეთის ზოგიერთ მოედანზე.

ქვემოთ მოცემულია ბიტუმების (ზემოთ ჩამოთვლილი) გამოსავლების მოკლე აღწერა.

**დასავლეთ საქართველო.** ნატანების მოედანზე ბიტუმდაგროვება მდებარეობს სამტრედია-ბათუმის საავტომობილო გზის გასწვრივ, ნატანებსა და ურეკს შორის. იგი დაკავშირებულია ზღვიური ტერასის პლიოცენურის შემდგომ ქვიშებთან, რომლებიც

სუბჰორიზონტალურად განლაგებულია ზემონატანების (საღვთო-საკუპრე) ანტიკლინის ჩრდილოეთი ფრთის კონკ-ყარაგანის ნალექებზე. ბიტუმის საბადო სამი უბნისაგან შედგება: ნარუჯა, იაკობი და საღვთო-საკუპრე.

ნარუჯას უბანი მთლიად გამომუშავებულია, მოპოვებულია 1028 ტონა სუფთა ბიტუმი. მოედნის ფართობი 22,6 ათას მ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, პოსტპლიოცენური ნალექების სიმძლავრე - 15 მ, ბიტუმშემცველი ქვიშების სისქე - 1 მ-დან 4,5 მეტრამდე.

იაკობის უბნის ფართობი 34 ათას მ<sup>2</sup>-ს შეადგენს. ბიტუმშემცველი ქვიშების სისქე 1 მ-დან 4 მეტრამდეა. ფენაში ბიტუმების შემცველობა 3-17 %-ის ფარგლებში მერყეობს. საღვთო-საკუპრეს მოედანზე ბიტუმშემცველი უბანი ორი იზოლირებული ველისაგან შედგება - ჩრდილოეთი (96,2 ათასი მ<sup>2</sup>) და სამხრეთი (91 ათასი მ<sup>2</sup>). პოსტპლიოცენური ნალექების სიმძლავრე 95 მეტრს შეადგენს, ბიტუმშემცველი ფენის სიმძლავრე - 2-4 მეტრი, ქვიშებში ბიტუმების შემცველობა - 2 -დან 17 % -მდე.

ნარუჯას, იაკობისა და საღვთო-საკუპრეს მოედნებზე ბიტუმების ჯამური პროგნოზული მარაგები არ დათვლილა.

გაგრის ბიტუმდაგროვების მოედანი (გაგრიფში, ბზიფი) მდებარეობს გაგრა-ბზიფის ანტიკლინის ჩრდილო-დასავლეთ ნაწილში, ზედა იურული და ნეოკომური ასაკის კარბონატულ წყებაში. მდინარეების - გაგრიფისა და ჟოეკვარას გასწვრივ ამ წყების სიმძლავრე 350 მეტრს აღემატება, ბიტუმის შემცველობა 2,5-დან 5,5 %-მდე იცვლება, ერთეულ ნიმუშებში 14 % -საც კი აღწევს. გაგრიფში ხეობაში „ასფალტის წყება“ ზღვის სანაპიროდან 1 კმ ზედაპირზე შიშვლდება და მდინარის დინების ზემო მიმართულე-ბით ზღვის სანაპიროდან ეს მანძილი 2,5 კმ შეადგენს. წყება ვრცელდება არაბიკის მთის დასავლეთ ნაწილამდე, მდ. სანდრიგის მარცხენა შენაკადების ზემო წელამდე. მდ. ხირკის ხევში კირქვების სიმძლავრე 200 მეტრს შეადგენს და შეესაბამება გაგრის ასფალტიან კირქვებს.

ძირშის ბიტუმგამოვლინების მოედანი (ძირშა, რეშავა, ფსხუ) მდ. ბზიფის შუა წელის მარცხენა სანაპიროზე მდებარეობს. ზედა იურულის მძლავრი კარბონატულბიტუმიანი ქანების და ნეოკომის ნაპრალოვანი კირქვების გავრცელების ფარგლებში. ასფალტშემცველი ზოლი წრფივად ვრცელდება 6კმ მანძილზე. ყველაზე ეფექტური გამოვლინებები შეიმჩნევა ქედის დასავლეთ ნაწილში. საბადო სუსტადაა შესწავლილი.

ამ საბადოს გვიანიურული ქანები, სპექტრული ანალიზის მიხედვით, შეიცავს მიკროელემენტების - ტიტანის, ნიკელის, ქრომის და სხვა მომატებულ რაოდენობას.

ბიტუმიზებული კირქვების (3 კმ ზოლი) ჟოკვერ-ბზიფის უბანზე ბიტუმების რე-სურსი, შ.კიტოვანის გამოთვლებით, 1500000 ტონას შეადგენს 100 მეტრი სიმძლავრისა და ქანებში ბიტუმების 0,12 % შემცველობისას.

ბიტუმდაგროვების გვერდით უნდა აღვნიშნოთ ოზოკერიტის მარღვები ოკრიბა-



ში, სოფ. ძმუისში (ტყიბულის მუნიციპალიტეტი). ოზოკერიტის ძარღვების გამოვლენა სოფ. ძმუისის აღმოსავლეთით 5 კმ მანძილზეა, მდ. ლახუნდარას და მისი შენაკადების - მეჩხრისლელეს და ახოკურასლელეს ხეობაში, ვულკანოგენური ბაიოსის გავრცელების ფარგლებში. ეს ძარღვები დაკავშირებულია დამსხვრეული ქვიშაქვების 20–32-მეტრიანი სიგანის ზოლთან, ძმუისის ტექტონიკური რღვევის ხაზის გასწვრივ. ოზოკერიტი ორი სახის გვხვდება: 1-4 სმ სიმძლავრის მუქი ნაცრისფერი სუფთა მინერალების სახით და თიხამიწოვანი მასის ნარევით. ამ უკანასკნელიდან ვივარაციის მეთოდით მიიღება სუფთა ოზოკერიტი. მარაგები არ დათვლილა.

რაჭაში ასფალტდაგროვება დაკავშირებულია შემდეგ მოედნებთან - ბაჯი, ჭიბრევი, ქორთა, ბერი, ვარტა, მუხლი, ლესა, თედელეთი. ისინი დაკავშირებულია ზედა ცარცის კირქვებთან (ტუფოგენური სენონი). ბაჯის ანტიკლინის ჩრდილოეთ ფრთაზე 0,5-0,6 მ სიმძლავრის კირქვებში შეიმჩნევა ნახევრად თხევადი ასფალტი და ასფალტიტის ლინზები. ზოგიერთ ნიმუშში სუფთა ბიტუმის შემცველობა 25 %-ზე მეტია. ბიტუმების მარაგი არ დათვლილა.

*აღმოსავლეთ საქართველო.* კავთისხევის მოედანზე საკუპრესა და მლაშეს უბნებში მაიკოპური ქანებით აგებულ ფენებში იყო ნავთობის შელწევის მცდელობა. მაიკოპური სერიის ნალექები სურამიდან კასპამდე სუსტად ბიტუმშემცველია. მდ. თეძამის გასწვრივ ცეოლითური ტუფების კარიერში შეიმჩნეოდა ბიტუმგამოვლინება, მცირე ბიტუმშემცველობა შეიმჩნეოდა ასევე მაიკოპის ფხვიერ ქვიშაქვებში და პატარძელის მოედანზე მდ. ბოგირხევის ხეობაში. ბიტუმების მარაგი არ დათვლილა.

ბიტუმშემცველობა გამოჩნდა ნორიო-საცხენისის უბანზე ქვედა სარმატის ქვიშაქვებში. პროგნოზული მარაგები არ დათვლილა.

გარე კახეთში ძირითადი ბიტუმდაგროვება განლაგებულია ზედაპირზე, სადაც მათი მაქსიმალური სიმძლავრე 1-2 მეტრს არ აღემატება, ხოლო გავრცელების ფართობი, რთული რელიეფის გათვალისწინებით, 10 000 მ<sup>2</sup>-ს შეადგენს, აქ გამოიყოფა ბიტუმდაგროვების ორი სუბმერიდიანული ზოლი - სამხრეთი: კიდურმა-კატარი-კესამანი და ჩრდილოეთი: მლაშისხევი-მირზაანი-პატარა შირაქი. ბიტუმშემცველობა დაკავშირებულია ქვედა, შუა და ზედა სარმატის ქვიშათიხიან ნალექებთან. დაწყებული სათიბეს მოედნიდან და აღმოსავლეთით შუა სარმატიდან ქვედა ნაწილში განლაგებულია 30-40 მეტრიანი წყების საშუალო და უხეშმარცვლოვანი ქვიშაქვები, რომლებიც გაქლენთილია ნავთობით (უსახელოხევი-ბაიდა) და რომლებთანაც დაკავშირებულია ბიტუმების დაგროვება. ყველაზე მეტი რაოდენობით ტალახის ბორცვები გვხვდება ბაიდას რაიონში. ისინი აქ კონცენტრირებულია 7 მძლავრ ჯგუფში. ჯგუფებს შორის უბნებში შეიმჩნევა ნავთობის, გაზის და ტალახის გამოსავლები.

ჩატმის ხეობაში ზედაპირიდან 80 მ სიღრმეში გაყვანილია 2 შტოლნი, რომელმაც

გადაკვეთა ზედა სარმატის ფენები, რომლის ზედაპირი ნავთობითაა გაჟღენთილი.

ბაიდა-ჩატმის ფარგლებში არ არსებობს (ბაიდა-ჩატმის მონოკლინის მთელ გაყოფებაზე) ბიტუმდაგროვების გავრცელების უწყვეტი ზოლი. აქ შეიმჩნევა ცალკეული იზოლირებული ლინზები, რომელთა ზომები იცვლება რამდენიმე ასეული მ<sup>2</sup>-დან 1500 მ<sup>2</sup>-მდე. ასეთი მდგომარეობა განპირობებულია რთული რელიეფური პირობებით და დაგროვებული ბიტუმების წვიმის წყლით გადარეცხვით.

შტოლნებისა და სტრუქტურული ჭაბურღილების მონაცემებით, აქ მაღალი სიბლანტის ნავთობის გავრცელების სიღრმე 100-120 მეტრს არ აღემატება. ბაიდა-ჩატმის ანტიკლინის ჩრდილოეთი ფრთის ბიტუმების პროგნოზული მარაგები, შ. კიტოვანის მონაცემებით, 1536600 ტ შეადგენს.

პოლკ-ტების ამაღლებაზე, რომელიც მდებარეობს ბაიდა-ჩატმის ანტიკლინის დაძირვაზე ბიტუმგამოვლინების ბაიდის ჯგუფიდან აღმოსავლეთით 12 კმ-ში, განლაგებულია ნავთობის გამოსავლების დიდი ჯგუფი კრიპტომაკტრულ შრეებში. ამ ამაღლების შუა ნაწილში მდებარეობს ნავთობით და ტალახით ამოვსებული ორმოები. ორმოების ცალკეულ უბნებში შეიმჩნევა ნავთობიანი გაზის გამოყოფა. პოლკ-ტების ამაღლების გვერდით შეიმჩნევა ნავთობით გაჯერებული ქვიშაქვების გამოსავლები.

კრიპტომაკტრულ შრეებში ბიტუმგამოვლინების შემდეგი რაიონი მდებარეობს ჩატმის ველის აღმოსავლეთით - ტიულკი-ტაპას ამაღლებაზე. ტიულკი-ტაპას რაიონი, რომელიც ახტა-ტაპას ქედის დასავლეთ დაბოლოებას შეესაბამება, ხასიათდება დიზუნქციური დისლოკაციების ფართო გავრცელებით. კრიპტომაკტრული შრეების თიხიანი წყება განვითარებულია ამავე სახელწოდების ანტიკლინის თაღურ ნაწილში, რომლის ორ უბანზე ჯგუფდება ნავთობგამოვლინებები. ბიტუმშემცველობა შეიმჩნევა აგრეთვე ახტა-ტაპას და ელარ-ოუჯის ქედების ჩრდილოეთ ფერდობზე, სოფელ კეისამანთან და მის გასწვრივ – ელდარის ჩათვლით (დ. ბულიეშვილი, 1960). შ. კიტოვანის მიხედვით, ამ რაიონში პროგნოზული მარაგები 600 ტონას შეადგენს.

სამხრეთ კახეთის ჩრდილოეთ ზოლში ზედა სარმატის ზღვიური წყების ქვიშაქვები შიშვლდება მლაშეხევის რაიონში, სადაც ისინი ასევე გაჯერებულია ნავთობით.

მწარეხევის უბანში, რომელიც სათიბეს ჩრდილო-დასავლეთით მდებარეობს, სტრუქტურული ჭაბურღილის ბურღვისას, 700-დან 1100 მ-ის სიღმიდან გამოიყოფოდა მაღალი სიბლანტის ნავთობი. ვ.გვენეტაძის (1966) და შ.კიტოვანის (1985) მონაცემებით, ბიტუმების პროგნოზული რესურსები 3250000 ტონას შეადგენს.

მლაშეხეგ-მირზაანსა და იორისპირა ზოლებს შორის კილა-კუპრას რაიონში არსებობს ნავთობგამოვლინების გამოსავლები ზედაპირზე, რომლებიც, როგორც ჩანს, გენეტიკურად დაკავშირებულია ზედა სარმატის ზღვიურ წყებასთან.

ჩვენი მონაცემებით, ამ რაიონში ბიტუმების პროგნოზული მარაგები 5200000 ტონას

შეადგენს.

მირზაანის მოედანი შეიცავს ჩაკირულნავთობიან ჰორიზონტებს, რომლებიც დაკავშირებულია შირაქის წყების ქვედა და ზედა განყოფილებასთან და მდებარეობს მირზაანის ანტიკლინის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ფრთის თაღისპირა ნაწილში. 27 ნავთობშემცველი ჰორიზონტიდან 4-5-ს, ზედა ჰორიზონტის გამოკლებით, ზედაპირზე აქვს სხვადასხვა ხარისხის ბიტუმშემცველობა.

პატარა შირაქის მოედანი მდებარეობს მირზაანის მოედნის აღმოსავლეთით 18კმ-ზე. აქაც ნავთობიანი ჰორიზონტები დაკავშირებულია შირაქის წყებასთან.

ჩვენი მონაცემებით, მირზაანის და პატარა შირაქის მოედნებზე ბიტუმების პროგნოზული მარაგები 6430000 ტონას შეადგენს.

ნავთის ღელეს და ყველაწმინდახევის უბნებზე, ქ. გურჯაანსა და სოფ. ჭერემთან, ალ. ლალიევის (1974) მონაცემებით, ბიტუმშემცველია ალაზნის სერიის (აღზაგილ-აფშერონი) ქვიშა-კონგლომერატიანი და ალევროლიტიანი ქანები. აქ ბიტუმების პროგნოზული მარაგები 1800000 ტონას შეადგენს.

ბიტუმგამოვლინებები შეიმჩნევა შემდეგ რაიონებში: ფხოველი (მაიკოპური სერიიდან), თხილისხევი (კამპან-მაასტრიხტის კირქვებიდან), ბეკანა (ზედა ცარცულიდან), ილდოყანი და ნავთლული (შუა ეოცენურიდან).

ზემოჩამოთვლილი ბიტუმშემცველი ობიექტები ამა თუ იმ ხარისხით საინტერესოა ღია დამუშავების თვალსაზრისით (მწარეხვის გარდა).

ჩვენი მოსაზრებით, უფრო პერსპექტიული რეგიონია აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორია, სადაც ბიტუმებთან ერთად შესაძლებელია მოპოვებულ იქნეს ძვირფასი მიკროელემენტები. ძვირფასი მიკროელემენტების გამოსავლენად, მოპოვების მიზნით, აუცილებელია ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ ობიექტზე, მათი საკონდიციო მნიშვნელობის დასადგენად ჩატარდეს შესაბამისი ანალიზები.

### ლიტერატურა

1. ნ. ჯიქია. ამიერკავკასიის მთათაშუეთის დასავლეთ დაძირვის (რიონი-ენგურის მდინარეთშუეთი) გეოლოგიური აგებულება და ნავთობგაზიანობის პერსპექტივები. თბილისი, სტუ-ს სტამბა, 2010;
2. ჯიქია ნ. საქართველოს მაიკოპური სერიის ნალექების ნავთობგაზშემცველობის ისტორიულ-გენეტიკური შეფასება. სტუ-ს ახალგაზრდა მეცნიერთა და ასპირანტთა საუნივერსიტეტო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია. თბილისი, 1994 წ. 25-27 ოქტომბერი.
3. Modern technologies of production of road bitumen B.A. Usov, T.N. Gorbunova.M.: Изд. Нефть и газ, 2019. - 145 с.

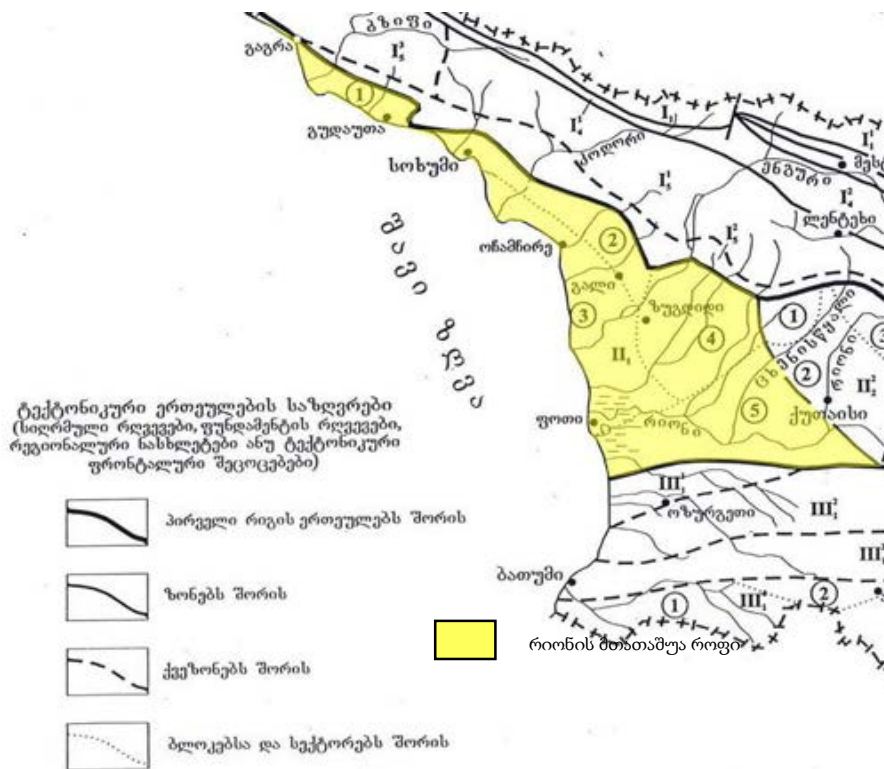
## რიონის მთათაშუა როფის ტექტონიკური აგებულება

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ვ. ხითარიშვილის მიერ

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია რიონის მთათაშუა როფის გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკური დარაიონება და მისი წარმოშობის ისტორია. მოცემულია მეზოკაინოზოური ჭრილის ამგები ძირითადი ქანების ლითოფაციალური დახასიათება.

**საკვანძო სიტყვები:** რიონის როფი, ტექტონიკური დარაიონება, ბრაქიანტიკლინური ნაოჭები, დეპრესია.

რიონის მთათაშუა როფი მდებარეობს ამიერკავკასიის მთათაშუა არის დასავლეთ დაძირვის მოლასურ ზონაში. მისი ფუნდამენტი აგებულია იურამდელი ასაკის მეტამორფული და მაგმური ქანებით, რომელზედაც იურულ-ნეოგენური ასაკის დანალექი საფარი ტრანსგრესიულადაა განლაგებული. ჩრდილოეთით ესაზღვრება დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის გაგრა-ჯავის ზონა; სამხრეთით - გურიის ქვეზონა (მთებისწინა როფი) და თრიალეთის ნაოჭა სისტემა, რომლებსგანაც გამოყოფილია სიღრმული რღვე-



სურ. 1. საქართველოს ტერიტორიის ტექტონიკური დარაიონების რუკა

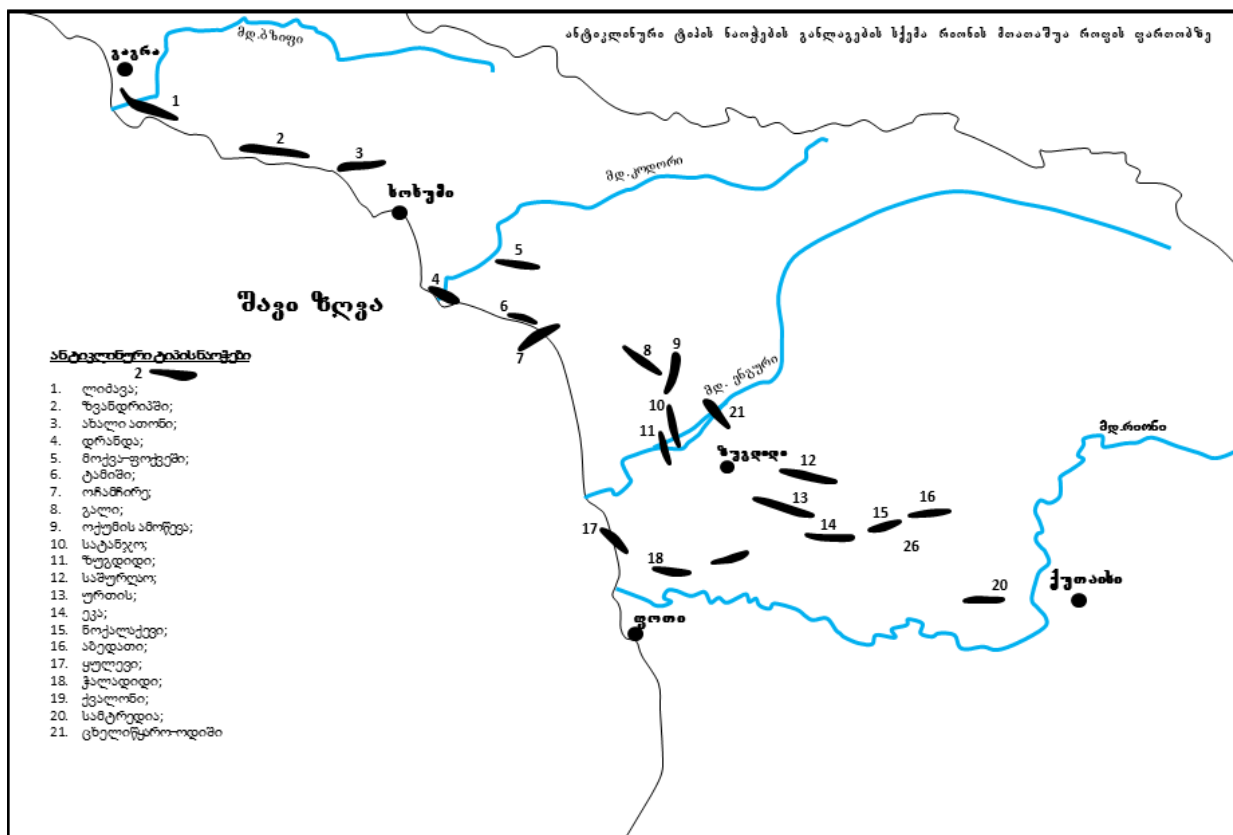
**მეცნიერება**

**გეოლოგია**

**SCIENCE**

ვებით; აღმოსავლეთით - იმერეთის ამოწევა ოკრიბა-ხრეთის ქვეზონა (მეზოზოურ-კაინოზოური დანალექი საფარი). დასავლეთი მიმართულებით როფი თანდათან ფართოვდება და გადადის შავი ზღვის დაძირვაში. რიონის მთათაშუა როფის ფართობი 6850კმ<sup>2</sup>-ია (სურ. 1).

როფის ტერიტორია რთული გეოლოგიური აგებულებით ხასიათდება. მის დანალექ საფარში განვითარებულია სხვადასხვა მიმართულების დისკარმონიული, ბრაქინოჰები, ვიწრო ანტიკლინები და ფართო და ბრტყელი სინკლინები. სიღრმეში ნაოჭი სწორდება, ზოგიერთი ქრება, ზოგან ფუნდამენტში აისახება (სურ. 2).



სურ. 2. ანტიკლინური სტრუქტურების განლაგების სქემა

რიონის როფის ტექტონიკური დარაიონება ემყარება მეზოკაინოზოური ნალექების სიმძლავრეებისა და ფაციესების განაწილების კანონზომიერებებს.

პეტროფიზიკური თვალსაზრისით, დანალექი საფარი დანაწევრებულია შემდეგ სტრუქტურულ-სტრატეგრაფიულ ერთეულებად:

- 1) ლიასის ქვეშ იურამდელი კრისტალური ფუნდამენტი;
- 2) ლიასი-შუა იურა;

**მეცნიერება**

**გეოლოგია**

**SCIENCE**

- 3) ზედა იურა, ცარცი და ქვედაპალეოგენური ერთიანი სტრუქტურული სართულია;
- 4) ოლიგოცენურ-მიოცენური სართული;
- 5) მთავრდება პლიოცენური სართულით, რომელიც გადაფარულია მეოთხეული ნალექებით.

რიონის როფის ფარგლებში (ყულევი, ჭალადიდი, ხობი, ქვალონი) პლიოცენი ნაკლებად დისლოცირებულია, ვიდრე ცარციული და ქვედაპალეოგენური ნალექები.

რიონის როფის ტერიტორიაზე, ტექტონიკური თვალსაზრისით, გამოყოფილია შემდეგი ტექტონიკური ბლოკები: გუდაუთის, სამურზაყანოს, ოჩამჩირე-ყულევის, ოდიშის, ჭალადიდ-აბაშის.

რიონის როფის ფარგლებში გავრცელებულ ტექტონიკური ერთეულების აღწერას ვიწყებთ ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ:

1. გუდაუთის დეპრესია. გუდაუთის დეპრესია მდებარეობს გაგრასა და ახალათონს შორის. სიგრძე 40კმ-ია, სიგანე - 15 კმ, ხმელეთზე გავრცელებულია მძლავრი ნეოგენური ნალექები, რომლებშიც განვითარებულია განედური გავრცელების ნაოჭები. ეს ნაოჭები აისახება ასევე უფრო ძველ ღრმად დაძირულ ნალექებში;

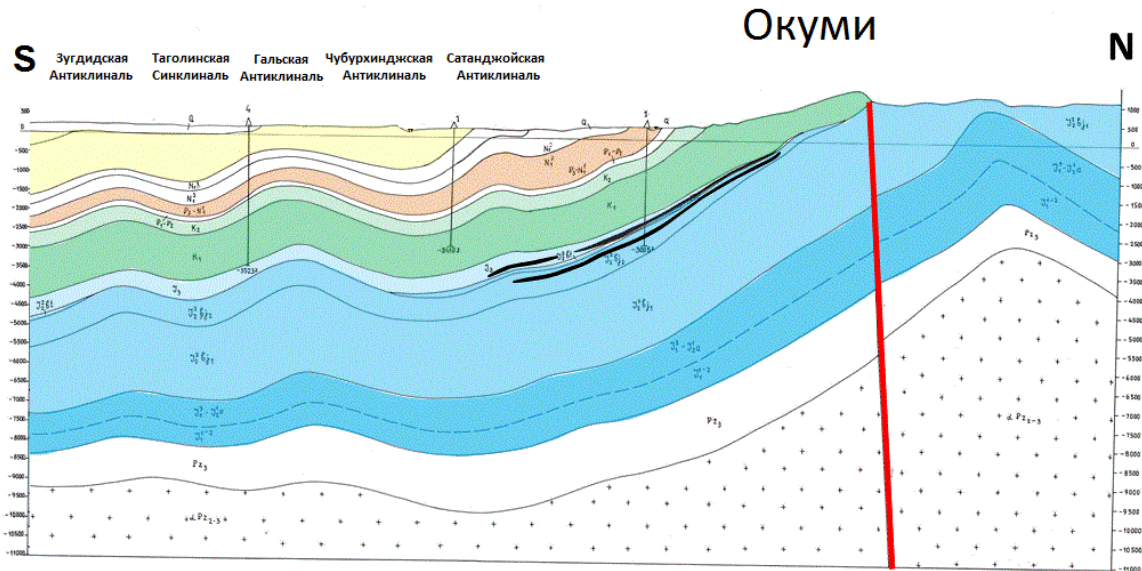
2. სამურზაყანოს ბლოკი ჩრდილოეთიდან შემოსაზღვრულია სოხუმის ამოწვევით და სიღრმული რღვევით, სამხრეთიდან - ოჩამჩირე-ყულევის ბლოკით. დეპრესიის აგებულებაში მონაწილეობს მეზოკაინოზოური ასაკის მძლავრი დანალექი წყებები. სამურზაყანოს ბლოკის ჩრდილოეთ ნაწილში ნაოჭები ხასიათდება ასიმეტრიული აღნაგობით, პლასტიკური ქანების სიმძლავრეების მკვეთრი ცვალებადობით. სამხრეთ ნაწილში განვითარებულია სუბგანედური მიმართულების ბრაქიანტიკლინური ნაოჭები.

ოქუმის ამოწვევას სუბმერიდიანული მიმართულება აქვს. ჩრდილოეთით მას ესაზღვრება სამეგრელოს ქედის ანტიკლინორიუმი და გამოიყოფა ჩრდილო კოლხეთის სიღრმული რღვევით, სამხრეთით - ცენტრალური სამეგრელოს დეპრესია, დასავლეთით კულისისებრად ენაცვლება სატანჯოს ანტიკლინი, რომელიც აგებულია მეზოკაინოზოური ნალექებით. ღრმა ბურღვის მონაცემებით, ზედაიურული ნალექები უთანხმოდ არის განლაგებული ქვემომდებარე წარმონაქმნებზე. ოქუმის ამოწვევის ფარგლებში გამოვლენილია ნავთობის საბადო ზედაიურულ ნალექებში (სურ. 3).

3. ოჩამჩირე-ყულევის დეპრესიის ფარგლებში დამარხული სტრუქტურები გამოვლენილია სეისმოძიებით, მათ შორის ტამიშის, დრანდის, ოჩამჩირის, ყულევის, გალის ანტიკლინები. პირველი აგებულია მეზოკაინოზოური ნალექებით;

4. ოდიშ-სამეგრელოს დეპრესია მდებარეობს მდ. მდ. ენგურის, ხობისა და ტეხურის შუა წელის აუზებში. ოდიშის დეპრესია რიონის მთათაშუა როფის ერთ-ერთი

ცენტრალური ერთეულია, რომლის ირგვლივ განვითარებულია ძირითადი სტრუქტურული ელემენტები. ოდიშ-სამეგრელოს დეპრესიის ჩრდილოეთი ნაწილი აგებულია პლიოცენურ-მეოთხეული და ნეოგენური ნალექებით, ხოლო ბორტებზე გამიშვლებულია პალეოგენური, ცარცული და იურული ასაკის ქანები.



სურ. 3. ოქუმის ანტიკლინის გეოლოგიური კრილი

5. ფოთი-აბაშის ბლოკს, თანამედროვე სტრუქტურული გეგმის მიხედვით, ანტიკლინორიუმის აგებულება აქვს, მისი ღერძი მიემართება ძირულის მასივიდან სოფ. ჭალადიდისკენ. დეპრესიაში განვითარებულია ზეწრული ტიპის ნაოჭები და დაფარულია მძლავრი მეოთხეული წარმონაქმნებით. ბურღვითი და გეოფიზიკური სამუშაოების შედეგად, ბლოკის ტერიტორიაზე გამოყოფილია დასავლეთ და აღმოსავლეთ ჭალადიდის, საღვამიჩაოს, ქვალონის და სამტრედიის სუბგანედური მიმართულებების ბრაქიანტიკლინები.

აღმოსავლეთ და დასავლეთ ჭალადიდის ანტიკლინები ერთმანეთისგან გამოყოფილია სინკლინური ჩალუნვით. სტრუქტურის აგებულებაში მონაწილეობს: მეოთხეული, პლიოცენური, ტურონ-დანიური, ალბ-სენომანური, აპტური, ნეოკომური, ზედაიურული ნალექები.

რიონის მთათაშუა როფი დაფარულია მძლავრი მეოთხეული ნალექებით, რომელთა ქვემოთ, ღრმა ბურღვის მონაცემებითა და გეოფიზიკური გამოკვლევებით, განლაგებულია მეზოკაინოზოური წარმონაქმნები. ამ უკანასკნელთა სიმძლავრე უკიდურეს დასავლეთ ნაწილში, ქ. ფოთთან 8კმ-ს აჭარბებს, ხოლო რამდენადმე სამხრეთით, სოფ. გრიგოლეთსა და მალთაყვასთან 10კმ-ია. გეოლოგიურ-გეოფიზიკური მონაცემებით,

**მეცნიერება**

**გეოლოგია**

**SCIENCE**

რიონის მთათაშუა როფის იურამდელი ფუნდამენტი დასახსრულია სხვადასხვა მიმართულების რღვევით, რაც განაპირობებს მის ბლოკურ-საფეხუროვან აღნაგობას. დეპრესია იძირება და ფართოვდება დასავლეთი მიმართულებით და გადადის შავი ზღვის ღრმულში. ისინი ერთმანეთისგან გამოყოფილია მერიდიანული მიმართულების რღვევებით, რის გამოც შავი ზღვის ფსკერზე გავრცელებული ცარცულ-პალეოგენური კომპლექსი დაწეულია.

ზემოაღნიშნულ სტრუქტურებში ნავთობისა და გაზის მაღალი პერსპექტივები დაკავშირებულია ზედა და შუა იურულ ნალექებთან. ქვედაცარცული კოლექტორები სავარაუდოდ წყალშემცველი უნდა იყოს.

**ლიტერატურა**

1. ე. ვახანია, დ. პაპავა. საქართველოს ნავთობისა და გაზის მრეწველობის განვითარების მოკლე ისტორია. თბილისი: „სამშობლო“, 1996.
2. დ. პაპავა. საქართველოს ზედაიურული ნალექების ნავთობგაზიანობის პერსპექტივების შეფასება (ხელნაწერი). თბილისი: საქნავთობი, 1991.
3. В.П. Агеев. Геологическое строение Очамчирской депрессии в связи с перспективами её нефтегазоносности. Автореферат канд. дисс. Фонды Грузнефть, 1967.
4. დ. ვახანია. ოკრიბის ამოწვევის დანაოჭების ხასიათი და სტრუქტურული დამოკიდებულება მეზობელ ტექტონიკურ ერთეულებთან. საქ. აკად. გეოლ. ინსტიტუტი. თბილისი, 1993.
5. Е.К. Вахания, Г.Н. Никурадзе, М.И. Шенгелия. Основные черты геологической истории Колхидской впадины. В кн. «Материалы по геологии и нефтегазоносности Грузии». Труды ВНИГНИ вып. СХУ изд. «Недра». Москва 1971
6. დ. ვახანია. საქართველოს დანალექი საფარის სტრუქტურულ-ტექტონიკური აგებულების და ნავთობგეოლოგიური დარაიონების ზოგიერთი საკითხის შესახებ. სამეცნიერო-საინფორმაციო ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, #2. თბილისი, 2000.
7. А. Г. Лалиев. Нефтяные месторождения Груз ССР В кн Нефтяные месторождения СССР Справочник 2, изд. «Недра». Москва 1968
8. Е.К. Вахания. Геологическое строение Колхидской низменности (в связи с нефтегазоносности. Тбилиси. 1973.
9. Н. П. Гамкредидзе, С.А. Гогадзе и др. Глубинная геология и нефтегазоносность Рионско-куринской депрессии и Черноморского сектора Грузии по Геофизическим данным. Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили, Институт Геофизики им. Нодия М., ТГУ-Тбилиси, 2017 г.



მ. სურამელაშვილი, დოქტორანტი  
რ. პაატაშვილი, აკად. დოქტორი

## ნავთობ-გაზწარმომქმნელი შესაძლო წყებები რიონის დეპრესიაში

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ვ. ხითარიშვილის მიერ

**რეზიუმე:** სტატია მოიცავს რეგიონში ჩატარებული გეოქიმიური კვლევების მიმოხილვას, ნავთობისა და გაზის დედაქანების გამოსავლენად. განხილულია სხვადასხვა ასაკის დანალექი ქანის ლითოლოგიური და გეოქიმიური დახასიათება და ამ კვლევებზე დაყრდნობით გამოკვეთილია სავარაუდო ნავთობ-გაზმზადი ქანები რიონის დეპრესიაში.

**საკვანძო სიტყვები:** რიონის როფი, გეოქიმიური კვლევები, ნავთობისა და გაზის საბადო, დედაქანები.

საქართველოში ნავთობის და გაზის წარმომქმნელი შესაძლო წყებების გამოსავლენად გეოქიმიური კვლევები შეიძლება 2 ეტაპად დაიყოს: პირველი – საბჭოთა პერიოდში შეისწავლებოდა ქანებში გაბნეული ორგანული ნივთიერებების რაოდენობა ( $C_{org}$ ). ორგანული ნივთიერებების მომწიფებულობის ხარისხი უპირატესად ფასდებოდა ვიტრინიტის არეკვლის უნარის მიხედვით ჰაერში ( $R^a$ ) ან ზეთში ( $R^0$ ). მეორე – პოსტსაბჭოთა პერიოდში თერმული პირობების მეთოდით. ამ მეთოდის ფასეულობა მდგომარეობს იმაში, რომ იგი საშუალებას იძლევა განისაზღვროს არა მხოლოდ ქანებში გაბნეული ორგანული ნივთიერებების და მისი ხსნადი ნაწილის რაოდენობა და თვისებები, არამედ მისი უხსნარი ნაწილის ე.წ. კეროგენის გარკვეული პარამეტრებიც ( $S_1$ ,  $S_2$ ,  $T_{max}$ , HI, PI და ა.შ.), რაც შესაძლებლობას იძლევა დადგინდეს დედაქანების მნიშვნელოვანი მახასიათებლები, მაგალითად, ორგანული ნივთიერების ტიპი, მომწიფებულობის ხარისხი, გენერაციული პოტენციალი და სხვა. კვლევებისას ხდებოდა უკვე აღმოჩენილი (ჭალადიდი, შრომისუბანი, სუფსა) საბადოების – ნავთობისა და გაზების მოლეკულური (ნორმ. ალკანები, იზოპრენოიდები, ტერპენოიდები და ა.შ.) და სავარაუდო დედაქანების ბიტუმებისა და ნახშირბადის სტაბილური იზოტოპების შესწავლა, გენეტიკური კავშირების გამოვლენის, ქანების გარდაქმნის ხარისხის და ფაციალური თავისებურებების დასადგენად, ბიომარკერების გავრცელების კანონზომიერების შესაფასებლად.

იურიული და ცარცული ნალექები შესწავლილია გეოქიმიური კვლევებით, უპირატესად რიონის დეპრესიისა და მტკვრის როფის მომიჯნავე ტერიტორიაზე (დიდი კავკასიონის სამხრეთი ფერდობი, ძირულა-იმერეთის ამოწევა).

სავარაუდო დედაქანების რანგში იურიული ნალექებიდან, რიონის დეპრესიის მომიჯნავე უბნებზე, შესაძლოა განხილულ იქნეს მხოლოდ არგილიტებით, თიხებით და

ფიქლებით აგებული დასტები ქვედაიურულ მძლავრ, უმეტესწილად ტერიგენულ წყებაში დიდი კავკასიონისა და ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე, ასევე ასეულობით მეტრი სიმძლავრის ტერიგენული ნახშირიანი წყება ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე (შუაიურული (ზედაბაიოსურ-ბათური)).

C<sub>ორგ</sub> შემცველობა დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე, ქვედაიურულ ტერიგენებში იცვლება 0.25 – 3.52-ის ფარგლებში. ბიტუმების შემცველობაც ასევე დიდ დიაპაზონში მერყეობს (0.011 – 0.410%). ორგანული ნივთიერება გადამწიფებულია, ამან განაპირობა ის, რომ მთლიანად ამოწურულია მისი გენერაციული პოტენციალი (0 – 0.38 მგ.გ).

ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე C<sub>ორგ</sub> -ის ბიტუმების შემცველობა ქვედაიურულ-ტერიგენულ ნალექებში საშუალოა და მერყეობს 0.13 – 1.22 %-ისა და 0.019 – 0.028 %-ის ფარგლებში. ორგანული ნივთიერება აქაც III ტიპისაა და მომწიფებულობით შეესაბამება ნავთობის ფანჯარას (R<sup>a</sup> 8.2 – 11.3 %).

შუაიურული ნახშირის შემცველ ტერიგენებში ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე C<sub>ორგ</sub> ის და ბიტუმების შემცველობა საკმაოდ მაღალია და არგილიტების ცალკეულ ნიმუშებში 3.82%, 0.502%-ს აღწევს. ორგანული ნივთიერება III ტიპისაა. მომწიფებულობით კი ნავთობის ფანჯარას შეესაბამება (T<sub>max</sub>-436 – 444 °C). სავარუდოდ, ამ ნალექებს გაზის გენერაციის კარგი პოტენციალი აქვს.

ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე ცარცული ნალექები ზომიერი სიმძლავრის კარბონატული და ტერიგენულ-კარბონატული წყებებითაა წარმოდგენილი, ორგანული ნივთიერება (დაბალი წყალბადის ინდექსით) ყველგან III ტიპისაა, რომელიც 1 – 30 მგ/გ-ის ფარგლებშია და იშვიათად იზრდება 120 მგ/გ-მდე. უმეტეს უბნებში მომწიფებულობა ნავთობის ფანჯარას შეესაბამება.

ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე პალეოცენ-ეოცენური ნალექები ღარიბია ორგანული ნივთიერებით (C<sub>ორგ</sub> 0.06 – 0.7 %) და ბიტუმებით (<0.018 %). ორგანული ნივთიერება III ტიპისაა და მოუმწიფებელია.

რიონის დეპრესიაში პალეოცენ-ეოცენური ნალექები ნაკლებადაა განვითარებული. პალეოცენ-ეოცენური ნალექები მთლიანად ტერიგენული ფლისითაა წარმოდგენილი დიდ კავკასიონზე, მცირე კავკასიონზე (აჭარა-თრიალეთი) კი – ტერიგენულ-ფლიშოიდური (პალეოცენ-ქვედა ეოცენი), ტერიგენული (ზედა ეოცენი) და ვულკანოგენურ-დანალექი (შუა ეოცენი) მძლავრი წყებებით, ზომიერი სიმძლავრის თიხოვან-კარბონატული წყებებითაა წარმოდგენილი ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე.

ზედა ეოცენური ნალექები, მიუხედავად მათი ლითოლოგიურ-ფაციალური ხასიათისა, ყველგან გამოირჩევა გაზრდილი ბიტუმების შემცველობით, ასევე უპირატესად III ტიპის ორგანული ნივთიერებებით.

მეცნიერება

გეოლოგია

SCIENCE

ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე, ზედა ეოცენურ ნალექებში  $C_{ორგ}$  შემცველობა 0.32–2.68 %-ის, ბიტუმების 0.018–0.1 %-ის ფარგლებში ცვალებადობს და მომწიფებულობის ზღვარზეა ( $T_{max}$ -420–445 °C).

მაიკოპის სერია ძირითადად განვითარებულია შავი ზღვის შელფურ ნაწილში, იგი აგებულია მეტწილად თიხების მძლავრი (1000–1500 მ) დასტებით და ქვიშაქვების შუაშრეებით. გამოირჩევა ორგანული ნივთიერებების მომატებული შემცველობით, რომელიც ძირითადად III ტიპისაა. მაიკოპის სერია სავარაუდოდ შავი ზღვის ნავთობგაზიანი პროვინციის ძირითადი დედაქანია.

მაიკოპურ ქანებში ძირულა-იმერეთის ამოწევაზე, ქართლის დაძირვასა და მის სამხრეთ კიდეზე  $C_{ორგ}$  შემცველობა 0.43–2.7 %-ის ფარგლებში, ბიტუმების 0.011–0.124 %-ის ფარგლებში მერყეობს. წყალბადის ინდექსი უპირატესად ქართლის დაძირვის სამხრეთ კიდეზე მაღალი მნიშვნელობით დიდ დიაპაზონში (23.5–588 მგ/გ) იცვლება, მათი გენერაციული პოტენციალი აქ მაღალ ნიშნულებს აღწევს (9.5 მგ/გ). ისინი სავარაუდოდ საშუალო ან კარგ დედაქანებად შეიძლება მივიჩნიოთ, ასევე იმის გამო, რომ შესაძლოა ორგანული ნივთიერებების ნაწილი ამ ქანებში II/III ტიპისაა.

შუამიოცენური ნალექები (ტერიგენულ-კარბონატული) გეოქიმიურად სუსტად არის შესწავლილი. მხოლოდ ერთეული ნიმუშებია გამოკვლეული.

ისინი  $C_{ორგ}$ -ს 0.12–1.24 %-ის და ბიტუმებს კი 0.013–0.111 % დიაპაზონში შეიცავს. ორგანული ნივთიერება თითქმის ყველგან მოუმწიფებელია ( $T_{max}$ -428 °C,  $R^a$ -6.7%). ქანები ხასიათდება დაბალი გენერაციული პოტენციალით (1.6 მგ/გ).

დედაქანების არსებობის თვალსაზრისით, ზედაეოცენური ნალექებიდან საინტერესოა გურიის როფის ფარგლებში გავრცელებული ქვედა და შუასარმატული ნალექები, რომლებიც უპირატესად ტერიგენებითაა წარმოდგენილი, რადგან ცალკეულ შემთხვევებში 1%-ზე მეტ  $C_{ორგ}$  შეიცავს. ამის მიუხედავად, სტრატეგრაფიულად დაუნაწევრებელი სარმატული ნალექების რამდენიმე ნიმუშის თერმული პიროლიზით შესწავლამ აჩვენა, რომ დაბალია ამ ნალექების როგორც გენერაციული პოტენციალი (0.12 მგ/გ), ისე წყალბადის ინდექსი (18 მგ/გ). როგორც ჩანს, ამ ნალექებში ორგანული ნივთიერება თითქმის ყველგან მოუმწიფებელია ( $R^a$ -6.1–7.1 %) და III ტიპისაა.

ძირითადი ნავთობმზადი ქანები (მაიკოპი) მდებარეობს შავი ზღვის შელფის ფარგლებში, სადაც აღმოსავლეთ მიმართულებით ხდებოდა ნახშირწყალბადების გენერაცია და მიგრაცია.

შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ რიონის დეპრესიაში არსებული საბადოების ფორმირებაში გარკვეულწილად ასევე მონაწილეობს, ზემოაღნიშნული დაძირვების ფარგლებში, უფრო ღრმად განლაგებული, მეზოზოური ასაკის კომპლექსის ცალკეული სტრატეგრაფიული ერთეულებიც (ალბურ-სენომანური, ქვედა და შუაიურული), რომელთა გეოქი-

მიუღმა შესწავლამ რიონის დეპრესიის პერიფერიებზე იმედის მომცემი შედეგები აჩვენა.

ამ მოსაზრების შესაძლებლობაზე გარკვეულწილად მიანიშნებს რიონის დეპრესიის ჩრდილო ნაწილში მეზოზოურ ნალექებში აღმოჩენილი ნახშირწყალბადების საბადოებიც – აღმოსავლეთ ჭალადიდი (ზედა ცარცი), ოქუმი (ზედაიურული). არ არის გამოირიცხული, რომ მათ ფორმირებაში მნიშვნელოვანწილად მონაწილეობდეს მეზოზოური ასაკის დედაქანებიც.

### ლიტერატურა

1. გ. ბუაჩიძე, დ. კაჭარავა, გ. ქავთარაძე, გ. ნანიტაშვილი. კოლხეთის დაბლობის ჰიდროგეოლოგია. სამეცნიერო სესია მიძღვნილი კოლხეთის დაბლობის აგებულების და ნავთობგაზიანობის საკითხებისადმი. თბილისი, 1966.
2. დ. ვახანია. საქართველოს ნავთობის მოპოვების მნიშვნელოვანი გაზრდის მიზნით გეოლოგიურ-სადიებო სამუშაოების ეფექტური მიმართულების დასაბუთება /ხელნაწერი). „საქნავთობი“, თბილისი, 1996.
3. ნ. ებრალიძე, დ. ღირსიაშვილი. ჩრდილო-დასავლეთ საქართველოს, კოლხეთის დაბლობის (მდ. რიონის მარჯვენა სანაპირო) და მიმდებარე შავი ზღვის აკვატორიის ფარგლებში მიღებული სეისმური, გრავიმეტრიული და მაგნიტომეტრიული მასალების ანალიზი და ინტერპრეტაცია. თბილისი, 2005 წ.
4. დ. ვახანია. საქართველოს ზედაიურული ფერადი წყების ასაკის და მოსაზღვრე წყებებთან სტრატოგრაფიული დამოკიდებულების შესახებ (თანაავტორი). აკად. ალ. ჯანელიძის 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო სესიის მოხსენებათა თეზისები. გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 1989.
5. დ. ვახანია. კოლხეთის ზედაიურული ნალექები. აკად. ალ. ჯანელიძის 100 წლისთავისადმი მიძღვნილი საიუბილეო სესიის მოხსენებათა თეზისები. გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 1989.
6. დ. ვახანია. ოკრიბის ამოწვევის დანაოჭების ხასიათი და სტრუქტურული დამოკიდებულება მეზობელ ტექტონიკურ ერთეულებთან. საქ. აკად. გეოლ. ინსტიტუტი. თბილისი, 1993.
7. დ. ვახანია. კოლხეთის ზონისა და აღმოსავლეთ შავი ზღვის ღრმულის ზედაცარცული წყების ნავთობგაზიანობის პერსპექტივები. ჟურნალი „საქართველოს ნავთობი და გაზი“, #1. თბილისი, 2000.

უკ 622.244.442

ნ. მაჭავარიანი, აკადემიური დოქტორი  
ვ. ხითარიშვილი, აკადემიური დოქტორი  
ვ. გოდაბრელიძე, დოქტორანტი  
მ. გარუჩავა, დოქტორანტი

## დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის ეფექტურობის ამაღლება ბრუნვით მართვადი სისტემის გამოყენებით

**რეზიუმე:** RSS (Rotary Steerable System) ბრუნვით მართვადი სისტემა დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვისას საბურღი იარაღის ბრუნვით ლულის ტრაექტორიის მასტაბილიზებული საშუალებაა, რომელიც სრულად ავტომატიზებულია და უზრუნველყოფს მაღალი სიზუსტის მიმართულებით ბურღვას. აქვს მაღალი მექანიკური სიჩქარე, საექსპლუატაციოდ მარტივი გამოსაყენებელია და მუშაობის პროცესში ძალიან გამძლე. აღჭურვილია უახლესი ტექნოლოგიის ელექტრონული მოწყობილობით, შეუძლია ლულა დააკალიბროს, სტაბილური გახადოს და გაიყვანოს რთული, მყარად განსაზღვრული ტრაექტორიით, თავიდან აიცილოს მისი დაკლავა, გააუმჯობესოს სანგრევის გაწმენდა მონგრეული ქანის ნაწილაკებისაგან. RSS სისტემა საგრძნობლად ზრდის ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და ამიტომ რეკომენდებულია დაინერგოს ნინოწმინდის ნავთობგაშემცველ ფართობზე.

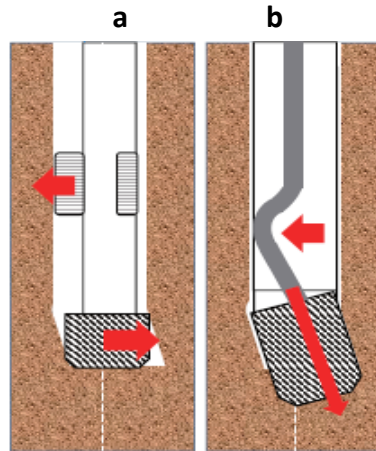
**საკვანძო სიტყვები:** ბრუნვით მართვადი სისტემა, ლულის ტრაექტორია, დაკალიბრება, დაკლავა.

### შესავალი

RSS (Rotary Steerable System) ბრუნვით მართვადი სისტემა (საბურღი იარაღის ბრუნვით ლულის ტრაექტორიის მასტაბილიზებული სისტემა) დღეისათვის ყველაზე თანამედროვე სისტემაა დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების გასაბურღად. მათი საშუალებით ეტაპობრივად ხორციელდება ხრახნული ძრავების ჩანაცვლება. გამრუდებული ჭაბურღილების ბურღვისას ამ სისტემის ძირითადი უპირატესობა მის წინამორბედთან, ხრახნულ ძრავასთან, შედარებით მდგომარეობს იმაში, რომ RSS სისტემის საშუალებით შესაძლებელია მიმართულების შეცვლა ბრუნვით რეჟიმში და, შესაბამისად, მისი გამოყენებაც მხოლოდ ბრუნვით რეჟიმში ხდება და არ საჭიროებს გაცურების რეჟიმს. ბრუნვით რეჟიმში კი, როგორც ვიცით, ბურღვის სისწრაფე გაცილებით მაღალია შემცირებული ხახუნის ხარჯზე.

### ძირითადი ნაწილი

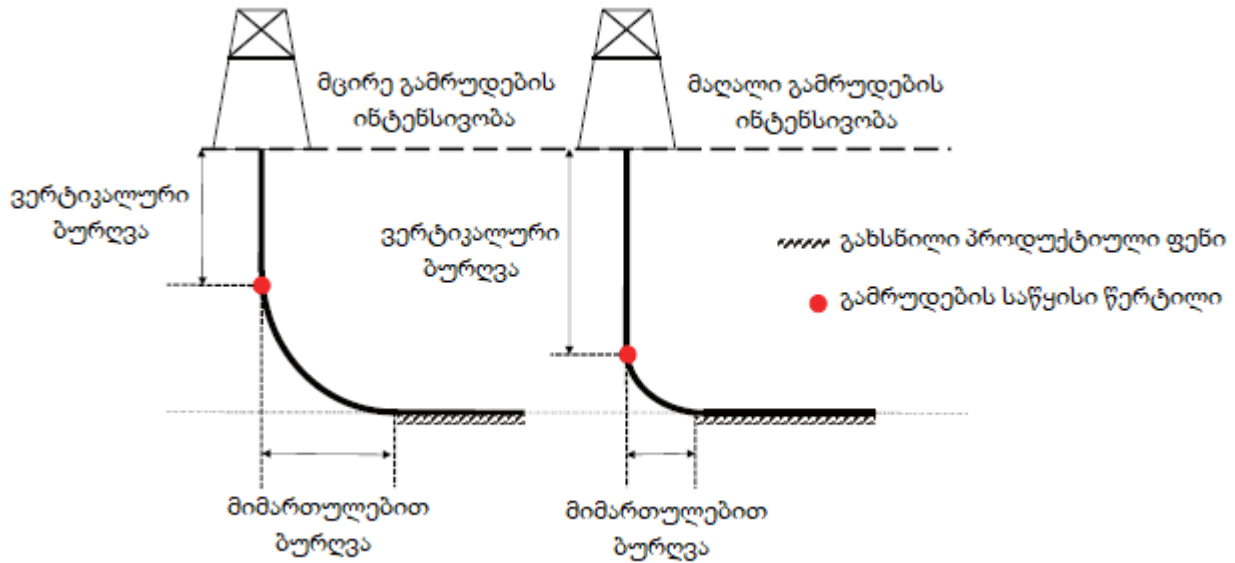
ამ სისტემაში კონტროლირებადი მიმართულებით ბურღვისათვის გამოყენებულია 2 სხვადასხვა ტიპის მექანიზმი - Push-the-bit ან Point-the-bit (სურ. 1).



სურ. 1. ბურღვით მართვადი სისტემის მექანიზმები - a - Push-the-bit, b - Point-the-bit

Push-the-bit მექანიზმი იყენებს ე.წ. ლაპოტებს, რომლებიც სასურველი მიმართულებით აწვება ჭაბურღილის კედლებს, რაც სატეხის საპირისპირო მიმართულებით გადახრას იწვევს. ლაპოტების გაშლის კუთხესა და, შესაბამისად, კედლებზე მიწოლის ძალას მიმართულებაზე მომუშავე ბურღვის სპეციალისტი ზედაპირიდან აკონტროლებს და Push-the-bit მექანიზმს მართავს. რაც შეეხება მეორე Point-the-bit მექანიზმს, მისი გამოყენების შემთხვევაში სატეხი გადაიხრება სისტემის ღერძის გადახრის ხარჯზე. მეორე მექანიზმი სისტემაში მოითხოვს გარკვეულ არამბრუნავ სექციას, რათა სატეხი სასურველი მიმართულებით ფიქსირებულად გადაიხაროს. გარდა იმისა, რომ მბრუნავ რეჟიმში ბურღვისას გაცილებით მაღალი ხარისხის მარტივი და ნაკლები დაკლავნილობის მქონე ჭაბურღილის ლულა (ტრაექტორია) მიიღება, ამ დროს მონგრეული ქანის ნაწილაკების ტრანსპორტირება ზედაპირზე, საბურღი ხსნარის საშუალებით, ბევრად უკეთ ხდება, რაც შემდგომში, თავის მხრივ, აადვილებს სამაგრი მიღების ჩაშვება/დაცემენტების სამუშაოებს.

დახრილ-მიმართული ბურღვისას გამრუდების ინტენსიურობა, რომელიც განსაზღვრავს ლულის ტრაექტორიის გადახრის ზენიტური კუთხისა და აზიმუტის ჯამურ ცვლილებას 100ft დისტანციაზე, ერთ-ერთი მთავარი გამოწვევაა ბურღვის ხანგრძლივობისა და დანახარჯების შესამცირებლად. როგორც მე-2 სურ-დან ჩანს, გაზრდილი გამრუდების ინტენსიურობა საშუალებას იძლევა გამრუდების საწყისი წერტილის (KOP=Kick-off point) სიღრმე გავზარდოთ, რაც განაპირობებს მიმართულებით გასაბურღი ლულის სიგრძის შემცირებას ვერტიკალურის ზრდის ხარჯზე. ეს ამალეებს ეფექტურობას, ვინაიდან ლულის ვერტიკალური ინტერვალის ბურღვა გაცილებით მაღალ სიჩქარეზე მიმდინარეობს, ასევე იზრდება გახსნილი პროდუქტიული ფენის სიგრძეც, რომელშიც ჭაბურღილით ხდება შესვლა.



სურ. 2. გამრუდების ინტენსიურობის ეფექტი მიმართულებით ბურღვაზე

2013 წელს კომპანია „სლამბერჯემ“ შექმნა ე.წ. ჰიბრიდული ბრუნვით მართვადი სისტემა „Power Drive Archer“, რომელშიც კომბინირებულია ორივე, Push-the-bit და Point-the-bit მექანიზმი. ამ ჰიბრიდული სისტემის საშუალებით მიიღწევა  $18^{\circ}/100ft$ -მდე გამრუდების ინტენსივობა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ დღეისათვის არსებულ ბრუნვით მართვად სისტემებს შორის ჰიბრიდულ სისტემას საუკეთესო მართვადი მექანიზმი აქვს.

ჭაბურღილის ლულის სივრცითი მდებარეობის კონტროლი ბურღვის პროცესში არსებითი პირობაა წინასწარ განსაზღვრული ტრაექტორიის და პროდუქტიული ფენის ნავთობის შემცველ უბანში დროულად შესასვლელად. ბურღვის თანამედროვე პირობებში ოპერატორები ყველანაირ საშუალებას ეძებენ სწრაფად გაბურღონ წაგრძელებული ჰორიზონტალური ჭაბურღილები, რათა დანახარჯები შეამცირონ. მაგალითისათვის განვიხილოთ კომპანია „ჰალიბურტონის“ მიერ შემუშავებული გონიერი ბრუნვით მართვადი სისტემა iCruise (RSS) (სურ. 3), რომელიც სრულად ავტომატიზებულია და უზრუნველყოფს მაღალი სიზუსტის მიმართულებით ბურღვას, რაც ოპერატორებს საშუალებას აძლევს დაზოგონ დრო ბურღვის მაღალი სიჩქარეებისა და პროგნოზირებადი შედეგების გავლენით.

დღეს ბაზარზე წარმოდგენილ სხვადასხვა სისტემას შორის iCruise (RSS) გამოირჩევა მაღალი საექსპლუატაციო მახასიათებლებით, მარტივია და ძალიან გამძლე. იგი საშუალებას იძლევა შემცირდეს ბურღვის დრო და მაქსიმუმამდე გაიზარდოს ბურღვის სიჩქარე როგორც არასტანდარტულ, ისე ღრმაწყლოვან უბანში ბურღვისას. სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია ისეთი სასანგრეგო ანაკრები მოწყობილობის (BHA) კონფიგურაცია

შევქმნათ, რომელიც ერთ გარბენში გაბურღავს ჭაბურღილის სამივე ინტერვალს – ვერტიკალურს, გამრუდებულს და ჰორიზონტალურს.



სურ. 3. კომპანია „ჰალიბურტონის“ მიერ შემუშავებული გონიერი ბრუნვით მართვადი სისტემა iCruise (RSS)

გონიერი ბრუნვით მართვადი სისტემა iCruise (RSS) აღჭურვილია უახლესი ტექნოლოგიის ელექტრონული მოწყობილობით, რომელიც უზრუნველყოფს კომპლექსურ გამოთვლებს ჭაბურღილის სიღრმეში. სისტემის მართვა მაღალი სიზუსტითაა შესაძლებელი - 400 ბრ/წთ სიჩქარემდე და, ამავდროულად, წუთში ასრულებს 1000 გაზომვას, სისტემის გადახრის კუთხის მიმართულებით. ასევე აქვს თვითდიაგნოსტიკის დაპატენტებული ციფრული მოწყობილობა, რომელიც იძლევა ინფორმაციას თუ რამდენად შრომისუნარიანია სისტემა, რაც ზრდის საიმედოობას და ამცირებს შეკეთების დროს.

გონიერი ბრუნვით მართვადი სისტემა iCruise (RSS)-ში ინტეგრირებულია ბურღვითი ბრძანებების მრჩეველი (Drilling advisory commands), რომელიც დაფუძნებულია ბურღვითი პროცესების აღმწერ ფიზიკურ მოდელებზე, სასანგრეგო ანაკრები მოწყობილობის (BHA) ციფრულ ანალოგსა და რეალურ დროში მოპოვებული ინფორმაციის ანალიზზე. ბურღვითი ბრძანებების მრჩეველი შემდეგი ორი ნაწილისაგან შედგება:

1. მართვის ბრძანებათა მრჩეველი (Steering advisory commands) – გვეხმარება ჭაბურღილის ლულის ტრაექტორიის წინასწარ დაგეგმვაში, მის ოპტიმიზაციასა და პროგნოზირებაში, ასევე აგვარიდებს სხვა ჭაბურღილის ლულასთან გადაკვეთის რისკს.
2. ვიბრაციის ბრძანებათა მრჩეველი (Vibration advisory commands) – რეკომენდაციას გაგვიწევს, როგორ შეირჩეს სისტემის ისეთი ბრუნვითი სიჩქარის ოპტიმალური დიაპაზონი, რომელიც მინიმუმამდე შეამცირებს ან გამორიცხავს ვიბრაციას და უკეთესი მართვის საშუალებას მოგვცემს.



RSS სისტემაში დამონტაჟებულია MWD ტელემეტრიული სისტემის მაკონტროლებელი ნაწილი, რომელიც მუდმივად ყურადღებას აქცევს კოლონის გადახრას და ამის შესახებ მონაცემებს გადაცემს ზედაპირზე განთავსებულ მართვის სადგურს, სადაც ხდება გადაწყვეტილების მიღება მომდევნო ტრაექტორიების კორექტირებაზე. აქედან გამომდინარე RSS სისტემა სასურველია გამოყენებულ იქნას ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე.

### დასკვნა

ზემოთ აღნიშნულიდან შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ RSS ბრუნვით მართვადი სისტემა (საბურღი იარაღის ბრუნვით ლულის მასტაბილიზებელი სისტემა) სრულად ავტომატიზებულია და უზრუნველყოფს დიდი სიზუსტის მიმართულებით ბურღვას. აქვს მაღალი ბურღვის მექანიკური სიჩქარე და საექსპლუატაციო მახასიათებლები. მუშაობის პროცესში მარტივი სამართავია და ძალიან გამძლე. შეუძლია მიჰყვეს რთულ მყარად განსაზღვრულ ტრაექტორიას, სრულად დააკალიბროს და სტაბილური გახადოს ლულა, ასევე გააუმჯობესოს ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

### ლიტერატურა

1. Г.Х. Варшаломидзе Современные методы технологии бурения нефтяных и газовых скважин. Тбилиси. ГТУ, 2010, 1001с.
2. Longheon Kim, Hyun Myung, Development of a novel hybrid-Type rotary steerable system for directional drilling IEEE acces vol.5, p.24678-24687, oct.31.2017.
3. JPT stab, Hybrid rotary steerable system delivers higher build rates and smother holes, SPEL. Of Petroleum technol. Vol 65, issue4, PP 32-34 Apr.2013.
4. <https://neftegaz.ru/science/booty/331569-rybya-kost-fishbone-tekhnologiya-uvlicheniya-produktivnosti-skvazhiny/>
5. <https://rogtecmagazine.com/?lang=ru>

შპს 622.244.442

ვ. ხითარიშვილი, აკადემიური დოქტორი  
ნ. მაჭავარიანი, აკადემიური დოქტორი  
თ. ტურიაშვილი, ემერიტუსი  
ნ.მაისურაძე, აკადემიური დოქტორი  
მ.გარუჩავა, დოქტორანტი

## ჰორიზონტალური ჭაბურღილების მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ნავთობის მოპოვების გაზრდის მიზნით

**რეზიუმე:** ჰორიზონტალური ჭაბურღილების გაყვანისას განვითარებულ ნავთობმოპოვებელ ქვეყნებში ფართოდ დაიწყო თანამედროვე მეთოდების გამოყენება, მათგან განსაკუთრებით ეფექტურია RSS (Rotori Steering Systems) ბრუნვით მართვადი სისტემა და Fishbone (თევზის ჩონჩხი) – ნავთობის მოპოვების ასამაღლებელი მოწყობილობა. RSS სისტემა საშუალებას იძლევა დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილები სწრაფად და ზუსტად გაიბურღოს, თავიდან იქნეს აცილებული ლულის დაკლავა, გაუმჯობესდეს სანგრევის გაწმენდა მონგრეული ქანის ნაწილაკებისაგან, გაყვანილ იქნეს 10 კმ და მეტი სიგრძის ჰორიზონტალური ჭაბურღილები, მიჰყვებოდა რთულ, მყარად განსაზღვრულ ტრაექტორიას, სადაც მცირედმა გადახრამ შეიძლება გამოიწვიოს ნავთობმოპოვების მნიშვნელოვნად შემცირება ან მთლიანად დაკარგვა, რაც ხელახალი ბურღვისათვის უზარმაზარ ხარჯს მოითხოვს. რაც შეეხება Fishbone-ს, ის ჰორიზონტალური ჭაბურღილების მშენებლობის თანამედროვე ტექნოლოგიაა გრძელი მილის სახით, რომელშიც ჩამონტაჟებულია ათეულობით ან ასეულობით პატარა დიამეტრის მქონე წვრილი მილები, რომლებსაც ნემსებს უწოდებენ. კონსტრუქციაში სითხის 2,1 ტ/მ<sup>2</sup> წნევით დაჭირხნით ნემსები გამოდის მოწყობილობიდან და ფენაში იჭრება, რაც ფორმით თევზის ჩონჩხს ჰგავს და საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაზარდოს ფენის ნავთობით გაჯერებული უბნების გადაკვეთა. ამ მოწყობილობის გამოყენებას ნაკლები ხარჯები სჭირდება, ვიდრე სხვა მეთოდებით ფენის გადაკვეთას. Fishbone-ის გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის ნავთობის მოპოვებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ბრუნვით მართვადი სისტემა, თევზის ჩონჩხი, ტრაექტორია, ნემსები, ნავთობის მოპოვება.

### შესავალი

ჭაბურღილის ჰორიზონტალური ბურღვისას მოწინავე ნავთობმოპოვებელ ქვეყნებში ფართოდ დაიწყო თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება, მათ შორის განსაკუთრებით ეფექტურია ბრუნვით მართვადი სისტემა RSS და ნავთობის მოპოვების ასამაღლებელი მოწყობილობა Fishbone (თევზის ჩონჩხი). ბრუნვის მართვადი სისტემა Rotary Steering Systems (RSS) არის ყველაზე მოწინავე ტექნოლოგია დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის დროს. ის საშუალებას იძლევა გრძელი ჰორიზონტალუ-

რი ჭაბურღილი უფრო სწრაფად და ზუსტად გავბურღოთ, ვიდრე ნებისმიერი, სხვა არსებული მეთოდის გამოყენებისას. როცა საჭიროა 10 კმ ან მეტი სიგრძის ჰორიზონტალური ჭაბურღილის გაბურღვა ან როდესაც აუცილებელია მოხვდეთ 1 მ სისქის თხელნავთობიან ფენაში, ან მივყვეთ რთულ, მყარად განსაზღვრულ ტრაექტორიას, სადაც მცირედმა გადახრამ შეიძლება გამოიწვიოს ნავთობმოპოვების მნიშვნელოვნად შემცირება ან თუნდაც მისი სრული დაკარგვა, რაც გამოიწვევს უზარმაზარ ხარჯებს ხელახალი ბურღვისთვის, ასეთ შემთხვევებში RSS-ს გამოყენებას ალტერნატივა არ გააჩნია.

### ძირითადი ნაწილი

ასეთი სისტემები გამოჩნდა 1990-იან წლებში, რითაც გადაიჭრა ბევრი მნიშვნელოვანი სირთულე, რომლებიც ხელს უშლიდა გამრუდებული ბურღვის ტექნოლოგიების განვითარებას. მანამდე, ამ მიზნებისათვის გამოიყენებოდა ხრახნული სასანგრეგო ძრავა (ხსმ)PDM (Positive displacement motor), რომელიც გარკვეული კუთხით დამონტაჟებულია საბურღი კოლონის ღერძის მიმართ. ხრახნულ სასანგრეგო ძრავასთან ერთად ატრიალებენ მთელ საბურღ კოლონას. ამ პროცესს უწოდებენ ბურღვას ბრუნვითი რეჟიმით. ამ დროს ბურღვა წარმოებს სწორ ხაზზე. მეორე შემთხვევაში ბურღვენ მხოლოდ სასანგრეგო ძრავათი, რომელიც მდებარეობს უშუალოდ სატეხის თავზე და მხოლოდ მას აბრუნებს, ხოლო მთელი საბურღი კოლონა უძრავ მდგომარეობაში რჩება იმ კუთხით, რომლითაც ძრავა გადახრილია კოლონის ღერძიდან. ბურღვის პროცესში ლულა იწყებს დახრას სასურველი მიმართულებით. ამ დროს ჰორიზონტალური ჭაბურღილის სიგრძის მატება გართულების რისკს საგრძნობლად ზრდის. გარდა ამისა, აღნიშნული მეთოდის გამოყენება და ბურღვის რეჟიმების მონაცვლეობა იწვევს დარღვევებსა და უსწორმასწორობებს, დახრისა და დიამეტრის ცვლილებებს ჭაბურღილში, რამაც შეიძლება გაართულოს ბურღვა, კაროტაჟის ჩატარება, სამაგრი მილების ჩაშვება და ჭაბურღილის დამთავრება, აგრეთვე გამწვანდეს მრავალრიცხოვანი მოწყობილობა-დანადგარის ჩაშვება-ამოღების ოპერაციები, რომელთა ჩატარება სასანგრეგო ძრავას გამოყენების გარეშე შეუძლებელია, რადგან დიდი დრო სჭირდება, ხოლო ჭაბურღილის ამორეცხვისას იხარჯება ძალიან ბევრი ელექტროენერგია.

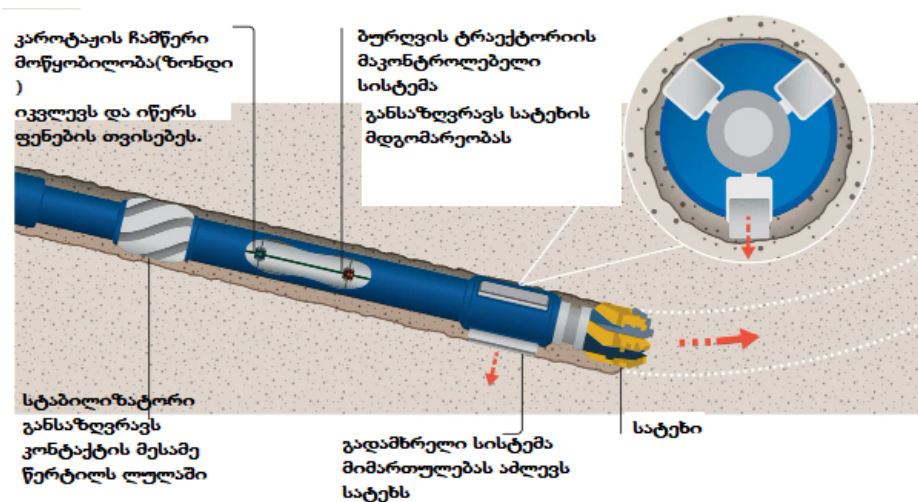
RSS სისტემა ბრუნვით რეჟიმით ბურღვის საშუალებას გვაძლევს. ეს ნიშნავს, რომ RSS და საბურღი კოლონა მთლიანად ბრუნავს, რის შედეგადაც ვღებულობთ სწორ დაკალიბრებულ ლულას დიამეტრების დიდი ცვლილების გარეშე. სასანგრეგო ძრავათი ბრუნვისგან განსხვავებით, RSS-ის გამოყენებით ბრუნვით რეჟიმით ბურღვის დროს შლამისგან გაცილებით უკეთესად სუფთავდება ლულა, ნაკლებია გართულებები, კოლონის

**მეცნიერება - გურღვის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაციული სისტემები - SCIENCE**

ჩაჭერა და ხახუნის ძალა, ბურღვის სიჩქარე კი საშუალოდ ორჯერ იზრდება. RSS სისტემას შეუძლია მკვეთრად შეცვალოს მიმართულება გადამხრელი მოწყობილობის საშუალებით, რომელიც სატეხის თავზეა დამონტაჟებული და მისი მართვა ზედაპირიდან ხდება. მიმართულების შეცვლა შესაძლებელია ორი ხერხით: 1. ტრაექტორიის გადახრა ხდება ლაპოტების მდგომარეობის შეცვლით, რომლებიც ლულას ეყრდნობა და სატეხს აძლევს საჭირო მიმართულებას; 2. იცვლება კოლონის მიმართულება, როდესაც სპეციალური მექანიზმი ღუნავს ლილვს, რომელიც სატეხს ატრიალებს.

RSS-ში დამონტაჟებულია MWD ტელემეტრიული სისტემის ტექნიკური ნაწილი, რომელიც მოთავსებულია სატეხთან უფრო ახლოს, ვიდრე სასანგრევო ძრავას გამოყენებისას. იგი მუდმივად აკონტროლებს კოლონის გადახრას და მონაცემებს გადასცემს ზედაპირზე, სადაც ხდება გადაწყვეტილების მიღება ტრაექტორიის კორექტირებაზე.

სისტემა გვამლევს არა მხოლოდ ზუსტ და მნიშვნელოვან გადახრას ვერტიკალიდან, რომელიც მიუწვდომელია სასანგრევო ძრავას გამოყენების დროს. მისი გამოყენებისას მცირდება სარეცხი სითხის კონტაქტი ფენასთან, შესაბამისად ფენა ნაკლებად ბინძურდება ქიმიური რეაგენტებით, რაც დადებითად აისახება ფენის ფილტრაციულ თვისებასა და ნავთობის მოდენაზე ჭაბურღილში. 1-ელ სურ-ზე ნაჩვენებია RSS ბრუნვით მართვადი სისტემის კონსტრუქცია.



სურ. 1. RSS ბრუნვით მართვადი სისტემის კონსტრუქცია

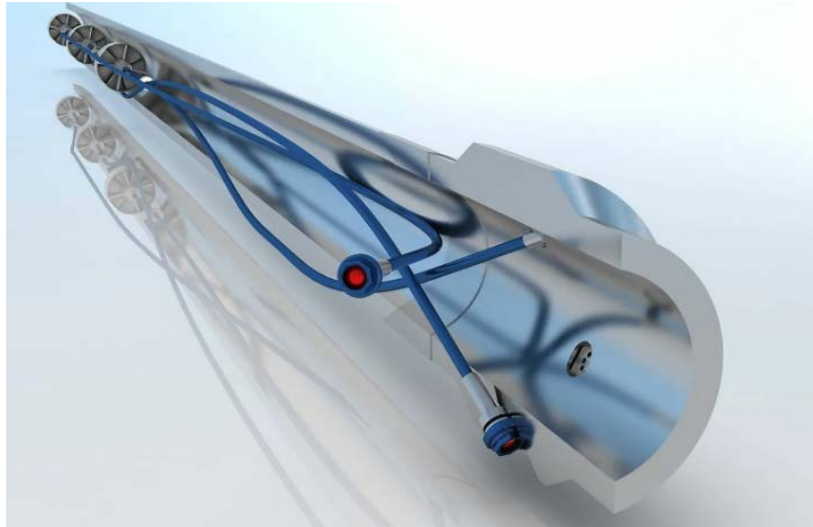
ჰორიზონტალური ბურღვის ინოვაციური ტექნოლოგიაა აგრეთვე Fishbone, რომელიც ახალი კონსტრუქციის მქონე მრავალლულიანი ჭაბურღილების მშენებლობის თანამედროვე ტექნოლოგიაა. ბურღვის პროცესში ერთი ჰორიზონტალური ლულიდან გამოდის ათეულობით და ასეულობით განშტოება, რაც ფორმით თევზის ჩონჩხს (ფხას) მოგვაგონებს (სურ.2).

ბურღვის ეს ტექნოლოგია ფენის ჰიდროგახლეჩის ტექნოლოგიის ალტერნატიულია. იგი საშუალებას იძლევა ამაღლდეს ჭაბურღილის პროდუქტიულობა, შემცირდეს HCL-ით დამუშავებული, წყლის ფუძეზე დამზადებული სარეცხი სითხის გამოყენება. Fishbone მნიშვნელოვნად ამცირებს გრუნტის წყლების დაბინძურებასა და მისი უტილიზაციის სამუშაოებს. უცხოეთში ბურღვის ამ მეთოდის გამოყენება, მონაცემების თანახმად, ნავთობის მოპოვებას საშუალოდ 8-ჯერ ზრდის.

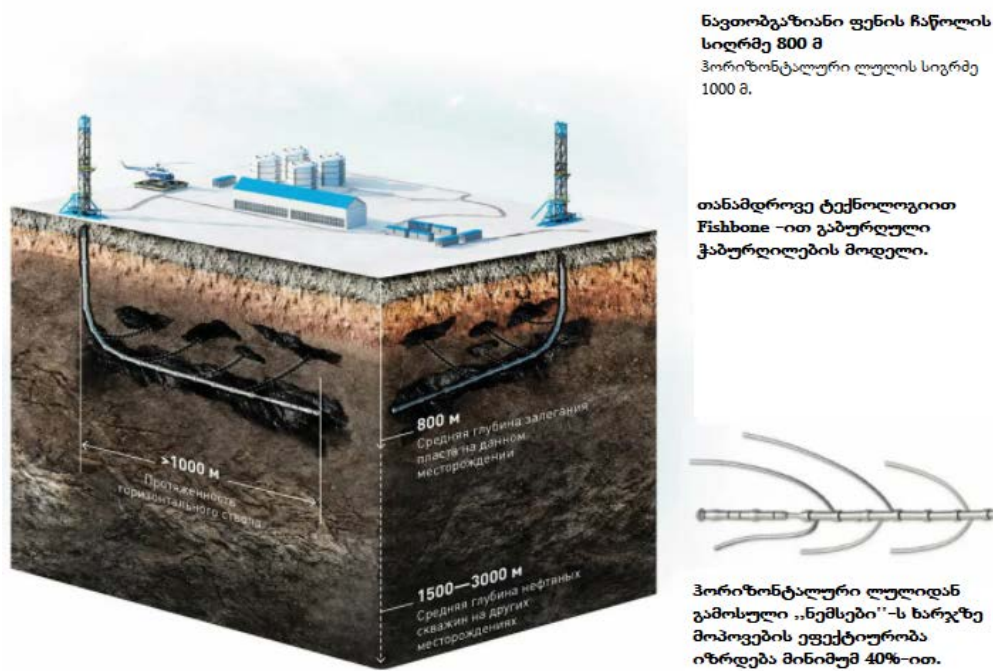


სურ.2. Fishbone-ის 3D მოდელი

კონსტრუქცია იწყობა ზედაპირზე (სურ.3). იგი გრძელი მილია, რომელშიც ჩამონტაჟებულია ათეულობით ან ასეულობით პატარა დიამეტრის მქონე ე.წ. ნემსები. კონსტრუქციაში სითხის 2,1 ტ/მ<sup>2</sup> წნევით დაჭირხნით ნემსები იწევა კონსტრუქციიდან და იჭრება ფენაში. ასეთი კონსტრუქცია საშუალებას გვაძლევს მნიშვნელოვნად გავზარდოთ ნავთობით გაჯერებული ფენის უბნების გადაკვეთა, განსხვავებით ტრადიციული ჰორიზონტალური ბურღვისგან. ამ ტექნოლოგიის გამოყენებას გაცილებით ნაკლები ხარჯი და საბურღი სამუშაოები სჭირდება, ვიდრე მრავალლულიანი ჭაბურღილებით ბურღვის ტექნოლოგიას. შრეებრივი კოლექტორის ბურღვისას Fishbone-ის კონსტრუქცია საშუალებას იძლევა თითოეული განშტოება სხვადასხვა შრეში შევიდეს ისე, რომ არ გადაკვეთოს წყლიანი და გაზიანი ფენები. ნაპრალოვანი კოლექტორის გახსნისას იზრდება გადაკვეთილი ნაპრალების რაოდენობა, რაც დადებითად აისახება ნავთობის მოპოვებაზე. ნემსებს შეუძლია გავიდეს ჰორიზონტალური ლულიდან ყველა მიმართულებით. მსგავსი კონსტრუქციით ბურღვა გაცილებით ნაკლებ ხარჯებთანაა დაკავშირებული, ვიდრე ცალკეული რამდენიმე ახალი ჰორიზონტალური ლულის გაყვანა.



სურ.3. Fishbone-ის ნემსები



ნავთობგანიანი ფენის ჩაწლის სიღრმე 800 მ  
 ჰორიზონტალური ლულის სიგრძე 1000 მ.

თანამდროვე ტექნოლოგიით Fishbone -ით გაბურღული ჭაბურღილების მოდელი.



ჰორიზონტალური ლულიდან გამოსული „ნემსები“-ს ხარჯზე მოპოვების ეფექტიურობა იზრდება მინიმუმ 40%-ით.

სურ.4. Fishbone-ის თანამდროვე ტექნოლოგიით გაბურღული ჭაბურღილის 3D მოდელი

რუსეთში Fishbone-ის გამოყენებით ბურღვა 2016 წელს მიმდინარეობდა აღმოსავლეთ მესოიახის საბადოზე. საბადო 1980 წელს აღმოაჩინეს და განლაგებულია ტაზოვსკის რაიონში, იამალო-ნენცის ავტონომიურ ოლქში. ჰორიზონტალური ლულის სიგრძე 5,1 კმ-ია, მთლიანი ლულის – 9,1კმ, ნავთობშემცველი კოლექტორის სიგრძე – 12 მ, ბურღვის სიჩქარე – 292 მ/დღე/ღამეში, მაშინ, როდესაც ტრადიციული ჰორიზონტალური ლულის გაბურღვას 112 მ/დღე/ღამე სჭირდებოდა ანუ ბურღვის სიჩქარე ორჯერ

მეტია ტრადიციული ლულის გაყვანასთან შედარებით. ბურღვის დასრულების შემდეგ ნავთობის დებიტმა 40%-ით იმატა და წლიურმა მოპოვებამ 4,5 მლნ ტონა შეადგინა. მიუხედავად იმისა, რომ საბადო შრეებრივია, გაუმტარი თიხებისა და ნავთობშემცველი ქვიშაქვების მონაცვლეობას წარმოადგენს, Fishbone-მა იდეალურად შესძლო ნემსებით გადაეკვეთა ნავთობშემცველი ფენები ისე, რომ არ შეულწევია გაზიან ან წყლიან ფენებში. 2019 წლის მონაცემებით, აღნიშნული ტექნოლოგიით საბადოზე გაბურღულია 58 ჭაბურღილი და ამოსაღები მარაგების 50%-ია ათვისებული, დებიტი გაზრდილია 60%-ით. წლიურმა მოპოვებამ 10 მლნ ტონა შეადგინა. მე-4 სურ-ზე წარმოდგენილია Fishbone-ის ტექნოლოგიით გაბურღული ჭაბურღილის 3D მოდელი.

### დასკვნა

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ ბრუნვით მართვადი RSS სისტემა საგრძნობლად აუმჯობესებს ჭაბურღილების ბურღვის პროცესს, თავიდან იცილებს გართულებას, ზრდის ბურღვის მექანიკურ სიჩქარესა და სხვა ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს, მუშაობის პროცესში მარტივი სამართავი და გამძლეა, Fishbone-ის გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის ნავთობის მოპოვებას.

### ლიტერატურა

1. Г.Х. Варшаломидзе Современные методы технологии бурения нефтяных и газовых скважин. Тбилиси.ГТУ,2010,1001с.
2. Longheon Kim,Hyun Myung,Development of a novel hybrid-Type rotary steerable system for directional drilling IEEE acces vol.5, p.24678-24687, oct.31.2017.
3. JPT stab,Hybrid rotary steerable system delivers higher build rates and smother holes, SPEL. Of Petroleum technol.Vol 65, issue4,PP 32-34 Apr.2013.
4. <https://neftegaz.ru/science/booty/331569-rybya-kost-fishbone-tekhnologiya-velicheniya-produktivnosti-skvazhiny/>
5. <https://rogtecmagazine.com/?lang=ru>

## MWD ტელემეტრიული სისტემით ინფორმაციის გადაცემა გამრუდებული ჭაბურღილების ბურღვისას ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ვ. ხითარიშვილის მიერ

**რეზიუმე:** სტატიაში განხილულია დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის დროს MWD ტელემეტრიული სისტემის გამოყენების საკითხები. ამჟამად MWD ტელემეტრიული სისტემა გამოიყენება ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე. MWD მოწყობილობა აღჭურვილია სპეციალური სენსორებითა და გადამწოდებით, აგრეთვე ტელემეტრიული სისტემებით ინფორმაციის გადასაცემად. MWD სისტემის დახმარებით წარმოებს გამრუდების პარამეტრების, ბურღვის რეჟიმის პარამეტრების, ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა. MWD სისტემა მოპოვებულ ინფორმაციას გადასცემს ზედაპირზე არსებულ ინფორმაციის მიღების, გაშიფვრის და დამუშავების სადგურს, საიდანაც დამუშავებული მონაცემები გადაეცემა MWD სისტემის მართვის ბლოკს ბურღვით სამუშაოებზე დაკვირვებისათვის, ლულის ტრაექტორიის საკონტროლოდ და კორექტირებისათვის. ზედაპირზე ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება საბურღი ხსნარის პულსაციის, ელექტრომაგნიტური ტალღების, აკუსტიკური ტალღების, კაბელიანი საბურღი მილის ტელემეტრიული სისტემები. ერთ-ერთი შერჩევისათვის შესწავლილია მათი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, გეოლოგიურ-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით.

ამრიგად, MWD ტელემეტრიული სისტემა საშუალებას იძლევა გამრუდებული ჭაბურღილები გაიბურღოს მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გამრუდებული ჭაბურღილები, ინფორმაციის გადაცემა, ტელემეტრიული სისტემები, ტრაექტორია, კორექტირება.

### შესავალი

დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვის მოცულობის ზრდა მოითხოვს თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებას. აქედან გამომდინარე, 1980-იანი წლებიდან MWD (Measurement while drilling) ბურღვისას დაინერგა გაზომვის ტექნოლოგია ე.წ. MWD ტელემეტრიული სისტემა. ეს სისტემა მოთავსებულია არამაგნიტურ მილში, რომელიც საბურღი კოლონის შემადგენელი ნაწილია. MWD მოწყობილობა იყენებს გიროსკოპებს, მაგნიტომეტრებსა და ამაჩქარებლებს, ასევე მგრძნობიარე სენსორებსა და სპეციალურ გადამწოდებს, ტელემეტრიულ სისტემებს ინფორმაციის გადასაცემად. MWD-ს მოწყობილობათა გამოყენებით წარმოებს გამრუდების პარამეტრების: ლულის ზენიტური კუთხის, აზიმუტის, დახრის კუთხის გამრუდების ინტენსიურობის და გამრუდების რადიუსის განსაზღვრა, ასევე შესაძლებელია ბურღვის რეჟიმის პარამეტრე-



ბის დადგენა. MWD მოწყობილობებით შეიძლება განისაზღვროს გასაბურღი ქანების ისეთი მახასიათებლები, როგორცაა ფორიანობა, შეღწევადობა, წინალობა, გაჯირჯევა, ნაპრალოვნება და სიმტკიცე.

### ძირითადი ნაწილი

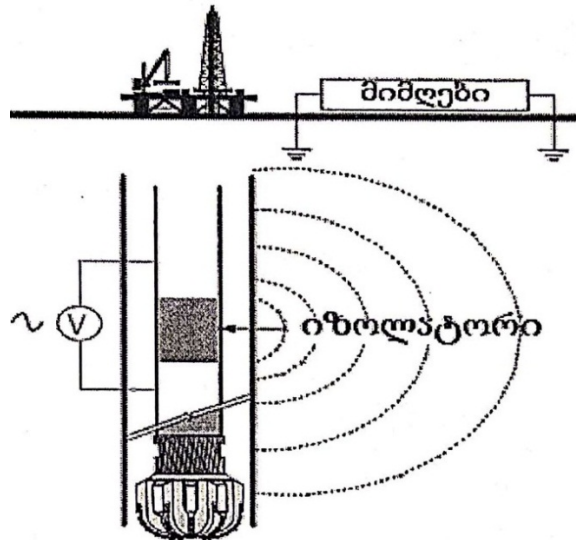
დღესდღეობით MWD სისტემის გამოყენებით ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე ჭაბურღილში წარმოებს კაროტაჟული სამუშაოები და გეოფიზიკური კვლევები. უშუალოდ ბურღვის პროცესში MWD-ს სპეციალური მოწყობილობების, ასევე სენსორებისა და გადამწოდების გამოყენებით, ტელემეტრიული სისტემის დახმარებით დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვისას ლულის ტრაექტორია დიდი სიზუსტით კონტროლდება და კორექტირდება გეოლოგიურ-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით, რაც შესაძლებლობას იძლევა ჭაბურღილების გაყვანისას მივიღოთ ბურღვის მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

MWD სისტემა მოპოვებულ ინფორმაციას გადასცემს ზედაპირზე არსებულ ინფორმაციის მიღების, გაშიფვრის და დამუშავების სადგურს, საიდანაც დამუშავებული მონაცემები გადაეცემა MWD სისტემის მართვის ბლოკს ბურღვით სამუშაოებზე დაკვირვებისათვის, ტექნოლოგიური პროცესების სამართავად ან კორექტირებისათვის. ზედაპირზე ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება საბურღი ხსნარის პულსაციის, ელექტრომაგნიტური ტალღების, აკუსტიკური ტალღებისა და კაბელიანი საბურღი მილით ბურღვის ტექნოლოგიის მეთოდები.

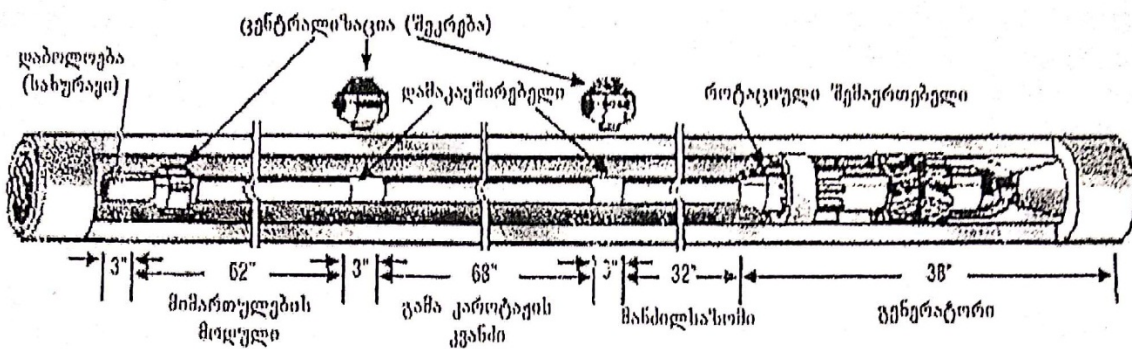
საბურღი ხსნარის პულსაციის (MPT) მეთოდის შერჩევა ხდება ხსნარის ნაკადის ცვლილებით მიღგარე სივრცესა და საბურღ კოლონაში, რომელიც აისახება წნევის გადამწოდში. ჭარბი საბურღი ხსნარის პულსაციის დროს სისტემა ზღუდავს ხსნარის ნაკადის გატარებას, ამ დროს საბურღი კოლონის ქვედთან ახლოს წნევა საშუალოდ იზრდება და მიიღება დადებითი პულსაცია, რომელიც ზედაპირზე აისახება. საბურღი ხსნარის პულსაციის სისტემა მომენტალურად, ჭარბად უშვებს ხსნარის ნაკადს სატეხის საცირკულაციო ხვრელების გავლით მიღგარე სივრცეში და ხდება წნევის მყისი დაცემა საბურღ კოლონაში ანუ გვაქვს უარყოფითი პულსაცია, რომელიც ასევე აისახება ზედაპირზე. მეორე შემთხვევაში ელექტრომაგნიტური ტალღების ინფორმაცია გადაეცემა დაბალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების მიერ ქანების გავლით ზედაპირზე დამიწებულ ანტენას. ელექტრომაგნიტური ტელემეტრიის სისტემა, რომელიც სქემატურად გამოსახულია 1-ელ სურათზე, დიპოლურ ელექტროდის როლში იყენებს საბურღ კოლონას და მონაცემთა გადაცემას ახდენს დაბალ სიხშირეზე 2–20 ჰერცის დიაპაზონში. როგორც წესი, მიმღები ანტენა შედგება ჭაბურღილის სიახლოვეს მიწაში ჩარჭობილი ორი ელექტროდისაგან. საბურღი ხსნარის სისტემასთან შედარებით, ელექტრომაგნიტური ტალღების ატენუაცია

**მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაციული სისტემები - SCIENCE**

უფრო ძლიერია და ზოგიერთი ქანი თითქმის მთლიანად ზღუდავს მათ გამტარობას. გარდა ამისა, როდესაც ბურღვის პროცესი ზღვაში მიმდინარეობს, მიმღები ანტენის დამონტაჟება ზღვის ფსკერზე უნდა მოხდეს, რაც დამატებით ტექნიკურ სირთულეს ქმნის. სწორედ ეს ფაქტორები განაპირობებს იმას, რომ არსებული ელექტრომაგნიტური ტალღების მეთოდი ძირითადად განკუთვნილია ხმელეთზე ბურღვისათვის და მისი გამოყენება ხელსაყრელია, როდესაც ბურღვა წარმოებს ქაფით და აერირებული ხსნარით.



სურ.1. ელექტრომაგნიტური ტელემეტრიული სისტემა



სურ. 2. MWD სისტემის სქემა

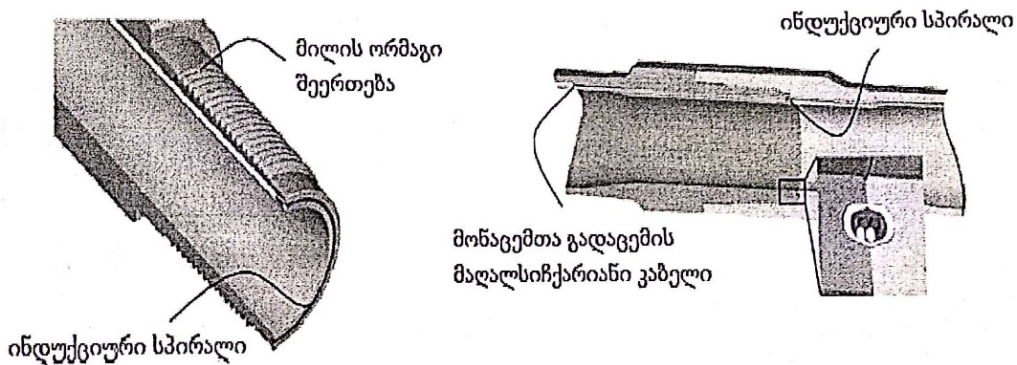
ელექტრომაგნიტურ ტელემეტრიის სისტემას არ გააჩნია მოძრავი კომპონენტები, თუმცა ეს უპირატესობა კომპენსირებულია დაუბალანსებელი ბურღვის თანმხლები მაღალი ვიბრაციით. სისტემა მონაცემებს ორმხრივი მიმართულებით გადასცემს – როგორც ზედაპირიდან ჭაბურღილის ლულის სიღრმეში, ისე საპირისპიროდ. მე-2 სურ-ზე წარმოდგენილია MWD სისტემის სქემა, როდესაც ბურღვა ხდება ხრახნული სასანგრეგო ძრავას

გამოყენებით. როგორც წესი, MWD ტელემეტრიული სისტემა მოთავსებულია არამაგნიტურ მილში დამძიმებული საბურღი მილების და ხრახნული სასანგრევეო ძრავას ზემოთ. ბრუნვით მართვადი სისტემების გამოყენებისას MWD მოწყობილობები სისტემის ინტეგრირებული ნაწილია.

ხსნარის პულსაციით ინფორმაციის ტელემეტრიული გადაცემის მეთოდი ფართოდაა დანერგილი ღრმა ჭაბურღილების ბურღვისას. MPT ტექნოლოგია იყენებს საბურღი სითხის წნევის მოდულირებულ იმპულსებს, რომელთა გავრცელება ხდება საბურღი კოლონის გასწვრივ, ხოლო ინფორმაციის გადაცემა ზედაპირზე 10700 მეტრზე უფრო ღრმა ჭაბურღილებიდანაც კი. მიუხედავად ამისა, გაზრდილმა ინფორმაციის რაოდენობამ და ასევე გაზრდილმა მოთხოვნებმა ხარისხზე დღის წესრიგში დააყენა მაღალი გამტარიანობისა და გადაცემის სიჩქარის მქონე სისტემების შექმნა. ხსნარის პულსაციით ინფორმაციის გადაცემის მაქსიმალური სიჩქარის განვითარებას ხელს უშლის სიგნალის გაუთვალისწინებელი შესუსტება. დღეისათვის მკვლევრებს დანერგილი აქვთ ჭაბურღლის სიღრმეში სიგნალის მოდულაციის უამრავი მეთოდი, მონაცემთა შეკუმშვისა და ზედაპირზე მიმღები მოწყობილობის მიერ ხმაურის ჩასახშობად, რათა გაზარდონ სიგნალ/ხმაურის შეფარდება. ხსნარის პულსაციით ინფორმაციის გადაცემის წარმატებული ოპერაციისათვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანია სითხის არხში სიგნალის თავისებურებები, სიგნალის ატენუაციის განმსაზღვრელი ფაქტორები და მისი გამოვლენა-დეკოდირების ტექნოლოგიები. იმისათვის, რომ სამიეზო-ბურღვით სამუშაოებთან დაკავშირებული ეკონომიკური რისკები შემცირდეს, აუცილებელია ინფორმაციის ხსნარის პულსაციით გადაცემის მეთოდთან დაკავშირებული გამოწვევების გამოკვლევა და მათი ტექნიკური გადაწყვეტისათვის შესაძლო სტრატეგიების დადგენა.

დასაწყისში მკვლევრები გატაცებული იყვნენ ელექტრომაგნიტური ტელემეტრიის მეთოდით, რომელსაც შეეძლო საკმაოდ ღრმა ჭაბურღილებიდან ინფორმაციის 1 ბიტი/წმ-ზე მეტი სიჩქარით გადაცემა. მეცნიერები ასევე მიიჩნევდნენ, რომ შესაძლებელი იყო ამ სიჩქარის 100 ბიტი/წმ-მდე გაზრდა სიგნალების გამამეორებელი სისტემის საშუალებით. ელექტრომაგნიტურმა ტელემეტრიულმა სისტემამ დაამტკიცა თავისი საიმედოობა, რაც განპირობებულია მოძრავი ნაწილების არარსებობით, მაგრამ მისი გამოყენება გარკვეული ტიპის ჭაბურღილების გაყვანისას გაუმართლებელია. გარემო, რომელშიც ელექტრომაგნიტური ტალღა გაივლის, ასუსტებს სიგნალს და ამცირებს მისი გავრცელების მანძილს პრაქტიკულად გამოუსადეგარ მნიშვნელობამდე. ელექტრომაგნიტურ ტელემეტრიულ სისტემასთან ერთად პარალელურად ვითარდებოდა ხსნარის პულსაციის გადაცემის ტელემეტრიული სისტემები და დღეისათვის მათი საშუალებით ინფორმაციის გადაცემა შესაძლებელია 20 ბიტი/წმ-ზე მეტი სიჩქარით 6096 მეტრი სიღრმიდან და სიგნალების გამამეორებლების გამოყენებით.

აკუსტიკური ტელემეტრიის სისტემა კვლავ განვითარების საწყის ეტაპზეა და მათი გამოყენება მხოლოდ ისეთ საძიებო ჭაბურღილებში ხდება, რომელთა სიღრმე 2500 მეტრს არ აღემატება. აკუსტიკური ტელემეტრიის გამოყენებისას ტალღის გავრცელების მანძილი შეიძლება შეზღუდული იყოს თუ მოხდება აკუსტიკური სიგნალების გამამეორებლის გამოყენება, მაგრამ ეს საექსპლუატაციო ხარჯებს გაზრდის.



სურ.3. კაბელიანი საბურღი მილის გვერდითი ჭრილი

კაბელიანი ტელემეტრიული სისტემების გამოცდა პირველად 2003 წელს მოხდა, ხოლო მისი კომერციული გამოყენება 2006 წელს. მისი გამტარიანობა ბევრად დიდია და საშუალებას იძლევა მონაცემთა ორმხრივი და საიმედოდ გადაცემისათვის 57600 ბიტი/წმ სიჩქარით. კაბელით დახვეული მილის ტელემეტრიულმა ტექნოლოგიამ (CTT=coiled tubing telemetry) ფაქტობრივად აღმოფხვრა შეზღუდვა გამტარუნარიანობაზე და უზრუნველყო მონაცემთა გადაცემა ძალიან მაღალი სიჩქარით. აღნიშნული სისტემების დანერგვამ მასიურად გაზარდა იმ ინფორმაციის რაოდენობა და ხარისხი, რომლის გადაცემა შესაძლებელია ბურღვის პროცესში, ჭაბურღილის სიღრმიდან ზედაპირზე. ეს კი მთლიანობაში ამაღლებს ბურღვის ეფექტურობას. დღეისათვის არსებულ ყველაზე მაღალტექნოლოგიურ სისტემებში იყენებენ 1/8 დუიმი კვეთის მქონე ელექტრულ გამტარებს ან ოპტიკურ კაბელებს. შესაძლებლობის მხრივ (CTT) ტექნოლოგიის ეს ორივე სისტემა იდენტურია და განსხვავდება მხოლოდ ჭაბურღილის სიღრმეში სენსორებზე ელექტრონერგის მიწოდების მეთოდებით. პირველი სისტემა დენის მიწოდებას ახდენს ელექტრული გამტარების საშუალებით, ხოლო ოპტიკურკაბელიანი საჭიროებს საბურღ კოლონაში ჩამონტაჟებულ ბატარეებს. ყველაზე ხშირად (CTT) სისტემებში გამოიყენება 2-1/8, 2-7/8 და 3-1/2 დუიმი დიამეტრის მქონე ქვედა სასანგრეო ანაკრები (BHA), რომელშიც ჭაბურღილის სიღრმეში წნევის, ტემპერატურისა და ლოკაციის გაზომვისათვის ჩამონტაჟებულია სენსორები. მე-3 სურ-ზე სქემატურად გამოსახულია კაბელიანი საბურღი მილი. ცხადია,

**მეცნიერება - გურჯინის ახალი ტექნიკა და ტექნოლოგია. გარეთის ავტომატიზაციის სისტემები - SCIENCE**

კაბელიანი ტელემეტრიული სისტემის გამოყენებისას თითოეულ მილში ჩართული უნდა იყოს ელექტრული კაბელი.

იმის გამო, რომ სისტემის მიერ მოპოვებული ინფორმაცია ძალიან დიდი ზომისაა, აუცილებელი გახდა ინფორმაციის ზედაპირზე გადაცემამდე მისი შეკუმშვა.

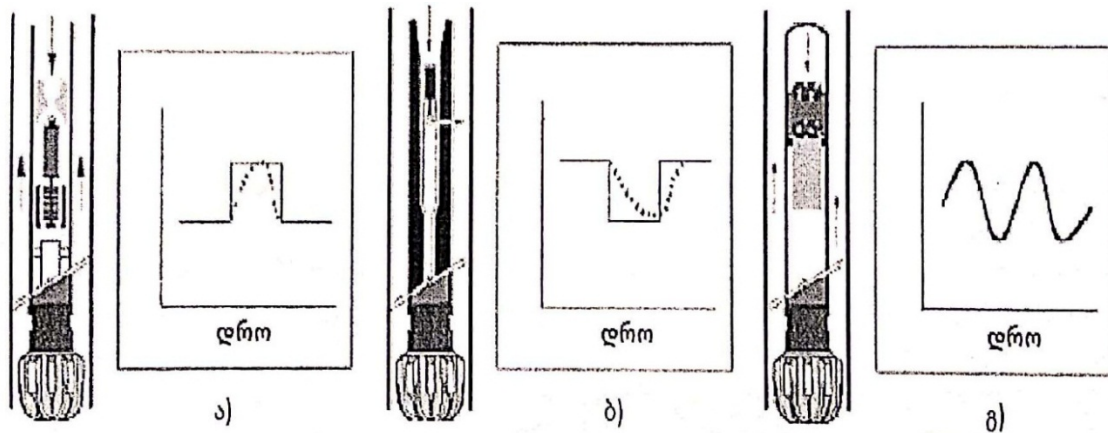
ცხრილში მოცემულია ზემოთ განხილული ტელემეტრიული სისტემების მახასიათებლები. ხსნარის პულსაციით ინფორმაციის გადაცემის ტელემეტრიულ სისტემას ახასიათებს სამუშაო გარემოს ფართო დიაპაზონი და ექსპლუატაციის დაბალი ფასი.

**ტელემეტრიული სისტემების მახასიათებლები**

მახასიათებლები	ტელემეტრიული სისტემები			
	ელექტრო- მაგნიტური	აკუსტიკური	MPT	კაბელიანი
მონაცემთა გადაცემის მაქსიმალური სიჩქარე, ბიტი/წმ	10	20	20	57600
მაქსიმალური სიღრმე (მ)	5500	3700	12200	შეუზღუდავი
მონაცემთა მოცულობა	საშუალო	დაბალი	მაღალი	ძალიან მაღალი
სიგნალის შესუსტება	მაღალი	მაღალი	საშუალო	N/A
სიგნალის ინტერფერენცია	მაღალი	საშუალო	საშუალო	დაბალი
ინსტალაციის და სხვა ხარჯები	საშუალო	საშუალო	დაბალი	მაღალი

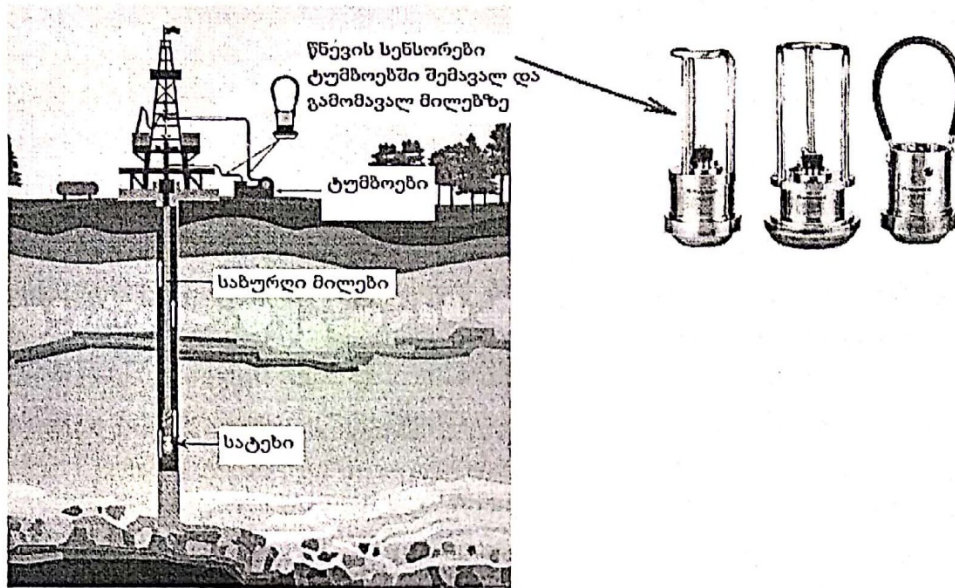
ძიების, ბურღვისა და მოპოვების თანამედროვე ოპერაციები მოითხოვს ჭაბურღილის სიღრმეში მოპოვებული დიდი მოცულობის მონაცემების ზედაპირზე გადაცემას. ამ მიზნის მისაღწევად MWD ტექნოლოგია ჩვეულებრივ იყენებს ხსნარის პულსაციის გადაცემის ტელემეტრიულ მეთოდს (MPT). ასეთ დროს სიგნალი გადაიცემა საკომუნიკაციო არხის საშუალებით, რომელსაც, როგორც წესი, წარმოადგენს ქვედა გადამცემსა და ზედაპირზე მოთავსებულ მიმღებს შორის საბურღ კოლონაში მოძრავი საბურღი სითხე, რომელიც გამოიყენება საბურღი ანაკრების გაგრილებისა და ლუბრიკაციისათვის, ქანის დამსხვრეული ნაწილაკების ჭაბურღილის სიღრმიდან ზედაპირზე ტრანსპორტირებისათვის და ასევე გასაბურღად. ქანების ჰიდროსტატიკური წნევის დასაბალანსებლად MPT სისტემა იყენებს საბურღი სითხის წნევის კოდირებული პულსაციის სიგნალებს, რომელთა გე-

ნერირებაც ჭაბურღილის სიღრმეში ხდება. შემდგომში ეს სიგნალები გადაიცემა ზედაპირზე მიმღებ მოწყობილობაზე, რომლის საშუალებითაც ხორციელდება სიგნალების დეკოდირება (წაკითხვა) და მიღებული ინფორმაციის შემდგომი გამოყენება. საბურღი სითხე გაივლის მოძრავ სარქველში, რომელიც ზღუდავს ნაკადის მოცულობას და, შესაბამისად, წარმოქმნის წნევის ტალღებს. ეს ტალღები შემდგომში გავრცელდება ზედაპირისკენ სხვადასხვა სიჩქარით, იმის მიხედვით თუ როგორია საბურღი სითხის მახასიათებლები. კონტროლირებადი წნევის პულსაციის ცვლილება ჭაბურღილის სიღრმეში გამოიყენება წნევის ტალღების ამპლიტუდის, ფაზისა და სიხშირის მოდულაციისათვის. ზედაპირზე მიღებული სიგნალი პულსაციის ცვლილების შესატყვისია, რომელიც, თავის მხრივ, დაკავშირებულია გაზომვით მიღებულ მონაცემებთან. ამ მონაცემების ნაკადის გადასაცემად გამოიყენება პულსაციის 3 ცნობილი მეთოდი – დადებითი პულსაცია, უარყოფითი პულსაცია და უწყვეტი ტალღა. სოკოსებრი სარქვლის მიერ წარმოქმნილი წნევის დადებითი და უარყოფითი პულსაციები დისკრეტული წნევის ტალღებია, მაშინ, როდესაც უწყვეტი ტალღის სისტემები წარმოქმნის პულსაციის უწყვეტ და ამავდროულად პერიოდულ ტალღებს (სურ.4).



სურ. 4. საბურღი სითხის გენერირებული პულსაციები: ა) დადებითი; ბ) უარყოფითი; გ) უწყვეტი

პულსაციის სიგნალების, რომლებიც ბურღვის პროცესისათვის კრიტიკულად მნიშვნელოვან ინფორმაციას შეიცავს, ზედაპირზე გადაცემამდე მათი კოდირების სხვადასხვა მეთოდი გამოიყენება. ზედაპირზე მოთავსებული წნევის სენსორი (სურ. 5) აღიქვამს ამ სიგნალებს, რომლებიც უკვე შესუსტებულია სიგნალის სიძლიერის დეგრადაციით, ეროზიით, ჭაბურღილის ლულის გასწვრივ წნევის ვარდნით და კიდევ სხვადასხვა ფაქტორით. ბურღვის პროცესის გაუმჯობესებისათვის აუცილებელია ჭაბურღილის სიღრმეში წარმოქმნილი და შემდგომში შესუსტებული სიგნალების ზედაპირზე აღდგენის მეთოდების დახვეწა.



სურ. 5. საბურღი სითხის წნევის იმპულსების ზედაპირზე დასაფიქსირებელი წნევის სენსორები

საბურღი სითხის არხში გავლისას სიგნალები განიცდის წნევის ცვალებადობას, რაც გამოწვეულია MPT სისტემის სხვადასხვა ნაწილის ზემოქმედებით, რომლებიც მონაცემთა გადაცემის პროცესში პოტენციურად იწვევს სიგნალების მახასიათებელთა ცვლილებებს. ხმაურის გამომწვევი ძირითადი წყაროები, რომლებიც წნევის ცვალებადობას იწვევს, არის: საბურღი სითხის ტუმბოები, პულსაციის დამხშობები, მილების გაყვანილობა ზედაპირზე, წნევის სენსორის ლოკაცია, საბურღი კოლონის შემადგენელი ნაწილები, საბურღი სითხის თვისებები და ჭაბურღილის სიღრმე. სითხის არხი, რომელშიც ხდება სიგნალის ზედაპირისკენ გავრცელება, საკმაოდ ძნელად აღიქვამს სიგნალებს და მათი დაფიქსირება-მოპოვებისათვის რთულ პროცედურებს მოითხოვს. საყოველთაოდ ცნობილი სიგნალის თვისებების არასასურველი ცვლილებები, რომლებიც ახდენს სიგნალებისა და მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის შემცირებას, არის: ჭაბურღილის სიღრმეში სიგნალის სიძლიერე, სიგნალის ატენუაცია, ზედაპირზე გამოწვეული ელექტრული ხმაური და ზედაპირზე მილების გაყვანილობით წარმოქმნილი სიგნალების არეკვლა. გაუთვალისწინებელი და რთულად გამოსასწორებელი სიგნალების შესუსტება შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ბურღვის ხმაურით, რომელიც წარმოიქმნება საბურღი კოლონის ჭაბურღილის ლულაში მოძრაობით და აგრეთვე ტუმბოების ხმაურით. იმის მიხედვით, თუ რამდენად ძნელად აღიქვამს სიგნალებს საბურღი სითხის არხი და რამდენად კომპლექსურია სიგნალების შესუსტების მექანიზმი, მაქსიმალური მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის მისაღწევად შეიძლება დაგვჭირდეს ძალიან ძლიერი, მტკიცე და მოქნილი ტელემეტრიული სისტემები. საბურღი ხსნარის სიგნალების გადაცემის პროცესში ტუმბოებზე მიიღება ჭაბურღილის სიღრმისკენ მოძრავი სითხის ნაკადი, რომელიც, თავის მხრივ,

წარმოქმნის წნევის სიგნალებს, რაც გამოწვეულია ტუმბოების ცილინდრში დგუმის მოძრაობით და შემშვებ-გამშვები სარქველების ერთდროული გაღება-ჩაკეტივით. დგუმის წინ და უკან მოძრაობა წარმოქმნის ტუმბოების ხმაურს, რომელიც ვრცელდება სიღრმიდან ზედაპირზე ინფორმაციის გადამტანი სიგნალების ტალღების საპირისპირო მიმართულებით. გამშვებ სარქველში გატყორცნილი საბურღი სითხე იწვევს წნევის ცვალებადობას, რომელიც ზედაპირზე მოთავსებული წნევის სენსორის გავლით გადაეცემა საბურღი კოლონის გასწვრივ სატეხამდე და იწვევს დამაბრკოლებელ სიგნალებს. ტუმბოებიდან წარმოქმნილი სიგნალების ამპლიტუდა და სიხშირე ძალიან საყურადღებოა და, როგორც წესი, მათი სიხშირის დიაპაზონია 1–20 ჰერცი, რაც ემთხვევა ტელემეტრიულ სისტემებში გამოყენებულ სიხშირეებს. MPT პულსაციის სიგნალები იკარგება ტუმბოების ხმაურში, რადგან წნევის სენსორი ზედაპირზე ტუმბოებთან უფრო ახლოსაა, ვიდრე ჭაბურღილის სიღრმეში სიგნალების მაგენერირებელ სისტემასთან.

სიგნალების ატენუაციისა და დისპერსიის ერთ-ერთი გამომწვევი მიზეზია დაუბალანსებელი ბურღვა. ასეთი ტიპის ბურღვის დროს საბურღი სითხე განიცდის სიბლანტის რღვევას და კარგავს ჭაბურღილის ლულის კედლებთან ხახუნის ენერგიას. საბურღი სითხის წნევა უფრო მაღალ ნიშნულზეა, ვიდრე ჰიდროსტატიკური წნევა და სიმკვრივის შესამცირებლად სითხეში შეჰყავთ აზოტი. ეს განზავებული აირი იწვევს საბურღი სითხის კუმშვადობის გაზრდას, რაც, თავის მხრივ, განაპირობებს მოცულობითი მოდულის და პულსის გავრცელების სიჩქარის შემცირებას. სიგნალების ატენუაცია ასევე შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ჭაბურღილის სიღრმით, საბურღი სითხის მახასიათებლებით, საბურღი კოლონის შიგა დიამეტრით და თვით სიგნალის სიხშირითაც. როგორც წესი, მაღალ სიხშირეზე ატენუაციის ხარისხი იმატებს და, შესაბამისად, რეკომენდებულია სიგნალების მაქსიმალურად მინიმალურ სიხშირეზე გადაცემა. როდესაც ბურღვის ოპერაცია ინფორმაციის გადაცემას დიდი სიჩქარით მოითხოვს, ასეთ შემთხვევაში მთავარი გამოწვევა არა სიგნალების ატენუაცია, არამედ სხვადასხვა ლოკაციაზე განაწილებული ხმაურის წყაროებია. მაღალსიჩქარიანი პულსატორები წარმოქმნის როგორც ზედაპირისკენ, ისე საპირისპირო მიმართულებით გავრცელებად სიგნალებს. ეს უკუსიგნალები აირეკლება სატეხზე და წარმოქმნის ე.წ. დესტრუქციულ და კონსტრუქციულ სიგნალებს, რომლებსაც, შესაბამისად, შეუძლია შეამციროს ან გაზარდოს სიგნალების სიძლიერე და გადაცემის სიჩქარე.

საბურღი სითხე მრავალფაზიანია და შეიცავს თიხას, სხვადასხვა ზომის და ქანის ნაწილაკებს, ბარიტს და თავისუფალ გაზს, რომელიც განზავებულია წყალში ან ნავთობპროდუქტებში. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ პულსაციის გავრცელების სიჩქარე გაცილებით მაღალია წყალზე დამზადებულ საბურღ სითხეში.



მონაცემთა შეკუმშვის მეთოდებს, რომლებიც კომბინირებულია სიგნალების გადაცემის ეფექტურ ტექნოლოგიებთან, უნარი შესწევს მკვეთრად გააუმჯობესოს MPT სისტემების მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე. მონაცემთა შეკუმშვის ტექნოლოგიის ტელემეტრიულ სისტემებში დანერგვით შევძელით დიდი მოცულობის მონაცემების გადაცემა და, შესაბამისად, ბურღვითი და საძიებო ოპერაციების ჩატარება მაღალ დონეზე.

### დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ნინოჭინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე სპეციალური მგრძობიარე სენსორებითა და გადაძვინებით აღჭურვილი MWD ტელემეტრიული სისტემის, განსაკუთრებით MPT-ის გამოყენება დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვისას საგრძობლად აუმჯობესებს ჭაბურღილების გაყვანის ტექნოლოგიურ პროცესს, ეფექტურს ხდის საბურღი მოწყობილობების მუშაობას, ზომავს და აკონტროლებს ბურღვის პარამეტრებს, გადაძვინების საშუალებით ადგენს ლულის ტრაექტორიას და ამით უზრუნველყოფს ჭაბურღილების ლულის გაყვანის სიზუსტეს პროდუქტიულ ფენაში.

### ლიტერატურა

1. Варшаломидзе Г.Х. Современные методы и технологии бурения нефтяных и газовых скважин. Грузинский Технический Университет. Тбилиси, 2010 г. 1001 с.
2. ი. გოგუაძე. საქართველოს ნავთობის საბადოებზე ჭაბურღილების ბურღვის, გამოცდის და ათვისების ინოვაციური ტექნოლოგიების დანერგვის საფუძვლები. თბილისი: პოლიგრაფი, 2012.
3. John Cohen, John Rogers, Eric Malcore and James Estep, The guest for High, Gas Tips. Fall, 2002.
4. ი. გოგუაძე. ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკა და ტექნოლოგია, მე-2 ნაწილი. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი, 458 გვ.
5. ი. გოგუაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი. MWD ტელემეტრიული სისტემის გამოყენება დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვისას. საქართველოს ნავთობი და გაზი, N29, 2014წ გვ. 54-58.
6. Halliburton, Directional drilling, Sperry Drill Technical Information Handbook, 2009.
7. Saleh M. Mwachaka, Aiping Wu, Qingqing Fu A review of mud pulse telemetry signal impairments modeling and suppression methods, Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 2019.

უკ 622.244.442

- ნ. ხუნდაძე, აკად. დოქტორი
- გ. ხეცურიანი, აკად. დოქტორი
- მ. გვენეტაძე, მაგისტრანტი
- ვ. ხითარიშვილი, აკად. დოქტორი
- ნ. მაჭავარიანი, აკად. დოქტორი

## რევერსიული ბურღვის ხერხის გამოყენებით ჭაბურღილების გაყვანის ეფექტურობის ამაღლება საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბნებზე

**რევერსიული:** ნაშრომში განხილულია მადნეულის პოლიმეტალური საბადო საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბანზე ჭაბურღილების გაყვანისას რევერსიული ბურღვის ტექნოლოგიის გამოყენების ეფექტურობის საკითხები. რევერსიული ბურღვის ხერხი შექცეული გაქრევით ჭაბურღილების გაყვანის პროცესია, სადაც კომპრესორი გამოიმუშავებს და მაღალი წნევით მიაწოდებს ჰაერის ნაკადს, რომელიც გაჯერებულია ზეთით და წყლით. ბურღვითი სამუშაოების ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით ჰაერის ნაკადში დამატებულია ამქაფებელი საშუალება, ჭაბურღილის გაყვანისათვის გამოიყენება დარტყმით-ბრუნვითი ხერხი, ქანში ჭაბურღილის ჩაღრმავების გაზრდის მიზნით – თანამედროვე ჩაქურჩის სახეობები. წარმოდგენილია ასევე რევერსიული ტექნოლოგიის ბურღვისას გამოყენებული საბურღი ჩარხების, ჩაქურჩების და სხვა მოწყობილობების ტექნიკური დახასიათება. ამ ხერხმა საგრძნობლად შეამცირა სამუშაო სამუშაოებზე დახარჯული დრო სვეტოვან ბურღვასთან შედარებით და მნიშვნელოვნად გაზარდა ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

**საკვანძო სიტყვები:** რევერსიული ბურღვა, შექცეული გაქრევა, ჩაქურჩი, დარტყმით-ბრუნვითი ბურღვა.

### შესავალი

მადნეულის პოლიმეტალური საბადო საყდრის-ყაჩაღიანის ოქროს-სპილენძის მოპოვების უბანზე ჭაბურღილების გაყვანა რევერსიული ბურღვის ხერხით წარმოებს. რევერსიული ბურღვის ხერხი შექცეული გაქრევით ჭაბურღილების გაყვანის პროცესია, სადაც კომპრესორი გამოიმუშავებს და მაღალი წნევით მიაწოდებს ჰაერის ნაკადს ჭაბურღილებში, რომლის გაყვანისთვის გამოიყენება დარტყმით-ბრუნვითი ხერხი. ბურღვის პროცესში ქანში შეღწევადობის სიჩქარის გაზრდის მიზნით გამოიყენება MINCON-ის ფირმის „MS5453“ მოდელის საბურღი ჩაქურჩის სახეობები, რომლებიც ხასიათდება მაღალი ეფექტურობით და მიწოდებული აქვს ჰაერის 5%–10% დანაკარგები. რევერსიული ბურღვის ტექნოლოგია დაინერგა 2007 წელს ISO 18001 სტანდარტით. დღეისათვის წარმოებაში გამოიყენება გაუმჯობესებული „MR120AS01“ ტიპის RC ჩაქურჩები, რომლის ტექნიკური მახასიათებლები გაიზარდა ჩაქურჩის მოდელის დახვეწასთან ერთად.

**ძირითადი ნაწილი**

რევერსიული ბურღვის დროს ჩაქუჩს მაღალი წნევით მიეწოდება ჰაერის ნაკადი, რომელიც გაჯერებულია ზეთით და წყლით, ჩაქუჩის მუშაობის ხანგრძლივობა ჰაერის ნაკადის მიწოდების სიჩქარის პირდაპირპროპორციულია. ჰაერის ნაკადი კომპრესიას ქმნის წნევის დანაკარგების გარეშე, იცავს ჩაქუჩს კოროზიისგან, ზეთავს შიგა დეტალებს, ამცირებს ცვეთას და გადახურების მაჩვენებლებს.

მცირე წყალგამოვლინების შემთხვევაში და ბურღვითი სამუშაოების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით ჰაერის ნაკადში დამატებულია ამქაფებელი საშუალება, რომელიც დამზადებულია AMC TORQUE GUARD ამქაფებლის ფუძეზე.

ამრიგად, რევერსიული ბურღვის ტექნოლოგიაში დანერგილმა ახალმა ჩაქუჩის სახეობამ გაზარდა კომპრესორის მიერ გამომუშავებული ჰაერის ნაკადის ეფექტურობა და გამოიწვია მისი ხარჯის შემცირება. ამავდროულად გამოიყო საბურღი ჩაქუჩის შემზეთავი სახეობები, რამაც გააუმჯობესა ჩაქუჩის შიგა დეტალების მუშაობის უნარი.

ჩაქუჩების მოდელის შერჩევა, არსებული საბურღ პირობების შესაბამისად, ამცირებს ზეთის ხარჯს და ზრდის ქანში მის გამავლობის კოეფიციენტს, რაც ამცირებს ბურღვის დროს 30%-მდე.

**ცხრილი 1**

**ჭაბურღილების გაყვანის გეოლოგიურ-ტექნიკური პირობები.**

ჭაბურღლის ინტერვალი	ქანების გეოლოგიური დახასიათება	გართულებები	ქანის კატეგორიები ბურღვადობის მიხედვით	დახრის კუთხე	სატყეხები	საბურღი მილები
0-10	ნაყარი ქანები	კედლების ჩამოქცევა და მიწოდებული ჰაერის შთანთქმა	4-5	60- 90	133 მმ	102 მმ
10-60	კვარცხები თიხები	ჰაერის ნაკადის კარგვა	5-6	60- 90	133 მმ	102 მმ
60-110	ტუფები, გაქლო-რიტებული თიხები. კვარცხები	წყლის შემოდინება ჭაბურღილში. იარაღის ჩაჭერა	5-7	60- 90	133 მმ	102მმ

მადნეულის პოლიმეტალური საბადო საყდრის-ყაჩაღიანის ოქროს მოპოვების უზანზუე ჭაბურღილების ბურღვის მიზანია ოქრო-სპილენძის შემცველი პროდუქტიული ფენებისა და ძარღვების ძიება, რომლის 45–110 მ ინტერვალში მდებარეობს. ჭაბურღილების ბურღვისათვის დაინერგა თანამედროვე ტიპის რევერსიული ბურღვის ხერხები, რომლებიც ავსტრალიაში დამზადებული DRILTECH INC25 და THOR DRILL საბურღი

**მეცნიერება - გურჯინის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაციის სისტემები - SCIENCE**

დაზგებით წარმოებს და გამოირჩევა მაღალი ტექნიკური მახასიათებლებით. ქანის სინჯის ამოღების ოპერაციები უკუცირკულაციით საბურღი კოლონის გავლით მიმდინარეობდა, გადაეწოდებოდა შემკრებ ციკლოიდს, რომელმაც სრულყო არსებული სინჯის შემცველობის სიზუსტე და შეამცირა საძიებო სამუშაოების ხარჯები. ბურღვის სიჩქარის გაუმჯობესების მიზნით დაინერგა თანამედროვე ტიპის პნევმოდარტყმითი RC საბურღი ჩაქუჩები.

1-ელ ცხრილში წარმოდგენილია ჭაბურღილების გაყვანის გეოლოგიურ-ტექნიკური პირობები.

მე-2 ცხრილში მოცემულია THOR DRILL საბურღი ჩარხის ტექნიკური დახასიათება.

**ცხრილი 2**

**„ THOR DRILL” საბურღი ჩაქუჩის ტექნიკური დახასიათება:**

ბურღვის სიღრმე	180-270 მ
ადაპტირებულ ქანებზე	>8
ბრუნვის სიმძლავრე	4400 ნმ
ბრუნვის სიჩქარე	0-100 ბ/წთ
ღერძული დაწოლა	60 კნ
მუშა ხაზი	11000 მმ
ტვირთამწეობა	120 კნ

მე-3 ცხრილში ნაჩვენებია THOR DRILL საბურღი ჩარხის კომპლექტში შემავალი მოწყობილობები.

**ცხრილი 3**

**THOR DRILL საბურღი ჩარხის კომპლექტი**

ამძრავი	6-ცილინდრიანი, 135 კვ
კომპრესორის ამძრავი	6-ცილინდრიანი, 175 კვ
ანძა	ტელესკოპური ტიპის
პნევმატიკური გადამხსნელი	რეგულირებადი პნევმოდგუშით

რევერსიულ ბურღვაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს კომპრესორებს და მათ სახეობებს, რომელიც როგორც საბურღი ხარჯების, ისე ბურღვის პირობების პირდაპირპროპორციულია.

კომპრესორით მიწოდებულ წნევებზე დამოკიდებულია:

1. საბურღი ჩაქუჩის მუშაობა;
2. სანგრევის გასუფთავება;
3. სინჯის ზედაპირზე ამოტანა.

**მეცნიერება - გურჯინის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის აპრობაციული სისტემები - SCIENCE**

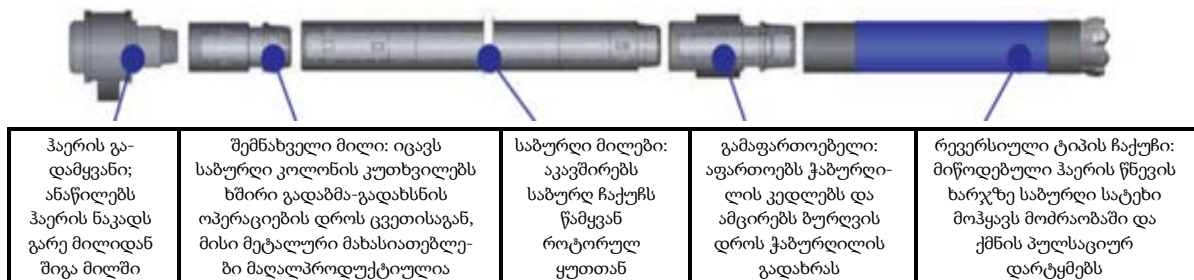
საყდრის-მადნეულის ტერიტორიაზე რევერსიული ხერხით ჭაბურღილების ბურ-ღვისას გამოყენებულია საკომპრესორო დანადგარის მოდელი XRVS 466, რომლის მახასიათებლები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

**ცხრილი 4**

**საკომპრესორო დანადგარ XRVS 466 მოდელის მახასიათებლები**

ჰაერის მიწოდება, წთ	27.2 მ <sup>3</sup>
მაქს. წნევა	25 ბარ
წონა	6300 კგ
ძრავას მწარმოებელი	Mercedes-Benz
ძრავას მოდელი	OM 501 LA
ძრავას სიმძლავრე	315 კვტ

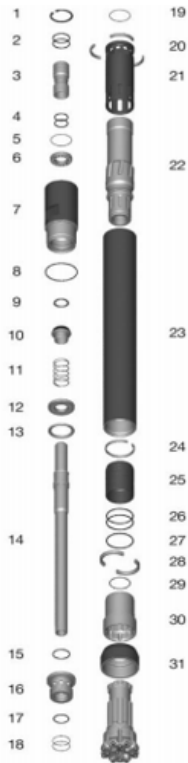
რევერსიული ცირკულაციისათვის საჭირო სრული ტექნიკური კომპლექტი, რომელიც სრულყოფს საექსპლუატაციო სამუშაოებს, წარმოდგენილია 1-ელ სურ-ზე.



**სურ. 1. რევერსიული ცირკულაციისათვის საჭირო სრული ტექნიკური კომპლექტი**

რევერსიული ბურღვისას გამოყენებული საბურღი კოლონის ძირითადი ელემენტებია: ჰაერის გადამყვანი, შემნახველი მილი, საბურღი მილი შეერთებებით, გამაფართოებელი და RC ჩაქუჩი.

**მეცნიერება - გურჯინის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაციული სისტემები - SCIENCE**



1. შიგა საჭერი, 2. ჩობალი, 3. შიგა მილის გადამყვანი 4. ჩობალი, 5. ჩობალი, 6. საქშენი, 7. გარე მილის გადამყვანი, 8. გარე ჩობალი, 9. გამაფრთხილებელი, 10. გამაფრთხილებლის დამკეტი, 11. გამაფრთხილებლის ზამზარა, 12. გამომყოფი საცრისელა, 13. ჩამკეტი, 14. შიგა მილი, 15. ჩობალი, 16. შიგა მილის მაფიქსირებელი, 17. ჩობალი, 18(19). გარე ჩობალი, 20. ფიქსატორი, 21. ცილინდრი, 22. ფისტონი, 23. გარე კორპუსი, 24. ფისტონის დამჭერი, 25. წნევის გადამცემი, 26(27,28,29). ჩობალი, 30. შიგა სათავსი, 31. გარე სათავსი

**სურ. 2. RC საბურღი ჩაქურის შემადგენელი მოწყობილობები**

მე-5 ცხრილში წარმოდგენილია ჭაბურღილების რევერსიული ხერხით ბურღვისას გამოყენებული ჩაქურის ტექნიკური დახასიათება.

**ცხრილი 5**

**რევერსიული ხერხით ჭაბურღილების ბურღვისას საჭირო მექანიზმების ტექნიკური დახასიათება**

ჩაქურის დიამეტრი	120მმ
ჩაქურის სიგრძე	1165მმ
დასაშვები სატეხების ზომები	127მმ-143მმ
წონა	70კგ
მაქსიმალური სატეხის წონა	14,5
დგუმის წონა	16კგ
მუშა სიმძლავრეები	4826-6440 ნმ
რეკომენდებული მუშა წნევა	25,5მ <sup>3</sup> /წთ @ 24,1 ბარი

საბურღი ჩაქურის საპოხი მასალების ორი ძირითადი ტიპი გამოიყენება. ვენტური საპოხი მასალები კარბურატორივით მუშაობს, ატომიზებულია და ჰაერში ერევა, რაც

**მეცნიერება - გურჯინის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის აპრობაციონალური სისტემები - SCIENCE**

შესაძლებლობას იძლევა, რომ სრულყოფილად შეიზეთოს ყველა დეტალი. გამოყენებული ზეთის მოცულობა ჩვეულებრივ კონტროლდება ნემსოვანი სარქვლით. შეზეთვის სიჩქარე დამოკიდებულია ზეთზე, მის სიბლანტეზე, რომელიც განსხვავდება ტემპერატურების მიხედვით. RC ჩაქურჩისთვის აუცილებელია მუდმივი მარაგით საბურღი ზეთის მიღება შიგა კომპონენტების დასაცავად და კარგი საჰაერო დალუქვისათვის სრულყოფილი კომპრესიის შესაქმნელად, რადგან ჰაერის ენერჯია უნდა გადაიქცეს ფიზიკურ ენერჯიად და შექმნას დარტყმის სიმძლავრე. არსებულმა პრაქტიკულმა ცდებმა აჩვენა ზეთის სწორად შერჩევის დადებითი მხარე, რამაც ხარჯი 70% შეამცირა. ჰაერთან ერთად წყლის გამოყენებისას, ჭაბურღილის გასასუფთავებლად და საბურღი კედლების ამოლესვისათვის, უნდა გაიზარდოს ზეთის მიწოდება. წყლის ნაწილაკები რეცხვის როლს ასრულებს ჩაქურჩის მუშაობის დროს. პრაქტიკულმა კვლევამ აჩვენა, რომ ბურღვის დროს 3.8 ლ/წთ წყლის გამოყენებისას ზეთის რაოდენობა უნდა იყოს წყლის მიწოდების ნახევარი. 7.6 ლ/წთ წყლის გამოყენებისას უნდა გაორმაგდეს ზეთის მიწოდება.

არაღრმა ჭაბურღილებისათვის საჭიროა ჰიდრავლიკურად დაბალი წნევა ჩაქურჩის მუშაობისათვის. დაწნების ძალა, როგორც წესი, აღირიცხება PSI წნევის უმეტეს ტექნიკურ საშუალებებზე. კომპრესორიდან მიწოდებული ჰაერის ნაკადი შესაძლოა მუშა წნევა იყოს ჩაქურჩისათვის, მაგრამ ყოველთვის ვაწყდებით წნევის კარგვებს სისტემიდან, რაც აქვეითებს ჩაქურჩის მუშაობის ეფექტურობას. სატეხის წონის და ჭაბურღილის სიღრმის ზრდა ითხოვს დამატებითი წნევის შექმნის აუცილებლობას. თავიდან რომ ავიცილოთ ზედმეტი წნევის მიწოდება ჩაქურჩზე, რაც გამოიწვევს შიგა დეტალების დაზიანებას, საჭიროა გაანგარიშებულ იქნეს სატეხზე მოსული დარტყმითი წონების ძალის რაოდენობა, რომ სატეხის მუშაობის დასაშვებ ნორმებს არ გადააჭარბოს.

### დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ მადნეულის პოლიმეტალური საბადო საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბანზე ჭაბურღილების ბურღვა წარმოებს DRILTECH INC25 და THOR DRILL ტიპის ავსტრიული საბურღი დანადგარებით. ჭაბურღილის გაყვანისათვის გამოიყენება რევერსიული ბურღვის ხერხი, რომელიც შექცეული გაქრევით ბურღვის პროცესია, სადაც ჭაბურღილების გაყვანა წარმოებს დარტყმით-ბრუნვითი ხერხით. საბურღი სამუშაოები მიმდინარეობს RC პნევმოჩაქურჩით, რომელიც მუშაობს ჰაერში გახსნილი ზეთის ნაკადის მიწოდების ხარჯზე. რევერსიული ხერხით ბურღვისას გამოყენებული საბურღი ანაკრები მეტად რთული კონსტრუქციას და შედგება მრავალი ცვეთადი ნაწილისგან. მიუხედავად ამისა, საბურღ სამუშაოებში თანამედროვე მეთოდის დანერგვამ, ბევრად შეამცირა საძიებო სამუშაოებზე დახარჯული დრო,

**მეცნიერება - გურჯინის ასალი ტექნიკა და ტექნოლოგია, მართვის ავტომატიზაციული სისტემები - SCIENCE**  
სვეტოვან ბურღვასთან შედარებით, ამასთან საგრძნობლად გაზარდა ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

### ლიტერატურა

1. <https://www.mining-technology.com/contractors/drilling/mincon/> ტექნიკური წიგნი.
2. <https://www.thordrillcc.com/> ტექნიკური ლიტერატურა.
3. <https://www.boartlongyear.com/> ტექნიკური ლიტერატურა.
4. DRILTECH HANDBOOK გვერდი 36 და 53.
5. COMPRESSED AIRE MANUAL EDIION გვერდი 27.
6. <https://www.atlascopco.com/en-au> ტექნიკური ლიტერატურა.



ი. გუჯაბიძე, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ.  
თ. ბარაბაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
ლ. გუდავაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
შ. გუჯაბიძე, ეკონომიკის მაგისტრი  
ნ. ჭკადუა, დოქტორანტი

## გაზის დარგის განვითარების ტენდენციები, რეგულაციები და ფინანსური ინსტრუმენტები თანამედროვე ევროპაში

**რეზიუმე:** განხილულია ევროპის ქვეყნებში გაზის სექტორის განვითარების თანამედროვე ტენდენციები და ენერგოუსაფრთხოების პრობლემები. მათი მოგვარების მიზნით შემუშავებულია საკანონმდებლო ბაზა, რეგულაციები და ფინანსური ინსტრუმენტები. ნაჩვენებია შესაძლებლობები ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების მოგვარებაში საქართველოს უფრო აქტიური ჩართულობისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ენერგეტიკა, გაზი, ნავთობი, კონდენსატი, გაზომომარაგება, ევროპა, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, მოპოვება, ექსპორტი, იმპორტი, დივერსიფიკაცია, რეგულაციები, ფონდები, პროგრამები, რეორგანიზაცია.

### შესავალი

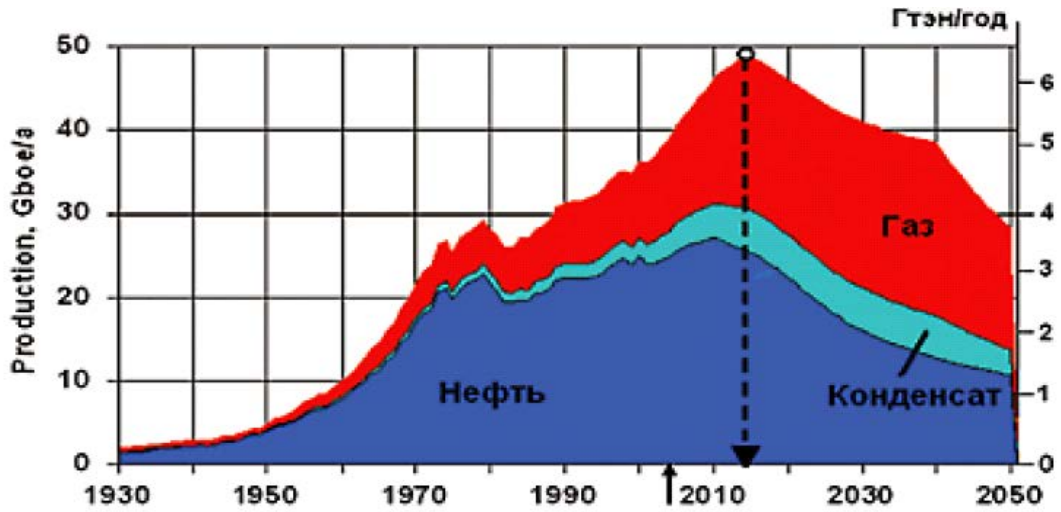
კასპიის ენერგორესურსებით მდიდარი რეგიონი სულ უფრო მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ევროპის და, განსაკუთრებით, სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკული უსაფრთხოების პრობლემების მოგვარებაში.

საქართველოსათვის, როგორც გაზის სამხრეთი დერეფნის მონაწილე ქვეყნისათვის, ძალზე მნიშვნელოვანია ევროპაში ამ მიმართულებით დღეს არსებული ტენდენციები და გამოწვევები.

### ძირითადი ნაწილი

აშშ-ის გეოლოგიური სამსახურის (USGS) მონაცემებით, 2013 წელს მთელ მსოფლიოში დაწყებული ნავთობისა და კონდენსატის შემცირების ტენდენცია 2050 წლამდე გაგრძელდება (სურ.1). 2040 წლისათვის გაზზე მოთხოვნა 5,4 ტრლნ მ<sup>3</sup>-ს მიაღწევს. ყოველწლიური მატების ტემპი 1,4% იქნება. გაზი ძირითადი ენერგეტიკული ნედლეული გახდება.

**მეცნიერება** - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - **SCIENCE**



სურ. 1. აშშ-ის გეოლოგიური სამსახურის (USGS) ნავთობის, კონდენსატისა და გაზის ევოლუციის სცენარი მსოფლიოში (პროგნოზი მოცემულია ეკვივალენტური ნავთობის გეგატონებში - Гтн)

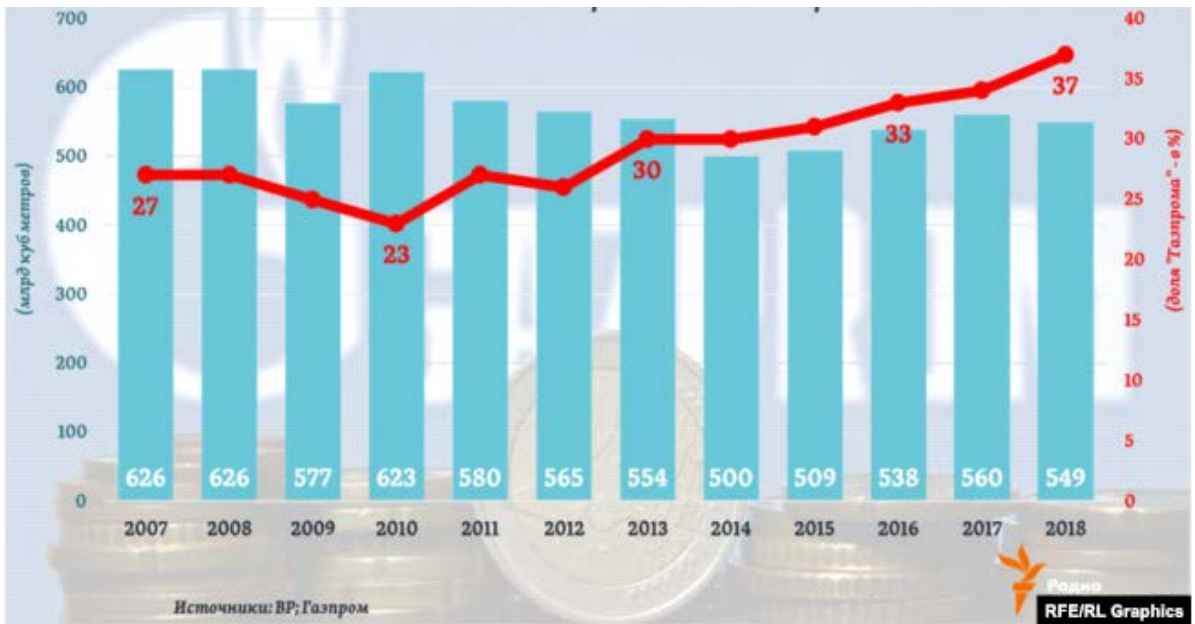
დღეს ბუნებრივ გაზს უმნიშვნელოვანესი ადგილი უჭირავს ევროპის ენერგეტიკულ ბალანსში. ევროპაში (თურქეთის ჩათვლით) გაზის წლიური მოხმარება ბოლო ათწელიწადში საშუალოდ 580 მლრდ მ<sup>3</sup> შეადგენდა (სურ.2) (2018 წელს მოხმარების შემცირება ეკონომიკური ზრდის შემცირებით აიხსნება). სურათიდან ჩანს, რომ ევროპის ქვეყნები მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული რუსულ გაზზე (ევროპაში გაზის ძირითადი მწარმოებლები ნორვეგია და დიდი ბრიტანეთია).

2019 წელს რუსული გაზის წილი კიდევ უფრო გაიზარდა და მთელი მოხმარების 49% შეადგინა მაშინ, როდესაც გაზის მეორე მსხვილი მომწოდებლის – ნორვეგიის წილი 1%-ით შემცირდა. პროგნოზით აღნიშნული ტენდენცია მომავალშიც შენარჩუნდება.

რუსეთის გაზზე ენერგეტიკის ძლიერი დამოკიდებულება ფუნდამენტური გამოწვევაა ევროპის ქვეყნებისათვის. ეს დამოკიდებულება არათანაბარია ევროპის სხვადასხვა რეგიონისათვის. მე-3 სურ-ზე ნაჩვენებია ევროპის რეგიონებად დაყოფის პირობითი სქემა, ხოლო მე-4 სურ-ზე – გაზის დარგის მაჩვენებლები ცენტრალური და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებისათვის [1].

ამ რეგიონში პირობითად განვიხილავთ ალბანეთს, ბულგარეთს, ბოსნიასა და ჰერცეგოვინას, უნგრეთს, საბერძნეთს, მაკედონიას, პოლონეთს, რუმინეთს, სერბეთს, სლოვაკეთს, სლოვენიას, თურქეთს, ხორვატიას, ჩერნოგორიას და ჩეხეთს.

**მეცნიერება** - **ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები** - **SCIENCE**

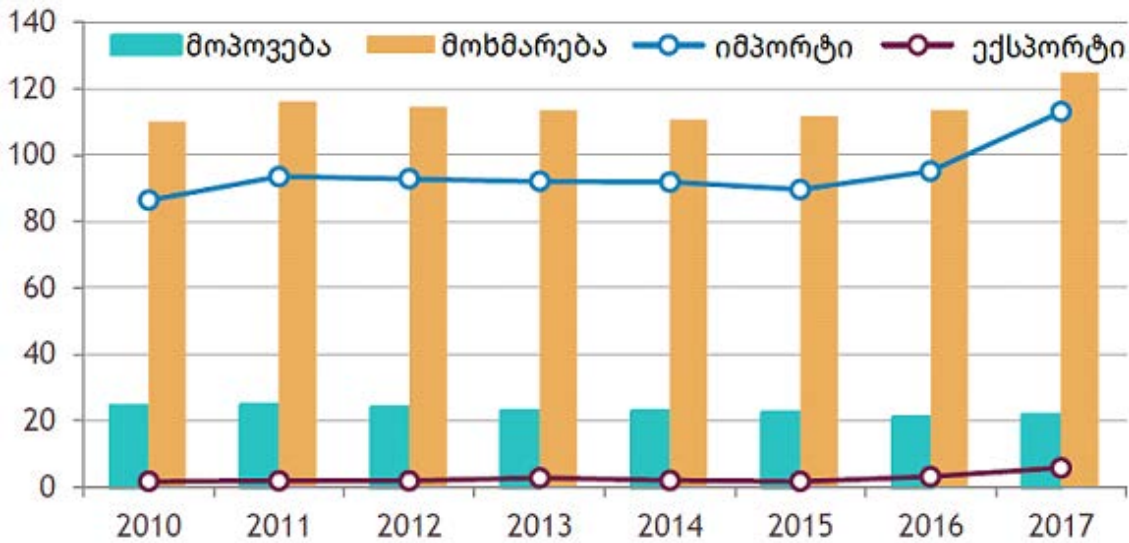


სურ. 2. ევროპის ქვეყნების მიერ მოხმარებული გაზი და რუსეთის როლი მათი გაზით მომარაგებაში



სურ. 3. ევროპის რეგიონები

**მეცნიერება** - **ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები** - **SCIENCE**



სურ. 4. გაზის დარგის მაჩვენებლები ცენტრალური და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებისათვის

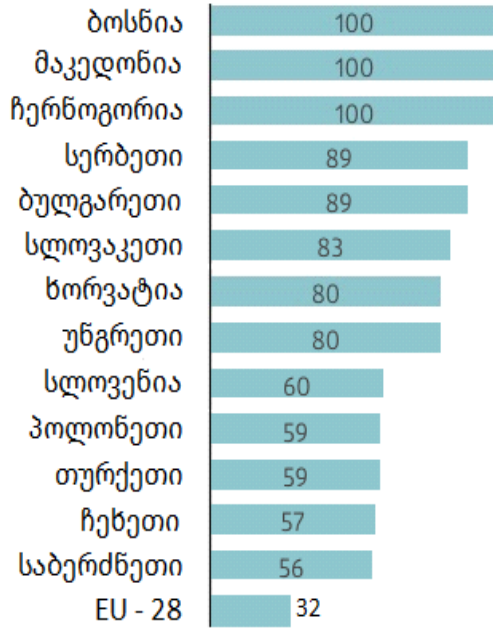
ამ მონაცემებიდან მკაფიოდ ჩანს, რომ ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში ძალზე სუსტადაა წარმოდგენილი გაზის დარგი. მცირე ადგილობრივი გაზის წარმოება და დიდია მისი მოხმარება, რის გამოც ისინი ძირითადად დამოკიდებულია გაზის იმპორტზე (ნაჩვენები ექსპორტი მთლიანადაა განპირობებული მათი ტერიტორიების გავლით არსებული გაზის ტრანზიტით მეზობელ ქვეყნებში).

აღსანიშნავია, რომ გაზის ექსპორტი ამ ქვეყნებში რუსეთიდან ხორციელდება. თუ ევროპის ქვეყნებში რუსული გაზის წილი ათწლიან პერიოდში (2010-2017წწ.) ძირითადად 27–37%-ს შეადგენდა (საშუალოდ 32%), ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ბევრ ქვეყანაში ის 50%-ს აჭარბებს (სურ.5).

პერსპექტივაში მოსალოდნელია რეგიონში გაზის მოხმარებისა და იმპორტის ზრდა, პირველ რიგში იმის გამო, რომ პოლონეთისა და ჩეხეთის ეკონომიკა, ეკოლოგიური მოთხოვნების გამკაცრების გამო, ინტენსიურად ანაცვლებს ქვანახშირს გაზით. მეორე მხრივ, რეგიონის ქვეყნების მზარდი ეკონომიკა (2–3% წელიწადში MБФ) სიმძლავრის გაზრდას განაპირობებს.

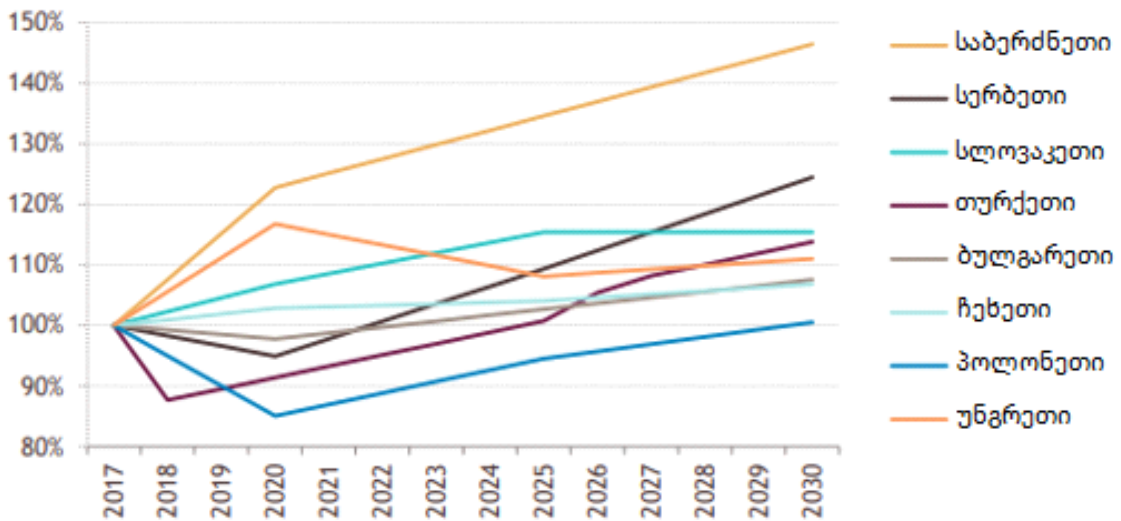
სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკის განვითარების სტრატეგიული გეგმით გაზე მოთხოვნების ზრდა განპირობებული იქნება სათბობენერგეტიკული და ელექტროენერგეტიკული სექტორების მოთხოვნებითაც. ამ ფაქტორების გავლენით 2017-2030 წლებში მოსალოდნელია [2]: ჩეხეთში – 7%, უნგრეთში – 10%, ბულგარეთში – 9%, სერბეთში – 25%, სლოვაკეთში – 15%, თურქეთში – 14%-ით მოხმარების გაზრდა. მე-6 სურ-ზე ნაჩვენებია ბუნებრივი გაზის მოხმარების პროგნოზი წლების მიხედვით.

მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE



სურ. 5. რუსეთიდან იმპორტის წილი ევროპის ქვეყნების მიერ მოხმარებული გაზის მოცულობაში (წყარო-Evrogas)

კვლევები გვიჩვენებს [3], რომ 2030 წლისათვის ბუნებრივი გაზის წლიური მოხმარება თურქეთში 53,6 მლრდ მ<sup>3</sup>-დან (2017 წ.) 60–62 მლრდ მ<sup>3</sup>-მდე გაიზრდება.



სურ. 1.6. ბუნებრივი გაზის მოხმარების პროგნოზი წლების მიხედვით

გაზის მოცულობის მნიშვნელოვანი ზრდა განპირობებული იქნება ერთი ძალზე მნიშვნელოვანი ფაქტორითაც. რეგიონის ქვეყნები სერიოზულ სატრანზიტო ფუნქციასაც ასრულებს. ისინი განლაგებულია გაზის უმსხვილეს მომპოვებელ ქვეყნებსა (რუსეთი,

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

შუა აზია) და მომხმარებლებს (დასავლეთ ევროპა) შორის. სამომავლო პროგნოზით, რუსეთის გაზის მოცულობა შემცირდება; კავკასიიდან, შუა აზიიდან და ახლო აღმოსავლეთიდან კი – გაიზრდება [4]. ცხადია, ბუნებრივი გაზის მოხმარების ზრდა კიდევ უფრო გაამწვავებს დღეს არსებულ პრობლემებს.

ევროპის (მათ შორის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის) ქვეყნების სახელმწიფო პოლიტიკის უმთავრესი მიზანი ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველყოფაა. ეს უკანასკნელი ძირითადად სამი გზით მიიღწევა:

- გაზის ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებით;
- ბუნებრივი გაზის სახეების, წყაროებისა და მარშრუტების დივერსიფიკაციით;
- მარაგების შექმნა დიდი მოცულობის მიწისქვეშა გაზსაცავების მშენებლობით.

აღნიშნულის განხორციელება მძლავრ საკანონმდებლო ბაზას და ფინანსურ მხარდაჭერას მოითხოვს. უნდა აღინიშნოს, რომ უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოხდა გაზის ევროპულ ბაზარზე. მიღებულმა საკანონმდებლო აქტებმა [5,6] აუცილებელი გახადა გაზის სექტორის რეორგანიზაცია, მათ შორის გაზით ვაჭრობის განტრანსპორტირებისა და განაწილების გამიჯვნა. ევროკავშირში გაზის სექტორის მარეგულირებელი დირექტივები აისახა „ენერგეტიკულ კანონში“ (10.04.1997წ.) და მომდევნო საკანონმდებლო აქტებში. თუმცა, ევროპაში გაზის ბაზრის ცვლილების პროცესზე ყველაზე წონადი გავლენა 2009 წ. ევროპარლამენტის მიერ მიღებულმა მესამე ენერგეტიკულმა პაკეტმა მოახდინა. ის შემდეგი დოკუმენტებისაგან შედგებოდა:

1. Directive 2009/72/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in electricity and repealing Directive 2003/54/EC (ელექტროენერგეტიკული დირექტივა);
2. Directive 2009/73/EC of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 concerning common rules for the internal market in natural gas and repealing Directive 2003/55/EC (გაზის დარგის დირექტივა);
3. Regulation (EC) No 714/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on conditions for access to the network for cross-border exchanges in electricity and repealing Regulation (EC) No 1228/2003 (ელექტროენერგეტიკული დოკუმენტი);
4. Regulation (EC) No 715/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 on conditions for access to the natural gas transmission networks and repealing Regulation (EC) No 1775/2005 (გაზის ბაზრის მარეგულირებელი დოკუმენტი);
5. Regulation (EC) No 713/2009 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2009 establishing an Agency for the Cooperation of Energy Regulators (მარეგულირებელი სააგენტო).

აღნიშნული პაკეტის საფუძველზე ევროპარლამენტი ევროკავშირის მონაწილე

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

ქვეყნებისაგან გაზისა და ელექტროენერგეტიკული ინფრასტრუქტურების ოპერატორების იურიდიული, ორგანიზაციული და მმართველობითი საქმიანობის დამოუკიდებლობის პრინციპის შემოღებას ითხოვს. ასეთი მიდგომა ე.წ. „Unbundling“ ბაზარზე ყველა მომხმარებლის გარანტირებულ თანაბარ წვდომას უზრუნველყოფს. ევროკავშირში ენერგეტიკული ბაზრების ლიბერალიზაციის მესამე ეტაპის ძირითადი ამოცანებია:

- გაზის მოპოვებისა და ბრუნვის გამიჯვნა მისი ტრანსპორტირებისაგან;
- მარეგულირებელი უფლებამოსილებების გაზრდა;
- მომხმარებელთა უფლებების დაცვა;
- დაუცველი მომხმარებლების დაცვა.

დირექტივა 98/30/ EC უზრუნველყოფს გაზსაცავებთან, როგორც ბუნებრივი გაზის ქსელის ნაწილთან, შეუფერხებელ წვდომას.

ძალზე მნიშვნელოვანია ევროკავშირის დირექტივა (1968 წ., 1972 წლის შესწორებებით) კრიზისული სიტუაციების მართვის შესახებ. მასში მოცემულია ნავთობპროდუქტების იმპორტზე, ევროპის თანამეგობრობის დიდი დამოკიდებულების გამო, შესაძლო შედეგების შერბილებისა და ბაზრის ტრანსპარანტული ფუნქციონირების ინსტრუმენტები, უზრუნველყოფილია ევროკავშირის წევრ ქვეყნებში აუცილებელი მარაგების შექმნის იურიდიული ბაზა. კერძოდ, წევრი ქვეყანა ვალდებულია მუდმივად იქონიოს მარაგები, როგორც მინიმუმ გასული კალენდარული წლის 90-დღიანი საშუალო ყოველდღიური მოხმარებისა. ქვეყანაში შიგა წარმოების არსებობის შემთხვევაში შესაძლებელია მარაგის შემცირება, მაგრამ არანაკლებ 15%.

კონკრეტულად ბუნებრივ აირთან დაკავშირებით ევროკავშირში 2014 წლის 3 დეკემბრიდან მოქმედებს წესი N-1. ამ წესის თანახმად, მხოლოდ ერთ გაზსადენზე ან მხოლოდ ერთ მიწისქვეშა გაზსაცავზე დამოკიდებული კავშირის წევრი (ასოცირებული წევრი) ქვეყანა სრულად უნდა იკმაყოფილებდეს გაზზე მოთხოვნას, ექსტრემალურად ცივ დღეებში, მოწოდების სრული შეწყვეტის პირობებშიც კი [7]. კრიზისული სიტუაციების მართვის მეორე უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია ევროკავშირის დირექტივა ერთი ქვეყნის მიერ მეორე ქვეყანაში მარაგის შექმნის შესაძლებლობის შესახებ. ასე, მაგ., 2003 წელს მიღებული ბაზრის ლიბერალიზაციის ღონისძიებები უზრუნველყოფდა მესამე მხარის არადისკრიმინაციულ წვდომას (Third Party Access (TPA)) გაზსაცავებზე.

მესამე ენერგეტიკული დირექტივა გაზის შესახებ უზრუნველყოფს გაზსაცავის მოწყობას ყველგან, წევრი და ასოცირებული წევრი ქვეყნების ტერიტორიებზე, სადაც საბაზრო ურთიერთობები ამის საშუალებას იძლევა. მასში ნათქვამია, რომ ასეთი რეჟიმი საუკეთესოა ინვესტიციების მოზიდვისა და ბაზრის განვითარებისათვის.

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

მნიშვნელოვანია აგრეთვე ევროკავშირის სპეციალური კვლევებისა და ტექნოლოგიების შემუშავების ფინანსური მხარდაჭერის უზრუნველყოფის ღონისძიებები. ამ მხრივ ძალზე საინტერესოა ევროკავშირის პროგრამა THERMIE.

ნახშირწყალბადების ტექნოლოგიის პროგრამის მიზნები იყო ტექნოლოგიების განვითარების გაღრმავება ევროკავშირისთვის ნავთობისა და გაზის მიწოდების უსაფრთხოების გასაძლიერებლად. აღნიშნული პროგრამის საფუძველზე ევროკავშირის მხარდაჭერა ფარავს პროექტის საერთო დანახარჯების 40%-ს. განსახილველად მიღებული პროექტები უნდა შევიდეს კონსორციუმებისაგან, რომელთა შემადგენლობის არანაკლებ ორი მონაწილე უნდა იყოს იურიდიული პირი ევროკავშირის სხვადასხვა ქვეყნიდან ან ერთი უნდა იყოს ევროკავშირის წევრი, მეორე კი – ასოცირებული. პროექტები შეიძლება განხორციელდეს როგორც ევროკავშირის შიგნით, ისე მის გარეთაც.

დღეს წარმატებით ფუნქციონირებს მსხვილბიუჯეტის ევროპული ფონდები და პროგრამები, რომელთა საქმიანობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი რისკების შემცირება და მდგრადი განვითარების მხარდაჭერაა.

ასეთი ფონდებია: ეკონომიკური გაძლიერებისა და სოციალური დისბალანსის გამოსწორების მიზნით მოქმედი რეგიონალური განვითარების ევროპული ფონდი (ERDF), მისი ხუთწლიანი გეგმით გათვალისწინებული ბიუჯეტი 371 მლრდ ევროა; ევროპის აღმოსავლეთ პარტნიორობისა და ტერიტორიული თანამშრომლობის ფონდი (EaPTC) (15,4 მლრდ ევრო), რომლის მიზანია ევროკავშირის მეზობელ ქვეყნებთან საერთო ინტერესების დამკვიდრება და საერთო პრობლემების გადაწყვეტა; ინფრასტრუქტურის განვითარებისა და ნახშირწყალბადების შენახვის ხელშემწყობი ევროპის ენერგეტიკული რეაბილიტაციის პროგრამა (EPR) (5,85 მლრდ ევრო); მაგისტრალური ქსელების, თხევადი გაზის ტერმინალებისა და გაზსაცავების პროექტების ხელშემწყობი ევროპის ჩართულობის ფონდი (CEF) (33 მლრდ ევრო); ენერგეტიკული პროექტების (მათ შორის ენერჯის დაგროვებისა და ქსელების) კვლევების დამფინანსებელი პროგრამა „ჰორიზონტი“ (5,9 მლრდ. ევრო); ნახშირწყალბადების შენახვისა და მართვის ხელშემწყობი პროგრამა (CCS) (2,86 მლრდ ევრო); ევროპის ქვეყნების შეკავშირებისა და ეკონომიკური უთანაბრობის შემცირებისაკენ მიმართული ფონდი (CF) (63,4 მლრდ ევრო); ევროპის სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურების ერთმანეთთან დაკავშირების ხელშემწყობი ფონდი (CEF) (30,6 მლრდ ევრო) და სხვა. ამ ორგანიზაციათა საქმიანობა ასტიმულირებს და ხელს უწყობს კერძო ინვესტიციების მოზიდვას ევროპის ენერგოუსაფრთხოების პროექტებში.

2014 წლის 27 ივნისს ხელი მოეწერა ასოცირების ხელშეკრულებას ევროკავშირსა და საქართველოს შორის (AA), ორმხრივი თანამშრომლობის ახალი ჩარჩოს შესაქმნელად.



ეს ჩარჩო მნიშვნელოვანი მექანიზმია საქართველოს პოლიტიკური გაერთიანებისა და ევროკავშირთან ეკონომიკური ინტეგრაციისთვის. უფრო კონკრეტულად იგი ითვალისწინებს საქართველოს კანონმდებლობის ჰარმონიზაციას ევროკავშირის 300 სამართლებრივ აქტთან.

ასოცირების შესახებ შეთანხმების მნიშვნელოვანი კომპონენტია თანამშრომლობა ენერგეტიკის სფეროში (ნაწილი VI). ის მოიცავს: საერთო ინტერესებზე დაფუძნებული ენერგეტიკული ინფრასტრუქტურის განვითარებას, რათა მოხდეს ენერგორესურსების, მიმწოდებლებისა და ტრანსპორტირების მარშრუტების დივერსიფიცირება ეკონომიკურად და ეკოლოგიურად მისაღები ფორმით; ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერებას; ევროკავშირის ენერგორესურსებთან შესაბამისობას; თანამშრომლობის განვითარებას ისეთ სფეროებში, როგორცაა ელექტროენერგია, ბუნებრივი გაზი და ნავთობის ძებნა, წარმოება და ტრანსპორტირება; განახლებადი ენერგია და ენერგოეფექტურობა. ხელშეკრულება ასევე შესაძლებლობას იძლევა, რომ საქართველო გაწევრიანდეს ევროპულ ენერგეტიკულ საზოგადოებაში.

ასოცირების შესახებ შეთანხმების ენერგეტიკულად და კონკრეტულად ბუნებრივი გაზის ნაწილში თანამშრომლობის დებულებები მოიცავს შემდეგ მნიშვნელოვან საკითხებს:

- ევროპის პარლამენტისა და საბჭოს 2009 წლის 13 ივლისის 2009/73/EC დირექტივა ბუნებრივი გაზის შიგა ბაზრის საერთო წესების შესახებ;
- ევროპის პარლამენტისა და საბჭოს 2009 წლის 13 ივლისის რეგულაცია EC 7715/2009 ბუნებრივი გაზის გადაცემის ქსელებზე წვდომის შესახებ;
- 2008 ევროპული საპარლამენტო საბჭოს 2008 წლის 22 ოქტომბრის 2008/92/EC დირექტივა, რომელიც ეხება საზოგადოების პროცედურას ინდუსტრიული საბოლოო მომხმარებლებისთვის გაზის და ელექტროენერგიის ფასების გამჭვირვალობის გაუმჯობესების მიზნით;
- 2010 რეგულაცია (ევროკავშირი) 4 994/2010 ევროპული პარლამენტისა და საბჭოს 2010 წლის 20 ოქტომბრის რეგულირება გაზომომარაგების უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

### დასკვნა

კვლევები გვიჩვენებს, რომ ევროპის ქვეყნებში ბუნებრივი გაზის მოხმარების ტენდენცია მზარდია. ყოველწლიური მატების ტემპი 2040 წლამდე 1,4% იქნება. განსაკუთრებით დიდი იქნება მოხმარების ზრდა სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში (7–25%). გაზი გახდება ძირითადი ენერგეტიკული ნედლეული.

**მეცნიერება** - **ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები** - **SCIENCE**

ცენტრალური და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნები დამოკიდებულია რუსულ გაზზე, ამიტომ მათი პოლიტიკის ერთ-ერთი უმთავრესი მიზანი ენერგეტიკული უსაფრთხოების უზრუნველყოფაა.

ამ მიზნით ევროკავშირში შეიქმნა გაზის სექტორის მარეგულირებელი დირექტივები და აისახა „ენერგეტიკულ კანონში“. მნიშვნელოვანი ცვლილებები მოხდა გაზის ევროპულ ბაზარზე. მიღებულმა საკანონმდებლო აქტებმა აუცილებელი გახადა გაზის სექტორის რეორგანიზაცია, მათ შორის გაზით ვაჭრობისაგან მისი ტრანსპორტირებისა და განაწილების გამიჯვნა.

დღეს ევროპაში წარმატებით ფუნქციონირებს მსხვილბიუჯეტის ევროპული ფონდები და პროგრამები, რომელთა საქმიანობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი რისკების შემცირება და მდგრადი განვითარების მხარდაჭერაა.

ევროკავშირში ენერგეტიკის სფეროს განვითარების ტენდენციები, არსებული საკანონმდებლო ბაზა, რეგულაციები და ფინანსური მექანიზმები კარგ შესაძლებლობას იძლევა საქართველოსათვის, ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების მოგვარებაში უფრო აქტიური ჩართულობისათვის.

### ლიტერატურა

- 1) MEA. Энергетический бюллетень Выпуск N68, январь 2019.
- 2) BP Energy Outlook, 2017.
- 3) The oxford institute for energy studios. A recognized independent of the University of Oxford. Turkey's gas demand decline: reasons and consequences. April 2017.
- 4) Энергетический бюллетень. январь 2019.
- 5) законодательстваЕС, директивы 2003/55/ЕС Европейскогопарламента и Совета от 26 июня 2003 года об установлении общих правил для внутреннего рынка природного газа и отмены директивы 98/30/ЕС.
- 6) Директивы 2009/73/ЕС Европейского Парламента и Совета от 13 июля 2009 года, относительно общих правил функционирования внутреннего рынка природного газа и отменяющая директиву 2003/55/ЕС.
- 7) Report on the implementation of Regulation (EU) 994/2010 and its contribution to solidarity and preparedness for gas disruptions in the EU. — Brussels, 16.10.2014 SWD (2014) 325 final.

უკ 662.76

ი. გუჯაბიძე, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ.  
თ. ბარაბაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
ლ. გუდავაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
შ. გუჯაბიძე, ეკონომიკის მაგისტრი  
ნ. ჭკადუა, დოქტორანტი

## ბუნებრივი გაზი და ევროკავშირის ენერგეტიკული სტრატეგია

**რეზიუმე:** განხილულია სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ენერგეტიკული თანამეგობრობის ძირითადი მიზნები. მოცემულია გაზის ინფრასტრუქტურის განვითარების ძირითადი მიმართულებები და სტრატეგიული გეგმები.

**საკვანძო სიტყვები:** ენერგეტიკა, გაზი, გაზომომარაგება, ევროპა, კასპიის რეგიონი, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, ინფრასტრუქტურა, გაზსადენ-ინტერკონექტორი, ტრანზიტული მილსადენი, მოპოვება, იმპორტი, დივერსიფიკაცია, რეგულაციები, ფონდები, პროგრამები, რეორგანიზაცია.

### შესავალი

სულ ცოტა ხნის წინ ევროკავშირში არ არსებობდა ერთიანი ენერგეტიკული სტრატეგია. ლისაბონის მოლაპარაკებების შემდეგ ევროკავშირმა მნიშვნელოვნად გაააქტიურა საქმიანობა ამ მიმართულებით. საკითხს განსაკუთრებული აქტუალობა შესძინა დასავლეთის გადაწყვეტილებამ, შეამციროს რუსეთზე ენერგეტიკული დამოკიდებულება მოწოდების ალტერნატიული გზების მოძიებით. ამ ამოცანის რეალიზაციის საქმეში მნიშვნელოვანი ნაბიჯი 2005 წელს გადაიდგა სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკული თანამეგობრობის შექმნით. ხელშეკრულების მხარეებია: ევროკომისია, ბოსნია და ჰერცეგოვინა, მაკედონია, სერბეთი, ჩერნოგორია, ხორვატია, კოსოვო და ალბანეთი. ამ თანამეგობრობის ნორმატიულ-სამართლებრივი საფუძველი 1991 წლის ენერგეტიკული ქარტიაა. სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ენერგეტიკული თანამეგობრობის მთავარი მიზანია კასპიის რეგიონიდან, ახალი გაზსადენებისა და გათხევადებული გაზის მიწოდების მარშრუტების განვითარებით, ევროკავშირში ენერგომატარებლების მიწოდების საიმედოობის გაზრდა და რუსეთზე დამოკიდებულების შემცირება.

### ძირითადი ნაწილი

ევროკავშირი დიდ ყურადღებას უთმობს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკული სექტორის ევროპულ სტანდარტებთან შესაბამისობას, უწევს კონკრეტულ ფინანსურ და ტექნიკურ დახმარებას, რათა შეიქმნას ევროპის სტაბილური ენერგეტიკული ბაზარი.

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

ენერგეტიკული თანამშრომლობის განვითარებაში განსაკუთრებული წვლილი შეიტანა ევროკომისიის მიერ 2009 წელს შემუშავებულმა ინვესტირების სამუშაო პროგრამამ [1] ხუთი ქვეყნისათვის, ესენია: ალბანეთი, მაკედონია, კოსოვო, ბოსნია და ჰერცეგოვინა, ხორვატია.

ეს პროგრამა შერეული დაფინანსების მექანიზმია ევროკავშირში. დაფინანსების მონაწილეებია როგორც საერთაშორისო საფინანსო ინსტიტუტები (EIB, EBRP, KfW, მსოფლიო ბანკის ჯგუფი და სხვა), ისე ქვეყნები (ავსტრია, კანადა, ჩეხეთი, სლოვაკეთი, სლოვენია, დიდი ბრიტანეთი და სხვა).

დასახული მიზნის მისაღწევად ევროკავშირის ძალისხმევა არ შემოიფარგლება ენერგეტიკული თანამეგობრობის შექმნით. 2015 წელს ევროკავშირმა დაამტკიცა ენერგეტიკული კავშირის შექმნის სტრატეგია, რასაც უკრაინიდან გაზის მიწოდებისას წარმოშობილმა კრიზისმა შეუწყო ხელი.

ევროკომისიის გეგმებით აუცილებელია თურქეთთან, აზერბაიჯანთან, თურქმენეთთან და ახლო აღმოსავლეთის გაზის რესურსებით მდიდარ ქვეყნებთან სტრატეგიული თანამშრომლობის დამკვიდრება. ამისათვის კი ძალზე მნიშვნელოვანია სამხრეთ-აღმოსავლეთ ქვეყნებთან, მათ შორის საქართველოსთან თანამშრომლობა.

პირველ რიგში, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მათ გეოგრაფიულ მდებარეობას.

ევროკავშირის ენერგოუსაფრთხოების თვალსაზრისით, უმნიშვნელოვანესია კასპიის რეგიონის ქვეყნებთან, როგორც გაზის მიღების ალტერნატიულ წყაროსთან, სტრატეგიული თანამშრომლობა

კასპიის რეგიონი აღიარებულია ევროკავშირის საგარეო პოლიტიკისა და გაზის მოწოდების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრიორიტეტულ რეგიონად

ეროვნული ენერგეტიკული ბაზრის შექმნა ყოფილი იუგოსლავიის ქვეყნებისა და ალბანეთის მონაწილეობის გარეშე კი შეუძლებელია. ეს რეგიონი გარემოცულია ქვეყნებით, რომლებიც უკვე გახდნენ ევროკავშირის წევრები (საბერძნეთი, ხორვატია, უნგრეთი, ბულგარეთი, რუმინეთი და ა.შ.).

რეგიონში არსებული ენერგეტიკული პრობლემებისა (რუსულ გაზზე დიდი დამოკიდებულება, სუსტი ინფრასტრუქტურა და სხვა) და ევროკავშირის ენერგეტიკული უსაფრთხოების ინტერესების გათვალისწინებით მათი თანამშრომლობა ურთიერთხელსაყრელი და მომგებიანია.

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

**სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნები.** სამხრეთ - აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების გაზის დარგის განვითარების გრძელვადიანი სტრატეგიული გეგმები ზემოაღნიშნული გამოწვევების მოგვარებისკენაა მიმართული. 1-ელ ცხრილში [2,3] მოცემულია ამ გეგმების ძირითადი ასპექტები. მათში ძირითადი ადგილი უჭირავს პრობლემის მოგვარების ზემოაღნიშნულ სამივე კომპონენტს: გაზის ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებას, ბუნებრივი გაზის სახეების, წყაროებისა და მარშრუტების დივერსიფიკაციას და მარაგების შექმნას, მიწისქვეშა გაზსაცავების გაფართოებასა და ახლის მშენებლობას.

**რეგიონის ინფრასტრუქტურა.** გაზის ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესება მიზნად ისახავს ქსელის მზარდი მოთხოვნებისათვის საჭირო გამტარუნარიანობის უზრუნველყოფას და მეზობელ (როგორც გაზის მომპოვებელ, ისე მომხმარებელ) ქვეყნებთან კავშირების გაუმჯობესებას. ევროპული გაზსადენების ერთიან და ურთიერთდაკავშირებულ სისტემაში ინტეგრირება ენერგოუსაფრთხოების უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. განუხრელად იზრდება ორმხრივ რეჟიმში მომუშავე ტრანსსასაზღვრო მილსადენების წილი. ბევრი ევროპული ქვეყანა კარგაა ინტეგრირებული ტრანსევროპულ გაზგამტარ სისტემაში (ცხრ.2).

**ცხრილი 1**

აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში გაზის დარგის განვითარების სტრატეგიული გეგმები გრძელვადიან პერიოდში			
ქვეყანა	გაზის მოხმარება (წილი ენერგობალანსში) 2016	გაზის მოხმარების მოსალოდნელი ზრდა 2030 წ.	დარგის განვითარების გრძელვადიანი გეგმები
ბულგარეთი	3,2 მლრდ. მ <sup>3</sup> (14,8 %)	+ 8 %	- ელექტროენერჯის ჩანაცვლება გაზით გათბობისა და სამეურნეო მიზნებისათვის; - გაზის იმპორტის დივერსიფიკაცია (მათ შორის გათხევადებული გაზისა და გაზსადენ-ინტერკონექტორების მიწოდების ხარჯზე მეზობელ ქვეყნებთან); - გაზის ახალი საბადოების შემუშავება (მათ შორის ფიქლის გაზი და შავ ზღვაში); - “სამხრეთის დერეფნის“ პროექტში მონაწილეობა;
ბოსნია ჰერცეგოვინა	0,2 მლრდ. მ <sup>3</sup> (2,7 %)	-	- გაზსადენ-ინტერკონექტორების მშენებლობა მეზობელ ქვეყნებთან (პირველ რიგში ხორვატიასთან);
უნგრეთი	10,1 მლრდ. მ <sup>3</sup> (31,3 %)	+ 11 %	- გაზის იმპორტის დივერსიფიკაცია (ახალი გაზსადენ-ინტერკონექტორების მშენებლობისა და არსებული მილსადენების გამტარუნარიანობის გაზრდის ხარჯზე მეზობელ ქვეყნებთან, გათხევადებული გაზის ტერმინალებთან წვდომისათვის პოლონეთში, ხორვატიაში, სლოვენიაში და იტალიაში); - “სამხრეთის დერეფნის“ პროექტში მონაწილეობა;
საბერძნეთი	4,1 მლრდ. მ <sup>3</sup> (15,4 %)	+ 46 %	- გაზის მოხმარების გაზრდა წარმოებასა და საცხოვრებელ სექტორში;

**მეცნიერება** - **ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები** - **SCIENCE**

პოლონეთი	19 მლრდ. მ <sup>3</sup> (14,7 %)	შენარჩუნებულია 2017 წლის დონეზე	<ul style="list-style-type: none"> <li>- გაზის მოხმარება ელექტროენერჯის სფეროში პიკური დატვირთვების დასაფარად და სიმძლავრეების რეზერვის შესაქმნელად ქარის ელექტროსადგურებისთვის;</li> <li>- გაზის იმპორტის დივერსიფიკაცია;</li> <li>- საკუთარი რესურსების მოპოვების განვითარება და გაზის წარმოება ნახშირის გაზიფიკაციის მეთოდით;</li> <li>- გაზის სატრანსპორტო სისტემის მოდერნიზაცია;</li> <li>- გათხევადებული გაზის მიმღები ტერმინალის მოცულობის გაზრდა;</li> <li>- გაზსაცავების განვითარება;</li> </ul>
რუმინეთი	11,3 მლრდ. მ <sup>3</sup> (28,4 %)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- გაზის მოხმარების გაზრდა წარმოების სექტორში;</li> </ul>
სერბეთი	2,4 მლრდ. მ <sup>3</sup> (12,4 %)	+ 24 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ელექტროენერჯის გაზით გათბობის მიზნით ჩანაცვლება;</li> <li>- რეგიონების გაზიფიკაცია;</li> <li>- გაზსადენ-ინტერკონექტორების მშენებლობა მეზობელ ქვეყნებთან (ბულგარეთთან, რუმინეთთან, ხორვატიასა და მაკედონიასთან);</li> <li>- მიწისქვეშა გაზსაცავის – „ბანატსკი დვორის“ მოცულობის გაზრდა და ქვეყნის მასშტაბით გაზსაცავების ერთიანი სისტემის შექმნის შესაძლებლობა;</li> </ul>
სლოვაკეთი	4,7 მლრდ. მ <sup>3</sup> (23,6 %)	+ 15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ქვანახშირის ჩანაცვლება გაზით, პირველ რიგში თბოენერგეტიკის დარგში;</li> <li>- შეკუმშული გაზის გამოყენების გაფართოება გაზის ტრანსპორტირების სექტორში;</li> <li>- გაზსადენ-ინტერკონექტორების მშენებლობა მეზობელ ქვეყნებთან (მაგ., პოლონეთთან);</li> </ul>
სლოვენია	0,9 მლრდ. მ <sup>3</sup> (10,4 %)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- გაზის პრიორიტეტული მოხმარება ენერგეტიკასა (განახლებადი ენერგორესურსებიდან ელექტროენერჯის არათანაბარი მოპოვების დასაბალანსებლად) და საცხოვრებელ სექტორში;</li> </ul>
თურქეთი	46,6 მლრდ. მ <sup>3</sup> (28 %)	+ 14 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- გაზის წილის შემცირება ელექტროენერჯის გენერაციაში ქვანახშირის ხარჯზე;</li> <li>- გაზის იმპორტის დივერსიფიკაცია (მაგ., გათხევადებული გაზის მიწოდების ხარჯზე);</li> <li>- საკუთარი მოპოვების განვითარება;</li> <li>- გაზსაცავების მოცულობის გაზრდა;</li> </ul>
ხორვატია	2,6 მლრდ. მ <sup>3</sup> (25,6 %)	+ 99 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- მიწისქვეშა გაზსაცავისა და გათხევადებული გაზის ტერმინალის მშენებლობა;</li> <li>- ქვეყნის გაზის სატრანსპორტო სისტემის შემდგომი განვითარება;</li> </ul>
ჩეხეთი	8,5 მლრდ. მ <sup>3</sup> (16,9 %)	+ 7 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>- გაზის მოხმარების გაფართოება ენერგეტიკასა და ტრანსპორტში;</li> <li>- გაზის იმპორტის დივერსიფიკაცია (მათ შორის გათხევადებული გაზის მიწოდებით);</li> <li>- ჩეხეთისთვის გაზის ტრანზიტორის როლის შენარჩუნება.</li> </ul>

გაზსადენ-ინტერკონექტორები ევროპაში		
ქვეყანა	გაზსადენ-ინტერკონექტორების შესასვლელ-გამოსასვლელების რაოდენობა	კავშირი ევროპის ქვეყნებთან
ავსტრია	3აბი	უნგრეთი, გერმანია, იტალია, სლოვაკია, სლოვენია;
ბელგია	18	ნიდერლანდები, დიდი ბრიტანეთი, გერმანია, საფრანგეთი, ლუქსემბურგი;
ბულგარეთი	ტრანზიტული მილსადენი საბერძნეთში, მაკედონიასა და თურქეთში. 20 მლრდ მ <sup>3</sup> წელიწადში სიმძლავრით	რუსეთი-უკრაინა-მოლდოვა-რუმინეთის დერეფანი;
ჩეხეთი	5	გერმანია, საფრანგეთი, სლოვაკეთი, პოლონეთი;
დანია	2	შვედეთი, გერმანია;
ესტონეთი	3	რუსეთი, ლატვია;
საფრანგეთი	11	ბელგია, გერმანია, შვეიცარია, ესპანეთი;
ფინეთი	1	რუსეთი
საბერძნეთი	2	ბულგარეთი, თურქეთი;
უნგრეთი	6	უკრაინა, ავსტრია, ხორვატია, სერბეთი, რუმინეთი;
იტალია	10	ავსტრია, შვეიცარია, გერმანია, საბერძნეთი, სლოვენია;
ლატვია	3	რუსეთი, ესტონეთი, ლიეტუა;
ლიეტუა	3	რუსეთი, ბელარუსია, ლატვია;
ნიდერლანდები	17	ბელგია, გერმანია, დიდი ბრიტანეთი;
გერმანია	მრავალი	ნორვეგია, რუსეთი, ჩეხეთი, ავსტრია, ნიდერლანდები;
პოლონეთი	5	გერმანია, ჩეხეთი, ბელარუსია, უკრაინა;
პორტუგალია	2	ესპანეთი;
რუმინეთი	9	უნგრეთი, ბულგარეთი, უკრაინა;
სლოვაკეთი	4	უკრაინა, ჩეხეთი, ავსტრია, უნგრეთი;
სლოვენია	3	იტალია, ავსტრია, ხორვატია;
ესპანეთი	2	პორტუგალია, საფრანგეთი;
შვედეთი	1	დანია
დიდი ბრიტანეთი	4+ (რამდენიმე ნორვეგიასთან)	ნორვეგია, ბელგია, ნიდერლანდები, ირლანდია

წყარო: ჟურნალი - "Нефтегазовая Вертикаль", DNV KEMA - ს მასალებზე დაყრდნობით;

ევროკომისიის სტრეს-ტესტის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გაზის მიწოდებაში, შეფერხებების წარმოშობის შემთხვევაში, ყველაზე რთულ მდგომარეობაში აღმოჩნდება ევროკავშირის 9 ქვეყანა: ბალტიის რეგიონის ქვეყნები და ბულგარეთი, საბერძნეთი, რუმინეთი და ხორვატია. ევროკომისიის რეკომენდაციით, სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნები აუმჯობესებს გაზის ინფრასტრუქტურებს და მათ კავშირებს. ამ ქვეყნების დამაკავშირებელი მაგისტრალების მშენებლობა ენერგეტიკული უსაფრთხოების გეგმის უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. ასეთ პროექტებს განეკუთვნება:

**ბულგარეთისა და რუმინეთის დამაკავშირებელი გაზსადენ-ინტერკონექტორი (IBR).** 2011 წელს ბულგარეთმა დაიწყო რუმინეთთან დამაკავშირებელი გაზსადენის მშენებლობა. მისი ღირებულება 29 მლნ.ევროა. აქედან 9 ფინანსდება ევროკავშირიდან, 11 – ბულგარეთიდან, 4 – რუმინეთიდან. მისი სიგრძე 25 კმ-ია. აქედან 15,4 კმ ბულგარეთის ტერიტორიაზე გადის, 2,1 კმ – რუმინეთის. პროექტი 2016 წელს დასრულდა.

**ბულგარეთისა და თურქეთის დამაკავშირებელი გაზსადენ-ინტერკონექტორი (ITB).** პროექტმა ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისათვის მიიღო EFC-ის გრანტი. მისი სიგრძე 205 კმ-ია. მილსადენის იმ ნაწილის სიგრძე, რომელიც ლოზანას აკავშირებს თურქეთის საზღვართან 70 კმ. თურქული ნაწილი 130 კმ-ია, რომლითაც უკავშირდება Botas - გაზის სატრანსპორტო სისტემას Onerler-Sarkov უბანზე. მშენებლობა დაიწყო 2016 წელს. საპროექტო გამტარუნარიანობა 3 მლრდ.მ<sup>3</sup>-ია. მშენებლობა 2016 წელს დაიწყო.

**ბულგარეთისა და სერბეთის დამაკავშირებელი გაზსადენ-ინტერკონექტორი (CPK).** გაზსადენის სიგრძე 150 კმ-ია. აქედან 50 კმ ბულგარეთის ტერიტორიაზეა. მისი გამტარუნარიანობა საწყის ეტაპზე 1,9 მლრდ.მ<sup>3</sup>-ია ორთავე მიმართულებით. სამომავლოდ მისი მოცულობის გაზრდა 4,5 მლრდ.მ<sup>3</sup>-მდეა შესაძლებელი.

**ბულგარეთისა და საბერძნეთის დამაკავშირებელი გაზსადენ-ინტერკონექტორი (IGB).** მშენებლობა 2019 წელს დაიწყო ბულგარეთის სამხრეთში. მისი სიგრძე 169,5 კმ-ია. მისი საშუალებით 5 მლრდ. მ<sup>3</sup> გაზი მიეწოდება ბულგარეთსა და სამხრეთ ევროპას. IGB - ის დახმარებით ბულგარეთი ჩაერთვება TAP-ის პროექტში.

**რუმინეთისა და უნგრეთის დამაკავშირებელი გაზსადენ-ინტერკონექტორი (ROHUAT).** გაზსადენი დააკავშირებს ერთმანეთთან ბულგარეთის, რუმინეთის, უნგრეთის და ავსტრიის გაზის ინფრასტრუქტურებს და სამხრეთ კავკასიის რეგიონის გაზის რესურსებთან. მისი გამტარუნარიანობა 5,9 მლრდ.მ<sup>3</sup>-ია. რუმინეთისა და უნგრეთის დამაკავშირებელი მილსადენი „Cered-Apad“ ექსპლუატაციაში 2010 წელს შევიდა.

უნგრეთის FGSZ და Eustream უნგრეთსა და სლოვაკეთს შორის მილსადენის ჯუმპერის გაფართოებაზე მუშაობს. მისი მთავარი ამოცანაა ბულგარეთი–რუმინეთი–უნგრეთი–სლოვაკეთი–ავსტრიის მარშრუტზე სამხრეთის გაზის რესურსების მიწოდების უზრუნველყოფა. აღნიშნული პროექტები ემსახურება ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპაში გაზის ვერტიკალური კორიდორის რეალიზაციას (Vertical Gas Corridor, VGC).

**გაზის ვერტიკალური კორიდორი (სურ.)** არსებული კონცეფციით სამხრეთის კორიდორის (SGC) გაგრძელებაა და საშუალებას იძლევა ევროპის გაზის სისტემის ხაზები დაუკავშირდეს იზოლირებულ ქვეყნებს. ამ პროექტით დაინტერესებულია საბერძნეთი, ხორვატია, ბულგარეთი, რუმინეთი, თურქეთი და სერბეთი.

პროექტით განსაკუთრებულადაა დაინტერესებული საბერძნეთი, რადგან სამხრეთიდან გაზის მიღება და ევროპის სხვა ქვეყნებში ტრანსპორტირება უნდა მოხდეს საბერ-



მნეთიდან, რაც ამ უკანასკნელს გაზის „ჰაზის“ ქვეყნის ამბიციებს უღვიძებს.



ცენტრალური/სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის გაზის ვერტიკალური დერეფანი

საბერძნეთის გავლით ევროპაში ტრანსპორტირებული გაზის მოცულობამ შეიძლება 34 მლრდ.მ<sup>3</sup>-ს მიაღწიოს. გაზის ვერტიკალურ კორიდორთან დაკავშირებით საფუძველი დაედო ახალი სტრატეგიის წარმოშობას. 2014 წელს საბერძნეთის, ბულგარეთისა და რუმინეთის მთავრობებმა განაცხადეს ვერტიკალური კორიდორის ჩრდილოეთით გაფართოების შესაძლებლობა უნგრეთისა და ბალტიის ქვეყნების მონაწილეობით. მომავალში არის შესაძლებლობა ამ მარშრუტით გაზი მიეწოდოს სერბეთს, მოლდავეთსა და უკრაინასაც კი. ამას გარდა, საბერძნეთისათვის განიხილება მცურავი გაზსაცავების 2 პროექტი FSRU. მათი განთავსება გათვალისწინებულია TAP-ის მარშრუტის მახლობლად.

ცხადია, რომ ევროპის ქვეყნებში გაზის დარგის განვითარების სტრატეგიული გეგმები და მიმდინარე ინფრასტრუქტურული პროექტები კარგ პირობებს ქმნის სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოდან გაზის (როგორც აიროვანი, ისე გათხევადებული) პირდაპირი მიწოდებისა და მათი ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაზრდისათვის.

### დასკვნა

ევროკომისიის გეგმებით აუცილებელია თურქეთთან, აზერბაიჯანთან, თურქმენეთთან და ახლო აღმოსავლეთის გაზის რესურსებით მდიდარ ქვეყნებთან სტრატეგიული თანამშრომლობის დამკვიდრება. ამისათვის კი ძალზე მნიშვნელოვანია სამხრეთ-

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებსა და საქართველოსთან კეთილმეზობლური პარტნიორული ურთიერთობა.

ევროკომისიის სტრეს-ტესტის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ გაზის მიწოდებაში შეფერხების წარმოშობის შემთხვევაში ყველაზე რთულ მდგომარეობაში აღმოჩნდება ევროკავშირის 9 ქვეყანა: ბალტიის რეგიონის ქვეყნები და ბულგარეთი, საბერძნეთი, რუმინეთი და ხორვატია.

ევროკომისიის რეკომენდაციით, სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნები აუმჯობესებს გაზის ინფრასტრუქტურებს და მათ კავშირებს.

ევროპის ქვეყნებში გაზის დარგის განვითარების სტრატეგიული გეგმები და მიმდინარე ინფრასტრუქტურული პროექტები კარგ პირობებს ქმნის სამხრეთ - აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში საქართველოდან გაზის (როგორც აიროვანი, ისე გათხევადებული) პირდაპირი მიწოდებისა და მათი ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაზრდისათვის.

### ლიტერატურა

- 1). The Western Balkans Investment Framework, WBIF.2009.
- 2). МЭА, Оксфордский Институт Энергетических исследований (потребление газа в 2016-2017 годах).
- 3). Аналитический центр на основестратегических документов стран Восточной Европы в сфере энэргетики (потребление газа в 2030 году).

ი. გუჯაბიძე, ტექნ. მეცნ. დოქტ., პროფ.  
თ. ბარაბაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
ლ. გუდავაძე, ტექნ. მეცნ. კანდ., პროფ.  
შ. გუჯაბიძე, ეკონომიკის მაგისტრი  
ნ. ჭკადუა, დოქტორანტი

## ბუნებრივი გაზის დივერსიფიკაციის პრობლემები ევროპის ქვეყნებში

**რეზიუმე:** განხილულია ევროპის ქვეყნებში გათხევადებული და მილსადენის გაზის მიწოდების დივერსიფიკაციის საკითხები. გაანალიზებულია კასპიის რეგიონიდან სამხრეთ კავკასიური დერეფნის რეალიზებული და პერსპექტიული პროექტები, რომლებიც, პირველ რიგში, უზრუნველყოფს რუსეთზე ძალზე დამოკიდებული (50 – 100 % - ით) სამხრეთ - აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას.

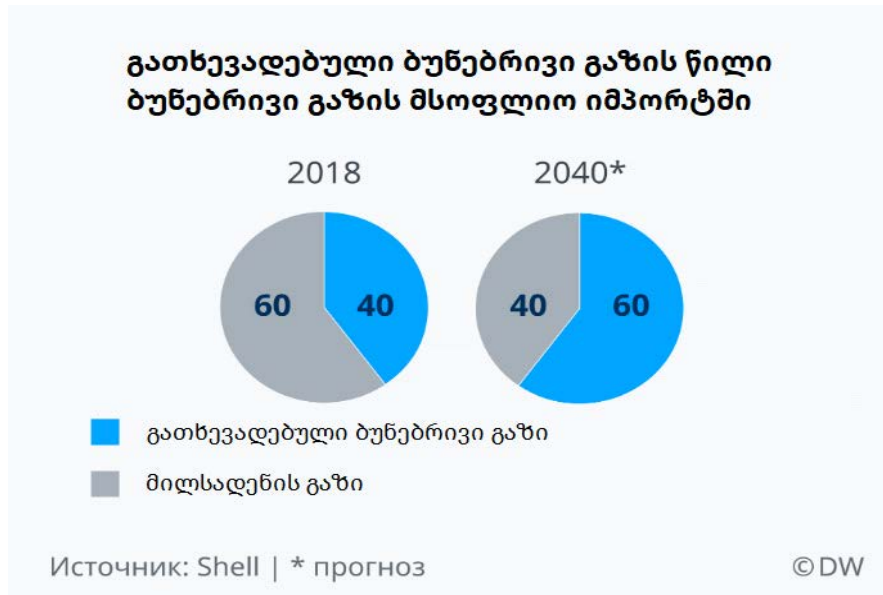
**საკვანძო სიტყვები:** ევროპა, გათხევადებული გაზი, დივერსიფიკაცია, იმპორტი, ინფრასტრუქტურა, სტრატეგია, თხევადი გაზის ტერმინალები, მილსადენები, გაზის ჰაბი, სამხრეთის დერეფანი, ენერგეტიკული პოლიტიკა, გაზიფიკაცია, რეგაზიფიკაცია, კონცეფცია, ენერგეტიკული უსაფრთხოება.

### შესავალი

ენერგეტიკის დარგში ევროპის ქვეყნების სახელმწიფო პოლიტიკის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანა ბუნებრივი აირის სახეების, წყაროებისა და მარშრუტების დივერსიფიკაციაა. ეს ეხება როგორც გათხევადებულ, ისე მილსადენებით იმპორტირებულ ბუნებრივ აირს. მიწოდების სპეციფიკიდან გამომდინარე, მათ სხვადასხვა ნიშა უჭირავთ ევროპის ბაზარზე. ასევე სხვადასხვაგვარია მათი მოხმარების გრძელვადიანი პერსპექტივები.

### ძირითადი ნაწილი

**გათხევადებული ბუნებრივი აირი.** თხევად გაზზე მოთხოვნა მსოფლიოში განუხრელად იზრდება. თუ გაზის საერთო ბალანსში დღეს მილსადენის გაზსა და თხევად გაზს შორის თანაფარობა 60–40%-ზეა, 2040 წლისათვის ეს თანაფარობა 40–60% გახდება (სურ.1). თხევადი გაზის მიწოდების დღევანდელი შესაძლებლობები საფუძველში ცვლის მსოფლიო გაზის მრეწველობის სახეს. შეიქმნა თხევადი გაზის გადაზიდვისა და მიღების მძლავრი ტექნოლოგიები. დღემდე დარგის უმსხვილეს მოთამაშეებს, სიშორის (აშშ, ავსტრალია, ნიგერია) ან კუნძულზე განლაგების გამო (ინდონეზია, ტრინიდადი და ტობაკო), არ შეეძლოთ ყოფილიყვნენ მილსადენი გაზის მომწოდებლები.



სურ. 1

დღეს დიდი მოცულობის სპეციალური გაზმატარებელი გემებით აწარმოებს გაზის ექსპორტს. იზრდება გლობალური შეთავაზებები და მწვავდება კონკურენცია.

გათხევადებული გაზის ექსპორტს 18 ქვეყანა ახდენს. 2017 წელს მიწოდების მოცულობა 323 მლრდ.მ<sup>3</sup> შეადგინა.

თხევადი გაზის მიწოდებაში ლიდერობს ყატარი. მას სწრაფი ტემპებით ეწევა აშშ და ავსტრალია, რომლებიც ცოტა ხნის წინ უმნიშვნელო როლით შემოიფარგლებოდა. დიდი შესაძლებლობები აქვს მალაიზიას, ინდონეზიას, ალჟირს და ნიგერიას.

გაზის მიღების წყაროების დივერსიფიკაციის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია გათხევადებული გაზის მოხმარება. ამ მხრივ შესაძლებელია მიწოდების წყაროების გაზრდა. დღეს ევროპაში, გაზის მიწოდების ალტერნატიულ ვარიანტად, ინტენსიურად განიხილება გათხევადებული ბუნებრივი გაზის (LNG) იმპორტის გაზრდის შესაძლებლობა. მიუხედავად იმისა, რომ LNG მილსადენის გაზზე ძვირია, ის ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოების უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია. 1-ელ ცხრილში მოცემულია ბოლო წლებში ევროპაში იმპორტირებული თხევადი გაზის მოცულობები და ზრდის ტენდენციები.

ევროპაში იმპორტირებული თხევადი გაზის მოცულობები და ზრდის ტენდენციები				
ქვეყანა	1-4 კვარტ. 2017 წ.	1-4 კვარტ. 2018 წ.	1-4 კვარტ. 2019 წ.	ცვლილება (%)
ყატარი	24,1	23,4	-0,7	-2,9
ნიგერია	12,6	13,2	0,6	4,8
ალჟირი	14,3	13	-1,3	-9,1
რუსეთი ()	0,1	6,7	6,6	6600,0
აშშ	2,6	3,7	1,1	42,3
ტრინიდადი და ტობაგო	1,8	3,7	1,8	100,0
ნორვეგია	3,9	3,6	-0,3	-7,7
პერუ	4,1	2,6	-1,5	-36,6
ეგვიპტე	0,3	0,9	0,6	200,0
ანგოლა	0,6	0,7	0,1	16,7

ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპაში თხევადი გაზის ინფრასტრუქტურა (კომპრესიის/რეკომპრესიის ტერმინალები). საექსპორტო დანიშნულების ტერმინალები ძირითადად იგეგმება შავი ზღვის სანაპიროზე, შიგა მოხმარების ტერმინალები კი - მდ. დუნაის აუზთან, გაზის შიგა მოხმარების მიზნით ტრანსპორტირებისათვის (სურ.2).



სურ. 2. თხევადი გაზის ტერმინალები

ევროკავშირი დიდ ყურადღებას უთმობს სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკული სექტორის ევროპულ სტანდარტებთან შესაბამისობას. უწევს მათ კონკრეტულ ფინანსურ და ტექნიკურ დახმარებას, რათა შეიქმნას ევროპის ქვეყნების გაზის ერთიანი ინფრასტრუქტურა და სტაბილური ენერგეტიკული ბაზარი.

აქ აღნიშნული ინფრასტრუქტურა სუსტადაა განვითარებული. მიუხედავად ამისა, ევროკავშირის მთავრობების დიდი ფინანსური და საკანონმდებლო მხარდაჭერის წყალობით, აქაურმა კომპანია-ოპერატორებმა მნიშვნელოვნად გაუსწრეს რუსეთს. ყოველწლიურად რეალიზდება ახალ-ახალი პროექტები. ევროკავშირმა შეიმუშავა ქვეყნებს შორის საქონელბრუნვის კონკურენციის ხელშემწყობი ეკონომიკური სატრანსპორტო სტრატეგია TEN-T, რაც თხევადი გაზის ინდუსტრიის ზრდისადმი ინტერესს ავითარებს.

სტრატეგიის ფარგლებში შეიქმნა ორგანიზაცია Pro Danube Management, რომელიც აერთიანებს რეგიონალურ სამთავრობო ორგანიზაციებს და დამოუკიდებელ კომპანია-ოპერატორებს. Pro Danube Management-მა შექმნა თხევადი გაზის ინფრასტრუქტურის კომპლექსური განვითარების პროექტი, რომელიც ითვალისწინებს ტერმინალების მშენებლობას:

კონსტანცაში (რუმინეთი. სიმძლავრე – 6 მლნ. ტ/წ. ექსპლუატაციაში შევა 2025 წელს); გალაცში (რუმინეთი. სიმძლავრე – 8 ათასი მ<sup>3</sup>/წ. ექსპლუატაციაში შევა 2025 წელს). 2021 წ. ექსპლუატაციაში შევა ტერმინალი კომარნოში (სლოვაკია) სიმძლავრით 4 200 მ<sup>3</sup>/წ., 2016 წ. - ტერმინალი რუსეში (ბულგარეთი. სიმძლავრე-500 ტ/წ). გალიცის ტერმინალი განკუთვნილია ზღვისა და შიგაევროპული ხაზების გემების თხევადი გაზით ბუნკერირებისათვის, რუსეს ტერმინალი კი – შიგაევროპული სამდინარო კორიდორის, რეინ-მაინ-დუნაის ექსპლუატაციისათვის.

კამაროვოს ტერმინალი ემსახურება გაზის მიწოდების დივერსიფიკაციის პროგრამის რეალიზაციას და გამიზნულია ყატარიდან და აშშ -დან იმპორტისათვის.

კონსტანცას ტერმინალი თავიდან ორიენტირებული იყო ყატარიდან თხევადი გაზის მისაღებად. 2010 წელს აზერბაიჯანის, საქართველოსა და რუმინეთის მიერ ინიცირებული იყო პროექტი AGRI, რომლის მიხედვით აზერბაიჯანი მილსადენებით მოახდენდა გაზის ტრანსპორტირებას საქართველოში შავი ზღვის სანაპირომდე, საიდანაც მისი გათხევადების შემდეგ სპეციალური ტანკერებით გადაიტანდნენ კონსტანცას ტერმინალში. აქედან გაზი მილსადენების მეშვეობით მიეწოდებოდა მეზობელ ქვეყნებს. პროექტის ტექნიკურ-ეკონომიკურმა დასაბუთებამ მოწონება დაიმსახურა. პროექტის დაფინანსებისა და რეალიზაციისათვის მონაწილე ქვეყანა ცდილობს მიიზიდოს ევროკავშირი და მსხვილი ევროპული კომპანიები, მიუხედავად ამისა პროექტ AGRI-ის რეალიზაციის ვადები დღემდე გაურკვეველია. კონსტანცას ტერმინალის დანიშნულებაა გაზის მოწოდების დივერსიფიკაცია და გარე მომწოდებლებისაგან თხევადი გაზის მიღება.

ევროპის ზღვისპირა ქვეყნებისათვის პრიორიტეტულია გათხევადებული გაზის იმპორტის წილის მნიშვნელოვანი გაზრდა. ამისათვის კი აუცილებელი ხდება რეგაზიფიკაციის ტერმინალების მშენებლობა (მაგ., ხორვატიის, საბერძნეთისა და ალბანეთის პროექტები). გათხევადებული გაზის ინფრასტრუქტურის განვითარებით წარმატებულია თურქეთი. მან 2016 და 2018 წლებში ექსპლუატაციაში შეიყვანა თხვადი გაზის ორი ტერმინალი ჯამური სიმძლავრით 12 მლრდ.მ<sup>3</sup> [1].

საბერძნეთის ტერიტორიაზე განიხილება აგრეთვე მცურავი გაზსაცავ FSRU-ს 2 პროექტი. ეს გაზსაცავები უნდა განლაგდეს ბულგარეთისა და თურქეთის ბაზრების სიახლოვეს, გაზსადენების – TAP, IGB და IGT-ის მიმდებარედ.

FSRU-ს პროექტს ბერძნული GASTRADE ამუშავებს. მისი მოცულობა 170 000 მ<sup>3</sup>-ია. ის დადგება ალექსანდრეპოლისის პორტთან, გამტარუნარიანობა 6,1 მლრდ.მ<sup>3</sup>/წ-ში. მისი რესურსი იქნება გაზის იმპორტი თხვადი გაზის სხვადასხვა წყაროდან.

DEPA ცდილობს FSRU პროექტის რეალიზაციას 150,170 ათასი მ<sup>3</sup> მოცულობით (ასევე ალექსანდრეპოლისთან). გამტარუნარიანობა 5 მლრდ.მ<sup>3</sup> წელიწადში.

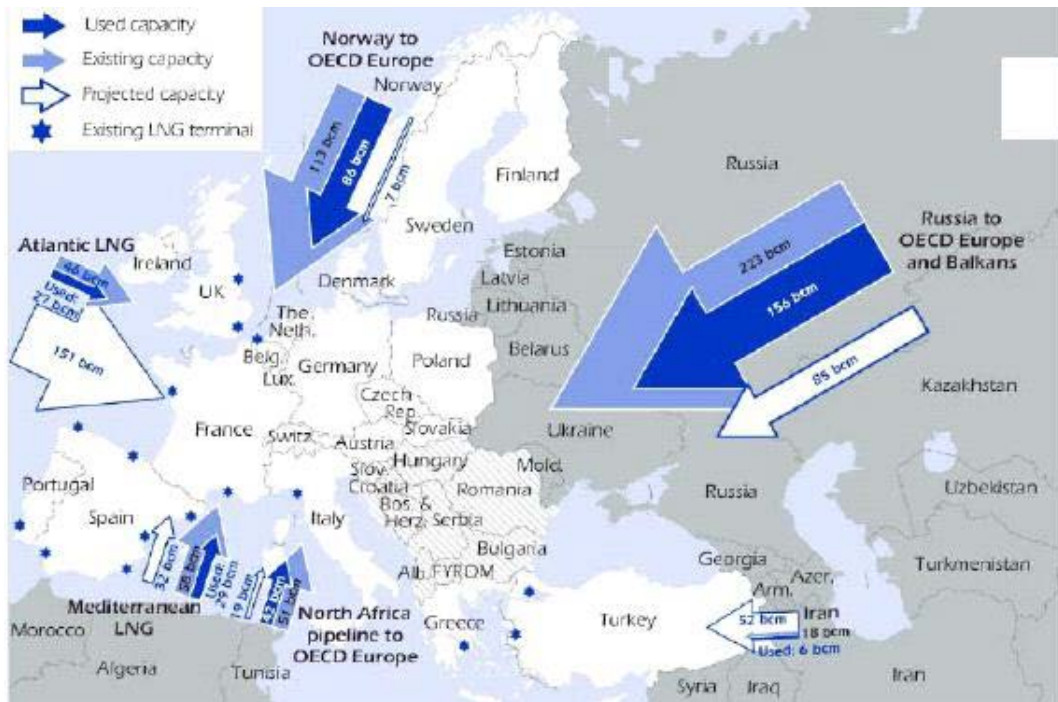
SRU-ს ორთავე პროექტი აღნიშნულია როგორც ევროკავშირის საერთო ინტერესების პროექტი. პროექტები Connecting Europe Facility-ის მიერ ფინანსდება.

**მილსადენებით გაზის მიწოდების დივერსიფიკაცია.** ევროპა, როგორც ენერჯის მთავარი მომხმარებელი, მრავალი გამოწვევის წინაშე დგას, მომავალი ენერჯის საჭიროების გათვალისწინებით. ამ გამოწვევებს შორის არის სწრაფად მზარდი გლობალური მოთხოვნილება და ენერგორესურსების კონკურენცია განვითარებადი ეკონომიკის ისეთი ქვეყნებიდან, როგორებიცაა ჩინეთი და ინდოეთი, ენერჯის წარმოების ისეთი რეგიონების მუდმივი არასტაბილურობა, როგორიცაა შუა აღმოსავლეთი, ფრაგმენტული შიგა ევროპული ენერგეტიკული ბაზარი და საწვავის შეცვლის მზარდი მოთხოვნილება კლიმატის ცვლილების პოლიტიკასთან მიმართებაში.

მიუხედავად იმისა, რომ ევროპის ქვეყნებს ბუნებრივი გაზი რამდენიმე წყაროდან მიეწოდება (სურ.3), ენერგომომარაგების უსაფრთხოება უმთავრესი საზრუნავი გახდა ევროპული სახელმწიფოებისა და ევროკავშირისათვის. ევროკავშირის ენერგომომარაგების სტრატეგიის მთავარი ელემენტი იყო ბუნებრივი გაზის უფრო მეტ მოხმარებაზე გადასვლა. მთლიანობაში ევროპა ბუნებრივი გაზის მთავარი იმპორტიორია.

მიუხედავად იმისა, რომ ნორვეგიას მეორე ადგილი უკავია, როგორც ევროპის მიმწოდებელს, რუსეთი რჩება ევროპის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვან მიმწოდებლად. სავარაუდოდ, ევროპის ბუნებრივი გაზის მოხმარება გაიზრდება, ხოლო საკუთარი ბუნებრივი გაზის წარმოება კვლავ შემცირდება. თუ ტენდენციები გაგრძელდება, როგორც პროგნოზირებულია, სავარაუდოდ, ევროპის დამოკიდებულება რუსეთზე გაიზრდება.

მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE



სურ. 3. ევროპის გაზით მომარაგების ძირითადი წყაროები

მიუხედავად იმისა, რომ ევროპაში შეიძლება საინტერესო იყოს მისი ბუნებრივი გაზის მქონე ალტერნატიული წყაროების კვლევა, გაურკვეველია, შეუძლია თუ არა ევროპას მთლიანობაში შეცვალოს იმპორტის მნიშვნელოვანი დონე რუსეთიდან. ზოგიერთი ევროპული ქვეყანა, რომლებიც დაუცველია რუსული ენერგომომარაგების მანიპულირებებზე, შეიძლება ბევრად ფრთხილად მუშაობდეს, ვიდრე სხვები.

2018 წელს საფრანგეთმა, ესპანეთმა და იტალიამ რუსეთზე დამოკიდებულების შემცირების მიზნით მიიღეს გადაწყვეტილება ამერიკული თხევადი გაზის ექსპორტის შესახებ. პორტუგალიაში ამავე მიზნით ამერიკულ თხევად გაზს ინახავენ მგს-ებში, ატლანტიკის ერთ-ერთ პორტში.

რუსეთი მიზანდასახულია, როდესაც საქმე ევროპული ბუნებრივი გაზის ბაზარზე თავისი წილის დაცვას ეხება. მოსკოვი, მათ შორის სახელმწიფოს კონტროლირებადი კომპანია „გაზპრომი“ შეეცადა შეეთავაზებინა ევროპის მიერ მხარდაჭერილი მილსადენების პროექტები, რომლებსაც თავიდან აკონტროლებს. მილსადენების კონკურენტი პროექტების შეთავაზებით და ევროპულ კომპანიებთან თანაარსებობის მცდელობით, ამ და სხვა პროექტებში აქციების შეთავაზებით, რუსეთი შეეცადა დაერწმუნებინა პოტენციური მომწოდებლები (განსაკუთრებით შუა აზიის წარმომადგენლები) ევროკავშირის მიერ მხარდაჭერილ გეგმებში მონაწილეობაში.

ბულგარეთი ცდილობს თავისი წვლილი შეიტანოს ბუნებრივი აირის დივერსიფიკაციის საქმეში და გახდეს გაზის ჰაბი სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპაში. ბუნებრივი



**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

აირის წლიური მოხმარება ბულგარეთში 3,47 მლრდ.მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს, აქედან 3,17 მლრდ.მ<sup>3</sup> იმპორტირებულია. მისი ძირითადი პარტნიორი შპს „გაზპრომ ექსპორტია“. 2012 წელს დადებული გრძელვადიანი ხელშეკრულების საფუძველზე ის 2022 წლამდე ბულგარეთს ყოველწლიურად 2.9 მლრდ.მ<sup>3</sup> გაზს მიაწვდის. 2006 წელს ბულგარეთთან გაფორმებული მემორანდუმით, გათვალისწინებულია 2030 წლამდე 17.8 მლრდ.მ<sup>3</sup> რუსული გაზის ტრანზიტი ბულგარეთის ტერიტორიის გავლით, რაც სამხრეთ-აღმოსავლეთ ქვეყნებში გაზის მისაწოდებლად განკუთვნილი გაზსადენის - „თურქული ნაკადის“ მეორე ხაზის ექსპლუატაციაში შეყვანის შემდეგ გახდება შესაძლებელი [2].

ბულგარეთი ცდილობს მოახდინოს დივერსიფიცირება, კერძოდ ორჯერ შეამციროს რუსეთზე დამოკიდებულება თხევადი ბუნებრივი გაზისა (აშშ-დან) და აზერბაიჯანული (შაჰდენიზი-2-დან) გაზის ხარჯზე. ასეთი მიდგომა საშუალებას მისცემს ბულგარეთს დააკმაყოფილოს აშშ-ის მოთხოვნები (როგორც ცნობილია, აშშ გაზსადენის - „თურქული ნაკადის“ მეორე ხაზის გაგრძელების მშენებლობის და რუსული გაზის ბულგარეთის ტერიტორიის გავლით სამხრეთ-აღმოსავლეთ ქვეყნებში მიწოდების წინააღმდეგია. აშშ ამ გაზსადენს განიხილავს, როგორც რუსულ გეოსტრატეგიულ პროექტს ევროპის ინტერესების გაყოფისა და უკრაინაში დესტაბილიზაციისათვის) და ამავე დროს გახდეს უფრო უსაფრთხო პარტნიორი, მოახდინოს ლავირება გაზის ორ მომწოდებელს შორის ფასების შემცირების მიზნით, რათა საბოლოოდ დაიკმაყოფილოს თავისი ამბიციები და გახდეს ბაზარზე მნიშვნელოვანი მოთამაშე. ბულგარეთმა შექმნა რეგიონალური გაზის ბირჟა „ბულგარული ჰაბი“, რათა გაყიდოს გაზი მეზობელ ქვეყნებში. „ბულგარული გაზის“ გეგმებით, ჰაბი 2020 წელს ბაზარზე გასაყიდად გამოიტანს 200 მლნ.მ<sup>3</sup> გაზს, ხოლო 2024 წელს მოცულობას 1 მლრდ.მ<sup>3</sup>-მდე გაზრდის.

აშშ-ის წარმატებულმა ადმინისტრაციებმა და კონგრესებმა განიხილა ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოება, როგორც ეროვნული ინტერესი.

ევროპის ბუნებრივი გაზით მომარაგების დივერსიფიკაციის ხელშეწყობა, განსაკუთრებით ბოლო წლების განმავლობაში, კასპიის რეგიონიდან გაზის სამხრეთი დერეფნის მაქსიმალურად ათვისების გზით, როგორც რუსული ბუნებრივი გაზის ალტერნატივა, გახდა აშშ-ის ენერგეტიკული პოლიტიკის საკვანძო წერტილი ევროპასა და ევრაზიაში. ჯორჯ ბუშის ადმინისტრაციამ ამ საკითხს გეოპოლიტიკური თვალსაზრისით შეხედა და მკვეთრად გააკრიტიკა რუსეთი, რადგან ენერჯის მარაგი გამოიყენა, როგორც საშუალება სხვა ქვეყნებზე გავლენის მოხდენისთვის.

ობამას ადმინისტრაციამ ასევე მოითხოვა დივერსიფიკაცია, მაგრამ თავი შეიკავა რუსეთის მხრიდან, რეგიონალური ენერგეტიკული პოლიტიკის გამო, შემფოთების გამოხატვისგან, შესაძლოა, მოსკოვთან ურთიერთობის გაუარესების საფრთხის თავიდან ასა-

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

ცილებლად. მიუხედავად იმისა, რომ ევროპაში ბუნებრივი გაზის მიწოდება კასპიის რეგიონიდან და ცენტრალური აზიიდან განხორციელდა, აშშ-ის ადმინისტრაციისა და ევროკავშირის მიზანი შორს არის შესრულებისაგან, არ არის მიღწეული რეგიონიდან იმ მოცულობის გაზის ექსპორტი, რაც მნიშვნელოვანი იქნება რუსული ექსპორტის წინააღმდეგ გამოსაყენებლად.

ამრიგად, სამხრეთის გაზის დერეფანი, ბოლო წლებში, გაზის მიწოდების დივერსიფიკაციისა და ევროკავშირის ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერების ერთ-ერთი ყველაზე ამბიციური კონცეფციაა. იგი აღიარებულია ევროკავშირის საგარეო ენერგოპოლიტიკისა და მიწოდების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრიორიტეტულ პროექტად. კონცეფცია მოიცავს რამდენიმე უკვე არსებულ, მშენებარე ან დაგეგმილ საერთაშორისო ინფრასტრუქტურულ პროექტებს, როგორებიცაა: SCP, Nabucco, ITGI, WS, TCP, TANAP, TAP, SEEP და AGRI.



სურ. 4. პროექტი TAP [3]

გაზის ახალ წყაროდ პირველ ეტაპზე განიხილება აზერბაიჯანი, შემდგომში – შუა აზიის ქვეყნები: თურქმენეთი, ყაზახეთი, უზბეკეთი და ირანი. 2018 წელს მწყობრში ჩადგა გაზსადენი TANAP (16 მლრდ.მ<sup>3</sup>), რომელმაც, საქართველოს გავლით, შეაერთა თურქეთის დასავლეთი სანაპირო და აზერბაიჯანი. ამჟამად მშენებლობის პროცესშია მისი ევროპამდე გაგრძელების პროექტი TAP (10 მლრდ.მ<sup>3</sup>) (სურ. 4). ის საბერძნეთისა და ალბანეთის გავლით თურქეთს იტალიასთან დააკავშირებს.

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, აზერბაიჯან-საქართველო-რუმინეთის პროექტი (AGRI) (სურ.5) აზერბაიჯანული ბუნებრივი გაზის კომბინირებული მეთოდით ევროპა-მდე ტრანსპორტირებას გულისხმობს. კერძოდ, აზერბაიჯანული გაზის ტრანსპორტირებას მილსადენით, საქართველოს ტერიტორიის გავლით შავი ზღვის სანაპირომდე, სადაც (ფოთთან) მოხდება გათხევადებული გაზის (LNG) წარმოება და შემდგომში საზღვაო ტანკერების დახმარებით რუმინეთის ქალაქ კონსტანცამდე ტრანსპორტირება.

კონსტანცადან რეგაზიფიცირებული ბუნებრივი გაზი არსებული მილსადენების სისტემით, მათი რეაბილიტაცია-გაფართოების შემდეგ, მიეწოდება რუმინეთს, უნგრეთს, ბულგარეთსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებს. პროექტის სტრატეგიული მნიშვნელობა გაიზრდება, როცა მასში გაერთიანდება უნგრეთიც, კიდევ ერთი ქვეყანა ევროკავშირიდან. ხოლო უკრაინამ, ბულგარეთმა და ლიეტუამ მიიღეს გადაწყვეტილება, უზრუნველყონ გათხევადებული გაზის მიღება კასპიის აუზიდან, საქართველოს შავი ზღვის სანაპიროზე მოწყობილი LNG ტერმინალიდან.

პროექტის ერთ-ერთი სამუშაო ვერსია ითვალისწინებს სამხრეთ კავკასიური გაზსადენის სისტემიდან გაზის მიღებას საქართველოს ტერიტორიაზე დამატებითი მიმღები კვანძის (Off Take) მოწყობით ან აზერბაიჯან - საქართველოს მაგისტრალური გაზსადენების სისტემით აზერბაიჯანიდან შავი ზღვის სანაპირომდე (ე.წ. მაგისტრალი „აღმოსავლეთ - დასავლეთი“) არსებული ინფრასტრუქტურის რეაბილიტაცია-განვითარების შემდეგ.

რუმინეთის შავი ზღვის სანაპიროზე მოწყობილი რეგაზიფიკაციის ტერმინალიდან კი გაზი მიეწოდება სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის არსებული ან/და ახლად აშენებული მილსადენებისა და ინტერკონექტორების მეშვეობით. განიხილება პროექტის სავარაუდო მწარმოებლობის 3 ძირითადი ვარიანტი: 2, 5 და 8 მლრდ.მ<sup>3</sup>.

2010 წლის სექტემბერში საქართველოს, აზერბაიჯანისა და რუმინეთის პრეზიდენტებმა და უნგრეთის პრემიერ-მინისტრმა ხელი მოაწერეს ე.წ. ბაქოს დეკლარაციას AGRI პროექტის განხორციელების შესახებ. 2011 წლის თებერვალში მონაწილე მხარეების: SOCAR (აზერბაიჯანი), ROMGAZ (რუმინეთი), MVM Zrt (უნგრეთი) და საქართველოს ნავთობისა და გაზის კორპორაციის ერთობლივი გადაწყვეტილებით ჩამოყალიბდა ერთობლივი საწარმო SC AGRI LNG Project Company SRL. კომპანიამ უნდა უზრუნველყოს ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებისა და საბოლოო გადაწყვეტილების მომზადება პროექტის რეალიზაციის შემდგომი ეტაპების შესახებ. პროექტის რეალიზაცია გაჭიანურდა აზერბაიჯანის „შახდენიზ-2“ საზადოს ექსპლუატაციაში შესვლის გაჭიანურების გამო.

დღეს აღნიშნული პრობლემა მოხსნილია. მეტიც, კასპიის ქვეყნები შეთანხმდნენ რეგიონის გაზის საბადოების ერთმანეთში განაწილების შესახებ (რაც აქაური რესურსების ევროპის ბაზარზე გატანის ერთ-ერთი ძირითადი შემაფერხებელი საკითხი იყო) და

**მეცნიერება - ენერგეტიკული სისტემები და კომპლექსები - SCIENCE**

გაჩნდა AGRI პროექტში მათი ჩართვის შესაძლებლობა, რაც პროექტს მეორე სიცოცხლეს შესძენს.

კონცეფციის დონეზე განიხილება, აგრეთვე, კასპიის გაზის ევროპულ ბაზარზე მიწოდების ალტერნატიული ე.წ. „თეთრი ნაკადის“ (WS) მარშრუტი რუმინეთის ტერიტორიის გავლით (სურ.5). კონცეფციის ავტორები ითვალისწინებენ დაგეგმილი მილსადენის მიერთებას სამხრეთ კავკასიის გაზსადენის სისტემასთან და განშტოების მშენებლობას საქართველოს ტერიტორიაზე შავი ზღვის სანაპირომდე.



სურ. 5. პროექტები AGRI და WS

შემდეგ გათვალისწინებულია რუმინეთამდე პირდაპირი 1100კმ სიგრძის ოფშორული წყალქვეშა მილსადენის მშენებლობა. მაგისტრალის პირველი ეტაპის დასრულების შემდეგ სისტემას ექნება დაახლოებით 8 მლრდ.მ<sup>3</sup> გაზის გატარების შესაძლებლობა, მეორე ეტაპზე – 16, ხოლო მესამეზე – 32 მლრდ.მ<sup>3</sup> - მდე ზრდის პერსპექტივა [4].

ევროპაში გაზის მიღების წყაროების დივერსიფიკაციის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია გათხევადებული გაზის მოხმარება. ამ მხრივ შესაძლებელია მიწოდების წყაროების გაზრდა. დღეს ევროპაში, გაზის მიწოდების ალტერნატიულ ვარიანტად, ინტენსიურად განიხილება გათხევადებული ბუნებრივი აირის (LNG) იმპორტის გაზრდის შესაძლებლობები. მიუხედავად იმისა, რომ LNG მილსადენის გაზზე ძვირია, ის ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოების უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია.

ევროპის ბუნებრივი გაზით მომარაგების დივერსიფიკაციის ხელშეწყობა, განსაკუთრებით ბოლო წლების განმავლობაში, კასპიის რეგიონიდან გაზის სამხრეთი დერეფნის მაქსიმალურად ათვისების გზით, როგორც რუსული ბუნებრივი გაზის ალტერნატივა, გახდა აშშ-ის ენერგეტიკული პოლიტიკის საკვანძო წერტილი ევროპასა და ევრაზიაში. სამხრეთის გაზის დერეფანი, ბოლო წლებში, გაზის მიწოდების დივერსიფიკაციისა და ევროკავშირის ენერგეტიკული უსაფრთხოების გაძლიერების ერთ-ერთ ყველაზე ამბიციური კონცეფციაა. იგი აღიარებულია ევროკავშირის საგარეო ენერგოპოლიტიკისა და მოწოდების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრიორიტეტულ პროექტად. კონცეფცია მოიცავს რამდენიმე უკვე არსებულ, მშენებარე ან დაგეგმილ საერთაშორისო ინფრასტრუქტურულ პროექტებს, როგორებიცაა: SCP, Nabucco, ITGI, WS, TCP, TANAP, TAP, SEEP და AGRI. ამათგან WS და AGRI პერსპექტიული პროექტებია, რომლებშიც საქართველოს უმთავრესი ფუნქცია აკისრია.

კასპიის რეგიონიდან სამხრეთ კავკასიის დერეფნის რეალიზებული და პერსპექტიული პროექტები, პირველ რიგში, უზრუნველყოფს რუსეთზე ძალზე დამოკიდებული (50 – 100 % - ით) სამხრეთ - აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას გაზის მიწოდების გზების დივერსიფიკაციით, შემდეგ კი გაზი მიეწოდება ცენტრალური ევროპის ქვეყნებსაც.

### ლიტერატურა

- 1) Энергетический бюллетень. январь 2019.
- 2) Neftgaz.ru. 2021.
- 3) Аналитический центр по данным GIIGNL и открытым источникам. 2020.
- 4) GUEU, The White Steam Project, Technical and economic study (Report), June 2009.

უკ 622.8.61(075.771)

მ. ქიტოშვილი, აკად. დოქტორი  
ფ. ელიზარაშვილი, სტუდენტი

## ჯანმრთელობისთვის საშიში ჰაერი

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ვ. ხითარიშვილის მიერ

**რეზიუმე:** ჰაერის დაბინძურება ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია, რომლის წინაშე დგას საქართველოს მოსახლეობა ბოლო პერიოდის განმავლობაში. ნაშრომში საუბარია იმ ძირითად მიზეზებზე, რომლებიც გავლენას ახდენს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე. მოყვანილია სქემები, რომლებიც ასახავს რეგიონების, საწარმოებისა და ქალაქების დაბინძურების მაჩვენებლის წილს ქვეყნის მასშტაბით.

**საკვანძო სიტყვები:** მტვრის მყარი ნაწილაკები, ნახშირბადის მონოქსიდი, აზოტის დიოქსიდი, ამიაკი, აზბესტის ბოჭკო, ავტოტრანსპორტი, ენერგეტიკული სექტორი, პნევმონია, ალერგიული დაავადებები.

### შესავალი

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, ჰაერის დაბინძურება ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ერთ-ერთ უმთავრესი საფრთხეა. ეს პრობლემა მსოფლიოში ყოველწლიურად დაახლოებით ორ მილიონი ადამიანის ნაადრევი სიკვდილის მიზეზი ხდება. ჰაერის მნიშვნელოვანი დამაბინძურებლებია: მტვრის მყარი ნაწილაკები, ნახშირბადის მონოქსიდი, ოზონი, აზოტისა და გოგირდის დიოქსიდი. მხოლოდ მტვრის ნაწილაკების მუდმივი ზემოქმედება გულ-სისხლძარღვთა და რესპირატორული დაავადებების, ასევე ფილტვის კიბოს განვითარების რისკს აძლიერებს. სულფატები, ნიტრატები, ამიაკი, ნატრიუმქლორიდი, ნახშირბადი, მინერალური მტვერი და წყალი მტვრის მყარი ნაწილაკების კომპონენტებია. ნებისმიერ სხვა დამაბინძურებელზე მეტად ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფით გავლენას სწორედ მტვრის ნაწილაკები ახდენს. ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების შეფასებისა და ნორმირებისათვის მტვრის მყარი ნაწილაკების დიფერენციაცია ფრაქციებად ხდება, მათი აეროდინამიკური დიამეტრის ზომის შესაბამისად. ყველაზე საშიშად PM10 და PM2.5 ნაწილაკები მიიჩნევა, რადგან მათ შესწევთ უნარი, შეაღწიონ ბრონქიოლების პერიფერიულ უბნებში და ხელი შეუშალონ ფილტვებში ჰაერის მიმოცვლას.

კიბოს კვლევის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ მყარი ნაწილაკები კვალიფიცირდება, როგორც კიბოს გამომწვევი ერთ-ერთი ნივთიერება და, შესაბამისად, მისი რაოდენობის შემცირება უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა.

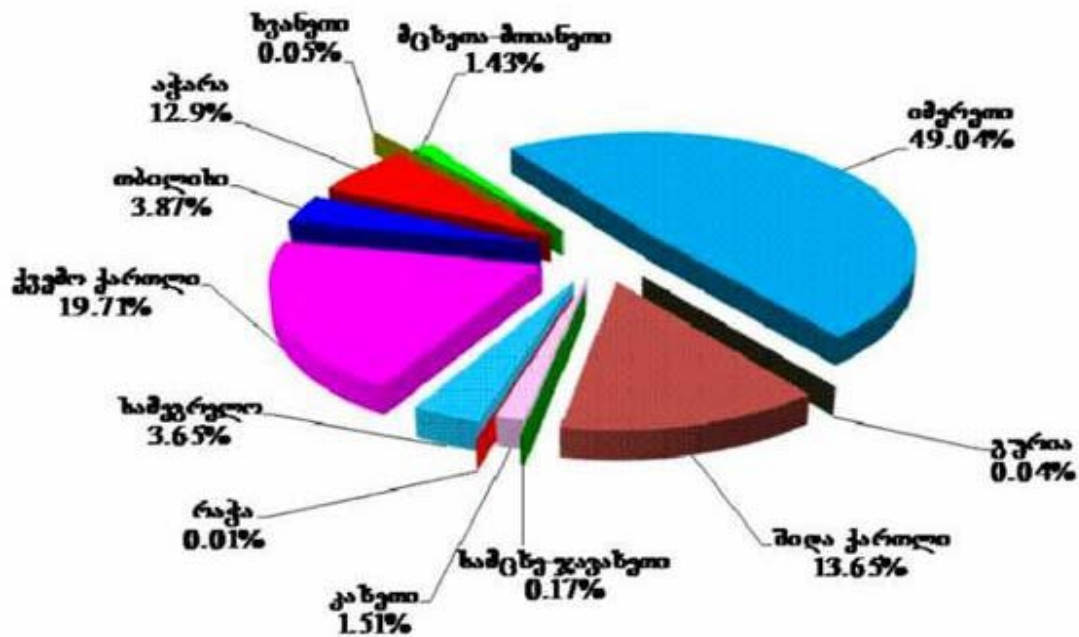
### ძირითადი ნაწილი

ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითად მოქმედებს აზბესტი. შენობების დემონტაჟისას ჰაერში გაიფრქვევა აზბესტის ბოჭკო, რომელიც განსაკუთრებულად მაღალი ტოქსიკურობის კიბოს გამომწვევი ნივთიერებაა. მისი შესუნთქვა შეუქცევ პროცესს იწვევს, რის შედეგადაც ვითარდება მეზოთელიუმა, რაც ადამიანისთვის ლეტალურად მთავრდება. აზბესტის გამოყოფა ავტოტრანსპორტის სამუხრუჭო ხუნდების ცვეთის დროსაც ხდება, მანქანაშიც და ატმოსფეროშიც. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემებით, ჰაერის დაბინძურების მაღალი დონის მქონე ქალაქებში სიკვდილიანობის ზოგადი მაჩვენებელი 15–20%-ით აჭარბებს შედარებით სუფთა ჰაერის მქონე ქალაქებში ფიქსირებულ ანალოგიურ მაჩვენებლებს. დაბინძურებული ჰაერის ფონზე ისეთი დაავადებები, როგორცაა ზემო სასუნთქი გზების პრობლემები, ბრონქიტი, პნევმონიები, ალერგიული დაავადებები, უფრო მძიმედ მიმდინარეობს. თუ თვალს გადავავლებთ სტატისტიკას, რომელიც დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის ვებგვერდზეა განთავსებული, შეგვიძლია გარკვეული დასკვნები გავაკეთოთ: 2000 წლიდან სასუნთქი გზის დაავადებების საერთო ტენდენცია მოზრდილებში 20%-ით, ხოლო ბავშვებში – 27%-ითაა გაზრდილი, რაც საგანგაშო მაჩვენებელია.

ადამიანის ჯანმრთელობაზე დაბინძურებული ჰაერის გავლენა მრავალკომპონენტური პროცესია. ამ გავლენას ერთდროულად რამდენიმე სახის ნივთიერება ახდენს და, შესაბამისად, ავადობაც სხვადასხვაგვარად ვლინდება. ეს დამოკიდებულია ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე, დამაბინძურებელი ნივთიერების სახეობასა და, რა თქმა უნდა, თავად ადამიანის ინდივიდუალური ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე. იმის მიხედვით, მოკლევადიანია ზემოქმედება თუ გრძელვადიანი, შესაბამისი იქნება ავადობის გამოვლინებაც. მოკლევადიანი ზემოქმედების შემთხვევაში ვხვდებით მწვავე პროცესებს – ადამიანს უძნელდება სუნთქვა, ახველებს, განიცდის ჰაერის უკმარისობას, იზრდება პირველადი ჯანდაცვის ობიექტებისადმი მიმართვების რაოდენობა, იმატებს სასწრაფო სამედიცინო ბრიგადების გამოძახება. რაც შეეხება გრძელვადიან ზემოქმედებას, ამ შემთხვევაში პროცესი უფრო ქრონიკულ სახეს იღებს, დაავადებები ქრონიკულ სტადიაში გადადის, ადამიანებში აღინიშნება რესპირატორული და კარდიო-ვასკულური ავადობა და სიკვდილიანობის ზრდა. ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე გავლენას უამრავი ფაქტორი ახდენს. ერთი მხრივ, ისეთი ბუნებრივი პროცესები, როგორებიცაა – ვულკანები, ნიადაგის მტვერი, ტყის ხანძრები. მეორე მხრივ კი, ტექნოლოგიური პროგრესი – მრეწველობა, ტრანსპორტი, მეტალურგია ჰაერს იმ დონემდე აბინძურებს, რომ ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საშიში ხდება.

საქართველოში ატმოსფერულ ჰაერს ძირითადად ავტოტრანსპორტი, ენერგეტიკული სექტორი, სოფლის მეურნეობის დარგები და სამრეწველო ობიექტები აბინძურებს. მათგან დაბინძურების ყველაზე დიდი წილი ენერგეტიკასა და ავტოტრანსპორტზე მოდის. ატმოსფერული ჰაერი სატრანსპორტო საშუალებების გამონაბოლქვიდან ძირითადად ნახშირჟანგით, ნახშირწყალბადებით, აზოტის ჟანგეულებით, გოგირდის ორჟანგით, ქვარტლით, ბენზ(ა)პირენით, ჰაერში შეწონილი წვრილდისპერსიული მყარი ნაწილაკებით (PM10, PM2,5) და ა.შ. ბინძურდება. გარდა ამისა, საქართველოში და სხვა მრავალ ქვეყანაში ბავშვების 80%-ზე მეტი თამბაქოს კვამლის მეორეული ზემოქმედებით ცხოვრობს როგორც საკუთარ სახლში, ისე გარეთ.

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შესახებ გარემოს დაცვის სამინისტროს ყოველწლიური გაანგარიშებით, საქართველოს ტერიტორიაზე განთავსებული მოქმედი საწარმოებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა საერთო რაოდენობა წელიწადში 30 134 ტონას შეადგენს, მათ შორის მყარი – 3 658, ხოლო აირადი და თხევადი – 26 476 ტონას. აღნიშნული კვლევის მიხედვით, ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებელი რეგიონებია იმერეთი, ქვემო ქართლი, აჭარა და შიდა ქართლი, რომლებზეც მთლიანი გაფრქვევების 89%-ზე მეტი მოდის (სურ.1).

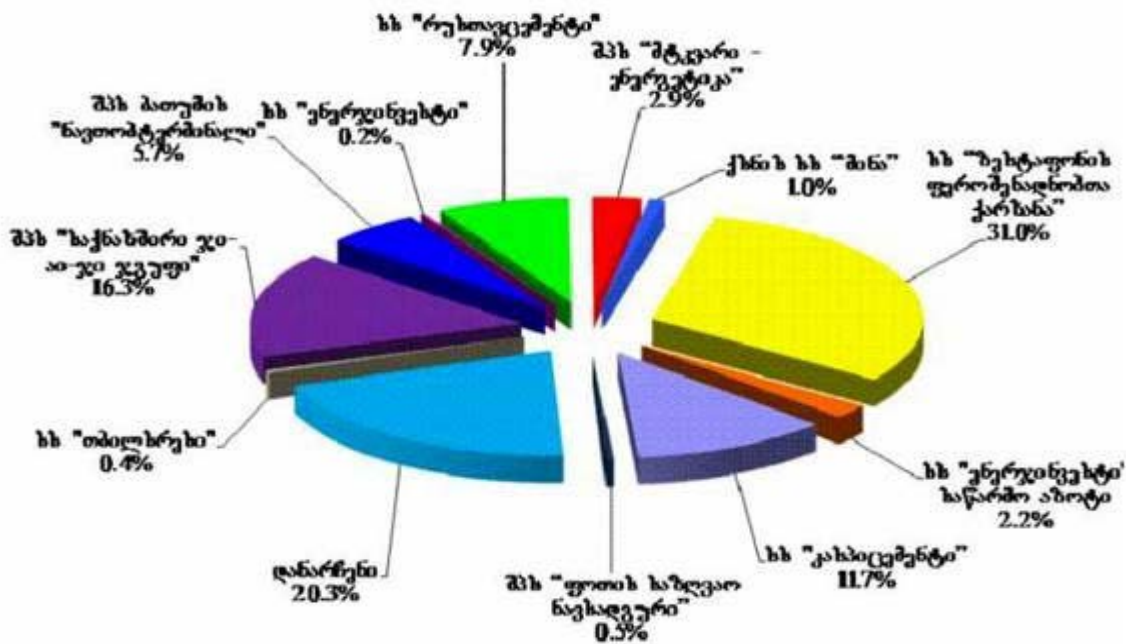


სურ. 1. რეგიონების დაბინძურების წილი ქვეყნის დაბინძურებაში

ატმოსფერული ჰაერის ძირითადი დამაბინძურებელი ქალაქებია: ზესტაფონი, ბათუმი, თბილისი, გარდაბანი, რუსთავი და კასპი, რომლებზეც მთლიანი გაფრქვევების დაახლოებით 69% მოდის.



ძირითადი დამაბინძურებელი საწარმოებია: “რუსთავეცემენტი”, შპს “მტკვარი-ენ-ერგეტიკა”, “ზეესტაფონის ფეროშენადნობთა ქარხანა”, “კასპიცემენტი”, შპს “ბათუმის ოილ ტერმინალი” და შპს “საქნახშირი ჯი-აი-ჯი ჯგუფი”. მათზე საქართველოში მთლიანი გაფრქვევის დაახლოებით 75% მოდის. ავტოტრანსპორტის მიერ გაფრქვეულია 342701 ტონა მავნე ნივთიერება, რაც ავტოტრანსპორტიდან და დაბინძურების სტაციონარული საწარმოებიდან გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა საერთო რაოდენობის დაახლოებით 92%-ს შეადგენს.



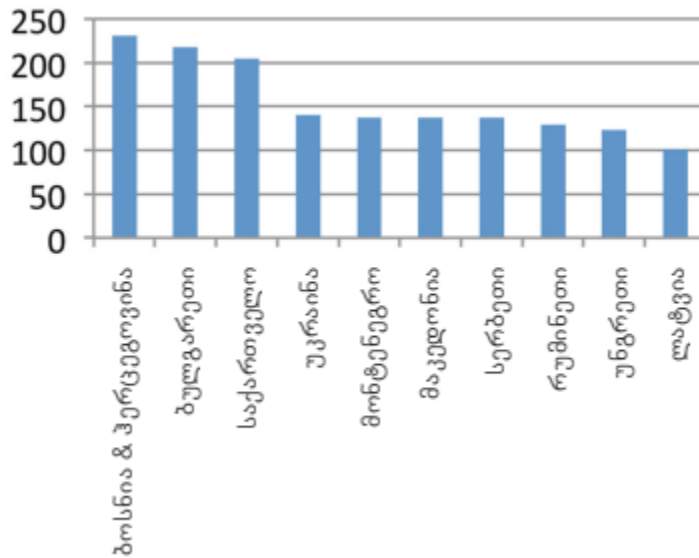
სურ. 2. ძირითადი დამაბინძურებელი საწარმოების წილი ქვეყნის დაბინძურებაში

რა უნდა გაკეთდეს, რათა შემცირდეს ჰაერის დაბინძურება? სპეციალისტების თქმით, პირველ რიგში აუცილებელია ნორმების დადგენა, საკანონმდებლო ცვლილებები, რომლებიც ასოცირების ხელშეკრულებით აღებული ვალდებულებაა. უმთავრესი ასაკის მიხედვით ავტოტრანსპორტის ლიმიტირება, საწვავის ხარისხის გაუმჯობესება და მანქანების ტექნიკური გამართულობის კონტროლია. გარდა ამისა, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მოძრაობის სწორ რეგულირებას და საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გაუმჯობესებას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მწვანე საფარის მომატებას. აუცილებელია სარეკრეაციო ზონების, ბაღების, პარკების მომრავლება. მიზანშეწონილია, ქალაქებში დაირგას ფართოფოთლიანი და დიდი ხეები, როგორცაა ცაცხვი, ნეკერჩხალი... აღსანიშნავია, რომ ეკოლოგიის მდგომარეობის საკითხით უფრო მეტი მოქალაქე ინტერესდება, წევრიანდება მწვანე მოძრაობებში, მედიის ნაწილიც უფრო მეტ ყურადღებას უთმობს ამ პრობლემას.

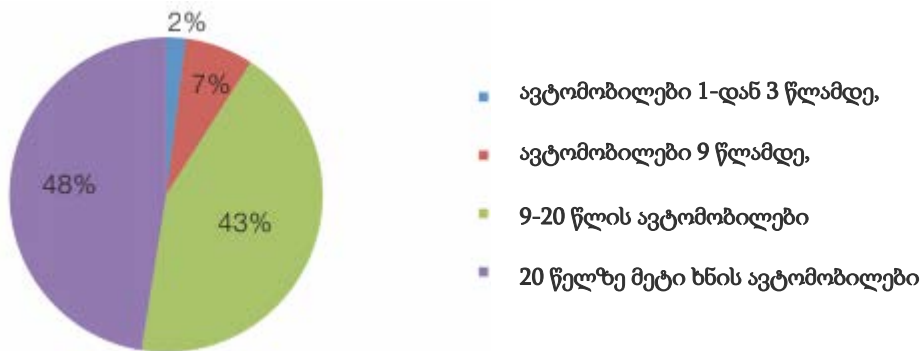
გენიერება

უსაფრთხოების ბაჟინა

SCIENCE



შენობაში და შენობის გარეთ დაბინძურებული ჰაერით გამოწვეული სიკვდილიანობის მაჩვენებელი (ყოველ 100 000 მოსახლეზე)



ავტომანქანების პარკის შედგენილობა წლების მიხედვით (შინაგან საქმეთა სამინისტრო, 2016)

### დასკვნა

საქართველოს გარემოს მდგომარეობის შესახებ ეროვნული ანგარიშის თანახმად, ჰაერის დაბინძურების სულ მცირე 75% (NOx, გოგირდის ოქსიდები, O<sub>3</sub>) მოდის ტრანსპორტის სექტორზე. სატრანსპორტო საშუალებებიდან, კერძოდ ავტომანქანებიდან გამონაბოლქვის გაზრდილი ოდენობა გამოწვეულია იმ ფაქტით, რომ მათი მხოლოდ 9%-ია 1-დან 9 წლამდე, ამასთან საწვავის ხარისხიც პრობლემურია. შეფასებულია, რომ შეწონილი ნაწილაკების 65%-ს გამოაფრქვევს სამრეწველო სექტორი. აუცილებელია ქვეყნის მასშტაბით კვლევის ჩატარება, რომელიც გამოავლენს ქვეყანაში ჰაერის დაბინძურებასთან დაკავშირებული დაავადებების „ცხელ წერტილებს“, საზოგადოებისთვის ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის მონიტორინგის მონაცემებისა და ანალიზის ხელმისაწვდომობის

უზრუნველყოფა, საინფორმაციო კამპანიების ჩატარება ადამიანების ჯანმრთელობაზე ჰაერის დაბინძურების ზემოქმედებისა და მისი თავიდან აცილების შესახებ.

### ლიტერატურა

1. ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია. საწარმოო სანიტარია და შრომის ჰიგიენა. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2009 წ.
2. <https://matsne.ge/ka/document/view/3880278>.
3. <https://facebook.com/166555166727244>.
4. <http://resonancedaily.com>
5. <https://sputnik-georgia.com>
6. <http://www.ipress.ge/new/31297>
7. <http://metra.ge/ge/blog/post/119>

უკ 622.8.61(075.771)

ნ. რაზმაძე, აკად. დოქტორი  
მ. ქიტოშვილი, აკად. დოქტორი

## შრომის დაცვა და უსაფრთხოების მდგომარეობა სამუშაო ადგილებზე

წარდგენილია საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, პროფ. ვ. ხითარიშვილის მიერ

**რეზიუმე:** შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების მდგომარეობის საკითხები ერთ - ერთი მნიშვნელოვანია იმ პრობლემებს შორის, რომლის წინაშეც დგას ჩვენი მოსახლეობა. ნაშრომში საუბარია, თუ როგორი დიდი მახველებელია უბედური შემთხვევების მსხვერპლთა რაოდენობისა და პროფესიული დაავადებებით გამოწვეული შემთხვევების მხრივ არა მხოლოდ ჩვენთან, არამედ მსოფლიო მასშტაბით. დასკვნის სახით მოცემულია, თუ რა ქმედებები შეიძლება განხორციელდეს, რომ თავიდან იქნეს აცილებული და მინიმუმამდე შემცირდეს უბედური შემთხვევების რაოდენობა.

**საკვანძო სიტყვები:** შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია, საერთაშორისო შრომითი ნორმები, საწარმოო ტრავმა, პროფესიული დაავადებები, უბედური შემთხვევები, კომპენსაციების პროგრამა, პრევენციული საქმიანობა, შრომითი უფლება.

### შესავალი

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია გაეროს სპეციალიზებული სააგენტოა, რომელიც მიზნად ისახავს სოციალური სამართლიანობის პრინციპების გატარებას, ადამიანის საერთაშორისოდ აღიარებული უფლებების დაცვას შრომის სფეროში, სოციალური დიალოგის ხელშეწყობის გზით ღირსეული შრომის სტანდარტების განხორციელებას.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია რეკომენდაციის ფორმით შეიმუშავებს საერთაშორისო შრომით ნორმებს, შრომითი ურთიერთობის სფეროში აწესრიგებს მინიმალურ სტანდარტებს. მისი მართვისა და გადაწყვეტილების მიღების სისტემამ მნიშვნელოვნად განსაზღვრა წარმოებული პოლიტიკის მართებულობა, რაც განსაკუთრებით ნათლად წარმოჩინდა ბოლოდროინდელი მსოფლიო ეკონომიკური კრიზისის პირობებში.

### ძირითადი ნაწილი

განვითარებად ქვეყნებში საწარმოო ტრავმები და პროფესიული დაავადებები სიღარიბის გამომწვევი ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია. საქართველოში, უმუშევრობის

მასშტაბების გამო, სამუშაო ადგილებზე მომხდარი უბედური შემთხვევები მძიმე ტვირთად აწვევა დაზარალებულ მშრომელებს და მათ ოჯახებს.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის შეფასებით, სამუშაო ადგილებზე ყოველწლიურად 2 მილიონი ადამიანი იღუპება ანუ ყოველ 15 წმ-ში ერთი სასიკვდილო შემთხვევა ფიქსირდება.

ევროკავშირის სტატისტიკის სამსახურის (Eurostat) მონაცემებით, ევროკავშირის ქვეყნებში, სადაც შრომის სტანდარტების დაცვა მსოფლიოში ყველაზე მაღალ დონეზე ხდება, ყოველწლიურად 6 000-მდე ფატალური საწარმოო უბედური შემთხვევა აღირიცხება. ამასთან, ყოველწლიურად, პროფესიული დაავადებების შედეგად 159 500 მშრომელი იღუპება, ხოლო მილიონობით ადამიანი სახიზრდება ან კარგავს ჯანმრთელობას.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის გათვლებით, ყოველწლიურად უბედური შემთხვევების მსხვერპლი მსოფლიოში 250 მილიონი ადამიანი ხდება, ხოლო შრომით საქმიანობასთან დაკავშირებული დაავადებებით 160 მილიონი მშრომელი იტანჯება.

უბედური შემთხვევები და პროფესიული დაავადებები ზიანს აყენებს არა მარტო მსხვერპლს, არამედ საწარმოს და მთლიანად საზოგადოებას. მოკრძალებული შეფასებით, უბედურ შემთხვევებსა და შრომის არადამაკმაყოფილებელ პირობებთან დაკავშირებული დანახარჯები მსოფლიოში წარმოებული პროდუქციის მთლიანი ღირებულების 4%-ს აღწევს.

განვითარების შემდეგ ეტაპზე დამკვიდრდა კომპენსაციების პროგრამები საწარმოო ტრავმის შემთხვევაში. დღეს კი ქვეყნების უმრავლესობაში საწარმოო ტრავმისა და პროფესიული დაავადებების კომპენსაციების სქემები ითვალისწინებს დასაქმებულთა რესურსების გაერთიანებას და სახელმწიფოს მხრიდან დაზღვევის სქემების სისტემატიზირებას. ეს იძლევა უფრო ეფექტური სოციალური დაცვის უზრუნველყოფის შესაძლებლობას ყველასთვის, ამასთან იცავს დამსაქმებელს მაღალი დანახარჯისაგან. განვითარებულ ქვეყნებში, საწარმოო უბედური შემთხვევების შედეგების კომპენსირებასთან ერთად, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება პრევენციულ საქმიანობასაც.

საკომპენსაციო სქემა გულისხმობს, რომ ყველა მუშაკი დაზღვეულია და რომ მასში უნდა მონაწილეოდეს ყველა დამსაქმებელიც. ზოგიერთ ქვეყანაში ამგვარ სქემებში შეიძლება მონაწილეობდნენ ინდივიდუალური შრომით დაკავებული ადამიანებიც, თუ ისინი დამოუკიდებლად იხდიან შესაბამის შენატანებს. საკომპენსაციო ფონდებში ანაზღაურების ოდენობა სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებულია და დამსაქმებლის მიერ დადგენილი ხელფასის 0,5-დან 4% შეადგენს. ზოგიერთ ქვეყანაში (შვეიცარია), სოლიდარობის პრინციპიდან გამომდინარე, ყველა დამსაქმებელი იხდის ერთიანი განაკვეთით, სხვა ქვეყნებში კი იგი დამოკიდებულია სხვადასხვა დარგსა და საწარმოში არსებულ რისკების დონეებზე (მაგ., საფრანგეთი).

თუ ოჯახის მარჩენალი იღებს საწარმოო ტრავმას, ავადდება პროფესიული ავად-  
მყოფობით ან იღუპება, მის ოჯახს ექმნება გრძელვადიანი ფინანსური პრობლემები,  
ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია, რომ საკომპენსაციო სქემები, მარჩენლის დაღუპვის  
შემთხვევაში, ითვალისწინებდეს დახმარების გაცემას რეგულარულ საფუძველზე და  
არა ერთჯერადი თანხით.

რასაკვირველია, საწარმოში უბედური შემთხვევის შედეგად დანაკარგს, უპირვე-  
ლესად, მშრომელი ადამიანი და მისი ოჯახი განიცდის, მაგრამ ირიბად საწარმოო პრო-  
ცესების შეფერხების, წარმოების მოცულობის შემცირების, ახალი პერსონალის  
მომზადება-გადამზადებაზე გასაწევი დამატებითი ხარჯების, კომპანიის იმიჯის შელა-  
ხვისა და სხვა მიზეზთა გამო, სერიოზულად ზარალდება დამსაქმებელიც. ჩვეულებრივ,  
ამგვარი პირდაპირი დანახარჯები 4–5-ჯერ მაღალია, ვიდრე მუშაკთა პირდაპირი დანა-  
კარგები აუნაზღაურებელი ხელფასის სახით.

წარმატებული სქემის მიხედვით, საწარმოო ტრავმისა და პროფესიული დაავადე-  
ბის შემთხვევაში მოქმედებს საერთო პრინციპი, რომელიც ითვალისწინებს კომპენსა-  
ციის გაცემას უბედურ შემთხვევაში დანაშაულის გაუთვალისწინებლად, რაც ნიშნავს,  
რომ ანაზღაურება ხდება იმის მიუხედავად, ადგილი ჰქონდა თუ არა მუშაკის ბრალეუ-  
ლობას. გამოკვლევის მიზანი უბედური შემთხვევების აღკვეთა, ადამიანთა ტანჯვისგან,  
დამსაქმებელთა კი ზედმეტი ხარჯებისაგან დაცვა უნდა იყოს.

ზოგიერთ საკომპენსაციო სქემაში გათვალისწინებულია შეკრებილი სახსრების  
ნაწილის მიმართვა უბედური შემთხვევებისა და დაავადებების პროფილაქტიკის ანუ  
პრევენციისათვის. პროფილაქტიკა უპირატესად ხელს უწყობს მუშაკთა ცხოვრების დო-  
ნის ამაღლებას. ასეთ ინვესტიციებს მოაქვს ეკონომიკური სარგებელიც – ჯანმრთელი  
მუშაკები უკეთესად შრომობენ და უკეთ არიან მოტივირებული. „უსაფრთხოება ამო-  
გებადია“, ეს ცარიელი სიტყვები არ არის, ეს ჭეშმარიტება პრაქტიკით არის დადას-  
ტურებული. მიზანი უნდა იყოს მავნე პირობების ლიკვიდაცია ან სამუშაო დროის ისე-  
თი განაკვეთის გამოყენება, რომელიც გამორიცხავს ჯანმრთელობის გაუარესებას.

კომპენსაციის მიღება ერთ-ერთი ძირითადი შრომითი უფლებაა. საკომპენსაციო  
სქემების ძირითადი ამოცანაა უზრუნველყოფილ იქნეს მუშაკის გარანტია, მიიღოს გარ-  
კვეული შემოსავალი იმ შემთხვევაში, თუ იგი გახდება ინვალიდი ანუ დაკარგავს შრო-  
მისუნარიანობას საწარმოში უბედური შემთხვევის ან პროფესიული დაავადების გამო.  
ამგვარი კომპენსაციის მიღების უფლება ერთ - ერთი ძირითადი შრომითი უფლებაა.

ქვეყნის დამოუკიდებლობის, განვითარების ძლიერების საიმედო დასაყრდენი  
მისი ეკონომიკაა. ძლიერი ეკონომიკის შენარჩუნების, განმტკიცებისა და წინსვლის  
აუცილებელი პირობაა მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში დასაქმებული ჯან-

მრთელი, შრომისუნარიანი ადამიანები. შრომა ნებისმიერი საზოგადოების არსებობის წყაროა.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ ჩატარებული გამოკითხვის მიხედვით, რესპოდენტთა 60% თვლის, რომ პროფესიული საქმიანობა უარყოფითად მოქმედებს მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე. პროფესიული საქმიანობით გამოწვეული ჯანმრთელობის გაუარესების პროფილაქტიკა არა მხოლოდ იურიდიულ და მორალურ უფლებებს უკავშირდება, არამედ სოციალურ - ეკონომიკური განვითარების ერთ - ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია.

მომუშავეთა ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციული ასპექტები უნდა ითვალისწინებდეს: ქვეყანაში არსებულ სოციალურ - ეკონომიკურ სიტუაციას, ჯანდაცვის სისტემის ძირითად მიმართულებებს, საკანონმდებლო ბაზის ცვლილებებს.

თანამედროვე პერიოდსა და უახლოეს პერსპექტივაში პრიორიტეტულია მრეწველობის ისეთი დარგების განვითარება, როგორცაა: სამთამადნო წარმოება, შავი მეტალურგია (თუჯის, ფოლადის, სპილენძის, მანგანუმის და მათი შენადნობების წარმოება), საშენი მასალების, მინერალური სასუქების, ცემენტის, ჩაის, თამბაქოს, სუბტროპიკული კულტურების წარმოება. საკმაოდ დიდია კვებისა და მსუბუქი მრეწველობის საწარმოების ხვედრითი წილიც.

შრომის მედიცინაში მომუშავე მეცნიერთა და პრაქტიკოს ექიმთა წინაშე დგას რთული ამოცანა: დასაქმებული ადამიანის სოციალური დაცვის ახალი მექანიზმების შექმნა, ახალი მეთოდური მიდგომების შემუშავების აუცილებლობა, საწარმოო გარემოს მავნე და საშიში ფაქტორების, სამუშაო პროცესის სიმძიმისა და დამაბულობის გათვალისწინებით, რათა დაცული იყოს ადამიანის ჯანმრთელობა სამუშაო გარემოში არსებული რისკებისგან.

## დასკვნა

მოქმედებები:

- მოქმედი სამრეწველო საწარმოების მოდერნიზაცია თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, რაც შეამცირებს გარემოს დაბინძურების ხარისხს, ტრავმატიზმს, პროფესიული და პროფესიით გამოწვეული დაავადებების განვითარების რისკს.
- მომუშავეთა სავალდებულო წინასწარი და პერიოდული სამედიცინო გასინჯვების სისტემის განახლება.
- ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების მომუშავეთა ორგანიზმსა და გარემოზე მათი შესაძლო მოქმედების ჰიგიენური შეფასება.
- ახალი საკანონმდებლო და ნორმატიული დოკუმენტების შექმნა.

ლიტერატურა

1. WWW ILO.ORG
2. Wwwtechinspecton.gov.ge
3. Wwwgreenalt.org
4. Wwwdu.org.ge



## გლობალიზაციის რისკ-ფაქტორები და მათი მინიმიზაციის გზები

გლობალიზაციის მთავარი რისკ-ფაქტორია წყლის რესურსების (მათ შორის მიწისქვეშა წყლების) ინტენსიური ექსპლუატაცია, რაც გამოწვეულია არა მარტო სამრეწველო ობიექტების სიმრავლით, არამედ ისეთი ტექნოლოგიების წარმოქმნით, რომლებიც ტექნიკური წყალმომარაგებისათვის სასმელი კონდიციების წყალს იყენებს.

ასეთ დატვირთვას ვერ უძლებს მიწისქვეშა წყლები, მიუხედავად იმისა, რომ მათ აღდგენადი ხასიათი აქვს. წყლოვან ჰორიზონტებს (განსაკუთრებით წნევიანს) ახასიათებს მკვეთრად გამოსახული კვებისა და განტვირთვის არეების არსებობა, საიდანაც ხდება მათი პერიოდულად ბუნებრივი შევსება, რაც აწონასწორებს ბუნებრივ განტვირთვას, მაგრამ, როცა ბუნებრივ განტვირთვას ემატება ტექნოლოგიური (ტერმინი შემოიღო ფერსმანმა) განტვირთვა, იწყება დაშრეტის პროცესი. ეს საშიში პროცესი შეიძლება განვითარდეს როგორც უწნეო, ისე წნევიან წყლოვან ჰორიზონტებში. ნ. პლოტნიკოვი აღნიშნავდა, რომ წყლის მიღება იმ რაოდენობით, რომელიც მეტია საექსპლუატაციო მარაგებზე იწვევს საუკუნოვანი მარაგების ხარჯვას, რაც მთავრდება წყლოვანი ჰორიზონტის დაშრეტით. მას მაგალითად მოჰყავს კლასიკური შემთხვევა, დაკავშირებული დაკოტას (აშშ) არტეზიული აუზის წყლების ექსპლუატაციასთან, სადაც ქვედა ცარცული წყლოვანი ქვიშაქვების, რამდენიმე ათწლეულის შემდეგ, მრავალრიცხოვან ჭაბურღილებში შეწყდა თვითმოდენა, ხოლო დინამიკური დონე დაქვეითდა – 150 მ. ამიტომ, შეუძლებელი გახდა ჭაბურღილების ექსპლუატაცია ტუმბოებითაც კი. მეზობელი შტატებიდან შემოიყვანეს ზედაპირული წყლები და დაიწყეს მათი ჩატუმბვა დამშრალ ჰორიზონტებში. მიწისქვეშა წყლების ხელოვნურად შევსების ეს მეთოდი ძალიან ძვირია, მაგრამ შედეგად უზარმაზარი ტერიტორია გაუდაბნობას გადაურჩა.

მსგავსი მოვლენა შესაძლოა განვითარდეს ალაზნის არსებულ აუზშიც (საქართველო, კახეთი, ნაწილობრივ აზერბაიჯანი, ხშირად უწოდებენ ალაზან-აგრიჩაის არტეზიულ აუზს). მისი ფართობი 6000 კმ<sup>2</sup>-ია. 1944 წ. გურჯაანში პირველმა ჭაბურღილმა მოგვცა შადრევანი, რომელმაც დაადასტურა პროფ. ი. ბუაჩიძის ვარაუდი ალაზნის ველზე წნევიანი წყლოვანი ჰორიზონტების არსებობის შესახებ. 1985 წლისთვის გაიბურღა 2000 ჭაბურღილი, რომელთაგან მხოლოდ 1/5 იყო საძიებო, ხოლო დანარჩენი – საექსპლუატაციო, ჯამური თვითმოდენით 6მ<sup>3</sup>/წმ. თუ მომავალში საექსპლუატაციო ჭაბურღილების რაოდენობა გაიზრდება, აუცილებლად დაიწყება წნევისა და დონის ვარდნა, შედეგად – წნევიანი ჰორიზონტების დაშრეტა.

ჭაბურღილებზე თვითმოდენის შემცირება დაფიქსირებულია რეჟიმული დაკვირვებებით (ს. ზედგინიძე, 1970).

მიწისქვეშა წყლოვანი ჰორიზონტები ხასიათდება დრეკადი მარაგების არსებობით, რაც განპირობებულია პლასტური წნევით. ვ. შჩელკაჩოვის კვლევებით ირკვევა, რომ ასეთ ჰორიზონტებში გაყვანილი პირველივე ჭაბურღილი იწვევს პლასტური წნევის ვარდნას და დრეკადი მარაგების გამომუშავებას. გარკვეულ დროის შემდეგ იწყება წყლოვანი ჰორიზონტების დაშრეტის შეუქცევი პროცესი, რომელიც შეიძლება შევაჩეროთ მიწისქვეშა წყლოვანი ქანების ხელოვნურად შევსების მეთოდებით. ცნობილია მიწისქვეშა წყლების ხელოვნურად შევსების ორი მეთოდი: I – იძულებითი ანუ წნევითი ინფილტრაციის მეთოდი, როდესაც წყლოვან ჰორიზონტებში ხდება ზედაპირული წყლების ჩატუმბვა და II – თავისუფალი ანუ უწნეო ინფილტრაციის მეთოდი, როდესაც წყლოვანი ჰორიზონტების კვების არეებში აგებენ საინფილტრაციო აუზებს, უბნებს და მოედნებს, რომლებსაც მიეწოდება ზედაპირული წყალი უწნეოდ, შესაბამისად ინფილტრაციის პროცესი უწნეოდ მიმდინარეობს.

I მეთოდი თხოულობს სპეციალურ საბურღ ტექნიკას და მძლავრ სატუმ დანადგარებს, რაც ძალიან ძვირია. ამიტომ არის საშუალება კვების არეში გამოვიყენოთ უწნეო ინფილტრაციის მეთოდი. ალაზნის წყლების წყლოვანი ჰორიზონტების კვების არე მდებარეობს კახეთის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთ კალთებზე, რომელთა გასწვრივ ეს ქანები შიშვლდება. მათ ჰკვეთს მდ. ალაზნის 156 მარჯვენა შენაკადი, რომლებიც პერიოდულად შრება, ასევე პერიოდულად მღვრიე ნაკადებით მიიწრაფვის მდინარე ალაზნისკენ.

დროებითი ჩამონადენის დაგროვება კვების არეებში გაზრდის ბუნებრივი კვების სიდიდეს, მაგრამ ამისათვის უნდა აიგოს კაშხლები და დამბები, რაც მკვეთრად შეამცირებს მყარი ჩამონადენის რაოდენობას. გასათვალისწინებელია რ. თოროზოვის მიერ აეროფოტოების დემიფირირების შედეგად მიღებული რეკომენდაცია იმის შესახებ, რომ ალაზნის დეპრესია განიცდის დამირვას, რომელიც კომპენსირებულია ნალექების დაგროვებით. თუ ჩავატარებთ ფართომასშტაბიან ღონისძიებებს წყლოვანი ჰორიზონტების კვების არეებში, დამირვა შეიძლება გახდეს არაკომპენსირებადი, ნეგატიური პროცესების სახით, მაგალითად, ფერდობების მდგრადობის დარღვევით და ტექნოგენური მეწყრული პროცესების გააქტიურებით. ამიტომ, უმჯობესია გამოვიყენოთ გდოვის წყლოვან ჰორიზონტში შექმნილი სისტემა. ეს ჰორიზონტი წარმოდგენილია წყალუხვი ნაპრალოვანი კირქვებით, რომელიც ინტენსიური ექსპლუატაციის შედეგად დაშრა. მაშინვე ხელისუფლებამ ყველა მომხმარებელს დაავალა, ჩატუმბათ ამ ჰორიზონტში მდ. ნევის წყალი იგივე რაოდენობით, რომელსაც მოიხმარდნენ. გდოვის წყლოვანი ჰორიზონტი მდებარეობს ლენინგრადის ოლქში და ფუნქციონირებს სტაბილურად ამოტუმბვა-ჩატუმბვის

Information

ინფორმაცია

Информация

რეჟიმში. ჩატუმბვა ხდება 2,5 ატმ წნევით, რაც იცავს ჭაბურღილების ფილტრებს დაშლამ-  
ვისგან. ანალოგიური სისტემები შეიძლება შეიქმნას ალაზნის წყების ქანების ხელოვნუ-  
რად შესავსებად.

### ლიტერატურა

1. Н. И. Плотников, Н. И. Плотников, К. И. Сычев. Гидрогеологические основы искус-  
ственного выполнения запасов подземных вод. М. Недра, 1978ж
2. ჯ. ტატიშვილი. ალაზნის არტეზიული აუზის გრუნტის წყლების ხელოვნური და-  
საბუთება. თბილისი, 2004 წ.

ხსოვნა

## ირაკლი გოგუაძე



სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტისა და „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის თანამშრომლები ღრმა მწუხარებით იუწყებიან, რომ 94 წლის ასაკში გარდაიცვალა ქართველი მეცნიერი, სამთო ინჟინერ-მბურღავი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, საქართველოს ენერგეტიკისა და საინჟინრო აკადემიის საპატიო აკადემიკოსი, საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური,

საინფორმაციო ანალიტიკური რეფერირებული ჟურნალ „საქართველოს ნავთობი და გაზის“ დამფუძნებელი და მთავარი რედაქტორი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის პროფესორი ირაკლი გოგუაძე.

ირაკლი გოგუაძე 1926 წლის 30 დეკემბერს დაიბადა ქ. ბათუმში. I-ლი საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ სწავლა გააგრძელა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ენერგეტიკის ფაკულტეტზე „სამრეწველო-სამოქალაქო ელმომარაგების“ სპეციალობით, ხოლო პარალელურად სამთო-გეოლოგიურ ფაკულტეტზე „ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის“ სპეციალობით, რომელიც 1954 წელს დაამთავრა.

ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ განაწილებით მუშაობს ტრესტ „საქნავთობის“ ჭალადიდის ნავთობსადიებო სამმართველოში, ყულევის #7 ჭაბურღილზე მბურღავად, ჭაბურღილის უფროსად, შემდეგ დასავლეთ ჭალადიდის №8 ჭაბურღილზე ინჟინრად.

ი. გოგუაძემ მუშაობა გააგრძელა სპი-ში, სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის №70 კათედრაზე ჯერ ლაბორანტად, შემდეგ ასისტენტად.

ასევე იგი პარალელურად მუშაობს ადმინისტრაციულ თანამდებობაზე – მეთოდისტად დაუსწრებელი სწავლების ფაკულტეტზე. დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და დოცენტი გახდა. ამის შემდგომ დანიშნეს დეკანის მოადგილედ, შემდეგ – პრორექტორად.

1987 წლიდან 2003 წლის ჩათვლით პროფ. ი. გოგუაძე იყო „ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიების“ კათედრის გამგე.

2000 წლიდან პროფ. ი. გოგუაძის რედაქტორობით გამოდის საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური, საინფორმაციო-ანალიტიკური რეფერირებული ჟურნალი

### ხსოვნა

„საქართველოს ნავთობი და გაზი“. პროფ. ი. გოგუაძე იყო 200-მდე სამეცნიერო ნაშრომის, 7 სახელმძღვანელოს, 2 დამხმარე სახელმძღვანელოს და 3 მონოგრაფიის ავტორი. მონაწილეობდა მრავალ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაში. სხვადასხვა დროს ეწეოდა საზოგადოებრივ მოღვაწეობასაც. იყო სს საქართველოს ეროვნული კომპანია „საქნავთობის“ სამეთვალყურეო საბჭოს წევრი.

ი. გოგუაძის მიერ გავლილი გზა, გაწეული საქმიანობა, თავდადებული შრომა, ენთუზიაზმი, დიდი პასუხისმგებლობა, უშუალო პირდაპირობა და პატიოსნება მისი საუკეთესო თვისებები იყო და მისაბამი მაგალითი ახალგაზრდა თაობებისათვის. მისი გარდაცვალება, მართლაც რომ, განსაკუთრებული დანაკლისია.

ჟურნალ „საქართველოს ნავთობი და გაზის“ რედაქცია  
სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი  
ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხსოვნა

## გურამ ვარშალომიძე



სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის და „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის თანამშრომლები ღრმა მწუხარებით იუწყებიან, რომ 81 წლის ასაკში გარდაიცვალა ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი გურამ ვარშალომიძე.

გურამ ვარშალომიძემ 1964 წელს წარჩინებით დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი. იყო სახელობითი სტიპენდიანტი. ინსტიტუტის დამთავრების შემდეგ მუშაობდა მაშინდელ ტრესტ „საქნავთობის“ სისტემაში, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო მექანიკის, აზერბაიჯანის „ყარადაღნავთობის“ ბურღვითი სამუშაოების სამმართველოში. 1967-1970 წლებში იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო მექანიკის ინსტიტუტის ასპირანტი. წლების განმავლობაში აქარაში სხვადასხვა თანამდებობა ეკავა.

2004 წლიდან „საქნავთობის“ სამეთვალყურეო საბჭოს მრჩეველია, ხოლო 2004-2005 წწ. სააქციო საზოგადოება „საქნავთობის“ გენერალური დირექტორი. 2005-2006წწ. მუშაობდა საქართველოს საგარეო საქმეთა სამინისტროში სხვადასხვა თანამდებობაზე, დესპანად უკრაინაში.

2004 წლიდან იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის „ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიების“ კათედრის გამგე, ხოლო 2007 წლიდან სიცოცხლის ბოლომდე „ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების“ დეპარტამენტის უფროსი.

გამოქვეყნებული აქვს 100-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომი და გამოგონებები, მათ შორის ექვსი მონოგრაფია და სამეცნიერო ნაშრომები საქართველოსა და სხვა ქვეყნებში.

მისი ხელმძღვანელობით დაცულია შვიდი სადოქტორო დისერტაცია.

1999 წელს დაჯილდოვდა ღირსების ორდენით, 2010 წელს მიენიჭა საქართველოს ეროვნული პრემიის ლაურეატის წოდება და გადაეცა ვერცხლის მედალი.

ბატონი გურამი, მაღალი პროფესიონალიზმის გარდა, გამოირჩეოდა განსაკუთრებული პიროვნული თვისებებით, სიკეთით, მეგობრული და კეთილგანწყობილი,

### ხსოვნა

გულისხმიერი დამოკიდებულებით თანამშრომლებისა და სტუდენტების მიმართ, რომელთათვისაც მისი გარდაცვალება განსაკუთრებული დანაკლისია.

*ჟურნალ „საქართველოს ნავთობი და გაზის“ რედაქცია  
სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი  
ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი*

ხსოვნა

## გოდერძი ტაბატაძე



ქართულ მეცნიერებას, საქართველოს სამთო-გეოლოგთა და საინჟინრო-ეკონომისტთა საზოგადოებას, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორ-მასწავლებელთა რიგებს სულ ახლახანს გამოაკლდა ერთ-ერთი ღვაწლმოსილი წარმომადგენელი და ღირსეული პიროვნება, ახალგაზრდა მკვლევართა და სპეციალისტთა მრავალი თაობის ღირსეული აღმზრდელი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დამსახურებული პროფესორი გოდერძი ტაბატაძე.

გოდერძი ტაბატაძემ 1957 წელს დაამთავრა ქ. თბილისის 31-ე საშუალო სკოლა და იმავე წელს გახდა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სტუდენტი. აღნიშნული ფაკულტეტი დაამთავრა 1962 წელს სამთო ინჟინრის კვალიფიკაციით.

1965–1979 წწ. იყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო მექანიკის ინსტიტუტის უმცროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ასპირანტურის დამთავრების შემდეგ 1977 წელს მოსკოვში დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და მიენიჭა ეკონომიკის მეცნიერებათა კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხი.

ბატონ გოდერძის მდიდარი ბიოგრაფიული მონაცემებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია 2001 წელს მისი აშშ-ში ყოფნა, როგორც საერთაშორისო პროგრამა „ნავთობის შემოსავლების მენეჯმენტის წევრი“. მიღებული აქვს აშშ-ის ალასკის შტატის პარლამენტის ღირსების სერტიფიკატი.

ბატონი გოდერძი 1991 წლიდან გარდაცვალებამდე მუშაობდა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში, 1991-2006 წლებში იყო წარმოების ეკონომიკისა და ორგანიზაციის № 49 კათედრის დოცენტი, ხოლო 2006-2017 წლებში – უნივერსიტეტის ეკონომიკისა და მენეჯმენტის №49 მიმართულების პროფესორი და მრავალი წლის მანძილზე კითხულობდა ლექციების კურსს საწარმოთა ეკონომიკასა და მენეჯმენტში.

ბატონ გოდერძის აკადემიურ მოღვაწეობაში პროფესიული აღიარებისათვის, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს გადაწყვეტილებით, 2017 წელს მიენიჭა დამსახურებული პროფესორისა და ემერიტუსის აკადემიური წოდება. მისი ხელმძღვანელობით მომზადებულ და დაცულ იქნა მრავალი სადოქტორო და სამაგისტრო ნაშრომი. მისი აღზრდილი თაობებიდან მრავალი ცნობილი მეცნიერი და სპეციალისტია.



### ხსოვნა

გ. ტაბატაძეს გამოქვეყნებული აქვს 100-მდე სამეცნიერო ნაშრომი, რომელთა შორისაა სამეცნიერო სტატიები და სახელმძღვანელოები. იყო სამეცნიერო ჟურნალ „საქართველოს ნავთობისა და გაზის“ მთავარი რედაქტორის მოადგილე, სარედაქციო კოლეგიის წევრი, მრავალი ადგილობრივი და საერთაშორისო სემინარისა და კონფერენციის აქტიური მონაწილე.

გ. ტაბატაძის ადამიანური და საქმიანი თვისებებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია პატიოსნება, შრომისმოყვარეობა, პასუხისმგებლობა, ფართო ერუდიცია, პროფესიონალიზმი, ღრმა განსწავლულობა, მეგობრობა, პატრიოტიზმი.

ბატონი გოდერძის, როგორც სიკეთით სავსე პიროვნების, სახელი სამუდამოდ დარჩება მრავალრიცხოვანი მოწაფის, კოლეგისა და ახლობლის გულეებში.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები*

*ჟურნალ „საქართველოს ნავთობი და გაზის“  
სარედაქციო კოლეგია*

ხსოვნა

## ომარ ონიაშვილი



ფრიად სავალალოა, წარსულ დროში რომ გვიწევს საუბარი შესანიშნავი ინჟინერ-მენეჯერობის, საქართველოს ნავთობის წარმოების ერთ-ერთი ორგანიზატორის, ჭეშმარიტად ქართველი პიროვნების - ომარ ონიაშვილის შესახებ. ქვეყნიერების ჭირად მოვლენილმა სენმა არ დაინდო და ამ რამდენიმე ხნის წინ ის უჩუმრად შეუერთდა მარადისობას.

ომარ ონიაშვილი დაიბადა 1943 წლის 23 ივნისს, თელავში მოსამსახურის ოჯახში. 1966 წელს დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი ნავთობის და გაზის ჭაბურღილების ბურღვის სპეციალობით.

ჯერ კიდევ ინსტიტუტში სწავლის პერიოდში გამოამჟღავნა საინჟინრო საქმიანობისთვის აუცილებელი თვისებები: გულმოდგინება, მიზანდასახულობა, ზუსტი მეცნიერების სიყვარული. ამ თვისებებმა დიდად განაპირობა მისი, როგორც პროფესიონალის და ხელმძღვანელის ჩამოყალიბება, როდესაც შემდგომში, შეგნებული ცხოვრების დიდი ნაწილი საქართველოს ნავთობის მრეწველობის ფლაგმანის – ტრესტის, მოგვიანებით საწარმოო გაერთიანება „საქნავთობის“ საქმიანობას დაუკავშირა. მხოლოდ საკუთარი ნიჭის, შრომისმოყვარეობის, ჭეშმარიტი საქმისადმი გამორჩეული ერთგულების წყალობით გაიარა მან გზა ბურღვის ოსტატის თანამდებობიდან სამმართველოს უფროსამდე და საწარმოო გაერთიანების გენერალური დირექტორის მოადგილემდე. თანამდებობების უბრალო და არასრული ჩამონათვალიც კი საშუალებას გვაძლევს ნაწილობრივ მაინც შევაფასოთ მისი, როგორც მრავალმხრივი სპეციალისტის და წარმოების ორგანიზატორის, საქმიანობა: 1966-1969 წწ. იყო „საქნავთობის“ კოლხეთის ბურღვის კანტორის ოსტატი, შემდეგ – ტექნიკური განყოფილების უფროსი, 1969-1971წწ. – „საქნავთობის“ ტექნიკური განყოფილების უფროსი და ტექნიკური უსაფრთხოების მთავარი ინჟინერი, 1971-1974 წწ. – შუაგორის და ტარიბანის ფართობების ბურღვის უფროსი, 1975-1983 წწ. – „საქნავთობის“ ბურღვის ტექნოლოგიური განყოფილების მთავარი ინჟინერი, ნავთობის და გაზის შადრევნების პრევენციის და ლოკალიზაციის სამსახურის, შემდეგ კი კომპლექსური კანტორის უფროსი, 1983-1991 წწ. – აღმოსავლეთ საქართველოს საძიებო ბურღვის სამმართველოს უფროსი, 1991-1992 წწ. – საწარმოო გაერთიანება საქნავთობის გენერალური დირექტორის მოადგილე ბურღვის დარგში, 1992-1995 წწ. – აღმოსავლეთ საქართველოს ღრმა ბურღვის ექსპედიციის უფროსი, 2004-2006 წწ. – შპს „საქნავთობ-სამგორის“, შემდეგ „იორის ველის“ გენერალური დირექტორი, 2006-2010წწ. თავდაპირველად, შპს „საქნავთობ-სამგორის“, მოგვიანებით კი ქართულ-ყაზახური ნავთობის კომპანიის კონსულტანტი. 2013 წლიდან გარდაცვალებამდე მუშაობდა მის მიერ დაფუძნებულ კომპანია „ბილჯვოთერში“.

განსაკუთრებით ნათლად გამოჩნდა ო.ონიაშვილს პროფესიონალიზმი და ორგანიზაციული ტალანტი აღმოსავლეთ საქართველოს საძიებო ბურღვის სამმართველოს უფროსის

### ხსოვნა

თანამდებობაზე მუშაობის პერიოდში. მისი უშუალო ხელმძღვანელობით გაიბურღა 40-ზე მეტი ღრმა ჭაბურღილი სამგორის, პატარძეულის, ნინოწმინდის, რუსთავის, ტარიბანის, შუაგორის, ილდოყანის, პატარა შირაქის, უდაბნოს ნავთობის საბადოებისა და სამიეზო მოედნებზე. აქ, ზოგჯერ, 15-17 საბურღი დანადგარი მუშაობდა ერთდროულად. გაბურღული ჭაბურღილების უმეტესობიდან ნავთობის და გაზის სამრეწველო ნაკადი იქნა მიღებული.

ო. ონიაშვილმა თავისი მოღვაწეობით ღრმა კვალი დატოვა საქართველოს ნავთობის მრეწველობის ისტორიაში. მას ჰქონდა ადამიანებთან ურთიერთობის განსაკუთრებული ნიჭი, იყო პრინციპული, ამავე დროს გულისხმიერი, მომთმენი, უღალატო მეგობარი, სხვისი ჭირისა და ლხინის გამზიარებელი.

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორ-მასწავლებლები*

*ჟურნალ „საქართველოს ნავთობი და გაზის“ სარედაქციო კოლეგია*

რეზიუმე

გეოქიმიის სექცია

უაკ 622.323

**ფორმის მახსოვრობის მქონე ლითონები და მათი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები. ზ. მჭედლიშვილი ნ. რაჭველიშვილი.**

სტატიაში მოყვანილია მახსოვრობის მქონე ლითონების ნუსხა, მოცემულია მათი სტრუქტურული ფორმულირება. მაგალითისათვის აღებულია ყველაზე აქტიური მახსოვრობის მქონე ნიკელისა და ტიტანის ინტერმეტალური ნაერთი—შენადნობი ნიტინოლი  $Ni_3Ti$ . გაკეთებულია ამ შენადნობის კრისტალური მესრის კონფიგურაციის ცვლილების ანალიზი მასალის გახურებისა და გაცივების სხვადასხვა ტემპერატურის შემთხვევაში.

**საკვანძო სიტყვები:** მახსოვრობა, სტრუქტურა, ფაზა, ტემპერატურა, ფორმა.

უაკ 622.323

**ნიკელის ახალი შენადნობების სტრუქტურა და თვისება, მათი გამოყენება სამთო-სამრეწველო და ტექნიკის სხვა დარგებში. ზ. მჭედლიშვილი, ნ. რაჭველიშვილი.**

ნიკელის და მენდელეევის პერიოდული ცხრილის სხვა ელემენტების ნაერთების განხილვისა და ანალიზის შედეგად აღიწერება ცვლილებები, რომლებიც მიმდინარეობს მყარი ხსნარებისა და ინტერმეტალური ნაერთების კრისტალურ სტრუქტურებში ნიკელის ალუმინთან, სპილენძსა და სხვადასხვა ელემენტთან ნაერთების განხილვის მაგალითზე. ხდება ნიკელის საფუძველზე მიღებული სხვადასხვა შენადნობის კრისტალური სტრუქტურის მოდელირება და დგინდება ამ ნაერთების ქიმიური, მზურვალმედეგი და დრეკად-მტკიცე მახასიათებლების დადგენა. ასევე მოცემულია ტექნიკის იმ დარგების ნუსხა, სადაც ფართოდ გამოიყენება ამ ტიპის ლითონის შენადნობები.

**საკვანძო სიტყვები:** სტრუქტურა, კრისტალი, ნაერთი, შენადნობი, სიმტკიცე.

უაკ 622.83

**ღერძული მკუმშავი დატვირთვის ქვეშ მყოფი საფეხურიანი ღეროს მდგრადობის კვლევა. ზ. მჭედლიშვილი.**

სტატიაში განხილულია მრავალ მანქანასა და სამშენებლო კონსტრუქციაში გამოყენებული ბოლოებში სახსრულად ჩამაგრებული საფეხურიანი ღეროს მდგრადობაზე გაანგარიშება. მდგრადობის გაანგარიშება და მდგრადი დრეკადი წონასწორობის კრიტიკული ძალის განსაზღვრა დამყარებულია დრეკადობისა და მდგრადობის თეორიის პრინციპებზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ღერო, საფეხური, კრიტიკული ძალა, განიკვეთი, დეფორმაცია.

უაკ 669.295

**ახალი ტიტანის შენადნობების სინთეზი და მათი გამოყენება სამთო მანქანებსა და კომპლექსებში. ნ. რაჭველიშვილი ზ. საბაშვილი.**

თერმოდინამიკული მოდელირების მეთოდის გამოყენებისა და ინტერმეტალიდური ნაერთების (ტიტანის— ალუმინთან, ვანადიუმთან, ქრომთან და სხვა ელემენტებთან) კრისტალურ სტრუქტურებში მიმდინარე ცვლილებების ანალიზის შედეგად მიღებულია ტიტანის შენადნობები, რომლებიც გამოირჩევა გაზრდილი თბომედეგი და დრეკად-მტკიცე მახასიათებლებით. მათი სიმსუბუქის, სიმტკიცისა და

## რეზიუმე

ცვეთამდედგობის გამო ისინი შესაძლებელია გამოყენებულ და დანერგილ იქნეს ძალოვანი კვანძების სახით სამთო მანქანებსა და მოწყობილობებში, სასარგებლო წიაღისეულის საბადოების მიწისზედა და მიწისქვეშა დამუშავების შემთხვევაში.

**საკვანძო სიტყვები:** ნაერთი, შენადნობი, სიმტკიცე, ტემპერატურა, ფაზა.

## ეკონომიკისა და მარკეტინგის სექცია

შპკ 334.75; 338.5; 339; 553.9

**ნავთობგაზის ინდუსტრიის გლობალური ტენდენციები და განვითარების პერსპექტივები კორონავირუსის პერიოდსა და პირობებში. გ. ლობჯანიძე, ბ. კახაძე, ე. მდინარაძე, გ. ხეცურიანი, გ. ნანიტაშვილი.**

ნაშრომში განხილული და გაანალიზებულია, კორონავირუსის კრიზისის პერიოდსა და პირობებში, ნავთობგაზის ინდუსტრიის გლობალური ტენდენციები და შესწავლილია ახალი კორონავირუსის COVID-19-ის გავლენა ნავთობგაზის ბაზრის ცვლილებებზე, საკვლევი სექტორის მიმდინარე მდგომარეობასა და განვითარების პერსპექტივებზე.

წარმოდგენილია 2020-2021 წლების ნავთობგაზის სექტორში მოქმედი უდიდესი კომპანიები და მათი საქმიანობის ძირითადი მაჩვენებლები, ასევე მსოფლიო ნავთობისა და გაზის მარაგები, მათი მოპოვების, ნავთობპროდუქტებზე მოხმარების, მოთხოვნისა და ფასების დინამიკა პანდემიის და პოსტპანდემიის წლებში, პერსპექტიულ მოკლე, საშუალო და გრძელვადიან საპროგნოზო პერიოდში. შემოთავაზებულია საკვლევი ინდუსტრიის განვითარების ძირითადი მიმართულებები სხვადასხვა კომპეტენტური საერთაშორისო ორგანიზაციის (OPEC+, IEA, BP, WEO, OECD, PwC) კვლევების ანალიზისა და საექსპერტო შეფასების საფუძველზე, მსოფლიო ტენდენციებისა და სტრატეგიების გათვალისწინებით.

**საკვანძო სიტყვები:** კორონავირუსი, კორონავირუსი, COVID-19, გლობალური ტენდენციები, ნავთობი, გაზი, მარაგები, მოპოვება, მოთხოვნა, ბაზარი, ფასები, პროგნოზები.

## გეოლოგიის სექცია

უაკ 622.28

**საქართველოს ტერიტორიაზე ბიტუმების ზედაპირული გამოვლინების მოკლე დახასიათება. ნ. ჯიქია.**

დღეს საქართველოში სათბობ-ენერგეტიკულ რესურსებსა და სამშენებლო მასალებზე მზარდი მოთხოვნა აუცილებელს ხდის აღმოჩენილ იქნეს ნავთობისა და გაზის ახალი ბუდობები, სამშენებლო მასალები, მათ შორის ბიტუმდაგროვებები.

ნაშრომში განხილულია საქართველოს ტერიტორიაზე ბიტუმგამოვლინებები და შესწავლილია მათი შემცველი ნალექები, დათვლილია სავარაუდო მარაგები, მოცემულ ბიტუმებთან ერთად ძვირფასი მიკროელემენტების გამოვლენისა და საკონდიციო მნიშვნელობის დადგენის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიტუმი, ნავთობი, გამოვლინება, დაგროვება, სტრატეგრაფია, სტრუქტურა, ნალექები, მარაგები, ტალახიანი ბორცვი, რესურსი, ჰორიზონტი.

უაკ 622.323

**რიონის მთათაშუა როფის ტექტონიკური აგებულება. მ. სურამელაშვილი.**

სტატიაში განხილულია რიონის მთათაშუა როფის გეოლოგიური აგებულება, ტექტონიკური და-რაიონება და მისი წარმოშობის ისტორია. მოცემულია მეზოკაინოზოური ჭრილის ამგები ძირითადი ქანე-

**რეზიუმე**

ბის ლითოფაციალური დახასიათება

**საკვანძო სიტყვები:** რიონის როფი, ტექტონიკური დარაიონება, ბრაქიანტიკლინური ნაოჭები, დეპრესია.

უაკ 622.323

**ნავთობგაზწარმომქმნელი შესაძლო წყებები რიონის დეპრესიაში. მ. სურამელაშვილი, რ. პატაშვილი.**

სტატია მოიცავს რეგიონში ჩატარებული გეოქიმიური კვლევების მიმოხილვას, ნავთობისა და გაზის დედაქანების გამოსავლენად. განხილულია სხვადასხვა ასაკის დანალექი ქანის ლითოლოგიური და გეოქიმიური დახასიათება და ამ კვლევებზე დაყრდნობით გამოკვეთილია სავარაუდო ნავთობგაზ-მზადი ქანები რიონის დეპრესიაში.

**საკვანძო სიტყვები:** რიონის როფი, გეოქიმიური კვლევები, ნავთობისა და გაზის საბადო, დედაქანები.

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

უაკ 622.244.442

**დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის ეფექტურობის ამაღლება ბრუნვით მართვადი სისტემის გამოყენებით. ნ. მაჭავარიანი, ვ. ხითარიშვილი, ვ. გოდარელიძე, მ. გარუჩავა.**

RSS (Rotary Steerable System) ბრუნვით მართვადი სისტემა დახრილ მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვისას საბურღი იარაღის ბრუნვით ლულის ტრაექტორიის მასტაბილიზაციული საშუალებაა, რომელიც სრულად ავტომატიზებულია და უზრუნველყოფს მაღალი სიზუსტის მიმართულებით ბურღვას. აქვს მაღალი მექანიკური სიჩქარე, საექსპლუატაციოდ მარტივი გამოსაყენებელია და მუშაობის პროცესში ძალიან გამძლე. აღჭურვილია უახლესი ტექნოლოგიის ელექტრონული მოწყობილობით, შეუძლია ლულა დააკალიბროს, სტაბილური გახადოს და გაიყვანოს რთული, მყარად განსაზღვრული ტრაექტორიით, თავიდან აიცილოს მისი დაკლაკნა, გააუმჯობესოს სანგრევის გაწმენდა მონგრეული ქანის ნაწილაკებისაგან. RSS სისტემა საგრძნობლად ზრდის ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს და ამიტომ რეკომენდებულია დაინერგოს ნინოწმინდის ნავთობგაზშემცველ ფართობზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ბრუნვით მართვადი სისტემა, ლულის ტრაექტორია, დაკალიბრება, დაკლაკნა.

უაკ 622.244.442

**ჰორიზონტალური ჭაბურღილების მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ნავთობის მოპოვების გაზრდის მიზნით. ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი, თ. ტურიაშვილი, ნ. მასიურაძე, მ. გარუჩავა.**

ჰორიზონტალური ჭაბურღილების გაყვანისას განვითარებულ ნავთობმოპოვებელ ქვეყნებში ფართოდ დაიწყო თანამედროვე მეთოდების გამოყენება, მათგან განსაკუთრებით ეფექტურია RSS (Rotary Steering Systems) ბრუნვით მართვადი სისტემა და Fishbone (თევზის ჩონჩხი) ნავთობის მოპოვების ასამაღლებელი მოწყობილობა. RSS სისტემა საშუალებას იძლევა დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილები სწრაფად და ზუსტად გაიბურღოს, თავიდან იქნეს აცილებული ლულის დაკლაკნა, გაუმჯობესდეს სანგრევის გაწმენდა მონგრეული ქანის ნაწილაკებისაგან, გაყვანილ იქნეს 10 კმ და მეტი სიგრძის ჰორიზონტალური ჭაბურღილები, მიჰყვას რთულ, მყარად განსაზღვრულ ტრაექტორიას, სადაც

**რეზიუმე**

მცირედმა გადახრამ შეიძლება გამოიწვიოს ნავთობმოპოვების მნიშვნელოვნად შემცირება ან მთლიანად დაკარგვა, რაც ხელახალი ბურღვისათვის უზარმაზარ ხარჯს მოითხოვს. რაც შეეხება Fishbone-ს, ის ჰორიზონტალური ჭაბურღილების მშენებლობის თანამედროვე ტექნოლოგიაა გრძელი მილის სახით, რომელშიც ჩამონტაჟებულია ათეულობით ან ასეულობით პატარა დიამეტრის მქონე წვრილი მილები, რომლებსაც ნემსებს უწოდებენ. კონსტრუქციაში სითხის 2,1 ტ/მ<sup>2</sup> წნევით დაჭირხნით ნემსები გამოდის მოწყობილობიდან და ფენაში იჭრება, რაც ფორმით თევზის ჩონჩხს ჰგავს და საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაზარდოს ფენის ნავთობით გაჯერებული უბნების გადაკვეთა. ამ მოწყობილობის გამოყენებას ნაკლები ხარჯები სჭირდება, ვიდრე სხვა მეთოდებით ფენის გადაკვეთას. Fishbone-ის გამოყენება მნიშვნელოვნად ზრდის ნავთობის მოპოვებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ბრუნვით მართვადი სისტემა, თევზის ჩონჩხი, ტრაექტორია, ნემსები, ნავთობის მოპოვება.

უაკ 622.244.442

**MWD ტელემეტრიული სისტემით ინფორმაციის გადაცემა გამრუდებული ჭაბურღილების ბურღვისას. ნინოწმინდის ნავთობგაშემცველ ფართობზე. ვ. გოდაბრელიძე.**

სტატიაში განხილულია დახრილ-მიმართული და ჰორიზონტალური ბურღვის დროს MWD ტელემეტრიული სისტემის გამოყენების საკითხები. ამჟამად MWD ტელემეტრიული სისტემა გამოიყენება ნინოწმინდის ნავთობგაშემცველ ფართობზე. MWD მოწყობილობა აღჭურვილია სპეციალური სენსორებითა და გადაამწოდებით, აგრეთვე ტელემეტრიული სისტემებით ინფორმაციის გადასაცემად. MWD სისტემის დახმარებით წარმოებს გამრუდების პარამეტრების, ბურღვის რეჟიმის პარამეტრების, ქანების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა. MWD სისტემა მოპოვებულ ინფორმაციას გადასცემს ზედაპირზე არსებულ ინფორმაციის მიღების, გაშიფვრის და დამუშავების სადგურს, საიდანაც დამუშავებული მონაცემები გადაეცემა MWD სისტემის მართვის ბლოკს ბურღვით სამუშაოებზე დაკვირვებისათვის, ლულის ტრაექტორიის საკონტროლოდ და კორექტირებისათვის. ზედაპირზე ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება საბურღი ხსნარის პულსაციის, ელექტრომაგნიტური ტალღების, აკუსტიკური ტალღების, კაბელიანი საბურღი მილის ტელემეტრიული სისტემები. ერთ-ერთის შერჩევისათვის შესწავლილია მათი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, გეოლოგიურ-ტექნიკური პირობების გათვალისწინებით.

ამრიგად, MWD ტელემეტრიული სისტემა საშუალებას იძლევა გამრუდებული ჭაბურღილები გაიბურღოს მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებით.

**საკვანძო სიტყვები:** გამრუდებული ჭაბურღილები, ინფორმაციის გადაცემა, ტელემეტრიული სისტემები, ტრაექტორია, კორექტირება.

უაკ 622.244.442

**რევერსიული ბურღვის ხერხის გამოყენებით ჭაბურღილების გაყვანის ეფექტურობის ამაღლება საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბნებზე. ნ. ხუნდაძე, გ. ხეცურაიანი, მ. გვენეტაძე, ვ. ხითარიშვილი, ნ. მაჭავარიანი.**

ნაშრომში განხილულია მადნეულის პოლიმეტალური საბადო საყდრის-ყაჩაღიანის ოქრო-სპილენძის მოპოვების უბანზე ჭაბურღილების გაყვანისას რევერსიული ბურღვის ტექნოლოგიის გამოყენების ეფექტურობის საკითხები. რევერსიული ბურღვის ხერხი შექცეული გაქრევით ჭაბურღილების გაყვანის პროცესია, სადაც კომპრესორი გამოიმუშავებს და მაღალი წნევით მიაწოდებს ჰაერის ნაკადს, რომელიც გაჯერებულია ზეთით და წყლით. ბურღვითი სამუშაოების ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით ჰაერის

**რეზიუმე**

ნაკადში დამატებულია ასაქაფებელი საშუალება, ჭაბურღილის გაყვანისათვის გამოიყენება დარტყმით-ბრუნვითი ხერხი, ქანში ჭაბურღილის ჩაღრმავების გაზრდის მიზნით კი – თანამედროვე ჩაქურჩის სახეობები. წარმოდგენილია ასევე რევერსიული ტექნოლოგიის ბურღვისას გამოყენებული საბურღი ჩარხების, ჩაქურჩების და სხვა მოწყობილობების ტექნიკური დახასიათება. ამ ხერხმა საგრძნობლად შეამცირა საძიებო სამუშაოებზე დახარჯული დრო სვეტოვანი ბურღვასთან შედარებით და მნიშვნელოვნად გაზარდა ბურღვის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები.

**საკვანძო სიტყვები:** რევერსიული ბურღვა, შექცეული გაქრევა, ჩაქურჩი, დარტყმით-ბრუნვითი ბურღვა.

**ენერგეტიკული სისტემების და კომპლექსების სექცია**

უაკ 662.76

**გაზის დარღის განვითარების ტენდენციები, რეგულაციები და ფინანსური ინსტრუმენტები თანამედროვე ევროპაში. ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა.**

განხილულია ევროპის ქვეყნებში გაზის სექტორის განვითარების თანამედროვე ტენდენციები და ენერგოუსაფრთხოების პრობლემები. მათი მოგვარების მიზნით შემუშავებულია საკანონმდებლო ბაზა, რეგულაციები და ფინანსური ინსტრუმენტები. ნაჩვენებია შესაძლებლობები ევროპის ენერგეტიკული უსაფრთხოების საკითხების მოგვარებაში საქართველოს უფრო აქტიური ჩართულობისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ენერგეტიკა, გაზი, ნავთობი, კონდენსატი, გაზმომარაგება, ევროპა, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, მოპოვება, ექსპორტი, იმპორტი, დივერსიფიკაცია, რეგულაციები, ფონდები, პროგრამები, რეორგანიზაცია.

უაკ 662.76

**ბუნებრივი გაზის და ევროკავშირის ენერგეტიკული სტრატეგია. ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა.**

განხილულია სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ენერგეტიკული თანამეგობრობის ძირითადი მიზნები. მოცემულია გაზის ინფრასტრუქტურის განვითარების ძირითადი მიმართულებები და სტრატეგიული გეგმები.

**საკვანძო სიტყვები:** ენერგეტიკა, გაზი, გაზმომარაგება, ევროპა, კასპიის რეგიონი, ენერგეტიკული უსაფრთხოება, ინფრასტრუქტურა, გაზსადენი-ინტერკონექტორი, ტრანზიტული მილსადენი, მოპოვება, იმპორტი, დივერსიფიკაცია, რეგულაციები, ფონდები, პროგრამები, რეორგანიზაცია.

უაკ 662.76

**ბუნებრივი გაზის დივერსიფიკაციის პრობლემები ევროპის ქვეყნებში. ი. გუჯაბიძე, თ. ბარაბაძე, ლ. გუდავაძე, შ. გუჯაბიძე, ნ. ჭკადუა.**

განხილულია ევროპის ქვეყნებში გათხევადებული და მილსადენის გაზის მიწოდების დივერსიფიკაციის საკითხები. გაანალიზებულია კასპიის რეგიონიდან სამხრეთ კავკასიის დერეფნის რეალიზებული და პერსპექტიული პროექტები, რომლებიც, პირველ რიგში, უზრუნველყოფს რუსეთზე ძალზე დამოკიდებული (50–100%-ით) სამხრეთ-აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნების ენერგეტიკულ უსაფრთხოებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ევროპა, გათხევადებული გაზი, დივერსიფიკაცია, იმპორტი, ინფრასტრუქტურა, სტრატეგია, თხევადი გაზის ტერმინალები, მილსადენები, გაზის ჰაზი, სამხრეთის დერეფანი,



**რეზიუმე**

ენერგეტიკული პოლიტიკა, გაზიფიკაცია, რეგაზიფიკაცია, კონცეფცია, ენერგეტიკული უსაფრთხოება.

**უსაფრთხოების ტექნიკის სექცია**

უაკ 622.8.61(075.771)

**ჯანმრთელობისთვის საშიში ჰაერი. მ. ქიტოშვილი, ფ. ელიზარაშვილი.**

ჰაერის დაბინძურება ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საკითხია, რომლის წინაშე დგას საქართველოს მოსახლეობა ბოლო პერიოდის განმავლობაში. ნაშრომში საუბარია იმ ძირითად მიზეზებზე, რომლებიც გავლენას ახდენს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებაზე. მოყვანილია სქემები, რომლებიც ასახავს რეგიონების, საწარმოებისა და ქალაქების დაბინძურების მაჩვენებლის წილს ქვეყნის მასშტაბით.

**საკვანძო სიტყვები:** მტვრის მყარი ნაწილაკები, ნახშირბადის მონოქსიდი, აზოტის დიოქსიდი, ამიაკი, აზბესტის ბოჭკო, ავტოტრანსპორტი, ენერგეტიკული სექტორი, პნევმონია, ალერგიული დაავადებები.

უაკ 622.8.61(075.771)

**შრომის დაცვა და უსაფრთხოების მდგომარეობა სამუშაო ადგილებზე. ნ. რაზმაძე, მ. ქიტოშვილი.**

შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების მდგომარეობის საკითხები ერთ - ერთი მნიშვნელოვანია იმ პრობლემებს შორის, რომლის წინაშეც დგას ჩვენი მოსახლეობა. ნაშრომში საუბარია, თუ როგორი დიდი მაჩვენებელია უბედური შემთხვევების მსხვერპლთა რაოდენობისა და პროფესიული დაავადებებით გამოწვეული შემთხვევების მხრივ არა მხოლოდ ჩვენთან, არამედ მსოფლიო მასშტაბით. დასკვნის სახით მოცემულია, თუ რა ქმედებები შეიძლება განხორციელდეს, რომ თავიდან იქნეს აცილებული და მინიმუმამდე შემცირდეს უბედური შემთხვევების რაოდენობა.

**საკვანძო სიტყვები:** შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია, საერთაშორისო შრომითი ნორმები, საწარმოო ტრავმა, პროფესიული დაავადებები, უბედური შემთხვევები, კომპენსაციების პროგრამა, პრევენციული საქმიანობა, შრომითი უფლება.

---

---

## SUMMARIES

### SECTION OF GEOCHEMISTRY

UDC 622.323

**Structure and properties of new nickel alloys and their application in mining and other fields of technology. Z. T. Mchedlishvili, N. J. Rachvelishvili.**

Considering and analyzing various nickel compounds with certain elements of Mendeleev's periodic table, changes occurring in the crystalline structures of solid solutions and intermetallic compounds of nickel-aluminum alloys have been described in the paper. Modelling of different alloys crystalline structures obtained by nickel compound has been done and their chemical, heat-resistant, elastic-strength characteristics have been determined. A list of various fields of technology where such metal alloys are widely used is also given.

**Keywords:** structure, crystal, compound, alloy, strength.

UDC 622.323

**Synthesis and application of new titanium alloys in mining machines and complexes. N. J. Rachvelishvili Z. V. Sabashvili.**

Using the thermodynamic modeling method and analyzing the variability in the crystal structures of intermetallic titanium compounds with aluminum, vanadium, tin, chromium and other elements, titanium alloys with improved heat-resistance and elastic-strength characteristics have been obtained; which, due to their lightness, strength and wear resistance, can be introduced as power units and structural elements, in mining machines and equipment during underground and above-ground mining of mineral deposits.

**Keywords:** compound, alloy, strength, temperature, phase.

UDC 622.323

**Metals with shape memory and their physical and mechanical Properties. Z. T. Mchedlishvili N. J. Ratshvelishvili.**

The article contains the list of alloys with shape memory, and their structural formulations. A compound alloy of nickel and titanium-nitinol  $Ni_3Ti$  having the most active memory has been taken as an example. Analysis of changes in the crystal structure of this alloy has been made at different temperatures of material heating and cooling.

**Keywords:** memory, structure, temperature, phase, form.

UDC 622.323

**Studies of stability of stepped rod loaded at ends under axial compressive forces. Z. Mchedlishvili.**

The article discusses calculations for stability of the stepped rod hinged in many machine units and construction structures. The calculation of its stability and the determination of the critical force of stable elastic equilibrium is based on the principles of the theory of elasticity and stability.

**Keywords:** rod, step, critical force, cross section, deformations.

### SECTION OF ECONOMICS AND MARKETING

UDC 334.75; 338.5; 339; 553.9

**Global Trends and development Prospects for the Oil and Gas Industry in the Corona Economy Period and Conditions. G. Lobjanidze., B. Kakhadze, K. Mdinardze, G.Khetsuriani, G. Nanitashvili.**

The paper discusses and analyzes the global trends in the oil and gas industry and examines the impact of the new coronavirus COVID-19 on changes in the oil and gas market, the current state of the research sector and development prospects.

## SUMMARIES

In 2020-2021, during the period and conditions of the pandemic, the largest companies operating in the oil and gas sector and the main indicators of their activities are presented. World oil and gas reserves are studied and analyzed, the dynamics of their extraction, consumption of oil and gas products, demand and prices in the pandemic and post-pandemic years, in the perspective short, medium and long-term prediction period have been given. The main directions of research industry development are proposed on the basis of research analysis and expert evaluations of various competent international organizations (OPEC +, BP, IEA, OECD, PwC), taking into account world trends and strategies.

**Key words:** Coronavirus, corona economy, COVID-19, Global Trends, Oil, Gas, Stocks, Extraction, Demand, Market, Prices, Forecasts/prediction.

## SECTION OF GEOLOGY

UDC 622.28

### **Short characteristics of Bitumen revelation on the territory of Georgia. N. Jikia.**

Today, the growing demand for fuel and energy resources and building materials in Georgia makes it necessary to open new oil and gas wells, invent building materials, including search for accumulations of bitumen.

The article considers the manifestations of bitumen on the territory of Georgia and studies their deposits. Their estimated reserves have been calculated. Methods for identifying valuable microelements and determining conditioning values with bitumen are also discussed.

**Key words:** bitumen, oil, manifestation, accumulation, stratigraphy, structure, sediments, reserve, mud mound, resource, horizon.

UDC 622.323

### **The tectonic structure of the Rioni intermountain plain. M. Suramelashvili.**

This article considers the structure, tectonic zonation and formation history of the Rioni intermountain plain. A description of the main Meso-Cainozoic rocks according to their thicknesses and distribution of facies has also been given.

**Keywords:** Rioni bed, tectonic zonation, brachyanticlinal folds, depression.

UDC 622.323

### **Possible series of Oil-and-Gas formations on the Rioni Depression. M. Suramelashvili, R. Paatashvili.**

This Article includes the review of the geochemical study performed on Kolkheti plateau with the purpose of identification of probable oil and gas forming rocks of the riv. Rioni plain. The article discusses lithology and geochemical structure of the sedimentary rocks of different ages and the results of this study are used to identify the possible oil-bearing rocks of the Rioni depression.

**Keywords:** Rioni plain, geochemical study, oil and gas fields, source-rocks.

---

---

## SUMMARIES

### SECTION OF DRILLING TECHNIQUES AND TECHNOLOGY, AUTOMATIC MANAGEMENT SYSTEMS

UDC 622.244.442

**Increasing efficiency of drilling inclined directional and horizontal wells using a rotary steerable system. N.Machavariani, V. Khitarishvili, V. Godabrelidze, M. Garuchava.**

RSS (Rotary steerable system) is a fully automated tool designed to drill inclined directional and horizontal wells with continuous rotary mode drilling; it provides high precision drilling and increased rate of penetration. The system is easy to use and very durable for drilling operations. It is equipped with the state of the art electronic devices and ensures wellbore stability. The system can steer the wellbore along difficult prescribed trajectories while minimizing the tortuosity and calibrating the borehole. RSS also improves cuttings transportation to the surface and makes it easier to run and cement the casing. RSS system significantly increases the technical and economic indicators of drilling and therefore it is recommended to introduce it in the Ninotsminda oil and gas field.

**Keywords:** rotary steerable system, wellbore trajectory, calibrate, tortuosity.

UDC 622.244.442

**Construction of horizontal wells using modern technologies for increased oil extraction. V. Khitarishvili, N. Machavariani, T. Turiashvili, N. Maisuradze, M. Garuchava.**

Modern methods of drilling horizontal wells have been widely used in developed oil producing countries. Among those methods, RSS (rotary steerable systems) and the fishbones drilling device are exceptionally effective. RSS system ensures precision drilling of inclined directional and horizontal wells at high rate of penetration, improves cuttings transportation to the surface while minimizing the wellbore tortuosity. The system can be used for drilling horizontal 10 km and longer wells, it can steer the wellbore along difficult prescribed trajectories where a small deviation can lead to a significant reduction or complete loss of oil production, causing huge costs for re-drilling. As for fishbones drilling, it introduces modern technology for the construction of horizontal wells in the form of a long tube with dozens or hundreds of small diameter tubes called needles. Injecting the fluid into the system at a pressure of 2,1 T/M2 will release the needles from the device and drill holes into the formation and hence increase the contact with oil saturated layers. The fishbones system requires less expenses than other systems used for improving the contact with oil bearing layers. Fishbone drilling significantly increases oil production.

**Keywords:** rotary steerable system, fishbones, trajectory, needles, oil production.

UDC 622.244.442

**Data transmission by MWD telemetry system while drilling the directional wells in Ninotsminda oil and gas field. V. Godabrelidze.**

The article reviews various issues related to the usage of MWD telemetry systems for horizontal and inclined directional drilling. Currently, the MWD telemetry system is being used in Ninotsminda oil and gas field. MWD device is equipped with special sensors and transmitters as well as with telemetry systems for data transmission. MWD systems are used to determine the curvature parameters, drilling mode parameters and physical and mechanical characteristics of the formation. MWD system transmits all the acquired information to the data receiving, deciphering and processing station, from where the processed data is transferred to the MWD system control unit for drilling operations monitoring, controlling and adjusting the wellbore trajectory. Drilling fluid pulse, electromagnetic waves, acoustic waves and wired drill pipes telemetry systems are used to transfer the data to the surface. In order to select the most optimal system, their positive and negative characteristics have been studied taking into account the geological and technical conditions.

## SUMMARIES

Thus, MWD telemetry system allows to drill directional wells with high technical and economical performance.

**Keywords:** curved wells, data transmission, telemetry systems, trajectory, adjusting.

UDC 622.244.442

**Increasing efficiency Sakdrisi-Kachagiani gold and copper mining area applying reverse drilling methods. N. khundadze, G. khetsuriani, M. Gvenetadze, V. Khitarishvili, N. Machavariani.**

The efficiency issues using of reverse drilling technology when drilling boreholes on Sakdrisi-Kachagiani gold and copper mining area have been described in the paper. Reverse drilling method is the process with reversed blowing for well drilling, where the compressor generates and feeds high pressure air flow – saturated with oil and water. To increase drilling process foaming agent is also added to the flow. Hitting revolution method is also used for boreholes drilling. For increasing deep boring modern kinds of hammers are applied. Technical features of drilling rigs, hammers and other equipment used during drilling has been described in the paper. Utilization of this method reduced drilling selection time and considerably increased technical-economic indices of drilling.

**Key words:** reverse drilling, reversed blowing, hammer, hitting revolution drilling.

## SECTION OF POWER ENGINEERING SYSTEMS AND COMPLEXES

UDC 662.76

**Trends, regulations and financial instruments for the development of gas industry in modern Europe. I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua.**

Modern trends and energy security problems for the development of gas sector in European Countries has been discussed in the paper. For settling the problem a legitimate basis, regulations and financial instruments have been worked out. Possible ways for more active involvement of Georgia in settling power engineering security problems in Europe have been presented.

**Key words:** power engineering, gas, oil, condensate, gas supplying, Europe, security, extraction, export, import, diversification, regulations, funds, programs, reorganization.

UDC 662.76

**Natural gas and power engineering strategy of EU. I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua.**

Main targets of South-East European power engineering community have been discussed in the paper. Major trends and strategic plans have been proposed for the development of gas infrastructure.

**Key words:** power engineering, gas, gas supplying, Europe, Caspian region, power engineering security, infrastructure, pipeline interconnector, transit pipeline, extraction, import diversification, regulation, funds, programs, reorganization.

UDC 662.76

**Problem of natural gas diversification in European countries. I. Gudjabidze, T. Barabadze, L. Gudavadze, Sh. Gudjabidze, N. Chkadua.**

Diversification problems of feeding liquefied and pipeline gas have been given in the paper. Realized and respective projects from Caspian region to South Caucasus corridor have been analyzed. The projects provide power-engineering security for the South-East European countries mostly dependent on Russia (50-60%).

## SUMMARIES

**Key words:** Europe, liquefied gas, diversification, import, infrastructure, strategy, liquefied gas terminal, pipeline, gas hub, South corridor, power engineering policy, gasification, concept, power engineering security.

### SECTION OF SECURITY TECHNICS

UDC 622.8.61(075.771)

**Dangerous air for health. M. Kitoshvili, P. Elizarashvili.**

Air pollution is one of the most important and dangerous ecological problems facing the population of Georgia lately. The paper deals with the main reasons influencing the atmospheric air pollution; the charts present the pollution rate of air caused by enterprises, vehicles and energy sector in our country.

**Key words:** particulate dust, carbon monoxide, nitrogen dioxide, ammonia, asbestos fiber, vehicles, energy sector, pneumonia, allergic diseases.

UDC 622.8.61(075.771)

**Labour protection and security state in the Workplace. N. Razmadze, M. Kitoshvili.**

Labour protection and security state issues are one of the most important issues facing our population. The paper discusses the large number of accidents and occupational diseases not only in our country but worldwide. A list of what actions can be taken to avoid, reduce and minimize the number of accidents has been presented for the conclusion.

**Key words:** International Labor Organization, International Labor Standards, Work Injuries, Occupational Diseases, Accidents, Compensation Program, Preventive Measures, Labor Law.

---

---

РЕФЕРАТЫ

СЕКЦИЯ ГЕОХИМИИ

УДК 622.323

**Металлы с памятью формы и их физико-механические свойства. З. Т. Мchedlishvili, Н. Дж. Рачвелишвили.**

Используя метод термодинамического моделирования и анализируя изменчивости, происходящие в кристаллических структурах интерметаллических соединений никеля с титаном ( $Ni_3Ti$  - нитинол), латуни с алюминием и других сплавов с памятью формы при изменениях температуры, устанавливаются их упруго-прочностные характеристики.

**Ключевые слова:** память, структура, температура, фаза, форма.

УДК 622.323

**Структура и свойства новых никелевых сплавов и их применение в горнопромышленной и других областях техники. З. Т. Мchedlishvili, Н. Дж. Рачвелишвили.**

Рассматривая и анализируя различные соединения никеля с определенными элементами периодической таблицы Менделеева, описываются изменчивости, происходящие в кристаллических структурах твердых растворов и интерметаллических соединениях, на примерах соединений никеля с алюминием, медью или с другими элементами. Моделируются их кристаллические структуры и устанавливаются химические, жаростойкостные, упруго-прочностные характеристики разных сплавов, полученных на основе этих никелевых соединений. Также приводится перечень разных областей техники, где находят широкие применения такие металлические сплавы.

**Ключевые слова:** кристалл, прочность, структура, соединение, сплав.

УДК 622.83

**Исследования устойчивости ступенчатого стержня, нагруженного по концам осевыми сжимающими усилиями. З. Т. Мchedlishvili.**

Во многих машинных агрегатах и строительных конструкциях применяется ступенчатый стержень, закрепленный по концам шарнирно. Расчет его устойчивости и определение критической силы устойчивого упругого равновесия основан на принципах теории упругости и устойчивости.

**Ключевые слова:** деформация, критическая сила, поперечное сечение, стержень, ступенька.

УДК 669.295

**Синтез и применение новых титановых сплавов в горных машинах и комплексах. Н. Дж. Рачвелишвили, З. В. Сабашвили.**

Используя метод термодинамического моделирования и анализируя изменчивости, происходящие в кристаллических структурах интерметаллических соединений титана с алюминием, ванадием, оловом, хромом и с другими элементами, получены титановые сплавы с повышенными термостойкими и упруго-прочностными характеристиками. В силу своей легкости, прочности и износостойкости эти сплавы можно внедрять в качестве силовых узлов и конструктивных элементов в горных машинах и оборудовании при подземных и надземных разработках месторождения полезных ископаемых.

**Ключевые слова:** прочность, соединение, сплав, температура, фаза.

## РЕФЕРАТЫ

### СЕКЦИЯ ЭКОНОМИКИ И МАРКЕТИНГА

УДК 334.75; 338.5; 339; 553.9

**Глобальные тенденции и перспективы развития нефтегазовой индустрии в период и в условиях коронаэкономимики. Лобджანიძე Г. З., Кахадзе Б. Г., Мдинарадზე. К. Л., Хეცურიანი Г. Д., ნანითაშვილი Г.**

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) изменила рынок нефти и газа, повлияла на мировые тенденции в нефтегазовой отрасли, а также на текущее состояние и перспективы развития исследовательского сектора.

В 2020-2021 годах, в период и в условиях пандемии, представлены крупнейшие компании нефтегазового сектора и основные показатели их деятельности. Изучаются и анализируются мировые запасы нефти и газа, динамика их добычи, потребления нефтепродуктов, спрос цен в ходе пандемии и после нее, в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном прогнозном периоде. Основные направления развития исследовательской индустрии предлагаются на основе анализа исследований и экспертных оценок различных авторитетных международных организаций (ОПЕС+, ВР, IEA, OECD, PwC) с учетом мировых тенденций и стратегий.

**Ключевые слова:** газ, глобальные тенденции, добыча, запасы, коронавирус, коронаэкономика, нефть, прогнозы, рынок, спрос, цены, COVID-19.

### СЕКЦИЯ ГЕОЛОГИИ

УДК 622.28

**Краткая характеристика поверхностных проявлений битумов на территории Грузии. Н. Джикია**

Растущий спрос на топливно-энергетические ресурсы и строительные материалы в Грузии вызывает необходимость открытия новых нефтяных и газовых скважин, строительных материалов, в том числе, скоплений битума.

В статье рассматриваются проявления битумов на территории Грузии и исследуются их отложения. Подсчитаны их оценочные запасы. Также обсуждаются способы выявления ценных питательных микроэлементов и определения значений кондиционирования вместе с битумом.

**Ключевые слова:** битум, горизонт, грязевой холм, запас, нефть, накопление, осадки, проявление, ресурс, стратиграфия, структура.

УДК 622.323

**Тектоническое строение Рионской межгорной впадины. М. Сурамелашვილი.**

Рассмотрено геологическое строение, тектоническое районирование и история происхождения межгорной впадины. Дана литолого-фациальная характеристика основных отложений, слагающих мезо-кайнозойский разрез.

**Ключевые слова:** брахиантиклинальные складки, геотектоническое районирование, депрессия, Рионская впадина.



## РЕФЕРАТЫ

УДК 622.323

**Возможный ряд нефте- и газообразования в Рионской депрессии. М. Сурамелашвили, Р. Пааташвили.**

Представленная статья охватывает обзор геохимических исследований, проведенных в регионе, с целью выявления нефтегазоматеринских отложений. Рассмотрены литологические и геохимические характеристики осадочных отложений различного возраста, и на их основе выделены возможно нефтегазоматеринские отложения.

**Ключевые слова:** геохимические исследования, месторождение нефти и газа, нефтегазоматеринские отложения, Рионская впадина.

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

УДК 622.244.442

**Повышение эффективности наклонно-направленного и горизонтального бурения с помощью роторно-управляемой системы. Н. А. Мачавариани, В. Э. Хитаришвили, В. Т. Годабриелидзе, М. Гаручава.**

RSS (Rotary Steerable System) роторно-управляемая система рулевого управления для бурения наклонных и горизонтальных скважин с помощью роторного бурового пистолета представляет собой полностью автоматизированный и надежный инструмент для установки на ствол, который разделяется на высокоточные направления бурения. Система имеет высокую механическую скорость, проста в использовании и очень вынослива в рабочем процессе. Она оснащена современной электроникой, может зажимать, стабилизировать и тянуть со сложной, четко определенной траекторией, чтобы предотвратить обрушение, улучшить очистку сноса от частиц беспородной породы. Система RSS значительно повышает технико-экономические показатели бурения и поэтому рекомендуется внедрить на нефтегазоносной площади Ниноцминди.

**Ключевые слова:** роторно-управляемая система, извилистость, калибрование, траектория ствола.

УДК 622.244.442

**Строительство горизонтальных скважин с применением современных технологий для увеличения добычи нефти. В. Э. Хитаришвили, Н. А. Мачавариани, Т. Н. Туриашвили, Н.Н. Маисурадзе, М. Гаручава.**

При проводке горизонтальных скважин развитых нефтедобывающих в странах широко начали применять современные методы. Из них особенно эффективна RSS (Rotary Steerable System), роторно-управляемая система, и fishbone (рыбья кость), повышающая устройства добычи нефти. RSS система даёт возможность точно и быстро пробурить наклонно-направленные и горизонтальные скважины, избежать извилистость ствола, улучшить очистку от обломков частиц дробленой породы, пробурить горизонтальные скважины длиной 10 км и более, следуя по сложной, четко определенной траектории, где небольшое отклонение могло привести к значительному сокращению или полной потере добычи нефти, что привело к огромным затратам на повторное бурение.

## РЕФЕРАТЫ

Что касается Fishbone, то это современная технология строительства горизонтальных колодцев в виде длинной трубы с десятками или сотнями трубок малого диаметра, называемых иглами. При давлении жидкости в конструкции 2,1 т / м<sup>2</sup> иглы выходят из устройства и врываются в пласт, имеющий форму скелета рыбы и позволяющий значительно увеличить поперечное сечение нефтенасыщенного пласта. Использование этих устройств обходится дешевле, чем пересечение уровня с другими устройствами. Использование Fishbone значительно увеличивает добычу нефти.

**Ключевые слова:** роторно-управляемая система, добыча нефти, иглы, рыбий скелет, траектория.

УДК 622.244.442

**Повышение эффективности проводки скважин с применением способа реверсивного бурения. Н. Ш. Хундадзе, Г. Д. Хецуриани, М. Гвенетадзе, В. Э. Хитаришвили, Н. А. Мачавариани.**

В работе рассматриваются вопросы эффективности применения технологии реверсивного бурения на Сакдриси-Карчагианском участке добычи золото-меда Маднеульском полиметаллическом месторождении. Способ реверсивного бурения представляет процесс проводки скважин обратной продувкой, где компрессор вырабатывает и подаёт высоким давлением поток воздуха, который насыщен маслом и водой. С целью повышения эффективности буровых в поток воздуха добавлены также пенообразующие средства, а для проводки скважин применяется ударно-вращательный способ. В породе с целью увеличения углубления скважин применяются современные виды молотка. В работе представлены технические характеристики буровых станков, молотков и других оборудований, которые применяются при бурении реверсивной технологии. С использованием этого способа значительно уменьшилось затраченное время на проведения разведочных работ по сравнению с колонковым бурением и значительно увеличились технико-экономические показатели бурения.

**Ключевые слова:** молоток, обратная продувка, реверсивное бурение, ударно-вращательное бурение.

УДК 622.244.442

**Передача информации по телеметрическим системами MWD при бурении искривлённых скважин на нефтегазоносной площади Ниоцминди. В. Т. Годабрелидзе.**

Телеметрические системы часто применяются при бурении скважин. MWD оборудование оснащено специальными сенсорами и датчиками, а также телеметрическими системами для передачи информации. С помощью MWD системы производят определения параметров искривления и режима бурения, а также физико-механических характеристик горных пород. MWD система передаёт добытую информацию на станцию приёма, расшифровки и разработки информации, находящуюся на поверхности, откуда разработанная информация передаётся блоку управления системы MWD для наблюдения буровых работ, контроля и корректировки траектории ствола. Для передачи информации на поверхность применяются телеметрические системы пульсации бурового раствора, электромагнитных и акустических волн, и кабельных бурильных труб. С целью выбора одного из вышеописанных, изучены их положительные и отрицательные свойства с учетом геолого-технических условий.

Таким образом, телеметрическая система MWD даёт возможность пробурить скважины, оснащая инженеров высокими технико-экономическими показателями.

**Ключевые слова:** искривлённые скважины, корректировка, передача информации, телеметрические системы, траектория.

## РЕФЕРАТЫ

### СЕКЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

УДК 662.76

**Тенденции развития газового сектора, правила и финансовые инструменты в современной Европе. И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.**

Существует множество современных тенденций развития газовой отрасли европейских стран. Законодательная база, положения и финансовые инструменты были разработаны для решения проблем энергетической безопасности в Европе. Помимо этого, были продемонстрированы возможности для более активного участия Грузии в решении данной проблемы.

**Ключевые слова:** безопасность, газ, газоснабжение, диверсификация, добыча, Европа, импорт, конденсат, нефть, программы, регулирование, реорганизация, фонды, энергия, энергетическая безопасность, экспорт.

УДК 662.76

**Природный газ и энергетическая стратегия Евросоюза. И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.**

Обсуждаются основные цели энергетического сообщества Юго-Восточной Европы. Приведены основные направления стратегического развития газовой инфраструктуры и стратегические планы.

**Ключевые слова:** газ, газоснабжение, газопровод-соединитель, диверсификация, добыча, Европа, импорт, инфраструктура, Каспийский регион, программы, регулирование, реорганизация, транзитный трубопровод, фонды, энергия, энергетическая безопасность.

УДК 662.76

**Проблемы диверсификации природного газа в странах Европы. И. Гуджабидзе, Т. Барабадзе, Л. Гудавадзе, Ш. Гуджабидзе, Н. Чкадуа.**

Обсуждаются вопросы диверсификации поставок сжиженного и трубопроводного газа в страны Европы. Проанализированы реальные и перспективные проекты от Каспийского региона до региона Южного Кавказа, которые, в первую очередь, обеспечивают энергетическую безопасность стран Юго-Восточной Европы, которые сильно зависят от России (50-100%).

**Ключевые слова:** газификация, газовый хаб, диверсификация, Европа, импорт, инфраструктура, концепция, регазификация, сжиженный газ, стратегия, терминалы сжиженного газа, трубопроводы, энергетическая политика, энергетическая безопасность, южный коридор.

### СЕКЦИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 622.8.61(075.771)

**Опасный воздух для здоровья. М. Китошвили, П. Елизарашвили**

Загрязнение воздуха – одна из самых серьезных проблем, с которыми сталкивается население

## РЕФЕРАТЫ

Грузии в последнее время. В работе рассматриваются основные причины, влияющие на загрязнение атмосферного воздуха. Приведены схемы, показывающие долю загрязнения регионов, предприятий и городов по всей стране.

**Ключевые слова:** асбестовое волокно, аллергические заболевания, аммиак, двуокись азота, окись углерода, пневмония, твердые частицы пыли, транспортные средства, энергетический сектор.

УДК 622.8.61(075.771)

**Состояние охраны труда и безопасности на рабочих местах. Н. Размадзе, М. Китошвили.**

Вопросы о состоянии охраны труда и безопасности – одна из самых важных проблем, стоящих перед нашим населением. Показатель по количеству пострадавших от несчастных случаев и случаев профессиональных заболеваний очень высок не только в нашей стране, но и во всем мире. В качестве заключения, мы обсуждаем какие действия можно предпринять, чтобы свести количество несчастных случаев к минимуму или вовсе предотвратить их.

**Ключевые слова:** международная организация труда, международные трудовые стандарты, несчастные случаи, производственные травмы, профессиональные заболевания, программа компенсации, профилактические мероприятия, трудовое право.

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**განზომილება  
სიგრძე**

	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	////

**სიმკვრივე**

(ფ.ს.-ფარდობითი სიმკვრივე - shtcific gravity)

	ფუნტი/გალონი PPG	ფუნტი/ფუტი³	APJ	კმ/ლ.მ/სმ³.ფ.ს.	კგ/მ³
ფუნტი/გალონი PPG	///////	7.4805	5.814	0.1198	119.83
ფუნტი/ფუტი³	0.134	///////	0.775	0.01602	16.081
APJ	0.172	1.29	///////	0.0206	20.6
კმ/ლ.მ/სმ³.ფ.ს.	8.345	62.43	48.54	///////	1000
კგ/მ³	8.345 E-3	0.624	0.04854	1 E-3	///////

**საქართველოს მინერალური რესურსები**

**თხევადი მოცულობა**

	უხეცია	პინტა	კვარტა	გალონი	ბარელი	ლიტრი	მ <sup>3</sup>	მ <sup>3</sup>
უხეცია	////	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, ფუტები)

	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)\*5/9;

(<sup>0</sup>F) ფარენგეიტით = (<sup>0</sup>C)\*9/5+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 . . . . .	$F$	$96484,56 \text{კ} \cdot \text{მოლი}^{-1}$
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) . . . . .	$g_0$	$980665 \text{მ} / \text{წმ}^2$
ელექტრონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_e c^2$	$0,511034 \text{მეე}$
პროტონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_p c^2$	$938,279 \text{მეე}$
ნეიტრონის უძრაობის ენერგია . . . . .	$m_n c^2$	$939,573 \text{მეე}$
წყალბადის ატომის მასა . . . . .	$^1H$	$1,0782503 \text{მ.ა.ე.}$
ნეიტრონის ატომის მასა . . . . .	$^2H$	$2,014101179 \text{მ.ა.ე.}$
ჰელიუმის ატომის მასა . . . . .	$^4H$	$4,00260326 \text{მ.ა.ე.}$
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 შეხაზობისი
	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 = 2,54X 10 <sup>-5</sup> მ
ფართობი	კვადრატული ფუტი კვადრატული დუიმი	ft <sup>2</sup> in <sup>2</sup>	კვადრატული მეტრი	მ <sup>2</sup>	1 ft <sup>2</sup> = 9,2903X 10 <sup>-2</sup> მ <sup>2</sup> 1 in <sup>2</sup> = 6,4516X 10 <sup>-4</sup> მ <sup>2</sup>
მოცულობა	კუბური ფუტი ბარელი გალიონი	ft <sup>3</sup> bbl gal	კუბური მეტრი	მ <sup>3</sup>	1 ft <sup>3</sup> = 2,8317X 10 <sup>-2</sup> მ <sup>3</sup> bbl = 0,1590 მ <sup>3</sup> 1 gal = 3,7854X 10 <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	lb/(in <sup>2</sup> · ft)		პა/მ	1 lb/(in <sup>2</sup> · ft) = 2,262X 10 <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>