

UDC 622.32

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2024-1-144-156>

ნინოწმინდის გაზნავთობიანი ბუდობის დამუშავება პროდუქტიულ ფენაზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების მეთოდებით

გიორგი
დურგლიშვილი

ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: gogitadurglishvili@gmail.com

მევლუდ შარიქაძე

გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: mevshar@mail.ru

რეცენზენტები:

ნ. ჯიქია, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი, გეოლოგია-მინერალოგიის
მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: niazi@inbox.ru

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი, გეოლოგია-მინერალოგიის
მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: mmardashova@gtu.ge

ანოტაცია. შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი წყების ნაპრალოვან-კავერნულ კოლექტორებთან დაკავშირებული ნინოწმინდის ნავთობგაზიანი ბუდობი ამჟამად დამუშავების საბოლოო, მე-4 სტადიაზეა (ექსპლუატაციაშია 1979 წლიდან). მისი ენერგეტიკული პოტენციალი განპირობებულია წყალწვევითი და გაზწვევითი რეჟიმებით. არსებულ პრობლემათა შორის უმთავრესია პროდუქციის გაწყლიანების მაღალი ტემპები და მასშტაბები. ძირითადად ტუფებით აგებული პროდუქტიული წყება, მრავალი პარამეტრის მიხედვით, ანიზო-

ტროპულია. შესაბამისად, გეოლოგიურ ჭრილში იკვეთება დიდი და მცირე ფილტრაციის მქონე ინტერვალები და უბნები. ამასთანავე, საექსპლუატაციო ჭაბურღილების ბადე არასაკმარისი სიხშირისაა, ჭაბურღილებს შორის არსებულ სივრცეში კი დარჩენილია გამოუმუშავებელი ნავთობიანი ზონები (მთელანები). ეს ყველაფერი იმაზე მეტყველებს, რომ ბუდობის დამუშავება მიმდინარეობს არათანაბრად და მასში დარჩენილია ნავთობის გარკვეული მარაგები. ნავთობგაცემის კოეფიციენტის გაზრდის მიზნით, 2000-2006 წწ. და 2015 წლიდან აქ გამოყენებულ იქნა ჰორიზონტალური ჭაბურღილე-

ბის ბურღვისა და პროდუქტიულ ფენაში ტექნიკური წყლის ჩაჭირხვნის მეთოდები, რის შედეგადაც თვალსაჩინოდ გაიზარდა პროდუქციის (ნავთობისა და გაზის) მოპოვება. კომპლექსური ჰიდროდინამიკური მთოდების გამოყენება მომავალში საშუალებას მოგვცემს მნიშვნელოვნად გავზარდოთ ნარჩენი ნავთობის მოპოვება, აგრეთვე, პროდუქტიული წყების სტრატეგრაფიულად ქვედა, გაწყლიანებული ჰორიზონტებიდან.

საკვანძო სიტყვები: ბუდობი; გაზი; დამუშავება; კოლექტორი; მოპოვება; ნავთობი; ფენა; შუა ეოცენი; ჩაჭირხვნა; წყალი; ჭაბურღილი.

შესავალი

ნავთობის კომპანიების უმეტესობა დღეისათვის ორიენტირებულია ნარჩენი ნავთობის მოპოვების გაზრდაზე არსებული საბადოებიდან, რაც მიიღწევა როგორც ცალკეული მეთოდის, ისე მათი კომპლექსური ზემოქმედებით პროდუქტიულ ფენაზე.

ძირითადი პარამეტრი, რითაც ფასდება ნავთობის საბადოს გამომუშავების ხარისხი, არის ნავთობგაცემის კოეფიციენტი (RF), რომელიც დამოკიდებულია ნავთობის გამოძევების, ნავთობიანი ფენის წყლით გარემოცვისა და საბადოს გაწყლიანების კოეფიციენტების მნიშვნელობებზე:

$$RF = K_{\text{გამომ.}} * K_{\text{წყლით გარემოცვის}} * K_{\text{გაწყლ.}}, \text{ სადაც}$$

- $K_{\text{გამომ.}}$ არის ნავთობის გამოძევების კოეფიციენტი, იგი განისაზღვრება ლაბორატორიულად და წარმოადგენს ნიმუშიდან წყლით გამოძევებული ნავთობის მოცულობის ფარდობას ნი-

მუშსა ან მოდელში არსებული ნავთობის საწყის მოცულობასთან. ეს მახასიათებელი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ფენის ნავთობგაცემის კოეფიციენტზე. მისი სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია გამომძევებელი აგენტის (ძირითადად, წყლის) აქტიურობაზე:

$$K_{\text{გამომ.}} = \frac{V_{\text{ნიმუშიდან წყლით გამომ. ნავთ. მოცულობა}}}{V_{\text{ნავთ. საწყ. მოცულობა ნიმუშში}}}.$$

- $K_{\text{წყლით გარემოცვის კოეფიციენტი}}$ – საბადოს წყლით გარემოცვის კოეფიციენტი, წარმოადგენს საბადოს დამუშავებაში ჩართული ქანის მოცულობის ფარდობას საბადოს საწყის ნავთობშემცველ მოცულობასთან. მისი მნიშვნელობა დამოკიდებულია ჭაბურღილების ბადის სიხშირეზე:

$$K_{\text{წყლით გარემოცვის კოეფიციენტი}} = \frac{V_{\text{დამუშ. ჩართ. ქანის მოც.}}}{V_{\text{საწყის ნავთობშემცველი მოც.}}}.$$

- $K_{\text{გაწყლ.}}$ – გაწყლიანების ანუ ნავთობის ფენის წყლით ჩანაცვლების კოეფიციენტი, წარმოადგენს წყლით გარეცხილი (გამომუშავებული) ნავთობშემცველი მოცულობის ფარდობას მობილური ნავთობის მოცულობასთან:

$$K_{\text{გაწყლ.}} = \frac{V_0 \text{ მობილ. ნავთ. მოცულობა} - V_t \text{ მობილ. ნავთ. მოცულობა}}{V_0 \text{ მობილ. ნავთ. მოცულობა}}.$$

სადაც V_0 არის მობილური ნავთობის საწყისი მოცულობა ფენაში,

V_t – ფენაში დარჩენილი მობილური ნავთობის მოცულობა დროის t მომენტისთვის.

მობილური ნავთობი – ნავთობის მოცულობა ფენაში, რომელიც მოძრაობაში მოდის გარე ძალების ზემოქმედებით და წარმოადგენს ნავთობის ამოსაღები მოცულობის ფარდობას საბადოს წყლით გარემოცვის კოეფიციენტთან.

გაწყლიანების კოეფიციენტის მნიშვნელობა და-
მოკიდებულია ქანის არაერთგვაროვნებასა და შელ-
წევადობაზე. ზოგადად, მისი სიდიდე შეადგენს 0,9-
0,95-ს [1].

სტატისტიკურად, მსოფლიოს ნავთობის საბადო-
ების უმეტესობაში, ნავთობგაცემის კოეფიციენტის
საშუალო მნიშვნელობა მერყეობს 20- დან 40%-მდე,
ხოლო გაზის საბადოებში გაზგაცემის კოეფიციენტი
80-90%-ია [2-3]. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ
საბადოში ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მნიშვნე-
ლობამ 65-70% შეადგინა, რაც მიღწეულია პროდუქ-
ტიულ ფენაზე მეორეული, მესამეული და თანამედ-
როვე მეთოდების კომპლექსური გამოყენებით.

ძირითადი ნაწილი

ნინოწმინდის ბუდობი სამგორის (ერთიანი) სა-
ბადოს აღმოსავლურ სეგმენტს წარმოადგენს. იგი
ტექტონიკურად აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის
აღმოსავლეთი დაძირვის ფარგლებში მდებარეობს,
ადმინისტრაციულად კი საგარეჯოს მუნიციპალი-
ტეტს ეკუთვნის. სამგორის საბადო, სტრუქტურუ-
ლი თვალსაზრისით, სუბგანედური მიმართების
რღვევებით (შეცოცხებით) გართულებული ბრაქი-
მორფული ანტიკლინური ნაოჭია, რომლის პალე-
ოგენურ ნაღებებში, დასავლეთიდან აღმოსავლე-
თისკენ, თანამიმდევრულად გამოიყოფა სამგორის,
პატარძელისა და ნინოწმინდის თაღისებური ამო-
წევები და რომლებთანაც დაკავშირებულია სა-
ქართველოში ცნობილი ნავთობის ბუდობები[4].

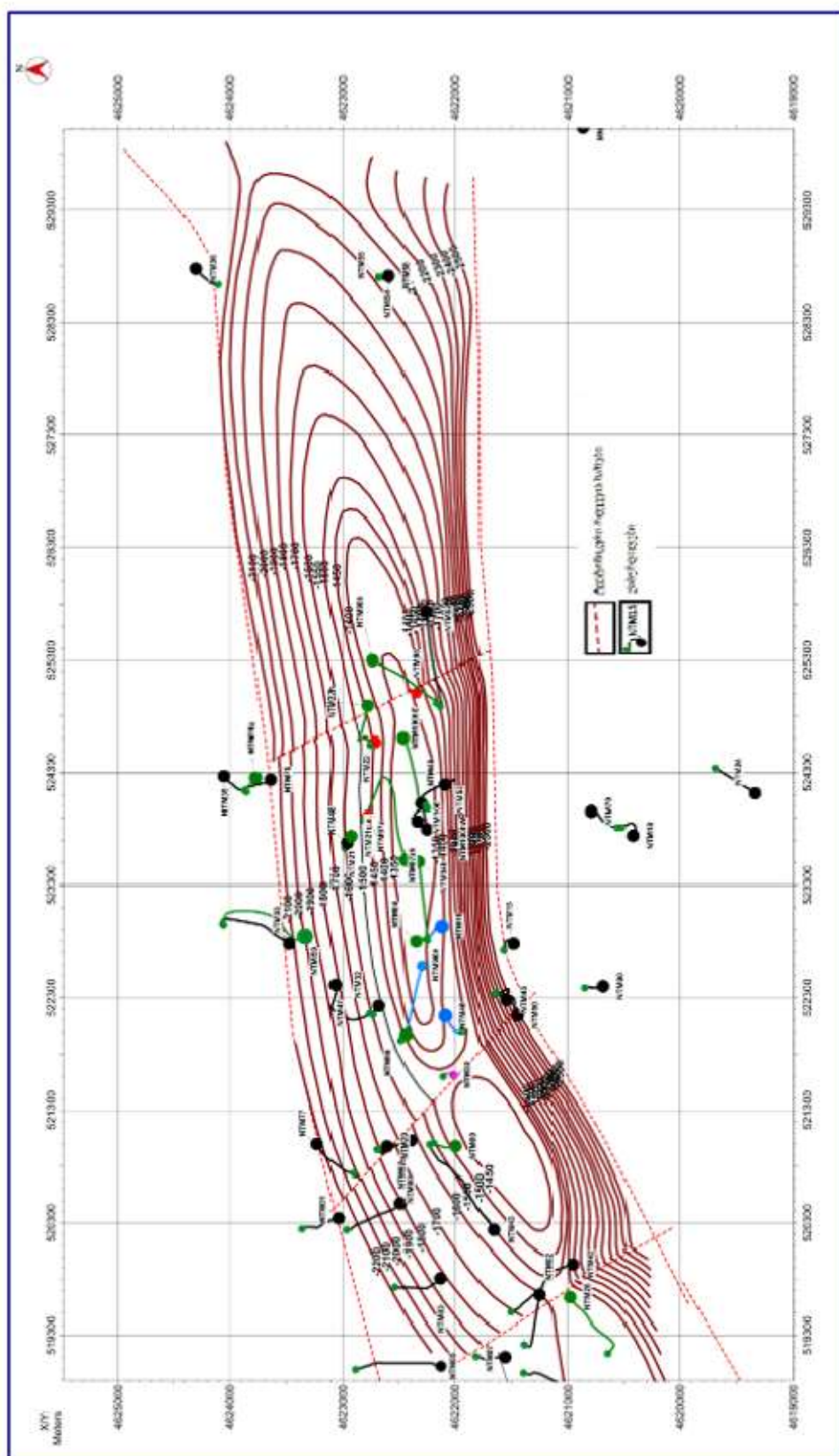
ნინოწმინდის მოედანი გეოლოგიურად წარ-
მოდგენილია რეგიონული რღვევებით (შეცოცხე-
ბით) გაყოფილი ორი სტრუქტურული სართულით:

ზედა, ალოქთონი აგებულია მიო-პალეოცენური,
ნაწილობრივ, მაიკოპური ასაკის მძლავრი მოლა-
სებით, ხოლო ქვედა, ავტოქთონი (პარავტოქთონი)
- ცარცულ-პალეოგენური ტერიგენული, ვულკა-
ნოგენურ-დანალექი და კარბონატული ზღვიური
ნაღებებით. ავტოქთონში განვითარებულია სუბგა-
ნედური (თრიალეთური) მიმართების ნინოწმინ-
დის ბრაქიანტიკლინი. ამ უკანასკნელის სიგრძე
შუაეოცენურ პროდუქტიულ წყებაში, წყალ-ნავთო-
ბის თავდაპირველ კონტურზე (-2120მ), 9 კმ-ია,
სიგანე - 1,5-1,7კმ (სურ. 1). იგი, დასავლეთით,
პატარძელის ბრაქიანტიკლინისგან გამოყოფილია
მცირე ამპლიტუდის უნაგირით და ტექტონიკური
რღვევით, აღმოსავლეთით კი მას კულისისებურად
ესაზღვრება მანავის ანტიკლინი. ნაოჭი ჩრდილოე-
თიდან და სამხრეთიდან შემოსაზღვრულია ტექტო-
ნიკური რღვევებით და ასიმეტრული აგებულებით
ხასიათდება. შუა ეოცენის სახურავზე მისი ჩრდი-
ლოეთი ფრთის დახრის კუთხე ცვალებადობს 15-
20°-დან 40-50°-მდე, ხოლო სამხრეთის – 70-80°-მდე,
ზოგან კი ყირაზე დგას.

ნავთობგეოლოგიურად აქ უმთავრესია შუა ეო-
ცენის ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებთან დაკავში-
რებული გაზნავთობიანი ბუდობი (გაიხსნა 1979
წელს), აგრეთვე ზედა ეოცენსა და შუა სარმატში აღ-
მოჩენილი საბადოები (შესაბამისად, 1986 და 2000 წწ.).

ნინოწმინდის საბადოს შუაეოცენური ნაღებე-
ბიდან დღემდე სულ მოპოვებულია 2,02 მლნ მ³
ნავთობი და 478 მლნ მ³-ზე მეტი გაზი.

ძირითადი პროდუქტიული წყება – შუა ეოცენის
ვულკანოგენები გახსნილია 24 ვერტიკალური და 7
ჰორიზონტალური ლულის მქონე ჭაბურღილებით.



სურ. 1. ნინოწმინდის გაზნავიზიზიანი საზღვის სტრუქტურული რუკა ზუკა ჟიფნის საზღვრის მიხედვით)

იგი აგებულია, ძირითადად, სხვადასხვა სტრუქტურისა და შედგენილობის ტუფებით, ტუფბრექჩიებით, ტუფქვიშაქვებით, აგრეთვე ტუფარგილიტებით, ტუფთიხებით, ტუფალევეროლითებით; საერთო სიმძლავრე მერყეობს, საშუალოდ, 500-დან 650 მ-მდე [5].

ნინოწმინდის გაზნავთობიანი ბუდობი მიეკუთვნება ნაპრალოვან-კავერნული კოლექტორის მქონე, მასიური ტიპის საბადოებს. კავერნები, მიკრო- და მაკრონაპრალები ქმნის ერთიან, მოცულობით-ტევად სისტემას, რომელშიც მოთავსებულია ნავთობისა და გაზის მარაგები და ხელს უწყობს ფლუიდების ფილტრაციას როგორც საბადოს ფორმირების, ისე დამუშავების პროცესში.

შუაეოცენური ნალექების 1000 -ზე მეტი ნიმუშის ლაბორატორიულმა შესწავლამ აჩვენა, რომ ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების მატრიცა დაბალი შეღწევადობისაა, საშუალოდ შეადგენს 0,001 მდ-ს [6].

ნინოწმინდის ბუდობის კოლექტორი, მრავალი პარამეტრის მიხედვით, არაერთგვაროვანია (ანიზოტროპულია). კერძოდ, ვერტიკალური ჭაბურღილების ჰიდროდინამიკური კვლევების მონაცემების მიხედვით, შეღწევადობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ცვალებადობს 0,08 მდ - დან 344,5 მდ-მდე. № 1 ცხრილში ნაჩვენებია ჰიდროდინამიკური კვლევის შედეგად მიღებული შეღწევადობის მნიშვნელობები ვერტიკალურ ჭაბურღილებში [7].

პირველ ცხრილში მოცემული შეღწევადობის სიდიდეების შედარების საფუძველზე დგინდება, რომ ნინოწმინდის სტრუქტურის დასავლეთ ნაწილში კოლექტორის ამ პარამეტრის მნიშვნელობა მაღალია (№№ 2 და 30 ჭაბ.), რაც აისახა კიდევ ჭაბურღილების საწყის დებიტებზე. ცენტრალურ სეგმენტში (№№ 4,9,16,32 და 46 ჭაბ.) შეღწევადობა თანდათან მცირდება 1,5-17 მდ-მდე, ხოლო-აღ-

მოსავლეთ ნაწილში (№№ 22 და 98 ჭაბ.) მისი სიდიდე მინიმალურია-0,08-0,2 მდ. განსხვავებულია კოლექტორის შეღწევადობა ვერტიკალური მიმართულებითაც სტრუქტურის გეოლოგიურ ჭრილში.

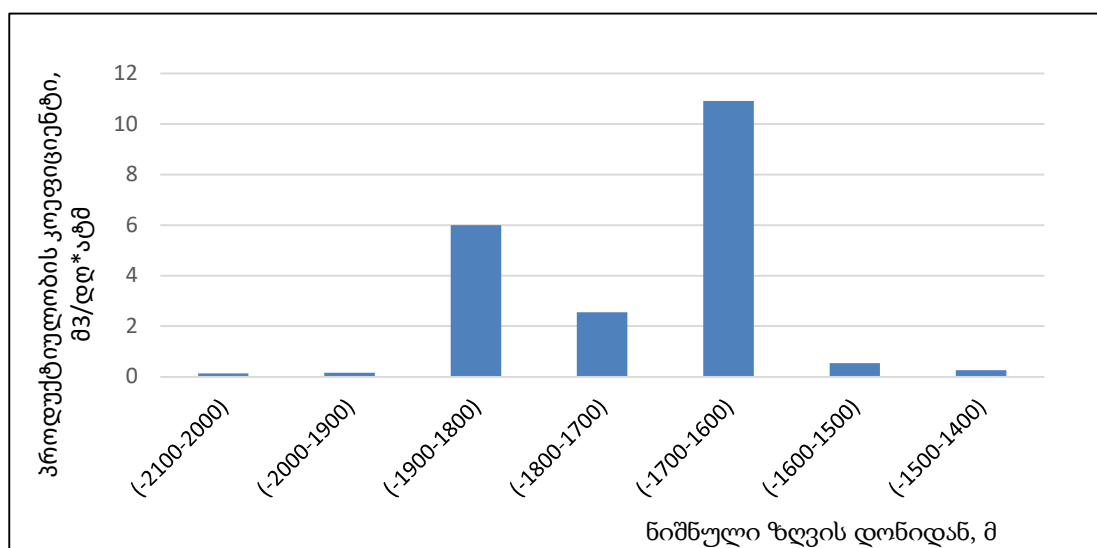
ცხრილი 1.

ჭაბ. №	ფენის გახსნის მეთოდები	ფლუიდის მოდინების ინტერვალი ზღვის დონიდან	შეღწევადობა, მდ
2	ღია ლულა	(-1687-1597)	344,5
4	პერფორაცია	(-1692-1655)	1,5
9	პერფორაცია	(-1765-1686)	9,2
16	პერფორაცია	(-1575-1557)	4,1
22	პერფორაცია	(-1799-1658)	0,2-0,13
30	პერფორაცია	(-1708-1679)	202
32	პერფორაცია	(-1751-1696)	17,3
46	პერფორაცია	(-1683-1647)	14,4
98	პერფორაცია	(-1730-1713)	0,08

ჭაბურღილის ექსპლუატაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური პარამეტრია პროდუქტიულობის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა განისაზღვრება საყოველთაოდ მიღებული ფორმულით: $K = \frac{Q}{\Delta P}$, სადაც Q - ჭაბურღილის დებიტია, მ³/დღ, ΔP - დეპრესია ფენაზე, ატმ.

კოლექტორის ანიზოტროპული ბუნებიდან გამომდინარე, ჭაბურღილების საწყისი დებიტი და, შესაბამისად, პროდუქტიულობის კოეფიციენტი სხვადასხვაა. ზოგჯერ, ერთსა და იმავე ჭაბურღილში, სხვადასხვა სიღრმეზე, დებიტები ძლიერ განსხვავებულია, რაც ერთხელ კიდევ მიუთითებს კოლექტორის არაერთგვაროვნებაზე გეოლოგიურ ჭრილსა და ფართობზე.

მე-2 სურ-ზე ნაჩვენებია ნინოწმინდის ჭაბურღილების პროდუქტიულობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები სხვადასხვა ჰიფსომეტრულ ნიშნულზე.



სურ. 2. პროდუქტიულობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები სხვადასხვა ჰიფსომეტრულ ნიშნულზე

სურათზე ჩანს, რომ პროდუქტიულობის კოეფიციენტის მნიშვნელობები ბუდობის გეოლოგიურ ჭრილში განსხვავებულია. შესაბამისად იკვეთება კარგი და ცუდი ფილტრაციული პარამეტრების მქონე ინტერვალები და ზონები, რაც ძირითადად განპირობებულია ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების მეორეული გარდაქმნის ხარისხით, მინერალურ-ლითოლოგიური შედგენილობით, ნაპრალოვნებით, სტრუქტურული პოზიციითა და სხვა მახასიათებლებით.

ყოველივე ზემოაღნიშნული მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს ფენიდან ნავთობის გამოძევების პროცესზე, რაც საბოლოოდ აისახება ნავთობგაცემის კოეფიციენტზე. მისი მნიშვნელობა ამჟამად შეადგენს 14,7%-ს, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ პროდუქტიულ ფენებში დარჩენილია ნავთობის გარკვეული მარაგები.

ამჟამად ნინოწმინდის გაზნავთობიანი ბუდობი დამუშავების გვიანდელ (მეოთხე) სტადიაზეა. მისი ენერგეტიკული მდგომარეობა განპირობებულია

წყალწნეებითი და გაზწნეებითი რეჟიმებით. ბუდობის დამუშავება ხდება 7 მომპოვებელი (№№ 4z, 9, 22z, 30z, 97z, 98z და 100z) და 1 საჭირობი (№ 96z) ჭაბურღილით. პროდუქციის გაწყლიანების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენს 86,3%-ს.

საბადოდან (09/1979-01/11/2023წ. მდგომარეობით), 16 ვერტიკალური ჭაბურღილით, მთლიანად მოპოვებულია: ნავთობი - $1,586 \cdot 10^6$ მ³, გაზი - $280,333 \cdot 10^6$ მ³, ფენის წყალი - $287,371 \cdot 10^3$ მ³.

2000 წელს საბადოში გაიყვანეს პირველი ჰორიზონტალური ლულის მქონე ჭაბურღილი, ხოლო 2004-2006 წწ. არსებული ვერტიკალური ჭაბურღილებიდან დამატებით გაიბურღა 7 ჰორიზონტალური ლულა (№№ 4z, 22z, 96z, 97z, 98z, 100e და 100z), რომელთაგან, საერთო ჯამში, დღემდე მოპოვებულია: ნავთობი - $434,886 \cdot 10^3$ მ³, გაზი - $210,495 \cdot 10^6$ მ³, ფენის წყალი - $546,840 \cdot 10^3$ მ³.

ნინოწმინდის შუაეოცენური ბუდობის გაწყლიანებული და არადრენირებული უბნებიდან პროდუქციის უკეთ გამომუშავების მიზნით ,

2015 წლიდან დაიწყო კომპლექსური ჰიდრო-დინამიკური ზემოქმედება პროდუქტიულ ფენაზე, რაც ითვალისწინებდა საჭირხნი და მომპოვებელი ჭაბურღილების ერთობლივ მუშაობას და რის შედეგადაც მიიღწევა:

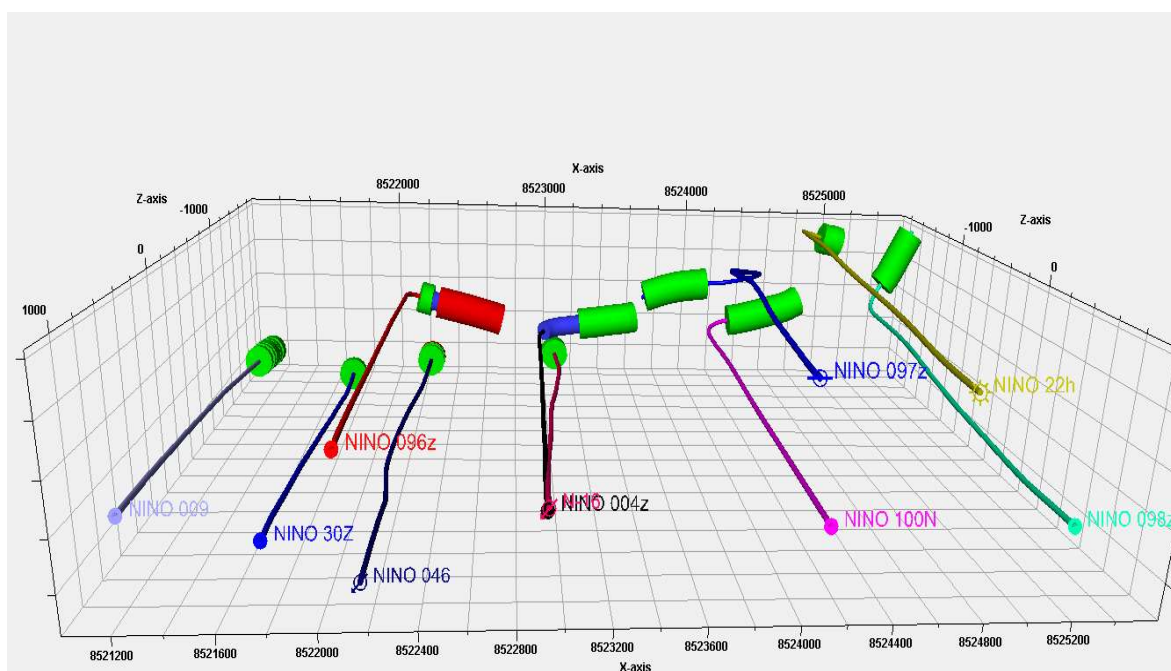
ა) სითხის ფილტრაციული ნაკადის მიმართულების შეცვლა პროდუქტიულ ფენაში;

ბ) არადრენირებული ზონების ჩართვა ექსპლუატაციაში.

ამ მიზნით ბუდობის ერთ ნაწილში გამოყენებულ იქნა კონტურშიგა გაწყლიანების მეთოდი, პროდუქ-

ტიულ ფენაზე განხორციელდა ციკლური ზემოქმედება საჭირხნი ჭაბურღილებით, ხოლო მომპოვებელი ჭაბურღილებიდან სითხის ფორსირებული მოპოვება ელექტროცენტრიდანული ტუმბოებით.

წყლის ჩაჭირხვნა საბადოში წარმოებდა, ძირითადად, გაწყლიანებულ ჭაბურღილებში; ამავე დროს, ხანმოკლე პერიოდით, ეს პროცესი ხორციელდებოდა იმ ჭაბურღილებში (№№ 16 და 97z), რომლებიდანაც იგეგმებოდა პროდუქციის მოპოვება (სურ. 3).



სურ. 3. საექსპლუატაციო ჭაბურღილების სანგრევის განლაგების
სქემა პროდუქტიულ ფენაში

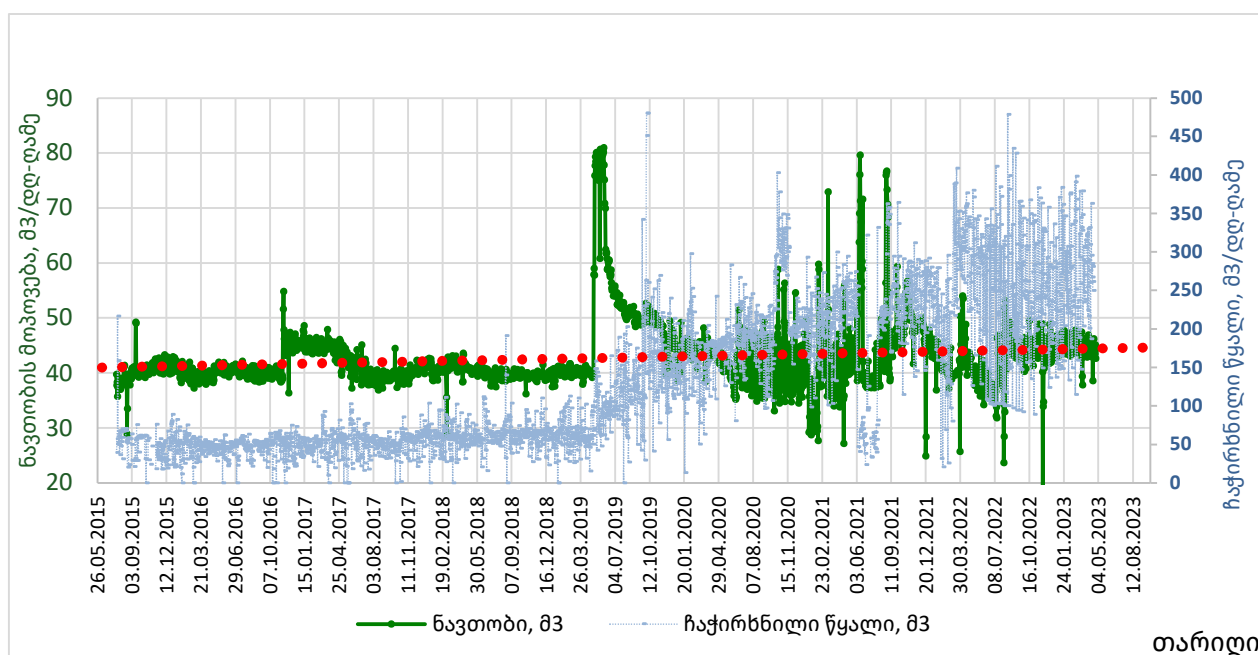
მე-2 ცხრილში მოცემულია ჭაბურღილებში ჩაჭირხნილი ფენის წყლის მოცულობები წლების მიხედვით. მთლიანად, 05/2015-11/2023 წწ. პერიოდში,

შუაეოცენურ ვულკანოგენურ-დანალექ ქანებში ჩაჭირხნა 392117 მ³ ფენის წყალი.

ნინოწმინდის ჭაბურღილებში ჩატუმბული ფენის წყლის მოცულობები
წლების მიხედვით (მ³-ობით).

წლები	ჭაბ. №46	ჭაბ. № 97z	ჭაბ. №16	ჭაბ. № 96z	მთლიანად
2015	5462				5462
2016	16779				16779
2017	18306				18306
2018	22313				22313
2019	21917	4798	15108		39829
2020		1087	69445		70532
2021			33586	37756	73335
2022				90786	91363
2023				74959	74959
	84776	5886	118139	203501	412878

მე-4 სურ-ზე მოცემულია ნავთობის ყოველდღიური მოპოვებისა და ფენაში ჩაჭირხნილი წყლის ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი.



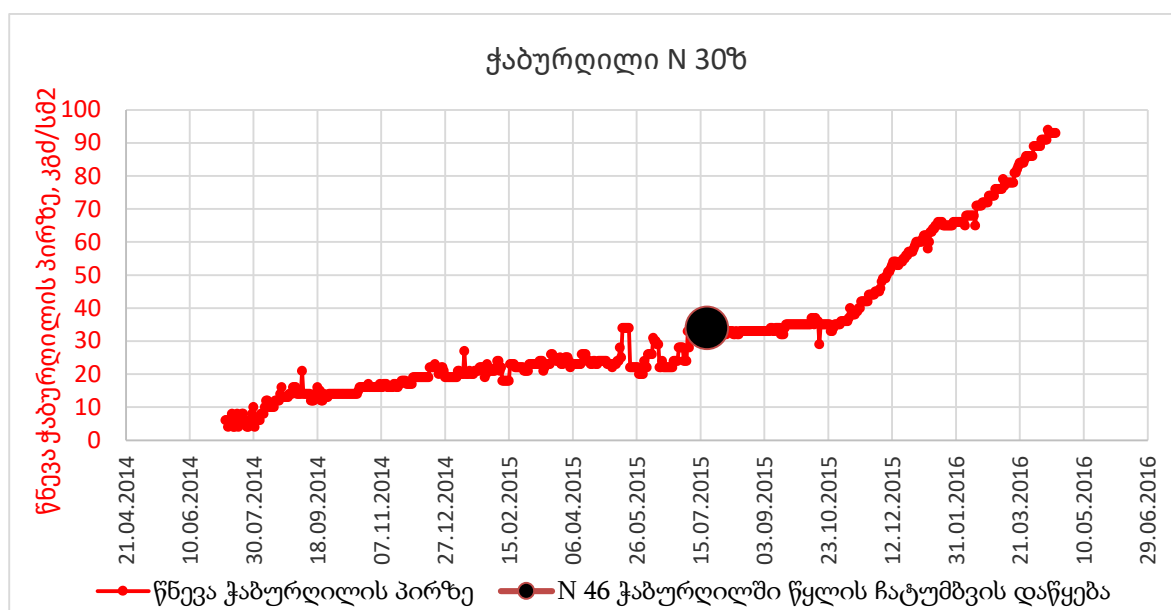
სურ. 4.

მე-4 სურ-ზე ნათლად ჩანს - როდესაც პროდუქტიულ ფენაში ყოველდღიურად ჩაჭირხნილი წყლის ოდენობა აჭარბებს 200-250მ³-ს, ეს დადებითად აისახება ნავთობის მოპოვების ტემპზე. თავდაპირველად ფენის წყლის ჩაჭირხვნა განხორ-

ციელდა 46-ე ჭაბურღილში (20/07/2015-03/11/2019 წწ.). აქ მთლიანად ჩაიტუმბა 82782 მ³ ფენის წყალი, ხოლო მოგვიანებით, 10/06/2021-31/07/2021წწ.-ში- 1993მ³. მისი საშუალო დებიტი დასაწყისში შეადგენდა 80 მ³/დღ, ხოლო შემდგომ 60 მ³/დღ. 46-ე

საჭირხნი ჭაბურღილის მახლობლად განლაგებულია №№ 30z, 4z და 96z ჭაბურღილები. მე-5 სურათზე ნაჩვენებია 46-ე ჭაბურღილიდან ფენის წყლის ჩაჭირხნის დადებითი ზეგავლენა წნევის მაჩვენებელზე (ჭაბ. პირზე) №30z ჭაბურღილში. კერძოდ, წნევა №30z ჭაბურღილის პირზე გაიზარდა 30 კგ/სმ²-დან 100 კგ/სმ²-მდე (15.07.2015წ.-დან

10.05.2016 წ.-მდე). ჭაბურღილის გახსნის შემდეგ (14/11/2016-15/04/21 წწ. პერიოდში) მიღებულ იქნა 3400მ³ ნავთობი. აღსანიშნავია, რომ პირველი 5 თვის განმავლობაში შადრევნული მეთოდით მიღებულ იქნა 1140 მ³ უწყლო ნავთობი, ხოლო შემდგომში პროდუქცია თანდათანობით გაწყლიანდა.



სურ. 5. №46 -ე საჭირხნ ჭაბურღილში ფენის წყლის ჩაჭირხნის ზეგავლენა № 30z ჭაბურღილის წნევის მაჩვენებელზე

წყლის ჩაჭირხნის პარალელურად, 03/05/2019წ. დაიწყო ფენაზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების მეორე ეტაპი, რაც გულისხმობდა №96z ჰორიზონტალური ჭაბურღილიდან სითხის ფორსირებულ მოპოვებას ელექტროცენტრიდანული ტუმბოს საშუალებით (აღსანიშნავია, რომ № 96 ჭაბურღილი უმოქმედოდ იყო 2013 წლიდან, გაწყლიანების გამო).

ფორსირებული მოპოვების მეთოდით მომუშავე აღნიშნულ ჭაბურღილში ფლუიდების საწყისი დებიტი შეადგენდა 115-120 მ³/დღ., მათ შორის ნავთობის - 38-43 მ³/დღ. შემდგომში, პროდუქციის

გაწყლიანების მატებასთან ერთად, გაიზარდა ტუმბოს წარმადობა 185-195 მ³/დღ-მდე. უკანასკნელ პერიოდში (17/05/2021 წ.) მიღებული პროდუქცია გაწყლიანდა 98,5%-მდე, რაც მიაწინებდა დასამუშავებელი ზონის უკეთ გამომუშავებაზე.

№ 96z ჭაბურღილის ჰორიზონტალური ლულის 2647-2612 მ ინტერვალიდან, 765 დღის განმავლობაში, მთლიანად მოპოვებულ იქნა: ნავთობი - 7075 მ³, გაზი - 2,8 მლნ მ³, ფენის წყალი - 107885 მ³. ფორსირებული მოპოვების დროს, საწყის ეტაპზე,

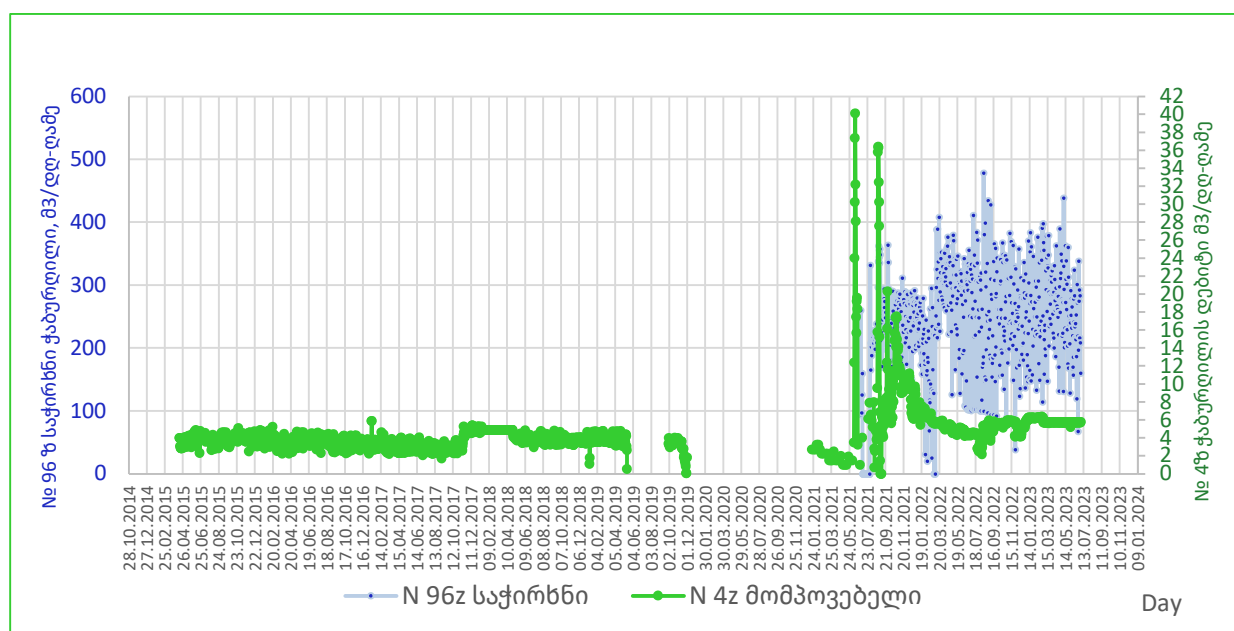
პროდუქციის გაწელიანება შეადგენდა 58-75%-ს, ხოლო საშუალო მნიშვნელობამ შეადგინა 93,8 %.

პროდუქტიულ ფენაზე ჰიდროდინამიკური ზემოქმედების ჩატარების შემდეგი ეტაპი იყო №97z ჯაბურდილიდან სითხის ფორსირებული მოპოვება, ხოლო №96z ჯაბურდილში ფენის წყლის ჩატუმბვა. საჭიროა ჯაბურდილის შეცვლა განაპირობა იმ გარემოებამ, რომ №46 ჯაბურდილი ვერ უზრუნველყოფდა დღე-ღამეში 250-300 მ³ ფენის წყლის ჩატუმბვას, ამასთანავე, საჭიროა და მომპოვებელი ჯაბურდილების შეცვლა ხელს შეუწყობდა ფენაში ფილტრაციული ნაკადების მიმართულების ცვლილებას.

ფენის წყლის ჩაჭირხნა №96z ჯაბურდილში დაიწყო 01/07/2021. ჩაჭირხნილი წყლის მოცულობამ საშუალოდ შეადგინა 155 მ³/დღ. სულ, 31/10/2023 - ის რათვლით, ჩაიჭირხნა 203501 მ³ ფენის წყალი.

№97z ჯაბურდილში ფლუიდების საწყისი დებიტი შეადგენდა 150-155 მ³/დღ. მათ შორის ნავთობის - 4,3-5,5 მ³/დღ. შემდგომში ფენიდან შემოსული გაზის მოცულობის გაზრდამ უარყოფითად იმოქმედა ტუმბოს ექსპლუატაციის ტექნოლოგიურ პროცესზე. 26 თვის განმავლობაში ჯაბურდილიდან მთლიანად მოპოვებული იყო: 1700 მ³ ნავთობი, 4,5 მლნ მ³ გაზი, 51415 მ³ ფენის წყალი.

მე-6 სურ-ზე ნაჩვენებია № 4z ჯაბურდილიდან მოპოვებული პროდუქციის და №96z ჯაბურდილში ჩაჭირხნილი ფენის წყლის ოდენობის ურთიერთდამოკიდებულება. როგორც სურათიდან ჩანს, №96z ჯაბურდილში ფენის წყლის ჩაჭირხნამ დადებითი ზეგავლენა იქონია №4z ჯაბურდილის მოპოვების მაჩვენებელზე.



სურ. 6. № 96z ჯაბურდილში ჩაჭირხნილი წყლის და № 4z ჯაბურდილიდან მოპოვებული პროდუქციის მოცულობების ურთიერთდამოკიდებულების გრაფიკი.

დასკვნა

როგორც მსოფლიოს მრავალი ნავთობმომპოვებელი კომპანიის გამოცდილება გვიჩვენებს, საბადოების დამუშავების პროცესში (საშუალოდ 35-50 წელი) შეუძლებელია ნავთობის მთლიანი მარაგის მოპოვება. იმისთვის, რომ ფენიდან მივიღოთ გეოლოგიური მარაგის რაც შეიძლება დიდი ოდენობა (ნახევარზე მეტი), აუცილებელია პროდუქტიულ ფენაზე ზემოქმედება განხორციელდეს სხვადასხვა მეთოდით. მათი გამოყენება დამოკიდებულია როგორც კოლექტორის მახასიათებლებზე, ისე ფენაში არსებული ნავთობის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე.

ნინოწმინდის გაზნავთობიანი ბუდობის კოლექტორი ძლიერ არაერთგვაროვანია როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით, რასაც ადასტურებს ჭაბურღილების საწყისი დებიტები და პროდუქტიულობის კოეფიციენტის განსხვავებული მნიშვნელობები შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექი ქანების მთელ მასივში. მიუხედავად იმისა, რომ კოლექტორის ძირითადი ტიპი ნაპრალოვან-კავერნულია, ხოლო დამუშავება მიმდინარეობს ორი ბუნებრივი რეჟიმით (წყალწნევითი და გაზწნევითი), ბუდობის მთელ მოცულობაში მათი ზემოქმედება არათანაბრია - ხელის შემშლელი ფაქტორი არის ცალკეული ზონის დაბალი ფილტრაციული პარამეტრები, რის გამოც არ ხერხდება ნავთობის წყლით სრული გამოძევება მცირე შეღწევადობის კოლექტორიდან.

ამასთანავე, საბადოს დამუშავება წარმოებს არასაკმარისად მდგრადი ფილტრაციული ნაკადის პირობებში, რაც იწვევს ფენის წყლის ნაადრევ შემოჭრას ჭაბურღილის სანგრევის მიმართულებით და

ამცირებს როგორც კოლექტორის წყლით გარემოცვის, ისე ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მაჩვენებელს.

ნავთობგაცემის კოეფიციენტის დაბალი მნიშვნელობა - 14.7% განპირობებულია მრავალი ფაქტორით. ნინოწმინდის საბადოს შემთხვევაში ამის ერთ-ერთ მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს ჭაბურღილების ბადის სიხშირის პარამეტრი ანუ მანძილი მომპოვებელ ჭაბურღილებს შორის. ძირითადად, ნაპრალოვანი ტიპის საბადოებისთვის დამახასიათებელია ჭაბურღილების ბადის სიხშირის პარამეტრის გაზრდილი მნიშვნელობები, მაგრამ კოლექტორის ძლიერ არაერთგვაროვნების შემთხვევაში, როცა ფილტრაციული პარამეტრების გავრცელების არეალი შეზღუდულია, ჭაბურღილებს შორის არსებულ ზონებში წარმოიშობა ნავთობიანი მთელანები, რომლებშიც ხელუხლებლად რჩება მარაგების მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

შემდეგი ფაქტორი, რამაც განაპირობა ნავთობგაცემის კოეფიციენტის დაბალი მნიშვნელობა, არის პროდუქტიული წყების ზედა ინტერვალებზე სწრაფი გადასვლა ბუდობის დამუშავების დროს, ქვედა, ექსპლუატაციის პროცესში არსებული ინტერვალების გაწყლიანების გამო (50-55%).

პროდუქტიულ ფენაზე ჰიდროდინამიკური მეთოდით ზემოქმედების ერთ-ერთი სახეა საბადოს დამუშავება ჰორიზონტალური ჭაბურღილებით.

2000 წლიდან ნინოწმინდის შუაეოცენურ მასიურ ბუდობში დაიწყო ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვა, რამაც დადებითი შედეგი აჩვენა და არადრენირებული ზონებიდან დამატებით მოპოვებულ იქნა: $434,886 \cdot 10^3$ მ³ ნავთობი, $210,495 \cdot 10^6$ მ³ გაზი, $546,860 \cdot 10^3$ მ³ ფენის წყალი.

პროდუქტიულ ფენაზე ზემოქმედების შემდეგი მეთოდი, რომელიც გამოყენებულ იქნა ნინოწმინდის ბუდობის ცალკეული უბნის დამუშავების პროცესში, არის კომპლექსური ჰიდროდინამიკური ზემოქმედება პროდუქტიულ ფენაზე. აღნიშნული მეთოდის დანერგვის შედეგად ბუდობის გაწყლიანებული მოცულობიდან დამატებით მოპოვებულ იქნა: 8851 მ³ ნავთობი, 7,76 მლნ მ³ გაზი, 1191108 მ³ ფენის წყალი.

მიღებული შედეგების მიხედვით ნათლად ჩანს, რომ ფენზე ზემოქმედების მეთოდების მიზანმიმართული გამოყენება საშუალებას გვაძლევს მნიშვნელოვნად გავზარდოთ ნარჩენი ნავთობის მოპოვება საბადოდან. მიზანშეწონილად გვეჩვენება მომავალში ბუდობის ქვედა ჰორიზონტების დამუშავება ფენაზე ჰიდროდინამიკური მეთოდების გამოყენებით.

ლიტერატურა

1. Kashi, A.S., Kostiuchenko, S.V. (2006). *Calculation of the current displacement factor in geological and hydrodynamic modeling* [Paper Presentation]. International Technological Symposium – New resource-saving technologies for the use of subsoil and enhanced oil recovery, Russia, Moscow. (In Russian);
2. Sandrea, I. Sandrea, R. (2007). Recovery factors leave vast target for EOR technologies. *Oil and Gas*, 105(41).
3. Muggeridge, A., Cockin, A., Webb, K., Frampton, H., Collins, L., Moulds, T., Salino, P. (2014). Recovery rates, enhanced oil recovery and technological limits. *Philosophical Transactions of the royal society A*. Retrieved from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2012.0320>
4. Tavdumadze, I., Sharikadze, M., Suramelashvili, Z., Paatashvili, R. (2018). Geological construct and the development history of Ninotsminda Upper Eocene oil deposit. *Mining*, 1(40), pp.14-19. (In Georgian);
5. Sharikadze, M., Tavdumadze, I., Suramelashvili, Z. (2020). Lithostratigraphy of Ninotsminda Oil and Gas Field according to deep drilling results. *GTU Works*, 2(516), 50-76. (In Georgian);
6. Beraia, G.O., Gudushauri, S.V., Soloviova, V.N., Durglishvili, G.N., Koiava, K.M., Iobadze, E.B., Chankotadze, G.I. et al. (1999). *Project of the trial joint operation of the oil-and-gas bearing zones of Ninotsminda deposit*. (In Russian);
7. Tavdumadze, I., Chankotadze, G. (1999). *Analysis of the hydrodynamic studies of Samgori-Patardzeuli-Ninotsminda oilfield wells*. Tbilisi: CanArgo Georgia Ltd database materials. (In Georgian).

UDC 622.32

SCOPUS CODE 1909

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2024-1-144-156>

Ninotsminda Oil and Gas Field Development Through the Methods of Hydrodynamic Impact on the Formation

Giorgi Durglishvili

Department of Oil and Gas Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.

E-mail: gogitadurglishvili@gmail.com

Mevlud Sharikadze

Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.

E-mail: mevshar@mail.ru

Reviewers:

N. Jikia, Doctor of Geology and Mineralogy Sciences, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: niazi@inbox.ru

M. Mardashova, Candidate of Geology and Mineralogy Sciences, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: mmardashova@gtu.ge

Abstract. Ninotsminda oil-and-gas bearing deposit connected with the fractured-cavernous reservoirs of the Middle Eocene volcanogenic-sedimentary suite is in its final, 4th stage of development (operates since 1979). Its energy potential is determined by water drive and gas drive regimes. The main of the prevailing issues is the rapid pace and the scale of production becoming water-cut. Productive suite, that is mainly built with tuff, is anisotropic due to numerous parameters. Respectively, intervals and sections with high and low-filtration properties are identified in the geological cross-section. In addition, the producer well coverage is not dense enough and undeveloped oil-bearing zones (lenses) remain in the spaces between the wells. All of the above indicates that the field is unevenly developed, and certain oil reserves are remaining there. In the period of 2000-2006 and since 2015 the methods of horizontal well drilling and injection of technical water into the productive layer were applied to increase the oil recovery factor. In the result, production (oil and gas) noticeably increased. Application of the complex hydrodynamic methods in the future will enable us to significantly increase the remaining oil production from the stratigraphically lower, water-cut horizons of the productive suite.

Keywords: deposit; development; gas; injection; layer; Middle Eocene; oil; production; reservoir; water; well.

განხილვის თარიღი 27.12.2023

შემოსვლის თარიღი 28.12.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 22.03.2024