

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

გაზის ამოფრქვევები ზღვებსა და ოკეანეებში

- შოთა მესტირიშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
- ირინა დენისოვა** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: i.denisova@gtu.ge
- ალექსანდრე ბაბუნაშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

რეცენზენტები:

ო. გიორგობიანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

მ. კოდუა, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: m.kodua@gtu.ge

ანოტაცია. მსოფლიოში ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ინტენსიურად მიმდინარეობს ზღვებსა და ოკეანეებში არსებული გაზისა და ნავთობის საბადოების კვლევა. 1993-1994 წლებში უკრაინის სამეცნიერო-კვლევითი გემის, „პროფესორ ვოდია-ნიცკის“ ექსპედიციის ფარგლებში საქართველოს შავი ზღვის შელფში შეისწავლეს ზღვის ფსკერიდან გაზშემოდინების წერტილები და განახორციელეს

ექსპედიციის დროს მიღებული შედეგების ეკოლოგიური კუთხით კვლევა. ანალიზმა გამოავლინა ის საშიშროებები, რომლებიც შეიძლება გამოიწვიოს რეგიონში აღმოჩენილმა გაზის ამოფრქვევამ. მოცემულია და გაანალიზებული: აჭარის სანაპირო შელფის რუკა მასზე დატანილი გაზგამოვლინების წერტილებით; მსგავსი გაზშემოდინების ადგილები შავი ზღვის ყირიმის სანაპიროზე; კასპის ზღვაში გაზის ამოფრქვევის შედეგები; გაზის ამოფრქვევის შემთხვევაში

ზღვის სიღრმეში არსებული გოგირდწყალბადის ფენის ზღვის ზედა ფენებში ამოტანის შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური ცვლილებების ხასიათი.

საკვანძო სიტყვები: გაზშემოდინების წერტილები; გოგირდწყალბადის ფენა; ეკოლოგიური ცვლილებები; რღვევის ხაზები.

შესავალი

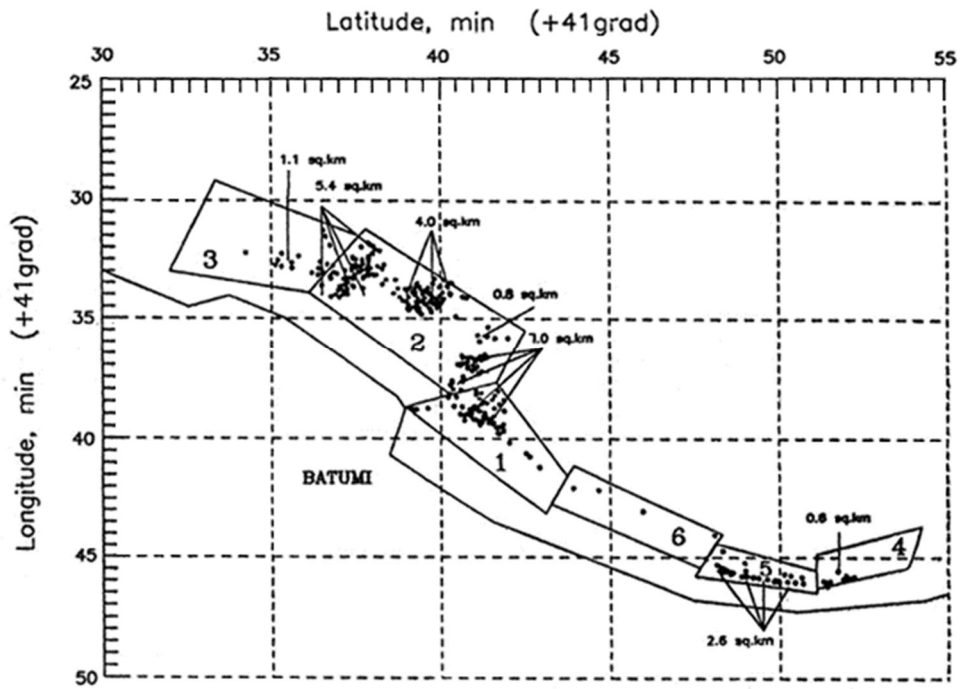
შავი ზღვის ფლოტის ჰიდროგრაფიული სამმართველოს 1927 წლის მონაცემებში აღწერილია ყირიმის სანაპიროზე მიწისძვრის დროს მომხდარი გაზის ამოფრქვევა, რომლის სიგრძე 1 მილი იყო და ალის სიმაღლე 500 მეტრს შეადგენდა. მიწისძვრა 11-ჯერ გამეორდა და გაზის ამოფრქვევა ყველა შემთხვევაში თითქმის ერთნაირი სიმძლავრისა და მსგავსი ხასიათის იყო. 1989 წლამდე აღნიშნულ შემთხვევას მიაწერდნენ ზღვის ქვედა ფენებში გახსნილი გოგირდწყალბადის გამოყოფას, მაგრამ უკრაინელი მეცნიერების 1989 წლის გამოკვლევებმა [1] აჩვენა, რომ ადგილი ჰქონდა ბუნებრივი გაზის ამოფრქვევას.

ნავთობისა და გაზის საბადოების არსებობას გეოლოგები უკავშირებენ როგორც კონტინენტურ,

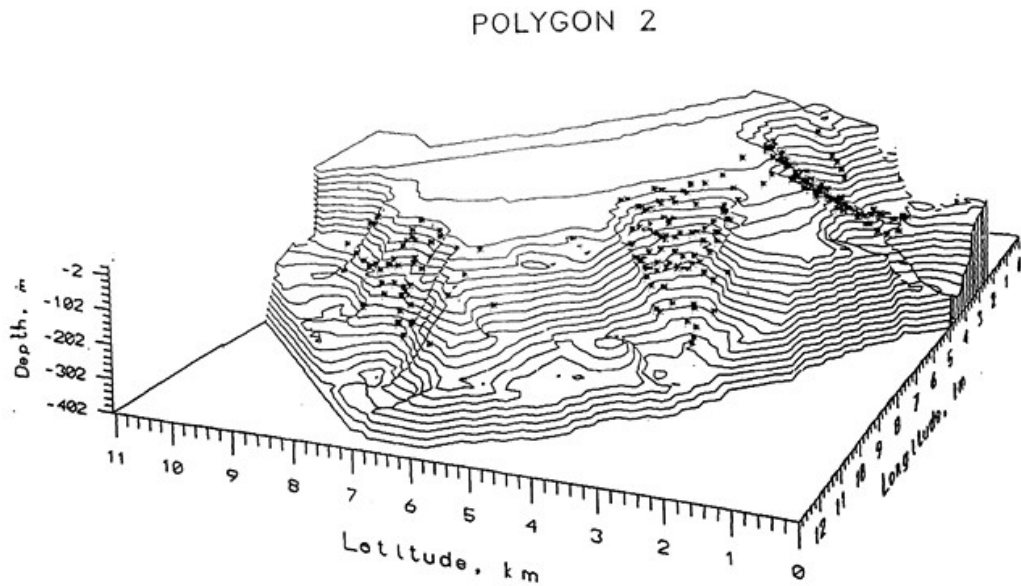
ისე ადგილობრივი რღვევის ხაზებს, რადგან საბადოების 75% რღვევის ხაზებთან არის განლაგებული [2]. ტექტონიკური ძვრების შედეგად რღვევის ხაზებზე წარმოიქმნება ნაპრალები, საიდანაც გაზი ხშირად ამოდის.

1993-1994 წწ-ში უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის სამხრეთი ზღვების ინსტიტუტის საკვლევო გემით, უკრაინელ კოლეგებთან ერთად, ქართველმა მეცნიერებმა – გ. ტყემელაშვილმა, შ. მესტვირიშვილმა და სხვებმა ჩაატარეს საქართველოს ტერიტორიული წყლების გამოკვლევა – ფოთიდან თურქეთის საზღვრამდე. გამოკვლევებისას აღმოჩნდა უამრავი გაზშემოდინების წერტილი (სურ. 1, 2), რომლებიც ყირიმთან აღმოჩენილი გაზშემოდინების ანალოგიურია [3]. კვლევამ აჩვენა, რომ გაზის გამოვლინების ადგილების განლაგება წრფივი ხასიათისაა, რაც ადგილობრივი რღვევის ხაზებს უკავშირდება.

ამავე პერიოდში, 1994 წელს, შავ ზღვაში, ყირიმის სანაპიროსთან, კონტინენტურ ფერდობზე, საკვლევო გემი „გელენჯიკის“ ექსპედიციამ, ღრმა წყლოვანი გვერდითი მიმოხილვის მქონე ბუქსირებადი ლოკატორის მეშვეობით, აღმოაჩინა პარალელური ტექტონიკური ბზარებიდან ამომავალი დიდი მოცულობის გაზის ნაკადები [4].



სურ. 1. აჭარის სანაპირო ზედაპირულ გაზგამოვლინების წერტილები



სურ. 2. პოლიგონზე N2 გაზგამოვლინების წერტილები

გაზის ამოფრქვევას ხშირად აქვს ადგილი კასპიის ზღვის აკვატორიაშიც [5], სადაც დაფიქსირებულია 200-მდე ტალახის ვულკანი. თითოეულის ამოქმედებისას ატმოსფეროში მყის ამოიფრქვევა საშუალოდ 300–500 მლნ. მ³ გაზი. მაგალითად, გ. ტამრაზიანი აღწერს 1958 წლის 15 ნოემბერს აპშერონის ნახევარკუნძულის მაკაროვის თავთხელზე 300 მლნ. მ³ გაზის ამოფრქვევას. გაზი იწვოდა, ალის დიამეტრი 120 მეტრს შეადგენდა, ხოლო სიმაღლე 500 მეტრს აღწევდა. ამავე რაიონში დაფიქსირებული გაზის ამოფრქვევიდან ყველაზე მასშტაბური იყო 1947 წ. ტორაგის (495 მლნ. მ³ გაზი) და 1965 წ. ოტმანბოზდაგის (450 მლნ. მ³ გაზი) ვულკანებიდან გაზის ამოფრქვევა. აპშერონის ნახევარკუნძულზე დღესაც ხშირია მოქმედი ტალახის ვულკანებიდან მასშტაბური გაზის ამოფრქვევა. აღნიშნულ მოვლენებს ვ. გორინი და ა. ბუნიათ-ზადე უკავშირებენ ტექტონიკურ ძვრებს, რომელიც შეიძლება მოხდეს ნებისმიერ დროს ნებისმიერ რეგიონში.

ძირითადი ნაწილი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გაზი შეიძლება ამოიტყორცნოს ზღვებსა და ოკეანეებში რღვევის ხაზებისა და ტალახის ვულკანების გააქტიურებით, რაც ძირითადად სეისმური ძალების მოქმედებით ხდება.

გაზი, რომელიც გამოიტყორცნება ზღვის ფსკერიდან, ძირითადად ბუმტებად ნაწვერდება და წყლის მასაში ირევა. ვინაიდან ბუმტებისა და წყლის ნარევის სიმკვრივე ნაკლებია მის გარშემო წყლის სიმკვრივეზე, ის წყალთან ერთად იწყებს ვერტიკალურად მოძრაობას ამომგდები ძალის მოქმედებით. წყლისა და გაზის ნარევის საერთო სიმკვრივე (ρ_b) გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\rho_b = n\rho_f + (1 - n)\rho_g, \quad (1)$$

სადაც n არის მოცულობის წილი წყლის ნარევიში; ρ_f და ρ_g – შესაბამისად, წყლისა და გაზის სიმკვრივე.

გაზისა და წყლის ნარევი მიემართება ვერტიკალურად ზემოთ (ერლიფტის ეფექტი), მისი სიჩქარე თანდათან იზრდება ზღვის დონის მიღწევამდე, შემდეგ ხდება მათი სეპარაცია. სეპარაციის შემდეგ გაზის სავარაუდო მოქმედების შედეგი მოცემულია შ. მესტვირიშვილის ნაშრომში [6].

აღნიშნულმა ნაკადმა შეიძლება წარმოქმნას ბრტყელი ან რგოლური ჭავლი. ბრტყელი ჭავლი წარმოიქმნება მაშინ, თუ გაზი რღვევის ხაზის გახსნისას გრძივი ნაპრალიდან ამოიფრქვევა, ხოლო რგოლური – ტალახის ვულკანის გაქტიურებით გამოწვეული ამოფრქვევისას. გამოკვლევაში ძირითადად განვიხილავთ გაზის ხაზოვან ამოფრქვევას, რომელიც წარმოქმნის ბრტყელ ჭავლს. ბრტყელი ჭავლის სიგრძე შეიძლება კილომეტრსაც აღემატებოდეს (მაგ., ყირიმის სანაპიროსთან 1927 წლის გაზის ამოფრქვევისას), გავრცელების მანძილი კი ამოფრქვევის წერტილიდან ზღვის დონემდე მანძილის ტოლი იყოს (თუ გაზი არ იხსნება წყალში სრულად). გაზისა და წყლის ნარევიც მოქმედი წნევათა სხვაობა გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\Delta P = (\rho_f - \rho_b)Hg, \quad (2)$$

სადაც ΔP არის წნევათა სხვაობა; H – გაზისა და წყლის ნარევის სვეტის სიმაღლე; g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გაზის ხაზოვანი ამოფრქვევის დროს წარმოიქმნება ბრტყელი ჭავლი, რომელიც, კლასიკური თავისუფალი ჭავლის მსგავსად, მხოლოდ გვერდების მიმართულებით ფართოვდება, სიგრძის მიმართულებით გაფართოება კი უმნიშვნე-

ლოა. კლასიკური თავისუფალი ჭავლის გვერდების მიმართულებით გაფართოება ჭავლის გადაადგილების მიმართულების პროპორციულია [7]:

$$\frac{b}{h} = const,$$

სადაც b არის ჭავლის ნახევარსიგანე; h – მანძილი ჭავლის დასაწყისიდან (პოლუსიდან) მოცემულ წერტილამდე.

აღნიშნულ პირობას მკაცრად არ ეთანადება განხილული შემთხვევა, რადგან ჭავლის გაფართოების მიზეზი, ჩვენ შემთხვევაში, გარშემო სითხის წატაცების გარდა, ბუშტების გაფართოებაცაა, რომლებიც ჭავლის აღმავალი დინების დროს ფართოვდება ჰიდროსტატიკური წნევის შემცირების შედეგად. ბუშტების გაფართოება, გარდა ჭავლის საზღვარის გაზრდისა, ამცირებს წყლისა და გაზის ნარევის სიმკვრივეს, რაც, თავის მხრივ, ზრდის ნაკადში ამწევ ძალასა და ნაკადის სიჩქარეს. გაზის ბუშტების ზრდა შეიძლება ბოილ-მარიოტის ფორმულით გამოითვალოს, რადგან პროცესი იზოთერმულთან მიახლოებულია:

$$KP_{0s}V_0 = P_{hs}V_h, \quad (3)$$

სადაც P_{0s} არის გაზის აბსოლუტური წნევა ზღვის ფსკერზე; V_0 – გაზის მოცულობა ფსკერზე; P_{hs} – აბსოლუტური წნევა ზღვის h სიმაღლეზე; V_h – გაზის მოცულობა ფსკერიდან h სიმაღლეზე; K – გაზის კუმშვის კოეფიციენტი.

ფორმულაში (3) წნევა შეიძლება გამოვსახოთ წყლის სვეტის მეშვეობით:

$$10V_h\rho g = (10 + h)KV_0\rho g$$

ან

$$V_h = \frac{(10+h)KV_0}{10V_h}. \quad (4)$$

როგორც ფორმულიდან ჩანს, გაზის მოცულობა წრფივი კანონით იზრდება, ამიტომ მან დიდი

ცვლილება არ უნდა გამოიწვიოს ჭავლის გაფართოებისას. მაგრამ, ამ დროს ჭავლის გაფართოების მიმართულებით წარმოიშობა ძალა, რომელიც შემოგარენ ჰიდროსფეროში წარმოქმნის ტალღებს. ტალღები ვრცელდება ჭავლის გვერდების პერპენდიკულარულად ორივე მხარეს. ისინი გრძივი მოცულობითი ტალღებია (მსგავს ტალღებს ადგილი აქვს ცუნამის დროსაც). ჭავლის აღმავალი დინების დროს მასზე მოქმედებს კორიოლისის ძალაც, რომელიც ყოველთვის მიმართულია აღმოსავლეთით, ეს კი იწვევს ჰიდროსფეროში საპირისპირო მიმართულებით მოქმედ ძალას, რომელიც ჭავლის გაფართოებით გამოწვეულ ძალასთან იკრიბება. ჭავლზე მოქმედი კორიოლისის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ პარალელზეა ან რა კუთხით არის მისდამი მიმართული ჭავლი.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ თითქმის ყველა შემთხვევაში განხილულ შემთხვევაში, წვადი გაზის ამოფრქვევისას ხდება გაზის აალება. ოკეანოლოგ მ. ვინოგრადოვის აზრით, გაზის აალებას იწვევს გაზში არსებული ფოსფიდის მოლეკულები, რომლებიც ჰაერში მოხვედრისას იწვის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ შავ ზღვაში 100 მეტრის ქვემოთ წყალში გახსნილია გოგირდწყალბადი. დიდი რაოდენობით გოგირდწყალბადის ზღვის ზედა ფენებში მოხვედრა სავალალო შედეგს გამოიწვევს: გაწყდება ზღვაში არსებული ცოცხალი ორგანიზმები, რაც კატასტროფულად იმოქმედებს ზღვის სანაპირო ზოლზე და საერთოდ ეკოლოგიაზე. რაც უფრო მეტი სიღრმიდან მოხდება გაზის ამოფრქვევა, მით მეტ გოგირდწყალბადიან წყალს ამოიტანს იგი ზღვის ზედაპირზე.

დასკვნა

1993 - 1994 წლებში შავ ზღვაში ჩატარებული გამოკვლევები ცხადყოფს, რომ 400 მეტრის ქვემოთაც აქვს ადგილი გაზშემოდინებებს, რომელთა არეალი ბევრად აღემატება გოგირდწყალბადის გავრცელების ზონას. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ტექტონიკური აქტივობის შემთხვევაში საქართველოს შავი ზღვის შეღწევაში გაზმა ამოფრქვევისას შეიძლება დიდი რაოდენობით გოგირდწყალბადიანი წყალი ამოიტანოს ზღვის ზედა ფენაში, რაც დაარღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას რეგიონში როგორც ზღვაში, ისე მის სანაპირო ზოლში.

ქვეყნის ეკოლოგიური და ეკონომიკური უსაფრთხოების მიზნით საჭიროა სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი ამოცანების გადაწყვეტა. მათ შორის:

- გაზის ამოფრქვევის წარმოქმნის მიზეზების ღრმა კვლევა;
- ეკოსისტემისთვის ბუნებრივი საფრთხის შემცველი გაზშემოდინების ადგილების გამოვლენის ტექნოლოგიების შემუშავება და დახვეწა;
- ამოფრქვეული გაზის შედგენილობის შესწავლა;
- მიმდებარე ტერიტორიებზე ეკოლოგიური მდგომარეობის მუდმივი კონტროლი.

ლიტერატურა

1. Polikarpov G. G. Egorov V. N. The phenomenon of active gas release from uplifts on the dump of the depths of the western part of the Black Sea. Report of the Academy of Sciences of Ukrainian. No. 12, 1989. pp. 13-15 (In Russian).
2. Zorkin L. M., Subbota M. I. Stadnik E. R. Oil and gas field hydrogeology. Nedra. 1982. p. 97 (In Russian).
3. Tkeshelashvili G., Egorov V., Mestvirishvili Sh. et al. Methane gas emissions from the bottom of the Black Sea in the estuary zone of the Supsa River off the coast of Georgia. Moscow. Geochemistry. 1997. No. 3. pp. 331-335 (In Russian).
4. Limonov A. F. Mud volcanoes. Soros Educational Journal. Volume 8, No. 1, 2004. pp. 63-69 (In Russian).
5. Sokolov V. A. Geochemistry of the Earth's crust gases. The science. 1966. p. 302 (In Russian).
6. Mestvirishvili Sh. Gas emissions in seas and oceans. Bermuda triangle, Scientific-Technical Journal "Energy" 2(46), 2008, Tbilisi. pp. 71-74 (In English).
7. Loitsyansky L. G. Mechanics of liquid and gas. Series - "Classics of Russian Science", Publishing House "Bustard", 2003, p. 840 (In Russian).

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

Release of Gases in the Seas and Oceans

- Shota Mestvirishvili** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
- Irina Denisova** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: i.denisova@gtu.ge
- Alexandre Babunashvili** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

Reviewers:

- O. Giorgobiani**, Doctor Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge
- M. Kodua**, Doctor, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: m.kodua@gtu.ge

Abstract. Over the recent decades, gas and oil fields have been intensively explored in the seas and oceans of the world. As part of the expedition of the Ukrainian research ship "Professor Vodyanitsky", gas flows from the bottom of the Black sea of the continental shoal located on the territory of Georgia were studied. In this article, we conducted an environmental study of the results obtained during the expedition. The analysis revealed the dangers that gas emissions found in this region may pose. The article presents map of the coastal shelf of Adjara with gas release points; Similar places of gas emissions on the black sea coast of Crimea are discussed; The results of gas extraction in the Caspian sea are presented; The nature of environmental changes caused by the removal of a layer of hydrogen sulfide from the sea depths to the upper layers of the sea during a gas eruption is analyzed.

Key words: gas release points; fault lines; hydrogen sulfide layer; environmental changes.

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

Выделение газов в морях и океанах

შოთა მესტირიშვილი	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
Ирина Денисова	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: i.denisova@gtu.ge
Александр Бабунашвили	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

Рецензенты:

О. Гиоргобiani, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

М. Кодуа, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: m.kodua@gtu.ge

Аннотация. В течение последних десятилетий в морях и океанах мира интенсивно проводятся исследования месторождений газа и нефти. В 1993-94 гг. в составе экспедиции украинского научно-исследовательского корабля «Профессор Водяницкий» изучались истечения газа со дна Черного моря материковой отмели находящейся на территории Грузии. В данной статье мы провели экологическое исследование результатов, полученных в ходе экспедиции. Анализ выявил опасности, которые могут представлять выделения газа, обнаруженные в этом регионе. В статье представлены: карта прибрежного шельфа Аджарии с точками газовыделений; Обсуждаются аналогичные места газовыделений на Черноморском побережье Крыма; Приведены результаты выделения газа в Каспийском море; Проанализирован характер экологических изменений, вызванных выносом слоя сероводорода из морских глубин в верхние слои моря при извержении газа.

Ключевые слова: точки газовыделений; линии разрыва; сероводородный слой; экологические изменения.

განხილვის თარიღი 25.01.2021

შემოსვლის თარიღი 10.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021