

ნათელა მაისურაძე, ვალერი ხითარიშვილი, დავით მაისურაძე

აზოტის გამოყენება ნავთობისა და გაზის ოპერაციებში

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია ნავთობისა და გაზის სარეწაო პრაქტიკაში აზოტის გამოყენების მრავალი ვარიანტი. აზოტის დახმარებით შესაძლებელია ფენის წნევის შენარჩუნება ნავთობის საბადოებში, გაზის გამოდევნა გაზის ქუდიდან, მკვეთრად დახრილი ნავთობიანი ფენის დამუშავება, გაზკონდენსატის საბადოების ციკლური ექსპლუატაცია, ჭაბურღილების ათვისება, დრეკადი მილებით ჭაბურღილების გასუფთავება, დაბალწნევიანი რეზერვუარის ჭაბურღილების ქაფით ცირკულაცია, ნავთობისა და გაზის მილსადენების გაწმენდა საცობებისგან. მოცემულია საქართველოში ნავთობისა და გაზის საბადოების ოპერატორი კომპანიების გამოცდილება აზოტის გამოყენებით ჭაბურღილის ათვისების საქმეში.

საკვანძო სიტყვები: აზოტი; ჭაბურღილი; ნავთობი; გაზი; დრეკადი მილები; ნავთობგაცემა; ექსპლუატაცია; ჩატუმბვა.

რეცენზენტები: სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ასოცირებული პროფ., დოქტორი მ. წურწუშია; სტუ-ს სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტის უფროსი, პროფ., დოქტორი თ. ბარაბაძე.

როგორც ცნობილია, ნავთობგაცემის ამალღების მესამეული მეთოდი - ნავთობმოპოვების ტექნოლოგიები, რომლებიც ჭაბურღილის პროდუქტიულობას ამალღებენ ფენის ენერჯის ხელოვნურად შენარჩუნების ხარჯზე ან ნავთობის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების ხელოვნურად შეცვლის ხარჯზე, იყოფა 3 ჯგუფად: თერმული მეთოდები - ფენში სითბოს შეტანა (ცხელი წყალი, ორთქლი) ნავთობის სიბლანტის შესამცირებლად; ქიმიური მეთოდები - ფენში ქიმიური რეაგენტების წყალხსნარის ჩატუმბვა; გაზური მეთოდები - ნავთობის გამოდევნის პროცესის გასაუმჯობესებლად ფენში გაზის (ჰაერი, ბუნებრივი გაზი, აზოტი ან ნახშირორჟანგი) ჩატუმბვა [1]. ამ უკანასკნელის გამოყენებისას მუშა აგენტი ისე უნდა შეირჩეს, რომ მიღწეული იქნას ბალანსი დადებითი და უარყოფითი ფაქტორებისა, რომლებიც შეიძლება თან ახლდეს კონკრეტული გაზის ჩატუმბვას შერჩეული საბადოს სპეციფიკის გათვალისწინებით. მაგალითად, ერთ-ერთი გავრცელებული მეთოდი იყო ნახშირორჟანგის ჩატუმბვა, რითაც ნავთობის გამოდევნის მაღალი მაჩვენებლები იყო დაფიქსირებული. ნახშირორჟანგი, რომელიც იხსნება ნავთობში, ამცირებს მის სიბლანტეს და ზედაპირულ დაჭიმულობას გარკვეული წნევისა და ტემპერატურის პირობებში. თუმცა, კვლევამ აჩვენა, რომ მას აქვს სერიოზული უარყოფითი მხარეები, მათ შორის ნავთობის მოპოვების და ფენის წნევის ძალიან სწრაფი ვარდნა პირველი რამდენიმე წლის განმავლობაში. ასევე ნახშირორჟანგის გამოყენება შედარებით ძვირია. მთავარ პრობლემას კი წარმოადგენს ჭაბურღილისა და ზედაპირულ მოწყობილობებზე

კოროზიული ზემოქმედების მაღალი საფრთხე. ნახშირორჟანგის საუკეთესო ალტერნატივად ითვლება აზოტი.

ატმოსფერულ ჰაერში აზოტის უზარმაზარი მარაგია და მისი წარმოების მეთოდები საკმაოდ მარტივი, იაფი და კარგად შესწავლილია. აზოტი სრულიად ინერტულია და უსაფრთხოა გარემოსათვის [2]. აზოტს აქვს დაბალი კოროზიული აქტივობა, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ჰაბურდილის გამართული მუშაობისთვის. მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები ასევე კარგად არის შეთავსებული ფენის ფლუიდების თვისებებთან.

ნავთობისა და გაზის სარეწაო პრაქტიკაში აზოტის გამოყენების მრავალი ვარიანტი არსებობს. აზოტის დახმარებით შესაძლებელია ფენის წნევის შენარჩუნება ნავთობის საბადოებში, გაზის გამოდევნა გაზის ქუდიდან, მკვეთრად დახრილი ნავთობიანი ფენის დამუშავება, გაზკონდენსატის საბადოების ციკლური ექსპლუატაცია, ჰაბურდილების ათვისება, დრეკადი მილებით ჰაბურდილების გასუფთავება, ქაფიანი საბურღი ხსნარების გამოყენება დაბალწნევიანი პროდუქტიული ფენების ბურღვისას.

როგორც ზემოთ იქნა აღნიშნული, ნახშირორჟანგის, ბუნებრივი გაზისა და სხვა კომპონენტების ჩატუმბვას შერევადი გამოდევნისას აქვს ნავთობის გამოდევნის მაღალი მაჩვენებლები, თუმცა გარკვეული მიზეზების გამო აზოტით მათი ჩანაცვლება ნავთობგაცემის ამაღლების უფრო ეფექტურ ხერხად ითვლება.

აზოტი ბუნებრივი გაზის ალტერნატივაა ნავთობის საბადოს გაზის ქუდში ჩასაჭირხნად ფენის წნევის შენარჩუნების მიზნით. მეთოდის არსიან ნახშირწყალბადოვანი გაზის ჩანაცვლება იაფი აზოტით. გარდა ამისა, აზოტი თანდათან ხდება ბარიერი საბადოს ნავთობიან და გაზიან ნაწილებს შორის, რის შედეგადაც, ნავთობთან ცუდი შერევის გამო, ამცირებს მომპოვებელი ჰაბურდილების სანგრეზზე შეჭრის რისკებს და უზრუნველყოფს ე.წ. „გრავიტაციულ გამოდევნას“.

აზოტის საშუალებით შეიძლება მაღალი სიბლანტის ნავთობის „მთელანების“ გამოდევნა დაწყლოვანებისას. იმ სიტუაციაში, როდესაც ნაკლებად მოძრავი ნავთობი ჩარჩენილია ბუდობის სტრუქტურის ამაღლებულ ნაწილში და დამატებითი მომპოვებელი ჰაბურდილების ბურღვა არაეკონომიურია, აზოტი გამოიყენება ნავთობის სიბლანტის შესამცირებლად და ცალკეულ ჰაბურდილში ჩასაჭირხნად ნავთობის გრავიტაციული გამოდევნისათვის.

ბუდობში არსებული გაზის ქუდიდან გაზის გამოდევნაშიც შეიძლება მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს აზოტმა. თუ გაზის ქუდში არის საკმაო მარაგი და საბადოს ნავთობიანი ნაწილი მნიშვნელოვნადაა გამომუშავებული, აზოტი შეიძლება გამოიყენებულ იქნას ბუნებრივი აირის დამატებითი მოცულობის ამოსაღებად აზოტის დამატებითი მოცულობის ჩატუმბვით.

აზოტის ჩატუმბვა პროდუქტიულ ფენში მიზანშეწონილია, როცა ნავთობი დაბალი სიბლანტისაა და მას შეუძლია აზოტთან შერევა ფენის წნევისა და ტემპერატურის პირობებში, ხდება ე.წ. ნავთობის შერევადი გამოდევნა (ნავთობის გამოდევნა გაზით შეიძლება იყოს შეურევადი ან შერევადი - როცა არ არსებობს საზღვარი ფაზებს შორის) [3].

ნავთობის მოპოვების ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივების გარდა, აზოტის გამოყენება ეკონომიკურად მიზანშეწონილია სხვა თანმხლებ პროცესებშიც, იგი ფართოდ გამოიყენება ნავთობისა და გაზის მილსადენებში საცობების გასატუმბად, მილის გასაწმენდად. აზოტის საშუალებით ხდება:

- მილსადენების სანდოობის შემოწმება ჰერმეტიკობაზე (აზოტი მაღალი წნევით იტუმბება მილსადენში, რაც იძლევა სუსტი წერტილების გამოვლენისა და სწრაფად გამოსწორების საშუალებას);

- მილსადენების გაშრობა, აგრეთვე ჟანგბადის და სხვა გაზების მოცილება (მონტაჟისა და შეკეთების შემდეგ მილსადენები უნდა გაიწმინდოს აზოტით, რითაც შესაძლებელი ხდება ჟანგბადის გადაადგილება, ასევე ტენიანობისა და ნავთობპროდუქტებისთვის მავნე ნივთიერებების მოშორება);

- მიწისქვეშა და სხვა ხანძრის ჩაქრობა დახურულ სივრცეში საბადოს ან ნაგებობის დაზიანების გარეშე (ჩაქრობა წყლისა და სხვა ქიმიკატების გამოყენების გარეშე).

მენავთობების ინტერესი აზოტის მიმართ გაჩნდა ჯერ კიდევ ნავთობისა და გაზის ინდუსტრიის ფორმირების დასაწყისში. აზოტი ხელმისაწვდომი იყო და საკმაოდ იაფად იწარმოებოდა, ფენში მისი შეყვანის პირველი მცდელობა მე-20 საუკუნის დასაწყისში მოხდა. შედეგები კარგი იყო და ტექნოლოგიამ აჩვენა თავისი ეფექტურობა. მაგრამ ეს იყო ცალკეული ექსპერიმენტები, რომელთა ზუსტი შედეგები, სამწუხაროდ, უცნობია. ფენის ნავთობგაცემის ამალგების მიზნით აზოტის ჩატუმბვა წარმატებით ხორციელდებოდა მთელ მსოფლიოში 1960-იანი წლებიდან. მას შემდეგ სტაბილურად იზრდება აზოტის გამოყენება ნავთობისა და გაზის მოპოვების პროექტებში.

ცხრილი 1

„აზოტის პროექტების“ შესახებ სტატიების ავტორები

ავტორი	საბადო	გამოცემის წელი	№
Маркис С.П. SPE, The Linde Group	Cantarell project (Southern Mexico)	2014	SPE-171239-RU
A.J. Vazquez, R. Guerrero, M. A. Ancona, R.Heernandez, G.Colin	Antonio J. Complex (Southern Mexico)	2014	SPE-171816-MS
W.W.Huang, R.B. Bel- larmy, S.W.Ohnmus	Chunchula field (Alabama, USA)	1986	SPE-14059
C.J. Mayne and R.W. Pendleton	The Fordoche Field (Louisiana, USA)	1986	SPE-14058
B. Sinanan, M.Burdi	Trinidad basin (Trinidad and Tobago)	2012	SPE-156924
Hadi Belhaj, Hadil Abu Khaliffeh	South East Assests (Abu Dhabi)	2013	SPE-164774
V.S. Rios, P.Laboissiere, O.V. Trevisan	Espirito Santo basin (Brazil)	2010	SPE-139319

თანამედროვე ეპოქაში მსოფლიოში ყველაზე დიდი ე.წ. „აზოტის პროექტი“ განხორციელდა მექსიკის ყურეში, კანტარელის გიგანტურ ნავთობის საბადოზე. საბადოს ექსპლუატაციას შელფზე 1979 წლიდან ახორციელებს კომპანია Pemex. 1996 წელს დაიწყო ფენის წნევის შენარჩუნების პროგრამა. აზოტის ჩატუმბვა შეფასდა, როგორც წნევის შენარჩუნების ყველაზე მომგებიანი და ეკონომიური გადაწყვეტა.

პროექტის რეალიზაციის პროცესში, 2000 წელს გაიხსნა მსოფლიოს უმსხვილესი აზოტის მწარმოებელი ქარხანა. საბადოზე ნავთობგაცემის კოეფიციენტი 17 %-ით გაიზარდა, რაც ნიშნავდა მოპოვების გაზრდას 6,2 მლრდ ბარელით. დღეისათვის მიმდინარე ნავთობგაცემის კოეფიციენტი 42 %-ია, ხოლო ზღვრული კოეფიციენტი 50%-ის ტოლდაა შეფასებული. პროექტმა ნათლად აჩვენა, რომ აზოტის გამოყენება წნევის შესანარჩუნებლად წარმატებული ტექნოლოგიაა [4].

პირველ ცხრილში წარმოდგენილია ნავთობის საბადოების დამუშავების გამოცდილება აზოტის ჩატუმბვის ტექნოლოგიის გამოყენებით, სადაც მითითებულია “მენავთობე ინჟინერთა საზოგადოების“ (SPE) ბაზიდან მცირე ნაწილი სტატიების ავტორებისა, რომლებმაც წარმოადგინეს ტექნოლოგიის დანერგვის შედეგები.

თითოეულ ჩამოთვლილ საბადოზე აზოტის ჩატუმბვა გამოიყენებოდა სხვადასხვა ტექნოლოგიებით, მაგრამ ერთი და იგივე მიზნით - გაზრდილიყო ფენის ნავთობგაცემა.

როგორც ცნობილია, ჰაერიდან აზოტის მიღების პროცესი ხუთ ეტაპად იყოფა:

- 1) ჰაერის შეკუმშვა 0,6-0,7 მგპა-მდე კომპრესორების გამოყენებით;
- 2) მინარევების (წყლისორთქლის, ნახშირორჟანგის და სხვ.) მოცილება მექანიკური ხერხით მათი ადსორბციის ხარჯზე თბომცვლეულში დაბალ ტემპერატურაზე;
- 3) გაცივება ბლოკის ტიპის თბომცვლეულში -196 °C ტემპერატურამდე;
- 4) აზოტისა და ჟანგბადის გამოყოფა დაბალტემპერატურული დისტილაციით;
- 5) აზოტის შეკუმშვა ჩატუმბვისთვის საჭირო წნევამდე ცენტრიდანული ტუმბოების გამოყენებით [2].

თხევადი აზოტისაგან გარდაქმნილი ინერტული გაზი საშუალებას იძლევა გამოყენებული იქნას უკიდურესად მსუბუქი საცირკულაციო სითხეები. აზოტის ფიზიკური თვისებები ქმნის იდეალურ პირობებს მის გამოსაყენებლად ჭაბურღილების დასრულებასა და კაპიტალურ შეკეთებაში. ჭაბურღილების აზოტით გასუფთავება არ აყენებს ზიანს რეზერვუარს, შეუძლია გაზარდოს ჭაბურღილის მოპოვება და ხანგრძლივობა. მე-2 ცხრილში მოცემულია აზოტის მახასიათებლები.

ცხრილი 2

აზოტის მახასიათებლები

ქიმიური სიმბოლო	N ₂
თხევადი აზოტის სიმკვრივე	0.808 გრ/სმ ³
თხევადი აზოტის ტემპერატურა	- 195,8 °C
გასატუმბი ტუმბო	კრეოგენული
ნავთობში გახსნის უნარი	დაბალი
წყალში გახსნის უნარი	დაბალი
ჰიდროსტატიკული დაწოლა (გაზით)	წყალზე დაბალი
ჭაბურღილში იტუმბება	გაზი

ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილებიდან სითხის (ფლუიდის) ამოსადვრელად თხევადი აზოტის გამოყენება უსაფრთხო, სწრაფი და ეკონომიური მეთოდია. ტიპიური საველე სცენარი შედგება ჭაბურღილისაგან, რომელშიც სითხის სვეტისაგან შექმნილი ჰიდროსტატიკური წნევა აჭარბებს ფენის წნევას, რაც ხელს უშლის პროდუქტიული ფენიდან ჭაბურღილის ლულაში ნახშირწყალბადების შემოდინებას.

ჭაბურღილში არსებული სითხის აზოტის გაზით ჩანაცვლება (დონის დაწევა), ამცირებს ჰიდროსტატიკურ დაწოლას სანგრევზე და რეზერვუარს თვითდინებით (შადრევნირებით) მუშაობის საშუალებას აძლევს.

№1 სურათზე ნაჩვენებია აზოტის გატუმბვა ჭაბურღილში თხევადი აზოტის გარდამქმნელი ტუმბოს გამოყენებით.



სურ. 1. ჭაბურღილში აზოტის გატუმბვა თხევადი აზოტის გარდამქმნელი ტუმბოს გამოყენებით

აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება ჭაბურღილის დასრულებაში, საექსპლუატაციო პაკერის არსებობის შემთხვევაში, მოითხოვს დოღზე დახვეული დრეკადი მილის დანადგარის (კოლ-ტუბინგი)გამოყენებას. დრეკადი (დახვეული) მილი გახდა ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების სერვისისა და კაპიტალური შეკეთების ოპერაციების განუყოფელი კომპონენტი. მისი განვითარება ადრეული 1960-იანი წლებიდან იწყება. ტექნოლოგიის დახვეწამ გაზარდა დრეკადი მილების გამოყენება როგორც საბურღ და ჭაბურღილის დასრულების ოპერაციებში, ასევე ჭაბურღილების კაპიტალურ შეკეთებაში. ბოლო წლებში ინდუსტრია მიდრეკილია დახრილმიმართული და ჰორიზონტალური ჭაბურღილების ბურღვისკენ, სადაც დრეკადი მილი ფართოდ გამოიყენება 60 გრადუსით და უფრო მეტად დახრილი ტრაექტორიის მქონე ჭაბურღილების დამუშავების და შესწავლის ოპერაციებში. ჭაბურღილში საექსპლუატაციო პაკერის არსებობის პირობებში, დრეკადი მილი ჩაეშვება სატუმბსაკომპრესორო მილებში და აზოტის გატუმბვით დრეკად მილში ხორციელდება ჭაბურღილიდან სითხის ამოღვრა [5].

№2სურათზეჩანსაზოტისგატუმბვისპროცესი ჭაბურღილში დოღზე დახვეული დრეკადი მილის დანადგარის (კოლ-ტუბინგი)გამოყენებით საექსპლუატაციო პაკერის არსებობის პირობებში, ხოლო №3 სურათზე წარმოდგენილია აზოტის გატუმბვა ჭაბურღილში საექსპლუატაციო პაკერის არარსებობის შემთხვევაში.

თუ ჭაბურღილში საექსპლუატაციო პაკერი არ არსებობს, აზოტი შეიტუმბება ჭაბურღილის მიღგარე სივრცეში.



სურ. 2. ჭაბურღილში აზოტის გატუმბვა დრეკადი მილის დანადგარის გამოყენებით, საექსპლუატაციო პაკერის არსებობის პირობებში



სურ. 3. ჭაბურღილში აზოტის გატუმბვა საექსპლუატაციო პაკერის არარსებობის პირობებში

როდესაც ჭაბურღილში დასამუშავებელი ზონის მექანიკური მონაცემები იძლევა საშუალებას გამოყენებული იქნას უარყოფითი ან კონტროლირებადი საცირკულაციო წნევით დამუშავების ტექნოლოგია, დგება თხევადი აზოტისაგან გარდაქმნილი გაზის გატუმბვის საჭიროება. განსაკუთრებით, როდესაც მოთხოვნილია საცირკულაციოდ ისეთი დაბალი სიმკვრივის სითხეების გამოყენება, როგორცაა ქაფი ან გაზიანი ხსნარი. აღნიშნული სითხეების გამოყენებისას მიიღწევა ფენის წნევაზე დაბალი

ჰიდროსტატიკური წნევა ჭაბურღილის სხვადასხვა სიღრმეზე, რაც თავისთავად უზუნველყოფს პროდუქტიულ ჰორიზონტზე მინიმალურ დაწოლას და ამცირებს ხსნარისაგან ფენის დაბინძურებას [6].

მე-3 ცხრილში მოცემულია აზოტის შერევით მიღებული ხსნარის ეფექტური სიმკვრივე ჭაბურღილის სხვადასხვა სიღრმეზე.

ცხრილი 3

აზოტის შერევით მიღებული ხსნარის ეფექტური სიმკვრივე სხვადასხვა სიღრმეზე

ხსნარის სიმკვრივე გრ/სმ ³	აზოტი, მ ³ (გაზი)/მ ³ (ხსნარი)	სიღრმე, მ								
		300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700
1.08	1.8	0.93	0.98	1.00	1.02	1.03	1.03	1.04	1.04	1.05
1.08	3.5	0.79	0.86	0.92	0.95	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01
1.08	8.7	0.36	0.55	0.66	0.74	0.79	0.82	0.85	0.87	0.89
1.2	1.8	1.04	1.10	1.12	1.14	1.15	1.15	1.16	1.04	1.16
1.2	3.5	0.86	0.98	1.03	1.06	1.08	1.10	1.11	1.12	0.89
1.2	8.7	0.44	0.65	0.77	0.85	0.90	0.94	0.96	0.99	1.01
1.32	1.8	1.16	1.22	1.24	1.26	1.26	1.27	1.28	1.28	1.28
1.32	3.5	0.97	1.09	1.18	1.19	1.20	1.22	1.23	1.24	1.24
1.32	8.7	0.51	0.75	0.88	0.96	1.01	1.05	1.08	1.10	1.12

მაგალითი: 1 კუბურ მეტრ 1.2 გრ/სმ³ სიმკვრივის ხსნარში 1.8მ³ აზოტის შერევისას 2700 მეტრ სიღრმეზე ხსნარის სიმკვრივე იქნება 1,16 გრ/სმ³.

საქართველოში, დასავლეთ რუსთავის №38z ჭაბურღილზე განხორციელდა დონისდაწევა (სითხის ამოღვრა) თხევადი აზოტის გარდამქნელი ტუმბოს გამოყენებით. ჭაბურღილში შეჭრილი ჰორიზონტალური ლულიდან ნავთობისა და გაზის მოპოების მაჩვენებელი, ბურღვის დასრულების შემდეგ ტესტირების მონაცემებთან შედარებით, აზოტის დამუშავების შედეგად 1,5 ჯერ გაიზარდა.

იგივე საბადოზე არსებული №B01Za ჭაბურღილის ათვისებაც აზოტის გამოყენებით მოხდა. იგი ექსპლუატაციაში შევიდა დრეკადი მილითა და აზოტით სითხის ამოღვრის შემდეგ.

დასკვნა

ამრიგად, აზოტის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები და გავრცელება მას აქცევს ნავთობგაცემის ამაღლების ერთ-ერთ ყველაზე ხელმისაწვდომ და საკმაოდ ეფექტურ საშუალებად. აზოტის მიღების არსებული მეთოდები ხასიათდება შესწავლილობის მაღალი ხარისხით, სიმარტივით და ხელმისაწვდომობით.

ნავთობისა და გაზის ჭაბურღილების აზოტით დამუშავების ტექნოლოგიას წარმატებით გამოიყენებენ ნავთობისა და გაზის საბადოების ოპერატორი კომპანიები.

ექსპლუატაციაში მყოფი ჭაბუღილის ჩახშობის გარეშე (წნევის ქვეშ) დამუშავების შესაძლებლობა დრეკადი მილისა და აზოტის ტექნოლოგიას უკონკურენტოს ხდის ნავთობისა და გაზის ინდუსტრიაში.

ლიტერატურა

1. Покрепин Б.В. Разработка нефтяных и газовых месторождений. www.geokniga.org/books/25919. 2015. 125 с.
2. Abubaker H. Alagorni, Zulkefli Bin Yaacob, and Abdurahman H. Nour. An Overview of Oil Production Stages. Enhanced Oil Recovery Techniques and Nitrogen Injection. International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 6, No. 9, September 2015. pp. 693-700.
3. Игнатъев Н.А., Синцов И.А. Опыт и перспективы закачки азота в нефтегазовой промышленности. Научный журнал “Фундаментальные исследования”. №11-4, Москва, 2015. с. 678-682.
4. Маркус С.П. Обзор «забытой технологии» с высоким потенциалом – крупнейший в мире азотный проект на базе IOR на гигантском месторождении Кантарел в Мексике. SPE-171239. 2014.
5. Halliburton. Nitrogen calculatons Course. – Well servisce Nitrogen calculatons. Aberdeen. 2024. 61 p.
6. Effective Mud Density at Various Depths Using Nitrogen. www.rigworker.com.

MAISURADZE NATELA, KHITARISHVILI VALERI, MAISURADZE DAVIT

NITROGEN USE IN OIL AND GAS OPERATIONS

ANNOTATION. The article discusses several options for nitrogen application in the oil and gas industry. Nitrogen gas is useful in maintaining formation pressure in oil fields, expelling gas from the gas cap, stimulating steeply inclined formations, cyclic exploitation of gas condensate deposits, Completion of wells, Cleaning of wells with Coiled Tubing, Circulating low pressure reservoir wells with foam. Described experience of local oil and gas companies in Georgia utilizing nitrogen pumping in welltesting and stimulation.

KEYWORDS: nitrogen; well; oil; gas; coiled tubing; oil recovery; exploitation; pumping.