

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნათელა მაისურაძე

მასიური, ნაპრალოვან-კავერნული კოლექტორებით
წარმოდგენილი ნავთობის საზადოების მარაგების
გამომუშავების ეფექტურობის ამაღლება

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის
ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოც. პროფესორი გ. დურგლიშვილი
რეცენზენტები:

დაცვა შედგება - - - - წლის " --- " - - - - - - - საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-
გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის
სხდომაზე, კორპუსი - - - , აუდიტორია
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატისა – სტუ-ს ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ----- დ. თევზაძე

სამუშაოს ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა – მიმდინარე პერიოდისათვის, როდესაც არა მარტო საქართველოში, არამედ მსოფლიოს მთელ რიგ ქვეყნებში სულ უფრო რთული ხდება ახალი, მაღალდებიტიანი საბადოების აღმოჩენა, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ძველი საბადოების დამუშავების ეფექტურობის ამაღლებას.

ნავთობისა და გაზის მოპოვების გაზრდა, ერთი მხრივ, დამოკიდებულია ახალი საბადოების გახსნაზე, ხოლო, მეორე მხრივ, არსებული საბადოს ფარგლებში გამოუმუშავებელ ზონებში თანამედროვე ტექნოლოგიური პროცესების გამოყენებაზე, რაც საშუალებას გვაძლევს მოვიპოვოთ დამატებითი ნავთობი და, შესაბამისად, ავამაღლოთ ფენის ნავთობგაცემის კოეფიციენტი.

ნავთობსა და გაზზე ძიების და დაზვერვის შედეგად აღმოჩენილი საბადოების დიდი ნაწილი წარმოდგენილია მასიური ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-კავერნული ტიპის კოლექტორებით. ასეთი საბადოების უმეტესობა მუშაობს ბუნებრივი წყალწნევითი რეჟიმით; ნავთობგაცემის კოეფიციენტიც, შესაბამისად, მაღალია. მიუხედავად ამისა, მოპოვების თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების დროსაც კი პროდუქტიულ ფენში რჩება ნავთობის მარაგების მნიშვნელოვანი ნაწილი. პროდუქტიული ფენიდან ბუნებრივი ნახშირწყალბადების მაქსიმალური გამომუშავება ნავთობკომპანიების ძირითადი ამოცანაა. ამიტომ ნარჩენი ნავთობის მარაგების ათვისება ფრიად აქტუალურია.

კვლევის მიზანია მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოზე ნარჩენი მარაგების ლოკალიზაციის დადგენა და ამ მარაგების ათვისების გზების დასახვა. ნავთობის მოპოვების მოცულობის გადიდება მნიშვნელოვნად იქნება დამოკიდებული ბუდობებზე გამოუმუშავებელი ზონების გამოვლენასა და ნარჩენი ნავთობის ამოღებაზე.

კვლევის ობიექტები და მეთოდები: კვლევის ობიექტია სამგორი-პატარძელის შუაეოცენური ბუდობი. კვლევის პროცესში გამოყენებულია მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოების სარეწაო-გეოლოგიური მასალების კომპლექსური ანალიზისა და მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები. გადასაწყვეტი ამოცანების დასმა ხორციელდებოდა ნაპრა-

ლოვანი კოლექტორების თავისებურებებისა და საბადოების დამუშავების პროცესში არსებული პრობლემების გათვალისწინებით.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე: სხვადასხვა საბადოს მაგალითზე ნაჩვენებია ნაპრალოვანი ტიპის ბუდობების ცალკეული ზონების ფილტრაციული პარამეტრების არაერთგვაროვნება. მრავალი საბადოს განხილვის საფუძველზე განზოგადებულია მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოს თავისებურებანი;

სამგორი-პატარძელის ნავთობის საბადოზე არსებული სარეწაო-გეოლოგიური მონაცემების საფუძველზე დადგენილი იქნა ნარჩენი მარაგების კონცენტრაციის უბნები. საქსპლუატაციო და პიეზომეტრული ჭაბურღილების მონაცემების მიხედვით დადგინდა ნარჩენი ნავთობის მარაგების არსებობა გაწყლიანებულ ზონაში და შეფასდა მისი მოცულობა.

გაუმჯობესდა სითხის ფორსირებული მოპოვების ოპტიმალური დებიტის განსაზღვრის მეთოდიკა. ფორსირებული მოპოვების მეთოდის ეფექტურობის ერთ-ერთი მთავარი პირობაა ჭაბურღილების დებიტის განსაზღვრა. ნაშრომის სამეცნიერო სიახლეა აღნიშნული პირობის მთავარი კრიტერიუმის დადგენა.

შემუშავდა რეკომენდაციები ჭაბურღილების ექსპლუატაციისათვის მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოების დამუშავების დროს.

შედეგების გამოყენების სფერო. საბადოს დამუშავების სქემა, რომელიც ჩვენს მიერ დასახულ რეკომენდაციებს ითვალისწინებს, შექმნის მარაგების ეფექტური გამოიმუშავების საფუძველს. რეკომენდაციების გათვალისწინების შემდეგ, ვიმედოვნებთ, რომ ათვისებული იქნება სამგორი-პატარძელის შუაეოცენური ბუდობის გაწყლიანებულ მოცულობაში დარჩენილი ნავთობის მარაგი, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მოპოვებას.

ცნობები დისერტაციის მოცულობისა და სტრუქტურის შესახებ. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, 5 თავისა და დასკვნისაგან. დაბეჭდილია 145 გვერდზე. ნაშრომი მოიცავს ასევე 11 ცხრილს და 40 ტექსტურს ნახაზს. გამოყენებული ლიტერატურის სია შედგება 30 დასახელებისაგან.

დისერტაციის შინაარსი

თავი I. ნაპრაღთა ჯგუფები და ნაპრაღების პარამეტრები

ნაპრაღების ძირითადი პარამეტრებია: ზომები, გახსნა, სიხშირე, ორიენტაცია და გავრცელება. მორფოლოგიური ხასიათის, გენეზისისა და ასაკის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს ნაპრაღების სამი დიდი ჯგუფი.

I ჯგუფი წარმოიშობა ნალექების პოსტსედიმენტაციური გარდაქმნის შედეგად დიაგენეზისა და ეპიგენეზის პროცესში. ასეთი ნაპრაღები ხასიათდება შედარებით ქაოტური განლაგებით, საკმაოდ ხშირად ორიენტირებულია შრეობრიობის სიბრტყეში. ვრცელდება მცირე მანძილზე, ხშირად ისოლებიან ერთი შრის ფარგლებში.

II ჯგუფი წარმოიშობა ტექტონიკური მოძრაობების შედეგად და მათ ტექტონიკურ ნაპრაღებს უწოდებენ. ისინი ქმნიან სისტემებს, მათი კედლები მეტნაკლებად პარალელურია და ვრცელდება სხვადასხვა მანძილზე. წარმოიქმნება ქანების მონოლითში ან ვითარდება არატექტონიკური ნაპრაღების ხარჯზე. ამ ტიპის ნაპრაღები ყველაზე ფართოდ არის გავრცელებული; მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით, ეს ჯგუფი იყოფა პირველი და მეორე რიგის ნაპრაღებად.

I რიგის ტექტონიკური ნაპრაღები ამოვსებულია ან ღიაა, კვეთს შრეების ჯგუფს, წარმოიქმნება რხევითი მოძრაობების, იშვიათად, დანაოჭებითი მოძრაობების შედეგად; სწორხაზოვანია, ჯგუფდება სისტემებად; აქვს სხვადასხვა დახრის კუთხე, ვრცელდება რამდენიმე მმ-დან ასეულ მეტრამდე; გახსნილია რამდენიმე მმ-დან ერთეულ სმ-მდე.

II რიგის ტექტონიკური ნაპრაღები წარმოიქმნება, ძირითადად, ევზოტექტონიკური ან დანაოჭებითი მოძრაობების, იშვიათად, ენდოგენური პროცესების შედეგად. ხასიათდება მკაცრი სისტემურობით; განვითარებულია ცალკეულ შრეში, საკმაოდ ხშირად ღიაა. მათი სიხშირე მეტწილად განპირობებულია ქანის ლითოლოგიური შედგენილობითა და სიმძლავრით.

III ჯგუფი წარმოიშობა ჰიპერგენეზის ზონაში განლაგებულ ქანებზე მექანიკური და ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ზემოქმედების შედეგად.

ნაპრალებს შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია II ჯგუფი (ტექტონიკური ნაპრალები), რომლებთანაც დაკავშირებულია ნაპრალოვანი კოლექტორების ზონების წარმოშობა.

ნაპრალის გახსნა ანუ ნაპრალის სიგანე, განისაზღვრება ნაპრალის კედლებს შორის მანძილით. ნაპრალის გახსნა ცვალებადობს 10-200 მკმ-ის ფარგლებში, მაგრამ, როგორც პრაქტიკამ გვიჩვენა, ყველაზე ხშირად ნაპრალების სიგანე მოთავსებულია 10-40 მკმ-ის შუალედში. ნაპრალთა გახსნა დამოკიდებულია ქანის ლითოლოგიურ-პეტროგრაფიულ თვისებებზე, ტექტონიკური დაძაბულობის ინტენსივობასა და ქანიკოლექტორის ფორმირების პირობებზე. ღია ნაპრალების გახსნა, ძირითადად, შეადგენს არგილიტებში – 1-10, კარბონატულ ქანებში – 10-20 და ქვიშაქვებში – 20-30 მკმ-ს. სამგორი-პატარძელის შუაეოცენურ ბუდობზე შედარებით ფართოდაა გავრცელებული ვერტიკალური ნაპრალები, რომელთა გახსნა, ძირითადად, 0,2 მმ-დან 2-3 მმ-მდე ცვალებადობს.

მნიშვნელოვანი სიგრძის და დიდი გახსნის მქონე ნაპრალებს (პირობითად, 100 მკმ-ზე მეტი) **მაკრონაპრალებს** მიაკუთვნებენ, **მიკრონაპრალები** კი შეზღუდული სიგრძისა და მცირე გახსნის ნაპრალებია. სამგორი-პატარძელის შუაეოცენურ ბუდობზე მაკრონაპრალების გახსნილობა ძალზე მაღალია, ცალკეულ შემთხვევაში, რამდენიმე ათეული სანტიმეტრიც კი არის, მიკრონაპრალების კი – ძალზე დაბალი (მილი-მიკრონებიდან - მიკრონებამდე).

ნაპრალების სიხშირეს განაპირობებს ქანის სტრუქტურა, სიმტკიცე და შრეობრიობის მასშტაბი. ნებისმიერ გეოტექტონიკურ პირობებში ყველაზე მეტად დანაპრალებულია არგილიტები და ფიქლები, შემდეგ მოდის მერგელები, თიხიანი კარბონატული ქანები, დოლომიტები, კირქვები, ალევროლიტები და ქვიშაქვები. სამგორის შუაეოცენური ბუდობის ჭაბურღილებისათვის მიახლოებით გამოთვლილი ნაპრალების სიხშირის მაჩვენებელი შეადგენს 30-ს (ერთ გრძივ მეტრზე). სიხშირეების ანგარიშის დროს გამოვიყენეთ ჭაბურღილებში სხვადასხვა დროს ჩატარებული ჰიდროდინამიკური გამოკვლევების შედეგები, ასევე,

გეოფიზიკური გამოკვლევების შედეგების ინტერპრეტაციით განსაზღვრული ფორიანობის მნიშვნელობები (ზუსტად იმ სიღრმეებისთვის, რომელთა შესაბამისი შეღწევადობის სიდიდეებიც გვექონდა და იმ ინტერვალებისთვის, რომლებიც თერმოდებიტომეტრიით იყო განსაზღვრული). მკაფიოდ გამოჩნდა ნაპრალების სისშირესა და ნავთობის მოპოვებას შორის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება.

ნაპრალების ორიენტაცია - ნაპრალების სივრცობრივი მდებარეობის წარმოდგენის საშუალებას იძლევა სტერეოგრაფები. სისშირე განისაზღვრება შესაბამისი რადიუსებით, რომლებიც იყოფა კონცენტრული წრეების ნაწილებად. სამგორი-პატარძელის ჭაბურღილებში ჩატარებული კვლევებით (ღულის სკანირება - FMS და ინტერაქტიური სიღრმული ანალიზი - IDA) დაზუსტდა ნაპრალების გავრცელების მიმართულება. ბუდობის ორივე თაღზე ნაპრალების გავრცელების ორი ძირითადი მიმართულება გამოირჩევა: ნაპრალების ორიენტაცია განისაზღვრება სამგორის თაღზე I - 330° - 150° და II - 10° - 190° აზიმუტით, პატარძელის თაღზე - I - 310° - 130° და II - 50° - 230° აზიმუტით. იმისათვის რომ გაგვეჩვენოს ნაპრალების მიმართულებასა და ნავთობის მოპოვებას შორის კავშირი, ავაგეთ ჭაბურღილების საწყისი დებიტებისა და ჯამური მოპოვებების რუკები. საწყისი დებიტები და ჭაბურღილების ჯამური მოპოვებები არაპირდაპირ გვიჩვენებს მაკრონაპრალების არსებობას.

თავი II. ნაპრალოვანი ტიპის საბადოების დამუშავების თავისებურებანი

ნაპრალოვანი კოლექტორები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: 1) სუფთა ნაპრალოვანი ტიპის კოლექტორი, რომელშიც ნავთობის დასაგროვებელ ტევადობად ნაპრალები ითვლება და მათშივე ხორციელდება ფილტრაცია და 2) შერეული ტიპის კოლექტორი, რომელშიც ნავთობის დასაგროვებელ ტევადობად იგულისხმება ნაპრალები, კავერნები, მიკროკარსტები, სტილოლითები და ფოროვანი სივრცე, ფილტრაციაში წამყვანი როლი კი ერთმანეთთან დაკავშირებულ ნაპრალებს აქვს. შერეული ტიპის კოლექტორები, თავის მხრივ, იყოფა ქვეკლასებად: ნაპრა-

ლოვან-ფოროვან, ნაპრალოვან-კავერნულ, ნაპრალოვან-ფოროვან-კავერნულ კოლექტორებად. თითოეული ქვეკლასი განისაზღვრება იმით, თუ რომელი კატეგორიის სიცარიელებში გროვდება ნავთობი და გაზი.

თეორიულ გამოკვლევებში, ჩვეულებრივ, იყენებენ ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან-ფოროვანი კოლექტორების საანგარიშო მოდელებს. ცნობილია სხვადასხვა მოდელი: **კაზემის** (თანაბრად განლაგებული მრავალი პორიზონტალური მატრიცის ბლოკი და ნაპრალი), **უორენ-რუტის** (“აგურების წყობის” მრავალბლოკიანი სისტემა), **დე სვანის** (უორენ-რუტის მოდელისგან განსხვავებით ბლოკებს აქვთ არა პარალელური პედის, არამედ სფეროს ფორმა) და სხვა. **ვ.ნ. მაიდებორის** მიხედვით, წყალწნევით რეჟიმზე მომუშავე ნაპრალოვანი კოლექტორის საანგარიშო მეთოდი გულისხმობს მასიური ბუდობის წარმოდგენას პარალელური პედის ფორმით, რომელიც შედგება სხვადასხვა შედწევადობის ზონებისაგან.

დადგენილია, რომ მსოფლიოში ნავთობისა და გაზის მნიშვნელოვანი ნაწილი ნაპრალოვანი კოლექტორებიდან არის მიღებული. სპეციალურ ლიტერატურაში მოტანილია ნაპრალოვანი კოლექტორების მქონე საბადოების უამრავი მაგალითი. ნაპრალოვნება კარბონატულ ქანებს უფრო მეტად ახასიათებს, ვიდრე ტერიგენულს. კარბონატული ქანებისგან ფორმირებულია მასიური ბუდობები ან ასეულობით მეტრის სისქის პორიზონტები მაშინ, როცა ტერიგენული ქანები, უმრავლეს შემთხვევაში, რამდენიმე ათეული მეტრი სისქის ფორიანი ფენების სახითაა ჩაწოლილი და ქმნიან ფენობრივ ბუდობებს. ტერიგენული ქანები, ჩვეულებრივ, ეკუთვნის ფოროვანი ტიპის კოლექტორებს. თუმცა ნაპრალოვნება შეიძლება შეგვხვდეს სხვადასხვა ლითოლოგიური ტიპის ქანებში.

კარბონატულ ქანებში არსებული ნაპრალოვანი ტიპის საბადოებია: მარა-ლა-პასის (ვენესუელა), გილბერტაუნის (აშშ), ბივერ-რივერის (კანადა) და სხვა მრავალი. მექსიკაში, ტამაულიპასის კირქვებში ნაპრალოვნება იმდენად მკვეთრად იცვლება ფართობზე, რომ ერთმანეთისგან 60 მ-ში განლაგებულ ჭაბურღილებს სრულიად განსხვავებული დებიტები ჰქონდათ. აინ-ზალის საბადოდან (ერაყი) ნავთობის მოპოვება მთლიანად ნაპრალებითაა განპირობებული (ზედაცარცული

კირქვები), ექსპერიმენტულმა მონაცემებმა აჩვენა, რომ 1 მმ გახსნილობის მქონე ნაპრაღს შეუძლია უზრუნველყოს 1113-1590 მ³/დღ.დ ნავთობის დებიტი. ნაპრაღოვნება იმდენადაა განვითარებული, რომ ვარაუდობდნენ მთელი ბუდობის ეფექტურად დრენირების შესაძლებლობას 2-3 ჭაბურღილითაც კი. კირკუკის საბადოზე (ერაყი) უზარმაზარი მოპოვებები ერთმანეთისაგან 2-3 კმ-ით დაშორებული ჭაბურღილებით ხორციელდება. ნადლენდელის საბადოზე (უნგრეთი), მიუხედავად ნავთობის დიდი სიმკვრივისა (0.917-0.970 გ/სმ³) და სიბლანტისა (8.6 - 137 სპზ), კოლექტორის მაღალი შეღწევალობის გამო სითხის დიდი დებიტებია დამახასიათებელი (100მ³/დღ.დ და მეტი) მცირე დეპრესიის პირობებში (სენონური ასაკის კირქვები და ტრიასული დოლომიტები).

გასული საუკუნის 50-იან წლებში “გროზნენფტში” მოხდა მოვლენები, რომლებმაც მნიშვნელოვანი კვალი დატოვა საბადოების დამუშავების განვითარებაში. ამ პერიოდში გროზნოელი მენავთობეების მიერ გაიხსნა და დაიწყო მრავალი მასიური, ნაპრაღოვანი ბუდობის ექსპლუატაცია. ესენია: ყარაბულახ-აჩალუკის, ელდარის, ბრაგუნის, მალგობეკ-ვოზნესენსკის, ზამანკულის, ოქტიაბრსკოეს და სხვა საბადოები. მათი ექსპლუატაციაში შესვლით ნავთობის მოპოვება “გროზნენფტში” 2 მლნ ტ-დან (1956წ) 22 მლნ-მდე (1971წ.) გაიზარდა. მრავალ საბადოზე შადრევნული ჭაბურღილები “მილიონრები” გახდნენ. დებიტები 1000-2000ტ/დღ.დ-საც კი აჭარბებდა. ასეთი მიღწევები განპირობებული იყო საბადოების სწორი დამუშავებითა და, რა თქმა უნდა, ბუნებრივი პირობებით – კოლექტორისა და გაჯერებული ფლუიდების კარგი მახასიათებლებით. ეს საბადოები დაკავშირებულია ზედაცარცული ნალექების ნაპრაღოვან-კავერნულ კირქვებთან. ახასიათებთ ჩაწოლის დიდი სიღრმეები (1600-5300 მ), სიგრძისა და სიგანის დიდი თანაფარდობები (საშუალოდ 5-20 კმ), დიდი პროდუქტიული სისქეები (290-450 მ), ნალექების დახრის დიდი კუთხეები (5-10⁰-დან 40-55⁰-მდე), ანომალურად მაღალი ფენის წნევები (350-770 ატმ), მაღალი ტემპერატურა (85-168⁰C). ნავთობი ავსებს მეორად სიცარიელებს, მატრიცა წყლითაა შევსებული, კოლექტორი არაერთგვაროვანია ფართობსა და ჭრილში. ნაპრაღების გახსნა რამდენიმე მიკრონიდან 300-350 მკმ-მდე იცვლება, უმეტეს შემთხვევაში, შეადგენს ათეულობით მიკრონს. მატრიცის ფორიანობა საშუალოდ 3-

4%-ია, შეღწევადობა, უმეტეს შემთხვევაში, 0.1 მდარსზე ნაკლებია. შეღწევადობა მცირდება სტრუქტურის თალიდან ფრთებისა და პერიკლინებისაკენ. კონტურგარე და საგების წყლები ნაკლებად აქტიურია, წყალშემცველი ზონები დიდი არ არის, ჩაკეტილი ჰიდროდინამიური სისტემაა. ფენის ნავთობი მცირე სიბლანტისაა (0.16-1.16 სპზ), ნავთობის მოცულობითი გაფართოების კოეფიციენტი დიდია (1.6-2.6), კონტურული და საგები წყლების ნაკლებაქტიურობის გამო ბევრ საბადოზე გამოყენებულია ხელოვნური დაწყლიანება. იმის გამო, რომ აქ ნავთობისა და მისი გამომდევნი წყლის სიბლანტეების ხელსაყრელი თანაფარდობა (მცირე) და ნალექების დიდი დახრილობაა, დამუშავების პროცესში მიღებულია გარშემოცვისა და ნავთობგაცემის კოეფიციენტების მაღალი მაჩვენებლები. დადგენილია, რომ ჭაბურღილების გაწყლიანების ხასიათი არ არის დამოკიდებული გახსნილი ინტერვალის სიდიდესა და ჭაბურღილის კონსტრუქციაზე. მას განსაზღვრავს ინტერვალის ფარგლებში არსებული ნაპრალები.

ლიტერატურაში აღწერილია **ნაპრალოვანი ქვიშაქვებიანი კოლექტორების** მრავალი მაგალითი. მსგავსი კოლექტორების მაგალითია სპრაბერის ფორმაციის ნალექები ამავე სახელწოდების ზონაში (დასავლეთ ტეხასი). სპრაბერის საბადო (ქვედა პერმული ასაკის ქვიშაქვები) მსოფლიოში ერთ-ერთ დიდ საბადოდ ითვლება საწყისი ნავთობშემცველი ფართობის მიხედვით (202 ათასი ჰა). ნავთობშემცველობის გავრცელებაზე გავლენას ისე არ ახდენს არც ლითოლოგიური, არც სტრუქტურული ფაქტორი, როგორც ბუნებრივი ნაპრალოვნება.

ნავთობის ბუდობებს **ფუნდამენტის ნაპრალოვან ქანებში** დიდი მნიშვნელობა აქვს მსოფლიოს ნავთობის მოპოვებაში. ნაპრალოვანი ფუნდამენტის ნავთობშემცველობის ნათელი მაგალითია სამხრეთ ვიეტნამის საბადო “თეთრი ვეფხვი”, სადაც ჭაბურღილების მაღალპროდუქტიული ინტერვალები მკაფიოდ უკავშირდება მსხვილი ნაპრალების გავრცელების ზონებს.

ნაპრალოვანი ტიპის ბუდობები **გულკანოგენურ დანალექ ქანებში** გახსნილია კუბაში (კრისტალესის საბადო), იუგოსლავიაში, უნგრეთში, მექსიკაში, თურქმენეთში, არგენტინაში, აშშ-ში, აზერბაიჯანში - მურადხანლის საბადო (ზედაცარცულ კირქვებში), საქართველოში არსებული

მასიური ნაპრალოვან-კავერნული ტიპის საბადოები თბილისისპირა ნავთობგაზიან რაიონს მიეკუთვნება.

ნაპრალოვან კოლექტორებს აქვს რიგი თავისებურება, რის გამოც ისინი განსხვავდება ფოროვანი ტიპის კოლექტორებისგან. ნაპრალოვანი ტიპის საბადოს დამუშავების თავისებურებები განპირობებულია კოლექტორების მოცულობით-ტევადობითი მახასიათებლებით.

ნაპრალოვანი კოლექტორებისთვის დამახასიათებელია **დიდ სიღრმეებზე (3500-5000 მ) მდებარეობა, ნავთობშემცველობის მაღალი საფეხურები (1000 მ), მაღალი ფენის წნევა, ბუნებრივი ნაპრალების გავრცელების დიდი არეალი** (რამდენიმე ათეული მეტრიდან რამდენიმე ასეულ მეტრამდე), ჭაბურღილების **ბადის სიხშირე** გაცილებით ნაკლებია (100 ჰა/ჭაბ), ვიდრე ფოროვანი კოლექტორების შემთხვევაში. (0, 25 ჰა/ჭაბ.) წყალწნევითი რეჟიმი განაპირობებს **ჭაბურღილების მაღალპროდუქტიულობას**. მათი დებიტები რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათას ტონას შეადგენს დღე-ღამეში, მაშინ, როცა ფენზე დეპრესია საბადოს ფენის წნევის 15-30%-ს არ აღემატება. თუმცა, გვხვდება ჭაბურღილებიც, რომელთა დებიტები მხოლოდ ორი-სამი ათეული ტონაა, მაშინ როდესაც დეპრესია აჭარბებს ფენის წნევის 30%-ს. აღნიშნული ფაქტორი მიუთითებს ასეთი ტიპის საბადოებში განსხვავებული ფილტრაციული ზონების არსებობაზე. ე.ი. კოლექტორები ხასიათდება მაღალი ფილტრაციული პარამეტრებით, რაც მოიცავს ბუდობის უმეტეს ნაწილს, მაგრამ, გვხვდება ცალკეული მცირედშედწევადი ზონებიც, რის გამოც გართულებულია ფლუიდების ფილტრაცია. სითხის მოდინება ჭაბურღილის სანგრევისპირა ზონაში ხორციელდება ფილტრაციის როგორც წრფივი, ასევე, არაწრფივი კანონით. ინდიკატორულ დიაგრამებზე ჭაბურღილის დებიტის დამოკიდებულება დეპრესიის ღერძის მიმართ სწორხაზოვანია ან გამრუდებული, რაც მიუთითებს მასიური ტიპის საბადოს არაერთგვაროვნებაზე.

თავი III. თბილისის მიმდებარე რაიონის მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოები

საქართველოში მოპოვებული ნავთობის 80%-ზე მეტი ნაპრალოვან-კავერნული კოლექტორებიდან არის მიღებული. შუაეოცენის ასაკის ვულკანოგენებში აღმოჩენილია რამდენიმე მცირე და ერთი საშუალო სიდიდის ნავთობის ბუდობი. სამგორის, სამგორის სამხრეთი თაღის, თელეთის, რუსთავის და დასავლეთ რუსთავის საბადოები თბილისის მიმდებარე რაიონში მდებარეობს.

სამგორის გაზნავთობიანი საბადო სტრუქტურულად დაკავშირებულია მამადავითის (თაბორის) ანტიკლინთან, სამგორის სამხრეთი თაღის და თელეთის ნავთობიანი საბადოები - თელეთის ანტიკლინთან, ხოლო რუსთავის გაზკონდესატის საბადო - რუსთავის ანტიკლინის აღმოსავლეთ დაძირვის ზონასთან.

სამგორის საბადო რთული აგებულებისაა, დაკავშირებულია სუბგანედური მიმართულების ანტიკლინურ ნაოჭთან. სტრუქტურას სამთალოვანი ფორმა აქვს (დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ: სამგორის, პატარძელის და ნინოწმინდის).

სამგორის სამხრეთ თაღის ნავთობის საბადო დაკავშირებულია ამავე სახელწოდების ბრაქიანტიკლინის შუაეოცენურ ვულკანოგენურ წყებასთან. ბრაქიანტიკლინის სიგრძე საბადოს ფარგლებში უდრის 4,8 კმ-ს, სიგანე კი - 1,1 კმ-ს. ესეც განედური გავრცელების და სამხრეთით გადახრილი ასიმეტრიული ნაოჭია. თელეთის საბადოს სტრუქტურა აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზოლის აღმოსავლეთ დაძირვის მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს და საბადო ამავე სახელწოდების ანტიკლინის აღმოსავლეთ პერიკლინზეა განლაგებული. თელეთის ანტიკლინის დერძი იძირება დასავლეთიდან აღმოსავლეთით. რუსთავის საბადო დაკავშირებულია დასავლეთ რუსთავის განედური ნაოჭის შუაეოცენურ ვულკანოგენურ-დანალექ წყებასთან. ნაოჭის აგებულება რთულია, სტრუქტურის დერძი დასავლეთიდან-აღმოსავლეთით იძირება. ნაოჭი მოქცეულია ორ თითქმის განედური მიმართულების რღვევას შორის. ჩრდილოეთი რღვევა თელეთის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთას გასდევს, ხოლო სამხრეთი - დასავლეთ რუსთავის ანტიკლინის სამხრეთ ფრთას.

თბილისისპირა ნავთობგაზიანი რაიონის აგებულებაში მონაწილეობს მძლავრი მეზოზოურ-კაინოზოური დანალექი კომპლექსი, რომელშიც გამოიყოფა შემდეგი ლითოსტრატოგრაფიული ერთეულები: ზედა ცარცი (ვულკანოგენური და კირქვების წყებები, 1000 მ.), პალეოცენი (შრეებრივი კირქვების და მერგელების მორიგეობა, 500 მ) ქვედა ეოცენი (ბორჯომის წყება - თხელშრეებრივი ქვიშაქვების, არგილიტების, თიხიანი მერგელების ფლიშებრივი მორიგეობა, 2400 მ). შუა ეოცენის ქვედა ნაწილი (დაბახანის ვულკანოგენური წყება, 600 მ) შუა ეოცენის ზედა ნაწილი (ე.წ. არეულ-შრეებრივი ლოდობრექიული ჰორიზონტი, 150 მ). ზედა ეოცენური (ნათელულის წყება - კარბონატული თიხების, თიხიანი მერგელების, ალევროლიტების მორიგეობა, 200-300 მ და თბილისის ნუმულიტიანი წყება - ქვიშაქვების, კარბონატული თიხების, მერგელების მორიგეობა, 1500 მეტრამდე). ოლიგოცენ- ქვედა მიოცენური მაიკოპური წყება (უკარბონატო თიხები, ქვიშაქვები, 1500 მეტრამდე). შუა და ზედა მიოცენი (კარბონატული თიხები და ქვიშაქვები, კონგლომერატები, 2000 მეტრამდე), პლიოცენი (კონგლომერატები, თიხები და ქვიშაქვები, 200 მეტრამდე).

აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის შუაეოცენური ქანები დანაპრალეების მაღალი ხარისხით ხასიათდება. შუაეოცენური კოლექტორები შედგება მატრიცისაგან და, უპირატესად, ვერტიკალური მიკრო- და მაკრონაპრალეებისაგან, რომლებიც მატრიცას სხვადასხვა ზომის ბლოკებად ანაწევრებს. მატრიცა ხასიათდება დაბალი ფორიანობით და ამის გამო ის ფლუიდებისათვის პრაქტიკულად შეუღწევადია. ქანები ძლიერაა შეცვლილი მეორადი პროცესებით. ისინი ძირითადად ცეოლითიზებულია, იშვიათად გაკარბონატებული, გაქლორიტებული და გასერიციტებული. კავერნები და ნაპრალეები ქმნიან მეორადი სიცარიელების ერთიან სისტემას, რომლებიც განაპირობებენ პროდუქტიული ჭრილის ყველა ლითოფაციესურ ტიპში ნავთობისა და გაზის დაგროვებას და უზრუნველყოფენ მთელ ნავთობშემცველ და გაზშემცველ, ასევე, საგებისა და კონტურსგარე წყლების ზონებში კარგ ჰიდროდინამიკურ კავშირს. აქედან გამომდინარე, პროდუქტიულად ითვლება შუაეოცენური ქანების მთლიანი, ნავთობგაზგაჯერებული მოცულობა. მიღებული მოსაზრების თანახმად, ნავთობისა და გაზის მარაგების

ძირითადი რაოდენობა თავმოყრილია მიკრონაპრალებში, ხოლო ფენ-ში ნავთობისა და გაზის ფილტრაციას უზრუნველყოფს შედარებით მცირერიცხოვანი მაკრონაპრალები.

ნაპრალოვანი ფორიანობის სიდიდედ სამგორის საბადოს ერთიანი გაზნავთობიანი რეზერვუარისათვის მიღებულია 1.25 %, თელეთის შუაე-ოცენური ბუდობისათვის ფორიანობა 0.65 %-ს, ხოლო სამგორის სამ-ხრეთ თაღისთვის 1,02 %-ს შეადგენს.

სამგორის ნავთობის ბუდობი გაიხსნა 1974 წლის აგვისტოში №7 ჭაბურღილის მიერ. სამრეწველო ნავთობგაზიანობა დაკავშირებულია 670 მ სისქის ვულკანოგენურ დანალექ წყებასთან. ბუდობი მასიურია, დამუშავების საპროექტო ბადე თანაბარ-სამკუთხედიანია, დაშორება ჭაბურღილებს შორის – 650მ. მოგვიანებით, დამუშავების პროცესში, სამგორის და განსაკუთრებით, პატარძელის თაღზე გაიბურღა დამატებითი საექსპლუატაციო ჭაბურღილები. პატარძელის თაღზე ბადის სიმჭიდროვე ორჯერ მეტად გაიზარდა. ნავთობის მაქსიმალური მოპოვება (3.044 მლნ. ტონა) მიღწეული იქნა 1981 წელს, მოპოვების ეს ტემპი შენარჩუნებული იყო 1980-83 წლებში, 1983-1984 წლებში ჭაბურღილების მასიური გაწყლიანების გამო მოპოვება მკვეთრად შემცირდა. სამგორის საბადოს სამივე თაღს დამუშავების დაწყებამდე საერთო წყალ-ნავთობის კონტაქტი ჰქონდა -2120 მ–ზე. შემდგომში ექსპლუატაციის შედეგად ბუდობში წყლის შემოჭრამ თაღებს დამოუკიდებელი წნე შეუქმნა. დღეისათვის წნე-ს დადგენა სარეწაო-გეოლოგიური მასალების მიხედვით შეუძლებელი ხდება. ნინოწმინდის ნავთობის თაღის დამუშავება მიმდინარეობს 1979 წლიდან, ხოლო 1999 წლის დეკემბრიდან დაიწყო გაზიანი და ნავთობიანი ზონების ერთობლივი ექსპლუატაცია. 1998 - 2005 წლებში მოპოვების ზრდას განაპირობებდა არსებული ჭაბურღილებიდან ჰორიზონტალური ლულების გაყვანა. ბუდობი მუშაობს წყალწნევით რეჟიმზე. ფენის წნევა ამ წლებში არ შეცვლილა და შეადგენს 21.2 მგპა-ს, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს, რომ შენარჩუნებულია აქტიური წყალწნევითი რეჟიმი. ფენის წნევების გაზომვის მონაცემების საფუძველზე მიღებულია დახრილი წყალნავთობის კონტაქტის მდებარეობა - 1592დან -1750მ-მდე. გაზნავთობის კონტაქტის მდებარეობა (-1500მ) მიღებულია სარეწაო-გეოლოგიური მასალების მიხედვით.

სამგორის სამხრეთი თაღის შუაეოცენური ბუდობი ექსპლუატაციაში იმყოფება 1979 წლიდან. შადრევნული ჭაბურღილების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ჭაბურღილები წყვეტდნენ შადრევნირებას პროდუქციის 25-დან 50%- მდე გაწყლიანებისას. დღეისათვის ჭაბურღილების ექსპლუატაცია მიმდინარეობს, როგორც სიღრმით ძელაკებიანი ტუმბოს გამოყენებით, ასევე, პერიოდული თვითგადმოდინებით. ნავთობის დებიტი იცვლება 1.3-დან 2ტ/დღ-მდე. წყალნავთობის კონტაქტის საწყისი მდებარეობა დაფიქსირებულია – 1650 მ სიღრმის აბსოლუტურ ნიშნულზე, დღეისათვის - ჰიდროდინამიკური და სარეწაო-გეოლოგიური კვლევების მონაცემებზე დაყრდნობით – 1550მ-ზე (± 10 მ).

დასავლეთ რუსთავის საბადოზე შუაეოცენური ნალექების სიმძლავრე 150-200 მ-ს შეადგენს, ევექტური ფორიანობა 1%-ს არ აღემატება, ნავთობის სამრეწველო მოდენა მიღებულია 3 ჭაბურღილში (№№ 16, 38, 39).

თელეთის შუაეოცენური ბუდობი გაიხსნა 1977 წელს, ექსპლუატაციაში იმყოფებოდა სულ 38 ჭაბურღილი, საექსპლუატაციო ჭაბურღილების ნაწილი ლიკვიდირებულია, ნაწილი კი გადაყვანილია ზედა ეოცენზე. დღეისათვის ნავთობის მოპოვებელია 18 ჭაბურღილი. დამუშავების დაწყებიდან დღემდე მოპოვებულია 477 ათასი ტონა ნავთობი. ნავთობის საშუალო დღე-ღამური დებიტი ერთ ჭაბურღილზე 0.9 ტ-ს შეადგენს. ჭაბურღილების დიდი ნაწილი, ძირითადად, მუშაობს წყლის მაღალი პროცენტით და სიღრმული ტუმბოების მეშვეობით, მხოლოდ ერთი - №60 ჭაბურღილი შადრევნირებს. წყალ-ნავთობის საწყისი კონტაქტი დახრილი იყო 35მ-დან -1000მ-მდე. ამჟამად ბუდობში ერთიანი წყალნავთობის კონტაქტის არსებობის დასაბუთებისათვის დამაჯერებელი მონაცემები არ არსებობს. შეიძლება მას წყვეტილ-საფეხურებრივი ფორმა ჰქონდეს.

თავი IV. ნარჩენი ნავთობის მარაგების იდენტიფიცირება ნაპრალოვანი კოლექტორების გაწყლიანებულ ზონებში

1989 წელს სამგორი-პატარძელის საბადოზე მარაგების გამოთვლისას ითვლებოდა, რომ ერთიანმა საწყისმა წყალ-ნავთობის

კონტაქტმა -2120 მ-დან სამგორის თაღზე -1800 მდე და პატარძელის თაღზე - -1650მ-მდე აიწია და გაწყლიანებული მოცულობა თანაბრად იყო ათვისებული, ამ გამომუშავებული ნაწილიდან ნავთობი სრულად იყო გამოდევნილი. მომდევნო წლებში საბადოს დამუშავებამ გვიჩვენა საწინააღმდეგო, რიგ ჭაბურღილებში გაწყლიანებული ნაწილიდან მიღებული იქნა ნავთობი: №301 ჭაბურღილში 1997 წელს პერფორირებული იქნა 7 ერთმეტრიანი ინტერვალი. ქვედა ინტერვალიდან 2527-2526 მ დრენირების საწყის ეტაპზე სუფთა ნავთობმა დაიწყო მოდენა. №39 ჭაბურღილი, რომლის სანგრევი -1876 მ-ზეა, პერიოდულად იძლევა ნავთობს. №91 ჭაბურღილში, რომელიც 98%-ით გაწყლიანების შემდეგ სავალთვალო ფონდში იყო გადაყვანილი, 2002 წლის ნოემბერში ჩატარდა სელექტიური იზოლაცია. 1987 წელს -1796 მ-ზე დაყენებული ხიდი ჩაიბურღა-1833 მ-მდე, ჭაბურღილმა დაიწყო 15 ტ/დღ. დებიტით შადრენირება. №15 უმოქმედო ჭაბურღილში 2011 წელს 2278-2273მ (-1544-1549) ინტერვალის პერფორაციით (1988 წელს პერფორირებული იყო 2225-2255მ) მიიღეს ნავთობი (0.035-1.55მ³). ჭაბურღილებში ქვედა ინტერვალების ათვისებით ადრე გაწყლიანებული ზონებიდან ნავთობის მიღება მიუთითებს გაწყლიანებულ ზონაში ნარჩენი მარაგების არსებობას და კოლექტორის არათანაბარ გამომუშავებას. ჭაბურღილების გაწყლიანების შემდეგ მიმართავდნენ ზედა ინტერვალების ათვისებას. სანგრევის ზონის გადატანას ცემენტის ხიდებით სშირად დადებითი შედეგი არ მოყვებოდა, მაკრონაპრალებში შემოჭრილი წყალი აფერხებდა მიკრონაპრალებიდან ნავთობის ინტენსიურ გამოდევნას. ჭაბურღილში შეჭრის შემდეგ წყალი აღარ აძლევდა ფენს ნავთობის გაცემის საშუალებას. ჭაბურღილი წყლიანდებოდა და ცემენტის ხიდის ქვედა ინტერვალში რჩებოდა დიდი რაოდენობის ნავთობი.

საბადოზე სხვადასხვა დროს ჩატარებული ექსპერიმენტული გამოკვლევებით გაიზომა ჭაბურღილებში სითხის სტატიკური დონეები. სითხის სვეტის სიმაღლე 200-450 მ-ის ფარგლებში იცვლება, 100%-იანი გაწყლიანების შემდეგ უმოქმედოდ მყოფი ჭაბურღილები სხვადასხვა დროის განმავლობაში იგროვებდნენ 0.1-დან 7 მ³-მდე ნავთობს, რაც, შესაბამისად, ჭაბურღილში არსებული მთელი სითხის 0.3 - 14%-ს შეადგენს.

ნაპრალოვანი ტიპის ნავთობის საბადოების დამუშავების დროს ჭაბურღილების ნაადრევი გაწყლიანების მთავარ ფაქტორს წარმოადგენს ექსპლუატაციის არასწორი რეჟიმის შერჩევა. მაღალი დებიტებით ექსპლუატაციის დროს, გაზრდილი დეპრესიის პირობებში, ხდება სითხის არათანაბარი ფილტრაცია მიკრო- და მაკრონაპრალებს შორის, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ფენში ადგილი აქვს რამდენიმე ფაზის ერთდროულად გადაადგილებას. ნაპრალოვანი ქსელი, რომელიც დაკავშირებულია საბადოს, როგორც ნავთობიან და გაზიან, ასევე, წყლიან ზონებთან, ერთი და იმავე თერმობარული პირობების შემთხვევაში, ხელს უწყობს ნაკლები სიბლანტის მქონე ფაზის უფრო სწრაფ გადაადგილებას. სწორედ ეს გარემოება ვლინდება ჭაბურღილებში, როდესაც ადგილი აქვს გაზის და წყლის ენების შემოჭრას. ჭაბურღილებში ნარჩენი ნავთობის არსებობაზე მიუთითებს ის გარემოება, რომ ხშირ შემთხვევაში დრენირების ინტერვალი ისე იქნა გადატანილი ზევით, რომ ძველი პერფორირებული ზონა ბოლომდე არ იქნა გამომუშავებული. ფენის ნავთობგაცემის კოეფიციენტის მაღალი მაჩვენებელი, ძირითადად, დამოკიდებულია ქანის წყლით გარშემოცვის კოეფიციენტზე, გამოდევნის კოეფიციენტსა და გაწყლიანების კოეფიციენტზე. ძირითად ფაქტორს, რამაც განაპირობა ნარჩენი მარაგების არსებობა, წარმოადგენს ნავთობის წყლით გარშემოცვის დაბალი კოეფიციენტი.

ნავთობის ნარჩენი მარაგების ლოკალიზაციის ზონების გამოვლენა შესაძლებელია საველე და სარეწაო-გეოფიზიკური გამოკვლევების გზით. ჭაბურღილების გეოფიზიკური მეთოდებით გამოკვლევის შედეგების ინტერპრეტაციით განისაზღვრება, თუ როგორ იცვლება ნავთობგაჯერების განაწილება ექსპლუატაციის დროს სანგრევისპირა ზონაში. ვინაიდან ამ ეტაპზე არ გაგვაჩნია თანამედროვე გეოფიზიკური კვლევები, ძირითადად, ვყვრდნობით ჭაბურღილების ექსპლუატაციის მონაცემებს.

სამგორი-პატარძელის შუაეოცენური ბუდობის ჭაბურღილები, პირობითად, შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: 1) ჭაბურღილები, რომელთა ექსპლუატაციის პერიოდი იყო ხანმოკლე, მათი საწყისი მოპოვება წელიწადში შეადგენდა 150 ათას ტონას და მეტს, ექსპლუატაციაში იმყოფებოდა 4-8 წელი და შემდეგ მოხდა მათი ლიკვიდაცია, 2) ჭაბურღილე-

ბი, რომელთა ექსპლუატაციის პერიოდი მოიცავს რამოდენიმე ათეულ წელიწადს, საწყისი მოპოვება წელიწადში შეადგენდა 75-85 ათას ტონას. ამ ჭაბურღილების უმეტესი ნაწილი დღესაც ექსპლუატაციაშია.

გაწვლიანებულ ზონაში ნარჩენი მარაგების არსებობას, პირველ რიგში, ვვარაუდობთ იმ ლიკვიდირებულ ჭაბურღილებში, რომლებიც ექსპლუატაციაში შევიდნენ მაღალი დებიტებით (200-500ტ/დღ.) და მათი მუშაობა შემოიფარგლა ხანმოკლე პერიოდით. ლიკვიდირებული და უმოქმედო ჭაბურღილებიდან შევარჩიეთ: სამგორის თაღზე №№10, 14, 24, 45, 53, 54, 55, 57, 69, 72, 73, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 86, 129, 137 და პატარძეულის თაღზე - №№ 3, 11, 34, 36, 44, 47, 51, 59, 61, 63, 64, 67, 68, 75, 90, 108, 118, 140 ჭაბურღილები. №67, 68, 36, 75, 44, 140, 118 ზედა ეოცენზე იქნა გადაყვანილი, № 3, 83, 86 – პიეზომეტრულია, №72- სათვალთვალაო.

ნარჩენი ნავთობის მოცულობის შესაფასებლად გამოვიყენეთ სტატისტიკური მეთოდი. იგი გულისხმობს ნავთობის მიმდინარე და დაგროვილ მოპოვებას შორის ანალიტიკური დამოკიდებულების გამოყენებას. ამ სიდიდეებს შორის დამოკიდებულების გრაფიკის განტოლების ექსტრაპოლაციის გზით ნავთობის საწყისი ამოსაღები მარაგი გამოთვლილი იქნა სამგორი-პატარძეულის თითოეული საექსპლუატაციო ჭაბურღილის დრენირების არეში. აღმოჩნდა, რომ მეტი მარაგი იმ ჭაბურღილებშია დარჩენილი, რომლებიც მაღალი დებიტებით შევიდა ექსპლუატაციაში, სწრაფად გაწვლიანდა, მცირე ხნით იმუშავა და, პირიქით, ნაკლები მარაგია დარჩენილი ისეთ ჭაბურღილებში, რომელთა საწყისი დებიტი შედარებით ნაკლები იყო და ექსპლუატაციის პერიოდი – ხანგრძლივი. ლიკვიდირებულ ჭაბურღილებში სამგორის თაღზე დარჩენილია დაახლოებით 300 ათ. ტ ნავთობი, პატარძეულის თაღზე - 700 ათ. ტ. საბადოზე საწყისი ამოსაღები მარაგია 24.3 მლნ.ტ, სამგორის თაღზე მოპოვებულია 8.2 მლნ.ტ, პატარძეულის თაღზე – 14.2 მლნ.ტ, სულ - 22.4 მლნ.ტ. ე.ი. საბადოზე დარჩენილი ამოსაღები მარაგია 1.9 მლნ ტ, საიდანაც 1 მლნ ლიკვიდირებულ ჭაბურღილებშია დარჩენილი.

თავი V. ნარჩენი ნავთობის მარაგების ათვისების მეთოდები

მარაგების სრული გამომუშავება შეუძლებელია მოპოვების ინტენსიფიკაციის თანამედროვე მეთოდების გამოყენების გარეშე. ნარჩენი მარაგების კონცენტრაციის ზონებში დამუშავების სისტემის აღდგენა, ზოგადად, შესაძლებელია ჭაბურღილების უმოქმედობიდან გამოყვანის გზით, ჰორიზონტალური ლულების გაყვანით, მომპოვებელი ჭაბურღილების მუშაობის რეჟიმების შერჩევით.

გაწვლიანებულ ზონაში ნარჩენი ნავთობის მარაგების გამომუშავების მიზნით შემუშავებული იქნა ორი მიმართულება:

- 1) არსებული ჭაბურღილებიდან დახრილ-მიმართული ან ჰორიზონტალური ლულის გაყვანა;
- 2) არსებულ ჭაბურღილებში სითხის ფორსირებული მეთოდის გამოყენება ახალი მიდგომით.

მასიური ტიპის საბადოების დამუშავების დროს ჰორიზონტალური ჭაბურღილები კარგ სადრენაჟო სისტემას ქმნის და ხელს უწყობს მარაგების მაქსიმალურ გამომუშავებას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჰორიზონტალური ჭაბურღილების გამოყენებისას ის გარემოება, რომ შუა ეოცენის ვულკანოგენურ-დანალექ ნაპრალოვან-კავერნულ ქანებში, რომლებშიც პროდუქციის უდიდესი ნაწილი სწორედ სხვადასხვა ზომისა და გავრცელების მიმართების ნაპრალებშია მოთავსებული, ვერტიკალურმა ჭაბურღილმა შესაძლოა გახსნას მხოლოდ მცირე ზომის ნაპრალები, იმ დროს, როდესაც დიდი ზომის მთავარი ნაპრალები ამ ჭაბურღილების დრენირების ზონაში შეიძლება ვერც მოხვდეს. იმავე ჭაბურღილიდან ჰორიზონტალური ლულის გაბურღვისას შესაძლებელი ხდება “უძრავი” არადრენირებული ზონიდან ნავთობის ფილტრაცია. ჰორიზონტალურ ლულას ფენთან შეხების მეტი ზედაპირი გააჩნია, ე.ი. მას შეუძლია გაცილებით მეტი ნაპრალის გადაკვეთა.

ჰორიზონტალური ლულა მდებარეობს პროდუქტიული ფენის პარალელურად. აქედან გამომდინარე, ფენში წნევის განაწილება ხდება ჭაბურღილის ღერძის პერპენდიკულარულად და სწორედ ეს განაპირობებს წყლის ამოსვლას არა კონუსის, არამედ სამკუთხა პრიზმის სახით.

ასეთი “პრიზმის” ჩამოყალიბების დროს ფენიდან გამოდევნილი ნავთობის რაოდენობა გაცილებით მეტია, ვიდრე ვერტიკალური ჭაბურღილით დამუშავებისას წარმოქმნილი წყლის “კონუსის” დროს.

ნინოწმინდის ფართობზე ჰორიზონტალური ჭაბურღილებით ბუდობის დამუშავების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული მეთოდი შეიძლება წარმატებით იქნას გამოყენებული პატარძელის თაღზე.

სითხის ფორსირებული მოპოვება ფენის ნავთობგაცემის კოეფიციენტის გაზრდის ერთ-ერთი ეფექტური მეთოდია. ნავთობსარეწაო პრაქტიკა აჩვენებს, რომ სითხის მოპოვების ეტაპობრივი გაზრდით შესაძლებელია ხანგრძლივად იქნას შენარჩუნებული ნავთობის მოპოვების სტაბილური დონე. გაწყლიანების პერიოდის დადგომის შემთხვევაში, ჭაბურღილების მწარმოებლობა, ძირითადად, დამოკიდებულია მოპოვებული სითხის რაოდენობაზე. მკვლევართა უმეტესობის რეკომენდაციით, გაწყლიანებული ჭაბურღილების ექსპლუატაცია ამ დროს უნდა ხდებოდეს სითხის გაძლიერებული მოპოვებით.

სითხის ფორსირებული მოპოვების მეთოდის ეფექტურობა თეორიულად და ლაბორატორიული გამოკვლევებით საკმარისადაა დასაბუთებული და აპრობირებულია გაწყლიანებული ფენების ექსპლუატაციის მრავალწლიანი პრაქტიკით. ბაქოსა და გროზნოს ნავთობის საბადოებზე ფორსირებული მოპოვების ოცდაათწლიანი გამოცდილება უეჭველად ამტკიცებს ამ მეთოდის გამოყენების მიზანშეწონილობას საბადოს დამუშავების გვიან სტადიაზე.

ფორსირებული მოპოვების მეთოდის არსი მდგომარეობს შემდეგში: სითხის მოპოვება სისტემატურად იზრდება, იზრდება დეპრესია, ანუ ჭაბურღილის სანგრევზე მცირდება წნევა. დეპრესიის გაზრდით მიიღწევა სითხის სიჩქარის გაზრდა სანგრევისპირა ზონაში და წყალი ნავთობს გამოაძევეს არა მხოლოდ მაკრონაპრალებიდან, არამედ მიკრონაპრალებიდანაც. ნაკადის სიჩქარის გაზრდის დროს დამუშავებაში ერთვება კაპილარულად დაჭერილი ნავთობიც. ე.ი. ფორსირებული მოპოვება იძლევა იმის საშუალებას, რომ ნავთობის გამოძევება მოხდეს იმ მიკრონაპრალებიდან, რომლებიც ჩვეულებრივ დეპრესიაზე არ რეაგირებენ.

არსებობს მთელი რიგი საერთო ნიშნებისა, რომლებიც უზრუნველყოფს ფორსირებული მეთოდის ეფექტურობას. აკადემიკოსი შელკაჩევი მიზანშეწონილად თვლის მეთოდის გამოყენებას შემდეგი ნიშნების გათვალისწინებით:

1. ნავთობის საბადოში აქტიურია ფენის წყლები და ბუდობი იმყოფება წყალწნევით რეჟიმზე;
2. ჭაბურღილების დინამიური დონეები საკმარისად მაღალია;
3. საბადო არის დამუშავების გვიან სტადიაზე;
4. ჭაბურღილების პროდუქცია ძლიერ გაწყლიანებულია, ნავთობის შემცველობა მოპოვებელი ჭაბურღილის პროდუქციის 15-20%-ს შეადგენს;
5. ჭაბურღილებიდან სითხის მოპოვების ტემპის შემცირება, ან მათი გაჩერება აღარ არის ეფექტური, ჭაბურღილები განაგრძობს გაწყლიანებას და დროდადრო გადადის სუფთა წყლის მოპოვებაზე;
6. ჭაბურღილებში ხშირად არ წარმოიქმნება ქვიშის საცობები;

მიგვაჩნია, რომ შელკაჩევის აღნიშნულ ჩამონათვალს ერთი მნიშვნელოვანი პირობა აკლია, რაც შემდეგში მდგომარეობს: სითხის ფორსირებული მოპოვების დროს მნიშვნელოვანია **მოპოვების ოპტიმალური რეჟიმის დადგენა**.

სითხის ფორსირებული მოპოვება ელექტროცენტრიდანული ტუმბოების საშუალებით განხორციელდა თელეთისა და სამგორის საბადოებზე. ნავთობისა და სითხის დებიტებს შორის დამოკიდებულება ჭაბურღილებისთვის, რომლებშიც განხორციელდა ფორსირებული მოპოვება, შეფასებული იქნა მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდის გამოყენებით - კორელაციის კოეფიციენტის გაანგარიშებით. ნავთობისა და სითხის დებიტებს შორის არსებობს საშუალო დადებითი კორელაცია.

იმის გამო, რომ ზუსტად არ იქნა შერჩეული ფორსირებული მოპოვების რეჟიმი, აღნიშნული საბადოების გაწყლიანებული ზონებიდან ნავთობის მოპოვება ვერ მოხერხდა. ფორსირებულ რეჟიმზე ექსპლუატაციის დროს სამგორის საბადოს ჭაბურღილების სითხის საშუალო დებიტი შეადგენდა 75-95 მ/დღ-ს, მაშინ, როდესაც მათი საწყისი ნავთობის დებიტი იყო 200-300 მ/დღ.

ამ შედეგებმა მიგვიყვანა შემდეგ დასკვნამდე: საჭიროა ზუსტად დადგინდეს ფორსირებული რეჟიმის საწყისი დებიტი. ნაპრალოვანი ტიპის საბადოების დამუშავების სპეციფიკიდან გამომდინარე, ცნობილია, რომ ნარჩენი ნავთობის უდიდესი ნაწილი მოთავსებულია მიკრონაპრალოთა ქსელში. საწყის ეტაპზე, როდესაც დებიტი მაღალია, ნავთობის მოპოვებაში ჩართულია როგორც მიკრო-, ასევე, მაკრონაპრალები. შემდგომში ჭაბურღილის პროდუქციის გაწყლიანება იწვევს მიკრონაპრალებიდან ნავთობის მოდენის ჯერ შემცირებას, შემდეგ კი - საერთოდ შეწყვეტას. ამიტომ ფორსირებული მოპოვების დროს მიკრონაპრალებიდან ნავთობის გამოსაძევებლად სითხის დებიტი უნდა აჭარბებდეს ფენის პირობებში გადაყვანილი საწყისი ნავთობის დებიტს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, ამოქმედდება იმ ნაპრალოთა ქსელის სისტემა, რომელსაც შეუძლია გაატაროს მხოლოდ მაკრონაპრალებში არსებული სითხე.

სითხის მოპოვების ტემპი არ შეიძლება იყოს განუსაზღვრელი. მისი შეზღუდვის ერთ-ერთი ფაქტორია მაქსიმალური დასაშვები დეპრესია. დეპრესიის ზრდის ზღვრული მნიშვნელობის დადგენა აუცილებელია, ვინაიდან გარკვეულ სიდიდემდე მის ზრდას შესაძლოა უარყოფითი შედეგიც მოჰყვეს; სანგრევის წნევის მნიშვნელოვანი შემცირებით სანგრევისპირა ზონაში ადგილი აქვს ზოგიერთი ნაპრალის გახსნის შემცირებას, ან ცალკეულ შემთხვევაში, მის მთლიან დახურვას, რაც, თავის მხრივ, იწვევს ჭაბურღილის პროდუქტიულობის შემცირებას. ისეთი სისტემების დამუშავების დროს, სადაც ფენის წნევა ანომალურად მაღალია (რაც ძირითადად განპირობებულია ტექტონიკური რღვევებით წარმოქმნილი დაძაბულობებით), ფენზე მიყენებულმა დეპრესიამ შეიძლება ადვილად გამოიწვიოს ნაპრალების დახურვა. მაშინ, როცა საქმე გვაქვს მასიური ტიპის საბადოებთან, რომლებიც ხასიათდებიან ნორმალური ჰიდროსტატიკური წნევებით, მაღალი დეპრესიის შექმნა იმდენად არ გამოიწვევს ნაპრალების დეფორმაციას, როგორც წინა შემთხვევაში.

დასკვნა

1. სამგორი-პატარძელის შუაეოცენური ბუდობის ჭაბურღილებით გახსნილ პროდუქტიულ სისქეში ნაპრალების მიახლოებითი საშუალო სიხშირის ანგარიშის შემდეგ ნათლად გამოჩნდა ნაპრალების სიხშირესა და ნავთობის მოპოვებას შორის კანონზომიერი დამოკიდებულება;
2. ნაჩვენებია ჭაბურღილების საწყისი დებიტებისა და ჯამური მოპოვებების კავშირი ნაპრალების გავრცელების მიმართულებებთან; საწყისი დებიტები და ჭაბურღილების ჯამური მოპოვებები არაპირდაპირ გეჩვენებს მაკრონაპრალების არსებობას;
3. სხვადასხვა საბადოს მაგალითზე ნაჩვენებია ნაპრალოვანი ტიპის ბუდობების ცალკეული ზონების ფილტრაციული პარამეტრების არაერთგვაროვნება. ნაპრალოვანი ტიპის საბადოსათვის დამახასიათებელია დამუშავების წყალწნევითი რეჟიმი, რომელიც განაპირობებს ჭაბურღილების მაღალპროდუქტიულობას. მათი დებიტები შეადგენს რამდენიმე ასეულიდან რამდენიმე ათას ტონას დღე-ღამეში, მაშინ, როცა ფენზე დეპრესია საბადოს ფენის წნევის 15-30%-ს არ აღემატება. თუმცა, გვხვდება ჭაბურღილებიც, რომელთა დებიტები მხოლოდ ორი-სამი ათეული ტონაა, მაშინ როდესაც დეპრესია ფენის წნევის 30%-ს აჭარბებს. აღნიშნული ფაქტორი მიუთითებს ასეთი ტიპის საბადოებში განსხვავებული ფილტრაციული ზონების არსებობაზე.
4. სამგორი-პატარძელის ჭაბურღილებში განსაზღვრული ნაპრალოვან-კავერნული ფორიანობის მაჩვენებლების გაანალიზების დროს გამოჩნდა მათი კანონზომიერი კავშირი ნავთობის მოპოვებებთან. ინტერვალებში, საიდანაც ჭაბურღილებს მაღალი მოპოვებები ახასიათებდა, ძირითადად, ნაპრალოვანი ფორიანობა მაღალია;
5. მრავალი საბადოს განხილვის საფუძველზე განზოგადებულია მასიური ნაპრალოვანი ტიპის საბადოს თავისებურებანი: დიდ სიღრმეებზე მდებარეობა, ნავთობშემცველობის მაღალი საფეხურები, მაღალი ფენის წნევა, ბუნებრივი ნაპრალების გავრცელების დიდი არეალი, ჭაბურღილების ბადის მცირე სიხშირე,

დამუშავების წყაღწნევეთი რეჟიმი, ჭაბურღიღეების მაღალპრო-
ღუქტიუღობა მცირე დეპრესიის პირობებში.

6. როგორც ცნობიღია, ნავთობგაზიან ფენებში მიმდინარე პროცე-
სების თავისებურებები ბუღობების კოღექტორული თვისებებითაა
განპირობებული. ეს პროცესები სხვადასხვა ფორმით გამოიხატე-
ბა ბუღობების დამუშავებისა და ჭაბურღიღეების ექსპლუატაციის
მაჩვენებღებით. ნაშრომში ეს უკანასკნელი გამოყენებულია კო-
ღექტორის ტიპის დასაზუსტებღად;
7. სამგორი-პატარძელის შუაეოცენურ ბუღობზე არსებული სარე-
წაო-გეოღოგიური მონაცემების ხეღახალი ინტერპრეტაციის სა-
ფუძვეღზე გამოყავით დარჩენიღი მარაგების ლოკალიზაციის
ზონები. გაწყღიანებულ ზონაში ნარჩენი მარაგების არსებობას,
პირვეღ რიგში, ვვარაუღობთ იმ ლიკვიღირებულ ჭაბურღიღებში,
რომღებიც ექსპლუატაციაში შევიღა მაღალი დებიტებით და მა-
თი მუშაობა შემოიფარგღა ხანმოკლე პერიოღით. მარაგების
დარჩენის მთავარი მიზეზი ჭაბურღიღების ექსპლუატაციის არას-
წორი რეჟიმიღ. ძირითად ფაქტორს, რომელმაც განაპირობა ნარჩე-
ნი ნავთობის არსებობა გაწყღიანებულ ზონებში, წარმოადგენს
ნავთობის წყღით გარშემოცვის კოეფიციენტის დაბალი მაჩვენე-
ბელი.
8. შეფასებულია აღნიშნული მარაგების მოცუღლობა. საბადოს ნავ-
თობის მარაგის ნახევარი გაწყღიანებულ მოცუღლობაშია დარჩე-
ნიღ;
9. გამოუმუშავებელი ზონების ათვისება შესაძლებელია ჰორიზონ-
ტალური ჭაბურღიღებით და სითხის ფორსირებული მოპოვების
მეთოღისადმი ახალი მიღგომით;
10. მოცემულია რეკომენდაციები ჭაბურღიღების ექსპლუატაციისათ-
ვის მასიური ნაპრაღოვანი ტიპის საბადოების დამუშავების
დროს:
 - მკაცრად უნდა იქნას დაცული ჭაბურღიღების ექსპლუატაციის
ოპტიმალური რეჟიმი;
 - ინტერვალის გაწყღიანების შემთხვევაში, რაც გამოიწვევს ჭა-
ბურღიღის დებიტის შემციღრებას, ხოლო შემდგომში მის გაჩე-

რებას, საჭიროა ექსპლუატაცია განახლდეს მექანიზებული მეთოდით;

- აუცილებელია მექანიზებული მეთოდით ექსპლუატაციის პროცესში ოპტიმალური რეჟიმის შერჩევა;
- მას შემდეგ, რაც მოპოვებულ პროდუქციაში საგრძნობლად გაიზრდება წყლის პროცენტული შემცველობა, აუცილებელია ჭაბურღილის გადაყვანა სითხის ფორსირებული მოპოვების რეჟიმზე;
- სითხის ფორსირებული მოპოვების პერიოდში აუცილებელია, რომ სითხის დებიტი აღემატებოდეს ფენის პირობებში გადაყვანილ შადრევნირების პერიოდის ნავთობის დებიტს;
- მას შემდეგ, რაც ფორსირებული მოპოვების პროცესში მიღებული იქნება მთლიანად ფენის წყალი, აუცილებელია განხორციელდეს ინტერვალის ლიკვიდაცია ცემენტის ხიდით და ზედა ინტერვალის ათვისება, თუკი იგი არსებობს.

აპრობაცია. სადისერტაციო ნაშრომის აპრობაცია ხდებოდა 2009-2012 წლებში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტზე, სამეცნიერო კონფერენციასა და თემატურ სემინარებზე. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი შედეგების საფუძველზე გამოქვეყნებულია 3 სტატია.

გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:

1. დურგლიშვილი გ., მაისურაძე ნ. სითხის ფორსირებული მოპოვების დადგენა ნაპრალოვანი ტიპის კოლექტორების დამუშავების დროს. *სამთო ჟურნალი*. 2011, 2(27). 18-21.
2. ქოიავა ქ., მაისურაძე ნ., ბერაძე ნ. საბადოს დამუშავების მონაცემების გამოყენება კოლექტორის ტიპის დასაზუსტებლად სამგორი-პატარძეულის შუაეოცენური ბუდობის მაგალითზე. *ენერჯია*. 2012, 1(61), 27-28.
3. მაისურაძე ნ., ქოიავა ქ., ბერაძე ნ. ფლუიდების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების ცვლილება სამგორი-პატარძეულისა და სამგორის

სამხრეთი თაღის საბადოების დამუშავების პროცესში. *ენერჯია*. 2012, 1(61), 105.

4. დურგლიშვილი გ., მაისურაძე ნ. სითხის ფორსირებული მოპოვების დადგენა ნაპრალოვანი ტიპის კოლექტორების დამუშავების დროს. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, სტუდენტთა 79-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, თბილისი, 2011. 95 გვ.

Abstract

Maximization of hydrocarbons production from oil deposits is an important topic of the petroleum industry. Remaining hydrocarbons in productive formations while production are the major challenge. This work reviews options of solving the issues in massive type fractured reservoirs.

The first chapter of the work defines groups and parameters of fractures, fracture system of the Samgori-Patardzeuli Middle Eocene field, and shows direct connection between number of fractures and oil production, determines relationships between initial production rates / cumulative productions and fracture directions.

The second chapter reviews overall characteristics of fractured reservoirs and their models; shows differences in filtration parameters of certain zones in fractured reservoirs based on examples from various fields. Fracture-vuggy porosity figures are analyzed for each Samgori-Patardzeuli wells; connections are determined between these figures and oil production; fractured reservoirs in formations of different lithology are discussed. Based on review of multiple fields, characteristic features of various fractured deposits (depth of formations, high oil content, high formation pressure, high well production rates in low drawdown, scarce well grid) are generalized.

Chapter three discusses reservoir features and development of the Middle Eocene deposits in the Near-Tbilisi-Region.

Chapter four refers to identification of remained oil reserves in the watered out zones in fractured reservoirs. Oil production from lower watered out intervals in Samgori-Patardzeuli wells proves existence of remained oil reserves and uneven development of the reservoir. Main reason of well waterization is incorrect production regime. Existence of remained oil volumes in the watered out zones is supported by the low partition coefficient of water. We suggest presence of remained reserves, in first instance, in watered out zones of abandoned wells which were put into production at high rates (200-500 t/day) and produced only for a short period of time (4-8 years). The chapter gives estimates for remained oil reserve. Half of the remained hydrocarbon reserves are in watered out zones.

Chapter 5 discusses development option for remained reserves, it reviews two option: development of un-produced zones by drilling horizontal wells and utilizing new methods of forced producing regime. Vertical wells drilled in fractured Middle Eocene volcanic-sedimentary formation may penetrate only small fractures and main fractures remain outside of the well drainage zone. Horizontal sidetracks drilled in

vertical holes can produce oil from the un-drained zone. Considering hydrocarbon production from horizontal holes on the Ninotsminda field, same can be recommended for the Patardzeuli dome,

The work reviews a forced fluid production regime. At the late stage of field development, the forced production allows to produce oil from watered out zones. There are many general signs ensuring effectiveness of the forced production method. One of the main requirements is to select optimal production regime. It is important to precisely determine initial production rate for the forced regime. Based on specifications of fractured deposit development, most part of remained oil is accumulated in the micro fractures. At the starting stage of production when the rate is high, both micro and macro fractures participate in oil production. Later, when well starts watering out, oil flow from micro fractures is reduced. That is why, in order to produce oil from micro fractured using forced production regime, fluid rate must exceed initial oil rate in formation conditions. Otherwise, the fractures system will be activated that can produce only fluids accumulated in macro fractures. Fluid production rate cannot be indefinite. One of the limitation factors is the maximum allowable drawdown. It is important to identify limits for drawdown increase in order to avoid reducing fracture aperture in the bottom hole section or in some cases closing of aperture. Negative results of the forced fluid production on the Teleti and Samgori fields were caused by selecting incorrect production regime.

The work gives recommendations for production in massive type fracture deposits. Field development chart, considering the recommendations, can become an effective prerequisite for effective production of hydrocarbon reserves.