

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

დავით ჟუჟიაშვილი

რეზერვუარებში ნავთობპროდუქტების რაოდენობის
განსაზღვრის სისტემის შემუშავება და კვლევა

სადოქტორო პროგრამა: მართვის სისტემები ავტომატიზაცია და

ტესტ-ინჟინერინგი

შიფრი: 0714

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში

ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
მიკროპროცესორული და საზომი სისტემების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ზაალ აზმაიფარაშვილი

პროფესორი გურამ მურჯიკნელი

რეცენზენტები: -----

დაცვა შედგება ____ წლის „ ____ “ _____ საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების
ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის სხდომაზე,
კორპუსი -----, აუდიტორია -----

მისამართი: 0160, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი -----

**სადოქტორო თემის: „რეზერვუარებში ნავთობპროდუქტების
რაოდენობის განსაზღვრის სისტემის შემუშავება და კვლევა“
მოკლე მიმოხილვა**

სადისერტაციო ნაშრომი „რეზერვუარებში ნავთობპროდუქტების რაოდენობის განსაზღვრის სისტემის შემუშავება და კვლევა“ ეხება სახალხო მეურნეობის ისეთ მნიშვნელოვან საკითხებს, როგორებიცაა ნავთობის რეზერვუარებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გაზომვა და აქედან გამომდინარე, რეზერვუარებში აღნიშნული ნივთიერებების მარაგის განსაზღვრა.

აღნიშნული თემატიკა მნიშვნელოვანია ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების მიზნით. იქიდან გამომდინარე რომ სათბობ-ენერგეტიკული რესურსები ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების საფუძველს შეადგენს. ამ კუთხით მეტად მნიშვნელოვანია ბენზინისა და სხვა სათბობ - ენერგეტიკული მასალების ზუსტი განსაზღვრა ექსლუატაციის პირობებში, რაც დაკავშირებულია არსებით ეკონომიკურ ეფექტიანობასთან.

დღეისათვის ცნობილია სხვადასხვა ტიპის სენსორების (პირველადი საზომი გარდამქმნელების) დიდი რაოდენობა, რომლებიც გამოიყენება ნავთობრეზერვუარებში ნავთობპროდუქტების დონის გასაზომად. ესენია ვიზუალური, მექანიკური, ელექტრული, აკუსტიკური (ულტრაბგერითი), მიკროტალღური (რადარული), რეფლექსური (ტალღამტარული), სითხის დონისა და გამყოფი შუალედის საზღვრების გაზომვის სისტემა და ა.შ.

თანამედროვე საზომ-საკონტროლო ტექნოლოგიები მრავალფუნქციური და ძვირი მოწყობილობებია. ყოვლივე ეს დაკავშირებულია უდიდეს ინტელექტუალურ შრომასთან და შესაბამისად მათი ღირებულება საკმაოდ მაღალია.

კვლევის მიზანი სწორედ მითითებული პრობლემიდან გამომდინარეობს და შესაბამისად მოცემული დისერტაციის ძირითადი მიზანია შეიქმნას საზომ-საკონტროლო მოწყობილობები, რომლებიც

გაუმარტივებს რეზერვარებთან მომუშავე ოპერატორებს მუშაობას, აამაღლებს საზომი აპარატურის საიმედოობას და შეამცირებს მუშაობის ხარჯებს. ეს კი ყველა ოპერატორისა და სარეზერვუარო სისტემის მომსახურე პირის მიზანს წარმოადგენს.

სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს შესავალს, ლიტერატურის მიმოხილვას ორ თავს და დასკვნას.

ნაშრომის შესავალში მოცემულია ნავთობის მოპოვებასთან დაკავშირებული მოკლე ისტორიული ცნობები. ნაჩვენებია, თუ როგორ ხდებოდა ნავთობის მოპოვება ადრინდელ პერიოდში და მისი გამოყენება. ნაჩვენებია აგრეთვე თუ როგორ ხდებოდა წარმოებისა და ეკონომიკის განვითარება ნავთობის ბაზაზე.

ნაშრომის ლიტერატურულ მიმოხილვაში განხილულია ნათობპროდუქტების რეზერვუარებში დონის გაზომვების სხვადასხვა მეთოდები, აღწერილია სხვადასხვა მეთოდებზე მომუშავე დონის საზომი მოწყობილობები, მათი დადებითი და ნაკლოვანი მხარეები.+

ამ თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია ისეთი საზომ-საკონტროლო მოწყობილობების შექმნა, რომელთა საშუალებებითაც შეიძლება განვსაზღვროთ ნავთობისა და მისი ცალკეული ფრაქციების დონეები.

სადისერტაციო ნაშრომის პირველ თავში აღწერილია ნავთობის დონის გაზომვის დისერტაციაში შემუშავებული მეთოდები. თავდაპირველად განხილულია ნავთობის დონის გაზომვის ელექტროვიზუალური მეთოდი, რომელიც წარმოადგენს დონის გაზომვის ვიზუალური და ელექტრული გაზომვების ჰიბრიდს. განხილულია აგრეთვე ნავთობის დონის გაზომვის მაღალსიხშირული რეზონანსული მეთოდი, რომელიც აგებულია ვერტიკალური მილის ბაზაზე ინტელექტუალური სენსორებით, რომლებიც შეერთებულია ერთმანეთთან კავშირის არხით.

სადისერტაციო ნაშრომის მეორე თავში განხილულია ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის საზომი ელექტროვიზუალური

მოწყობილობა და მისი მუშაობის პრინციპი. ამავე თავში განხილულია აგრეთვე ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის საზომი რადიოტალღური მოწყობილობა. აღწერილია მისი აგებულება და მუშაობის პრინციპი.

სადისერტაციო ნაშრომს თან ერთვის დასკვნა, სადაც მოკლედ არის აღწერილი კვლევის შედეგები, გამოყენებული ლიტერატურის ჩამონათვალი, დანართი, პროგრამული კოდი სხვადასხვა მოდელისათვის.

ნაშრომის შესავალში აღწერილია აგრეთვე სადისერტაციო ნაშრომის ზირითადი საკითხები.

პრობლემის აქტუალობა. ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების სხვადასხვა პარამეტრების გაზომვების აქტუალობა განპირობებულია წარმოებისათვის მისი დღევანდელი საჭიროებით. ნავთობის რეზერვუარებში დონის საზომი ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდებიდან აქ გვაქვს ნავთობის დონის გაზომვის ორი მეთოდი.

პირველი მეთოდის შემთხვევაში ერთმანეთთანაა შეხამებული ნავთობის დონის გაზომვის ვიზუალური და ელექტრული მეთოდები, რის შედეგადაც მარტივდება გაზომვის პროცესი. მეორე შემთხვევაში აქტუალობა დაკავშირებულია ნავთობის დონის გაზომვის მაღალსიხშირულ (რეზონანსულ მეთოდთან, რაც ასევე ამარტივებს გაზომვის პროცესს. ზოგადად გაზომვის რადიოტალღური მეთოდები და ხელსაწყოები ფართოდ გამოიყენება ტექნოლოგიური პროცესების და კონტროლისა და ავტომატიზაციისათვის.

რადიოტალღურ საზომ ხელსაწყოს აქვს შემდეგი ძირითადი შემადგენელი ნაწილები. რეზერვუარებში ნავთობის დონეთა გაზომვას მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს. იმ შემთხვევაში, თუ გაზომვა არ იქნა სწორად ჩატარებული, ან საზომი სისტემა არ არის სწორად შერჩეული, ანუ არ გააჩნია საკმარისი სიზუსტე, მაშინ გაზომვის შედეგს ექნება ცდომილებები, რაც მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენს გაზომვების ხარისხზე.

კვლევის მიზანი. კვლევის მიზანს წარმოადგენს ნავთობის რეზერვუარებში არსებული ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გაზომვის ისეთი ეფექტური მეთოდების შემუშავება, რომლებიც მოგვცემენ საშუალებას მაღალი სიზუსტითა და მაქსიმალური ეფექტურობით დავადგინოთ ნავთობის სხვადასხვა დონეების მნიშვნელობები. კერძოდ, დიდი მნიშვნელობა აქვს დავადგინოთ რეზერვუარებში არსებული წყლის რაოდენობა, ბენზინისა და სხვა კომპონენტების დონეები.

კერძოდ, ისე უნდა ჩამოყალიბდეს კვლევის მიზანი, რომ ნავთობის პროდუქტების გაზომვის შედეგები იყოს ნაკლებხარჯიანი, ჰქონდეს მაღალი საიმედოობა და მაქსიმალური მოგება.

კვლევის ძირითადი ამოცანა. ძირითადი ამოცანები, რომლებიც წაყენება კვლევის პროცესებს, შეიძლება განიმარტოს იმ თვალსაზრისით, რომ რომ ყველა შესაძლო ამოცანა, რომლებიც დასახული იყო ნაშრომში, განხორციელდეს მარტივად, მაქსიმალურად მოხდეს სიზუსტის გაზრდა და წინასწარ გამიზნული ხარჯების განსაზღვრა.

კვლევის ამოცანას ეკუთვნის აგრეთვე ინჟინრებისათვის მარტივად გასაგები თანამედროვე ტექნოლოგიების ჩამოყალიბება, რაც მათ დაეხმარება სხვადასხვა გაუმართაობების სწრაფად აღმოფხვრაში.

სადისერტაციო კვლევის პროცესში მიღებულია შემდეგი მეცნიერული სიახლეები:

– ნავთობის რეზერვუარებში არსებული მარაგების მონიტორინგისა და მისი რაოდენობრივი შეფასების ერთიანი კომპიუტერული სისტემის დამუშავება, რომელიც საშუალებას იძლევა გაზომვის რეზერვუარებიდან მიღებული გაზომვის შედეგების ანალიზისა და მისი ერთიანი მენეჯმენტის განხორციელების საშუალებას დონის პირდაპირი და არაპირდაპირი მეთოდებით გაზომვის პირობებში;

– ნავთობის რეზერვუარში არსებული კომპონენტების შეფასება ტენიანობის გაზომვისათვის რადიოტალღური მეთოდის დამუშავება,

რომელშიც მგრძნობიარე ელემენტად გამოიყენება განსახილველ გარემოში განთავსებული ნახევარი ტალღის სიგრძის ტოლი მონაკვეთი;

– რეზერვუარში ნავთობის დონის საზომი ჰიბრიდული სისტემის დამუშავება, რომლის გამოყენებაც საშუალებას იძლევა მდგომარეობა სისტემაში შეფასებულ იქნას არა მარტო ადგილზე დაკვირვებით, არამედ გაზომვის ვიზუალური შედეგების მონიტორინგის ცენტრში მათი ოპტოელექტრონული გარდაქმნის საფუძველზე.

ნაშრომის პრაქტიკული რეალიზაცია. სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილი სამუშაო ადვილად შეიძლება დაექვემდებაროს პრაქტიკულ რეალიზაციას. ის შეიძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე სამუშაო პროცესის ეფექტურად მართვისათვის. მიღებული ნაშრომის პრაქტიკული რეალიზაცია დაკავშირებულია თეორიული შედეგების პრაქტიკულ გააზრებასთან და ეფექტურ მართვასთან.

დაცვაზე გამოგვაქვს: ნავთობის დონის გაზომვის ელექტროვიზუალური მეთოდის აღწერილობა; გაზწყალნავთობის ნარევის განაწილების იდენტიფიკაციის სისტემის აღწერილობა რეზერვუარის სიმაღლის მიხედვით; დონის ექსპერიმენტული გაზომვა ელექტროვიზუალური მეთოდით; დონის ექსპერიმენტული გაზომვა რადიოტალღური მეთოდით.

ნაშრომის მოცულობაა ნაბეჭდი ტექსტის127 გვერდი. ნაშრომი შეიცავს ძირითად ტექსტს: შესავალს, ლიტერატურის მიმოხილვას, პირველ და მეორე თავებს, დასკვნას, გამოყენებული ლიტერატურის სიას და დანართებს.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1. დისერტაციაში დასმული პრობლემა და მისი აღმოფხვრის გზები

დღეისათვის ნავთობი წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად საწარმოო ნედლეულს, რომლის ფიზიკური თვისებების შემადგენლების გამოკვლევის მოთხოვნილება თანდათან იზრდება.

ნაშრომის სამეცნიერო ლიტერატურულ მიმოხილვაში, აღწერილია სხვადასხვა მეთოდებზე მომუშავე დონის საზომი მოწყობილობები, მათი დადებითი და ნაკლოვანი მხარეები.

ამ თვალსაზრისით მეტად მნიშვნელოვანია ისეთი საზომ-საკონტროლო მოწყობილობების შექმნა, რომელთა საშუალებებითაც შეიძლება განვსაზღვროთ ნავთობისა და მისი ცალკეული ფრაქციების დონეები (მოცულობები) ღია და დახურულ საცავებში. ასეთი მოწყობილობები (დონის, მოცულობის, რაოდენობის საზომები) შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც დამოუკიდებლად, ისე ავტომატური მართვისა და კონტროლის სისტემებთან ერთად. დღეისათვის არსებობს უამრავი ტექნიკური საშუალება, რომლებიც შეიძლება გამოვიყენოთ დონის გასაზომად და კონტროლისათვისაც.

დონის საზომის დანიშნულებაა ღია და დახურულ რეზერვუარებსა და საცავებში ნავთობის დონის განსაზღვრა. მათ ზოგჯერ უწოდებენ აგრეთვე დონის სენსორებსა და გარდამქმნელებს.

დღეისათვის ცნობილია სხვადასხვა ფიზიკურ პრინციპზე დამყარებული აღნიშნული მოწყობილობების დიდი რაოდენობა, რომლებიც შეიძლება დავოთ ორ ჯგუფად. ესენია: კონტაქტური და უკონტაქტო საზომი მოწყობილობები.

1.2. ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ფიზიკური თვისებები და მახასიათებლები

ნავთობი ბუნებრივი ზეთოვანი სითხეა სპეციფიკური სუნით. ის ძირითადად არის მუქი ყავისფერი ან შავი, ზოგჯერ შეიძლება ჰქონდეს ღია მწვანე ან მოყვითალო ფერი. ნედლი ნავთობი ბუნებრივი წიაღისეულია, რომელიც ფართო ფიზიკურ - ქიმიური შემადგენლობის ნახშირწყალბადების ნარევია და შეიცავს გახსნილ გაზს, წყალს, მინერალურ მარილებს, მექანიკურ მინარევებს. ის თხევადი ენერგომატარებლების (ბენზინის, დიზელური საწვავის, ნავთის, მაზუთის), გასაპოხი მასალების, ბითუმისა და კოქსის წარმოების ძირითადი ნედლეულია. სასაქონლო

ნავთობი მომხმარებლისათვის მოთხოვნების შესაბამისად მისაწოდებლად გამზადებული ნავთობია.

ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ძირითად მახასიათებლებს ეკუთვნის:

- 1) სიმკვრივე;
- 2) მოლეკულური მასა (წონა);
- 3) სიბლანტე;
- 4) აფეთქების, აალების, თვითაალების ტემპერატურები;
- 5) დაფარვის, შემღვრევის, დაკრისტალების ტემპერატურა;
- 6) ელექტრული ან დიელექტრული თვისებები;
- 7) ოპტიკური თვისებები;
- 8) ხსნადობა და ხსნადობისუნარიანობა.

ხელსაწყოების საორიენტაციო ღირებულება. გარკვეული საკუთარი ფასის გარდა, ჯამურ ფასზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მონტაჟისა და მომსახურების ფასი. ამის გამო საერთო ფასი მნიშვნელოვნად იზრდება. შედეგად არც თუ იმდენად ძვირადღირებული დონის საზომის (როგოც წესი, მექანიკური) მომსახურება მოითხოვს დიდი მოცულობის მომსახურებას. ზოგჯერ კი უფრო რთული ელექტრონული ხელსაწყოები (უფრო ძვირადღირებული), მოითხოვს გაცილებით ნაკლებ მომსახურების დანახარჯებს.

ოპერატორის მუშაობის პირობები. იმის და მიხედვით თუ რამდენად მოსახერხებელია აღნიშნული დონის საზომები, დამოკიდებულია ხელსაწყოს ტექნიკურ სრულყოფასა და მოსახერხებლობაზე.

მიუხედავად იმისა, რომ ხელსაწყოს მწარმოებლურობას და საინჟინრო გამართულობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ყოველდღიური ექსპლუატაციის პირობები შეიძლება გადამწყვეტი აღმოჩნდეს დონის საზომების შერჩევას.

1.3. ნავთობის რეზერვუარებში დონის გაზომვის ძირითადი მეთოდები

ნედლი ნავთობის დონის უწყვეტი გაზომვა რეზერვუარში წარმოადგენს ისეთ ამოცანას, რომლის გადაწყვეტა მოითხოვს მუდმივ ყურადღებას. ამ მიზნით გამოიყენება ნავთობის დონის სხვადასხვა საზომები, რომლებიც შეიძლება დაყვით კონტაქტურ და უკონტაქტო საზომ მოწყობილობებად.

მოქმედების პრინციპის მიხედვით ნავთობპროდუქტების დონის საზომები იყოფა ვიზუალურ, მექანიკურ, ელექტრულ, სითბურ, აკუსტიკურ მიკროტალღურ, რადარულ ტიპებად.

მექანიკური დონის მზომები ეკუთვნის დონეთა გაზომვის უმარტივეს მოწყობილობებს. ესენია ლივლივიანი და ტივტივიანი საზომები. განვიხილოთ ისინი:

ლივლივიანი დონის საზომები. ლივლივიანი დონის საზომის (სენსორის) მგრძობიარე ელემენტია ლივლივა, რომელიც სითხის ზედაპირზეა და გაწონასწორებულია ტვირთით. მას აქვს ნებისმიერი სხეულის ფორმა (ლივლივა). მისი მოქმედება ემყარება ტივტივაზე მოქმედი ამომგდები ძალის მოქმედებას. ის მოძრაობს სითხის ზედაპირზე და აქვს მოლივლივე დონის საზომების მუდმივი სისველ მისი ამ მეთოდის გამოყენების არე. სამუშაო ტემპერატურა $-40 \dots 120^{\circ} \text{C}$, ზემოაღნიშნულ თავებში ხდება შემდეგი საკითხების განხილვა:

მოცემულ თავში განხილულია ადამიანთა საქმიანობის ერთ-ერთი უმთავრესი ენერგეტიკული პრობლემა, რომელიც დაკავშირებულია ნავთობის მოპოვებასთან და მის გადამუშავებასთან. ის ცნობილია უძველესი დროიდან. არქეოლოგების მიერ დადგენილია, რომ მისი მოპოვება და გამოყენება ხდებოდა რამდენიმე ათასი წლით ადრე ჩვენს წელთაღრიცხვამდე. ახლო აღმოსავლეთის მაცხოვრებლები ნავთობს იყენებდნენ როგორც გათბობის საშუალებას, სამშენებლო მასალას, აგრეთვე განათების მიზნით. მომდევნო პერიოდში დაიწყო საცხოვრებელი

სახლების განათებისათვის ნავთის გამოყენება. მომდევნო პერიოდებში ადამიანებმა ისწავლეს ნავთობიდან სხვადასხვა ფრაქციების გამოყოფა და თანდათან ნავთობი იქცა ადამიანთა ცხოვრების მძლავრ მამოძრავებელ წყაროდ.

ამ თავში განხილულია ისეთი საზომ-საკონტროლო მოწყობილობების შექმნა, რომელთა საშუალებებითაც შეიძლება განისაზღვროს ნავთობისა და მისი ცალკეული ფრაქციების დონეები (მოცულობები) ღია და დახურულ საცავებში. ასეთი მოწყობილობები (დონის, მოცულობის, რაოდენობის საზომები) შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც დამოუკიდებლად, ისე ავტომატური მართვისა და კონტროლის სისტემებთან ერთად. დღეისათვის არსებობს უამრავი ტექნიკური საშუალება, რომლებიც შეიძლება გამოვიყენოთ დონის გასაზომად და კონტროლისათვისაც.

აღნიშნული მოწყობილობების დიდი რაოდენობა, რომლებიც შეიძლება დავოთ ორ ჯგუფად. ესენია: კონტაქტური და უკონტაქტო საზომი მოწყობილობები.

კონტაქტური საზომი მოწყობილობები გამოიყენება სამუშაოდ ნებისმიერ გარემოში. ამ ტიპის მოწყობილობებიდან შეიძლება აღინიშნოს ვიზუალური, ტივტივიანი, ჰიდროსტატიკური და სხვა ტიპის დონის საზომები. ისინი გამოირჩევა დაბალი ღირებულებით, მექანიკური სიმტკიცით, მონტაჟის სიმარტივით და გაზომვების საიმედოობით. ისინი ადვილად შეიძლება დავაყენოთ ნებისმიერ რეზერვუარში ან მის სიახლოვეს.

უკონტაქტო საზომი მოწყობილობებით შეიძლება გავზომოთ ნავთობის დონე საზომ გარემოსთან უშუალო კონტაქტის გარეშე. მათ მიეკუთვნება ულტრაბგერითი, რადარული, რადიაციული და სხვა საზომები. ასეთი სენსორები სასურველია გამოვიყენოთ აგრესიულ, ბლანტ კრისტალიზებულ, ქაფის შემცველ გარემოში, ანუ სადაც არის ხელსაწყოს ელემენტების დანაგვიანებისა და დაჟანგვის რისკი.

მოქმედების პრინციპის მიხედვით ნავთობპროდუქტების დონის საზომები იყოფა ვიზუალურ, მექანიკურ, ელექტრულ, სითბურ, აკუსტიკურ მიკროტალღურ, რადარულ ტიპებად.

დონის საზომი FMCW აფორმირებს რადიოსიგნალს, რომლის სიხშირე იცვლება დროში წრფივად. ამ სიგნალის გასხივება ხდება საზომი ობიექტის სიბრტყისაკენ, აირეკლება მისგან და გარკვეული დროის შემდეგ ბრუნდება უკან ანტენისაკენ. მღებული სიგნალები შეერევა ერთმანეთს და შედეგად მიიღება სხვაობითი სიგნალი F, რომლის მიხედვითაც განისაზღვრება მანძილი ანტენიდან გასაზომ გარემომდე.

იმპულსური რადარული დონის საზომი ასხივებს სიგნალს ხანმოკლედ, დროის ტოლ შუალედებში. არეკვლილი სიგნალის მიღება ამ დროს ხდება გაშვებულ იმპულსებს შორის. იმპულსური რადიოლოკაციური დონის საზომი ზომავს სიგნალის გავლის დროს პირდაპირი და უკუმიმართულებით, რითაც ხდება მანძილის განსაზღვრა საკონტროლო გარემოს ზედაპირამდე. მაგრამ ასეთმა საზომებმა ვერ მიიღო ფართო გავრცელება თავისი დამზადების სირთულის გამო.

სიგნალის ფორმირებაზე ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ანტენის ფორმა და ტიპი. რაც უფრო დიდია ანტენა, მით უფრო მძლავრ და ვიწროდ მიმართულ სიგნალს იძლევა ის და მით უფრო უკეთესია არეკვლილი სიგნალი.

გამოიყენება ანტენების შემდეგი ძირითადი ტიპები: კონუსური, ღეროვანი, მილისებური, პარაბოლური და პლანარული.

რადარული დონის საზომის დადებითი მხარეებია:

ა) რადიოტალღები შეიძლება გავრცელდეს ვაკუუმშიც. მათზე არ მოქმედებს ტემპერატურა, წნევა, ტენიანობა, ქაფი, ნისლი, მტვერი და სხვ.;

ბ) საიმედოთ იზომება ფხვნილისმაგვარი მასალები ტევადობის შევსების პროცესშიც;

გ) სითხის დონის გაზომვა ქაფის წარმოქმნისას წნევის მატების პირობებში.

ნაკლოვანებებია:

ა) ელექტრომაგნიტური ტალღები შთაინთქმება (არ აირეკლება)

დიელექტრიკებით:

ბ) გასაზომი სიდიდის დიელექტრიკული მუდმივა უნდა იყოს მეტი 1,6-ზე;

ტალღამტარული დონის საზომები რეფლექსური (მიკროტალღური) დონის საზომები არის საიმედო, ადაპტური დონის საზომი რთულ პირობებში. ასეთი დონის საზომით შეიძლება შევასრულოთ ზუსტი გაზომვები იქ, სადაც სხვა საზომი ხელსაწყოებით დონის გაზომვა შეიძლება გახდეს პრობლემური, ან საერთოდ შეუძლებელი.

ტალღამტარულ ტექნოლოგიას აქვს რიგი დადებითი მხარეები სხვა ტიპის დონის მზომებთან შედარებით, ვინაიდან მათზე არ მოქმედებს გარემო პირობები, რეზერვუარის ატმოსფერო, ტემპერატურა და წნევა.

გამოსხივებულ იმპულსებს გააჩნია ძალიან დაბალი სიმძლავრე და თავმოყრილია ზონდის გასწვრივ. ეს იმას ნიშნავს, რომ არეკვლილი სიგნალის ამპლიტუდა იქნება ერთნაირი მთელი ზონდის სიგრძეზე.

მიკროტალღური იმპულსები მიემართება ქვემოთ ზონდისაკენ. რ„ომლებიც ჩატვირთულია ტენოლოგიურ გარემოში. როცა რადარული იმპულსი მიაღწევს გარემოს სხვა დიელექტრიკული შეღწევადობის კოეფიციენტით, იმპულსის ენერგიის ნაწილი აირეკლება უკუმიმართულებით. განსხვავება დროში რადარული იმპულსის გადაცემის დროსა და ეხო სიგნალის მიღების დროს შორის მანძილის პროპორციულია, რომლის მიხედვითაც გამოითვლება სითხის ორი გარემოს გამყოფი დონე. არეკვლილი ეხოსიგნალის ინტენსივობა დამოკიდებულია გარემოს დიელექტრიკულ შეღწევადობაზე, ორი გარენოს გაყოფის ზღვრის დონის გასაზომად გამოიყენება იმპულსის ნარჩენი ენერგია პირველი არეკვლიდან, ხოლო ენერგიის ნაწილი განაგრძობს მოძრაობას გარემოში, სანამ არ აირეკლება ქვედა გარემოს ზედაპირიდან. ამასთან ტალღის გავრცელების სიჩქარე მთლიანად დამოკიდებული იქნება ზედა გარემოს

დიელექტრიკულ შეღწევადობაზე. ტალღამტარული დონის საზომები შეიძლება გამოვიყენოთ მცირე და ვიწრო რეზონანსურებში და არა თავისუფლად რეზონანსურის გარემოში, როგორც ეს რადარებშია.

2. კვლევა, შედეგები და მათი განსჯა

ნავთობის დონის გაზომვის მეთოდები

ნავთობის დონის უწყვეტი გაზომვა რეზონანსურში წარმოადგენს ისეთ ამოცანას, რომლის გადაწყვეტა მოითხოვს მუდმივ ყურადღებას. ამ მიზნით გამოიყენება ნავთობის დონის სხვადასხვა საზომები, რომლებიც შეიძლება დავყოთ კონტაქტურ და უკონტაქტო საზომ მოწყობილობებად.

მოქმედების პრინციპის მიხედვით ნავთობპროდუქტების დონის საზომები იყოფა ვიზუალურ, მექანიკურ, ელექტრულ, სითბურ, აკუსტიკურ მიკროტალღურ, რადარულ ტიპებად.

2.1. ნავთობის დონის გაზომვის ელექტროვიზუალური მეთოდი

ნავთობის დონის გაზომვის ვიზუალური მეთოდის თეორიულ საფუძველს წარმოადგენს ზიარჭურჭლის მოქმედების პრინციპი. ესაა ერთმანეთთან ქვედა მხრიდან შეერთებული ორი ან რამდენიმე ჭურჭელი. თუ ზიარჭურჭელი ავსებულია საკმარისი დიამეტრების მქონე ერთნაირი სითხით ზედაპირები იკავებენ ერთნაირ დონეს ზიარჭურჭლის ფორმის მიუხედავად.

ამ ტიპის დონის გაზომვის საშუალებებს მიეკუთვნება საზომი სახაზავი, ცილინდრული ღერო, დონის საზომი მინა. მათ შორის ყველაზე მეტად გავრცელებულია საზომი მინა. ამისათვის აღებულია ვენტილი და დონის საზომი მილების არმატურაში გათვალისწინებულია დამცველი სარქველები.

ნავთობის დონის ელექტროვიზუალური საზომი მოწყობილობა წარმოადგენს ვიზუალური და ელექტრული დონის საზომების ჰიბრიდს,

ნავთობის დონის საზომის ვიზუალური ნაწილი აგებულია, როგორც იყო აღნიშნული, ზიარჭურჭლის მოქმედების პრინციპზე, საიდანაც ჩანს რომ, ნავთობის რეზონანსურს გვერდიდან მთელ სიმაღლეზე უერთდება

გამჭვირვალე მილი. მას ნავთობის რეზერვუართან აქვს შეტყობინებები, რომლებითაც აღნიშნული მილი ნავთობის რეზერვუართან ერთობლიობაში ქმნის ზიარჭურჭელს და აქედან გამომდინარე, გაჭვირვალე მილში ნავთობის დონის მიხედვით შეიძლება განვსაზღვროთ ნავთობის დონე რეზერვუარში. რაც შეეხება გამჭვირვალე მილს, მისი ერთი მხრიდან გაკეთებულია პანელი, რომელზეც განთავსებულია სიგრძის ამსახველი ნიშნულები სმ-ში იმ მიზნით, რომ მილში ნავთობის დონე შევადაროთ შესაბამის ნიშნულს და გავიგოთ, თუ რა დონეზეა ნავთობი რეზერვუარში.

გარდა სიგრძის შესაბამისი აღნიშვნებისა, მილზე გვაქვს აგრეთვე მასის შესაბამისი ნიშნულები, რის მიხედვითაც შესაძლებელია მივიღოთ ინფორმაცია რეზერვუარში არსებული ნავთობის მასის შესახებაც.

ამგვარად, ჩვენ განვიხილეთ ნავთობის რეზერვუარში ელექტროვიზუალური დონის საზომი მოწყობილობის ვიზუალური ნაწილი, რომელიც მოსახერხებელია მცირე ზომის რეზერვუარებში დონის გასაზომად და აქვს მაღალი სიზუსტე. მაგრამ ასეთი ტიპის დონის საზომიდან მოუხერხებელია ინფორმაციის აღება დიდი სიმაღლის რეზერვუარებიდან.

ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია სქემის მეორე (ელექტრული) ნაწილის

გამოყენებით, რომელიც ფაქტიურად ანალოგურ-ციფრული გარდამსახია (აცგ). მისი საშუალებით შესაძლებელია გავაერთიანოთ რეზერვუარის გამჭვირვალე მილის სხვადასხვა წერტილებიდან აღებული გაზომვის შედეგები. ასე შეიძლება მივიღოთ სანთანრიგა კოდი,

შემდეგ ვღებულობთ სამთანრიგა ორობით-ათობით კოდს და მას ვაწვდით სამთანრიგა ათობით საინდიკაციო მოწყობილობას, რომელიც მოთავსებულია ოპერატორთან, საიდანაც ოპერატორი ღებულობს ინფორმაციას რეზერვუარში ნავთობის დონის შესახებ.

ამგვარად, დამუშავებულია რეზერვუარში ნავთობის დონის გაზომვის ელექტროვიზუალური მოწყობილობა, რომელიც წარმოადგენს ვიზუალური და ელექტრული საზომების ჰიბრიდს.

2.2. გაზწყალნავთობის ნარევის დონის გაზომვის მაღალსიხშირული რეზონანსული იდენტიფიკაციის სისტემა რეზერვუარის სიმაღლის მიხედვით

საიდენტიფიკაციო სისტემა წარმოადგენს ვერტიკალურ მილს „ინტელექტუალური სენსორებით“ (ის), რომლის მგრძნობიარე ელემენტები – სენსორები თანაბრად არის განლაგებული ვერტიკალური ღეროს გასწვრივ. „ინტელექტუალური სენსორები“ შეერთებულია ერთმანეთთან კავშირის არხით, ხოლო მისგან კი ინფორმაცია მიეწოდება წამყვან კონტროლერს.

წამყვანი კონტროლერი მიმღებ-გადამცემი (მ-გ) ბუფერის მეშვეობით ახდენს ინტელექტუალური სენსორების წაკითხვას, აანალიზებს მიღებულ ინფორმაციას და მრავალფერიან ტაბლოზე ასახავს შემადგენელ დონეებს (ფენებს). გარდა ამისა, გამართვისა და ტესტირების მიზნით მთავარი კონტროლერი შეიცავს კლავიატურასა და ციფრულ დისპლეის.

თითოეული, ინტელექტუალური სენსორის“ შემადგენელი კვანძებია:

– ნავთობისა და ნავთბჰროდუქტების ტენიანობის რადიოტალღური სენსორი (ნტრს);

– „Mikrochip“ ფირმის ბაზაზე არსებული PIC მიკროკონტროლერი (მკ), მიმღები-გადამცემი (მ-გ) ბუფერით.

რადიოტალღურ სენსორს გააჩნია სამი ნაწილი:

– ელექტრომაგნიტური რხევების მგრძნობიარე ელემენტი (მე), რომლის ელექტრომაგნიტური რხევების საკუთარი სიხშირე ცალსახადაა დამოკიდებული წყლისა და წყალ-ნავთობის ნარევეზე.

–ელექტრონული მოდული (ემ), რომელიც აღაგზნებს მე-ს და გარდაქმნის მის საკუთარ სიხშირეს იმპულსების მიმდევრობად სიხშირის შემდგომი გაყოფით, რაც ხდება მაღალსიხშირული გამყოფის გამოყენებით.

–ნორმირების მოდული (ნმ), რომელსაც გადაყავს გამომავალი სიგნალი სტანდარტულ დონეზე (ნახ. 2).

მგრძნობიარე ელემენტი სტრუქტურულად არის ჩაკეტილი გამტარი, რომელიც თანაბრადაა განაწილებული ცილინდრული მილის კედელში (ნახ. 3). ეს გამტარი სენსორის ლითონის საყრდენის კორკუსთან ერთად ქმნის გრძელი ხაზის მონაკვეთს, რომლის საკუთარი სიხშირე დამოკიდებულია წყლის შემცველობაზე წყალ-ნავთობის ნარევეში.

მგრძნობიარე ელემენტის ტოლ სიხშირეზე, რომელიც უდრის ელექტრომაგნიტური რხევების გენერატორის სიხშირეს, გამტარზე მყარდება მდგარი ტალღა ორი ნაკადით (I და II წერტილებში) და ძაბვის ორი კვანძით (III და IV წერტილებში).

ელექტრონული მოდული მოიცავს გენერატორს და სიხშირის გამყოფს, რომლებიც შესრულებულია მიკრო სქემებზე (ნახ.4), შესაბამისად, DDI - 2PC3103-სა და DD2-193IE4-ზე. გენერატორის სიხშირის განმსაზღვრელ წრედში ჩართულია მგრძნობიარე ელემენტი წერტილებით I და I I. წინააღმდეგობის ჩართვა III და IV წერტილებში უზრუნველყოფს აუცილებელ წანაცვლებას მუდმივი დენის მიხედვით და ამასთან ხდება პარაზიტული ტევადობების მინიმიზაცია. მგრძნობიარე ელემენტის ჩართვისას გენერატორის სიხშირე-განმსაზღვრელ წრედში, ანუ მგრძნობიარე ელემენტის I და I I წერტილების შეერთებისას (ნახ. 3) გენერატორის მიკროსქემის 3 და 7 წერტილებთან მასში აღიმკვრება ელექტრომაგნიტური რხევები, რომელთა სიხშირე უდრის მგრძნობიარე ელემენტის რხევების საკუთარ სიხშირეს. წყალშემცველი ნარევის დიელექტრიკული მუდმივა დამოკიდებულია მასში წყლის რაოდენობაზე და მისი ცვლილება იწვევს მგრძნობიარობის ელემენტის საკუთარი რხევების სიხშირის ცვლილებას.

მგრძნობიარობის ელემენტის საკუთარი სიხშირის დამოკიდებულება W ტენიანობის შემცველობაზე აღიწერება ტოლობით:

$$\frac{f}{f_0} = 1 + \left\{ \frac{a'(\varepsilon_k - 1) + [(\varepsilon_{06} - 1)(2 - e^{-k_1 h}) + (\varepsilon_{საშ} - 1)q_{საშ} e^{-k_1 h}]}{a' + (2 + q_{საშ} e^{-k_1 h})} \right\}^{-1/2},$$

სადაც f_0 მგრძნობიარობის ელემენტის საკუთარი სიხშირეა როცა $\varepsilon_k = \varepsilon_{06} = \varepsilon_{საშ} = 1$.

$q_{გარ} = 1/(mW^3 + N^2 + pW + 1)$, a' , ε_k , $\varepsilon_{ა6}$, k , h , m , n , p -მუდმივი კოეფიციენტებია, რომლებიც განისაზღვრება მგრძნობიარობის ელემენტის პარამეტრებით.

მგრძნობიარობის ელემენტის ერთ-ერთი კონსტრუქციისათვის, რომლის პარამეტრებია: $a' = 10$, $\varepsilon_k = 1,9$, $\varepsilon_{ა6} = 2,4$, $q_{საშ} e^{-k_1 h} = 0,1032$, $m = 0,19$, $n = 0,73$, $p = 0,142$ მე-ს საკუთარი სიხშირის დამოკიდებულების მახასიათებელი ტენიანობის შემცველობისაგან, რომელიც ნორმირებულია მგრძნობიარე ელემენტის ზღვრული სიხშირის მიმართ ($მე - f_{ზღვ}$) 5-ზე. იქვე წერტილებით ნაჩვენებია ექსპერიმენტული მნიშვნელობები. განხილული ტიპის მგრძნობიარობის ელემენტისათვის $f_{ზღვ} = 450$ მგჰც, რეზერვუარი „ცარიელია“ ტენიანობისაგან ანუ $f_{ზღვ} = f_{გარ}$. გენერატორის სიხშირე, რომელიც უდრის მგრძნობიარე ელემენტის საკუთარ სიხშირეს, იყოფა მაღალი სიხშირის გამყოფით $i = 32$ კოეფიციენტზე. ელექტრონული მოდულიდან გამომავალი სიგნალის დამატებითი გაყოფა ხდება ნორმირების მოდულში, ამ მოდულში სრულდება აგრეთვე სიხშირის გაყოფა $j = 2, 4, 8, 16$ კოეფიციენტზე. j კოეფიციენტის მნიშვნელობა შეირჩევა პირობიდან

$$j > f_{max} / (f_{ზღვ1} * 32),$$

სადაც f_{max} არის გენერატორის მაქსიმალური სიხშირე და განხილული ტიპის მე-თვის შეესაბამება ცარიელ სიხშირეს $f_{გარ} = 450$ მგჰც სიხშირეს, $f_{ზღვ}$ არის მიკროკონტროლერის ზღვრული სიხშირე და PIC მიკროკონტროლერებისთვის ის უტოლდება 1,5 მგჰც. ამ მიკროკონტროლერს შეუძლია გაზომოს სიგნალი სიხშირით 1,5 მგჰც-მდე

(იმპულსის ამპლიტუდა 3,5+5 ვ-ია, ხანგრძლივობა არანაკლებ 0,2 მკწმ). ამგვარად, გაყოფის საერთო კოეფიციენტი იქნება $k = i * j * 3 = 384$.

ინტელექტუალური სენსორის მქონე თითოეული არხის სიხშირის გაზომვა დაიყვანება $f_{ზღვრ}(t)$ შემავალი სიგნალის იმპულსების რაოდენობის დათვლაზე მოცემული T_0 დროის ინტერვალში.

დისკრეტულობის მაქსიმალური აბსოლუტური ცდომილება განისაზღვრება გენერატორის მინიმალურ სიხშირეზე. ნახ. 5-დან ჩანს, რომ კონტროლირებადი სითხის მაქსიმალური ტენიანობისას, გენერატორი გამოიმუშავებს 336 მგჰც-ის ტოლ მინიმალურ სიხშირეს. რადგანაც გენერატორის სიხშირე იყოფა K საერთო კოეფიციენტზე, მაშინ აბსოლუტური ცდომილება $\Delta T = 1,137$ მკწმ. ამგვარად, დროის ინტერვალში $T_0 = 0,1$ წმ, სიხშირის გაზომვის ფარდობითი ცდომილება (პროცენტებში) განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$\gamma = 100\% \Delta T / T_0 = 0.00113\%.$$

მიკროკონტროლერი ზომავს სიხშირეს, ახორციელებს წინასწარ დამუშავებას და ძირითადი (წამყვანი) კონტროლერის მოთხოვნით, მიმდემ-გადამცემი ბუფერის მეშვეობით, საკომუნიკაციო ხაზით გადასცემს საინფორმაციო პარამეტრის ციფრულ კოდს. ძირითადი (წამყვანი) კონტროლერი ანალიზებს მიღებულ ინფორმაციას, და მრავალფეროვან ტაბლოზე ასახავს შემადგენელ გარემოთა დონეებს (ფენებს). კავშირის ინტერფეისი წამყვან კონტროლერთან რეალიზდება RS-232 ლოკალური ქსელის ბაზაზე. გარდა ამისა, გარდა ამისა, გამართვისა და ტესტირების მიზნით, კლავიატურა და ციფრული დისპლეი უკავშირდება ძირითად (წამყვან) კონტროლერს.

3 ნავთობის რეზერვუარებში არსებული სითხეების

მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი

დღეისათვის ცნობილია რეზერვუარებში სითხეების (ნავთობის, წყლის, ემულსიის) დონეების გაზომვის მეთოდების დიდი მრავალფეროვნება. თითოეულ მათგანს გააჩნია როგორც დადებითი, ისე

უარყოფითი მხარეები. რეზერვუარების ფორმიდან და ზომებიდან გამომდინარე, ყოველ მათგანში დონის გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ გაზომვის გარკვეული მოწყობილობა (სენსორი).

იმისათვის, რომ სწორად შევარჩიოთ ნავთობის ესა თუ ის რეზერვუარი და მასში დონის საზომი მოწყობილობის ტიპი, უნდა შევადაროთ ერთმანეთს როგორც რეზერვუარების, ისე ნავთობისა და სენსორის ცდომილებები, აგრეთვე მათი ფასები. უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენება ცილინდრული ფორმის რეზერვუარები. ხოლო სენსორებიდან კი შეიძლება ვისარგებლოთ მათი ერთ-ერთი ტიპით. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ესენია: ვიზუალური, მექანიკური (ლივლივა, ტივტივა, ჰიდროსტატიკური), ელექტრული (კონდუქტომეტრული, ტევადური), სითბური, აკუსტიკური, ულტრაბგერითი, მიკროტალღური (რადარული), რეფლექსური (ტალღამტარული), რადიოიზოტოპური და სხვ.

მაგალითად, შევადაროთ ერთმანეთს ვიზუალური და რადიოტალღური სენსორები. კერძოდ, ავიღოთ მცირე ზომის რეზერვუარი შემდეგი ზომებით: $D=6$ მ, $H=5$. ასეთი სენსორები გამოირჩევა მაღალი სიზუსტით. მასში თეორიულად შეიძლება ჩავატაროთ გაზომვა არანაკლებ რამდენიმე მმ-ის ბიჯით. ის განისაზღვრება მინიმალური $H_0 = 5$ მმ მანძილით რეზერვუარის ორ წერტილს შორის სიმაღლის მიხედვით, რომელიც შეიძლება გავარჩიოთ ერთმანეთისაგან ვიზუალურად. მაშინ ყოველი 5 მმ-ის შემდეგ ნავთობის რაოდენობა შეიცვლება მოცულობით

$$V = \pi(D^2 / 4) H_0 = 3,14((600^2 / 4) * 0,5) = 141300 \text{ სმ}^3 = 141,3 \text{ ლიტრი.}$$

აბსოლუტური ცდომილებისათვის გვექნება $\Delta x = V/2 = 141,3/2 = 70,65 \sim$ ლიტრი, ხოლო ფარდობითი ცდომილებისათვის კი

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta x}{\pi(D^2 / 4)H} = \frac{141,3}{3,14 * 600^2 / 4 * 500} = \frac{70,65}{150000} = 0,00471 \%$$

განხილული სენსორის დადებითი მხარეებია: სიმარტივე, სიმტკიცე, სიზუსტე, მაღალი საიმედოობა, დაბალი ღირებულება.

უარყოფითი მხარეებია: უვარგისობა წებოვანი სითხეებისათვის, ამუშავების წერტილის დამოკიდებულება ნივთიერების სიმკვრივის ცვლილებაზე.

იგივე რეზერვუარისათვის ახლა ავიღოთ მიკროტალღური სენსორი, რომლის სიგრძეა $H_0 = 6$ სმ. მაშინ სენსორების რაოდენობისათვის გვექნება $n=H/H_0=100$. ამ შემთხვევაში ნავთობის რაოდენობა, რომელიც განისაზღვრება ორი მეზობელი სენსორით ტოლი იქნება

$$V = \pi(D^2 / 4) H_0, = 3,14((600^2 / 4) * 3) = 282600 \text{ სმ}^3 = 847,8 \text{ ლიტრი.}$$

აბსოლუტური ცდომილებისათვის გვექნება $\Delta x = V/2 = 847,8/2 = 423,9 \sim$ ლიტრი, ხოლო ფარდობითი ცდომილებისათვის კი

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta x}{\pi(D^2 / 4) H} = \frac{423,9}{3,14 * 600^2 / 4 * 500} = \frac{423,9}{150000} = 0,0028 \text{ \%} .$$

$$\delta x_1 = 0,028/3 \text{ \%} = 0,0094 \text{ \%} .$$

ამ ტიპის სენსორებზე არ მოქმედებს ტემპერატურა, წნევა, ტენიანობა, ქაფი, მტვერი, მასალის სახე (თხევადია თუ ფხვიერი), დიელექტრიკული მუდმივა და სხვ.

მათი ნაკლოვანი მხარეა ელექტრომაგნიტური ტალღების შთანთქმა დიელექტრიკებით, დიელექტრიკული მუდმივას მეტობა 1,6-ზე, წებოვანი ნივთიერებების მიერ უარყოფითი შედეგების მიღება.

ჩვენ შეგვიძლია გამოვთვალოთ აგრეთვე ცდომილებები ნებისმიერი სხვა ტიპის სენსორისათვის.

ვიზუალური სენსორის დროს ვსარგებლობთ ნახ. 1-ზე ნაჩვენები სქემით [1]. აქედან უნდა ავიღოთ შემდეგი დეტალები:

- | | |
|--|---------------------------|
| ა) სინათლის წყარო | 100 * 0,15 = 15 ლარი; |
| ბ) კომპარატორი | 100 * 0,8 = 80 ლარი; |
| გ) ფოტორეზისტორი | 100 * 0,4 = 40 ლარი; |
| დ) წინაღობა | 500 * 0,1 = 50 ლარი; |
| ე) პრიორიტეტული 7 თანრიგა შიფრატორი | 7 * 0,85 = 5,95 ~ 6 ლარი; |
| ვ) 3 თანრიგა ორობით - ათობითი გარდამქმნელი | 3 * 1,2 = 3,6 ლარი; |

ზ) 3 თანრიგა ათობითი საინდიკაციო მოწყობილობა 3* 4,5=13,5 ლარი

სულ: ელექტროვიზუალური სენსორის საორიენტაციო ფასი არის

194,1 ლარი

რადიოტალღური სენსორის შემთხვევაში უნდა ვისარგებლოთ

შემდეგი დეტალებით.

ა) ნტრს-ნავთობისა ტენიანობის რადიოტ. სენსორი	20*11,5=230 ლარი;
ბ) მკ-მიკროკონტროლერი	20 * 9,5 =190 ლარი;
გ) ციფრული დისპლეი	6 ლარი;
დ) კლავიატურა	4,5 ლარი;
ე) წამყვანი კონტროლერი	3,5 ლარი;
ვ) მ-ბ ბუფერი	8,4 ლარი;
ზ) მრავალფერიანი ტაბლო	120 ლარი;
თ) მგრძნობიარე ელემენტი	20 *2,6 =52,2 ლარი;
ი) წინაღობა R (R1_R5)	100 * 0,1=10 ლარი;
კ) ტევადობა C (C1 -C5)	100 * 0,3=30 ლარი;
ლ) 2PC3103	2,8 * 5=14 ლარი;
მ) 183IE4	3,5 * 5=17,5 ლარი;
ნ) L	4,5 * 5=22,5 ლარი.

სულ: რადიოტალღური სენსორის საორიენტაციო ფასია . 708,6 ლარი

ამგვარად, ნავთობის რეზერვუარებისა და მასში დონის საზომი მოწყობილობის შერჩევის ერთ-ერთ კრიტერიუმს წარმოადგენს მათი ფასი, რომელიც განხილული მაგალითისათვის შესაბამისად შეადგენს 194,1 ლარს და 708,6 ლარს. უნდა შევადაროთ ერთმანეთს როგორც რეზერვუარების, ისე ნავთობისა და სენსორის ცდომილებები, აგრეთვე მათი ფასები. შედარებები შეიძლება აგრეთვე მოვახდინოთ სხვა კრიტერიუმების მიხედვითაც.

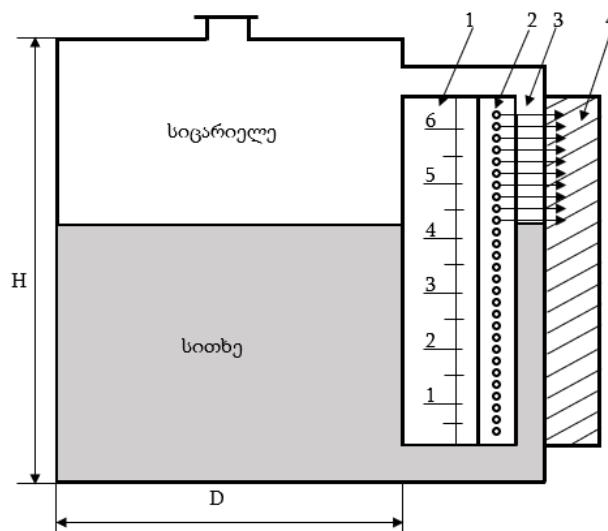
3.ექსპერიმენტული ნაწილი

ა) ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გაზომვა

ელექტროვიზუალური მეთოდით

ნახ. 3. 1-ზე ნაჩვენები სახე.

ნავთობის რეზერვუარებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ ელექტროვიზუალური მეთოდი. მის ვიზუალურ ნაწილს



ნახ. 19

ხოლო ელექტროვიზუალური საზომი მოწყობილობის ელექტრული ნაწილის კონსტრუქციულ ნახაზს კი ექნება ნახ. 20-ზე ნაჩვენები სახე.

ბ) ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გაზომვა

რადიოტალღური მეთოდით

ნავთობის რეზერვუარებში ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების დონის გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ რადიოტალღური გაზომვის მეთოდი, ანუ ამ შემთხვევაში შეიძლება ვისარგებლოთ ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ტენიანობის რადიოტალღური სენსორით (ნტრს).

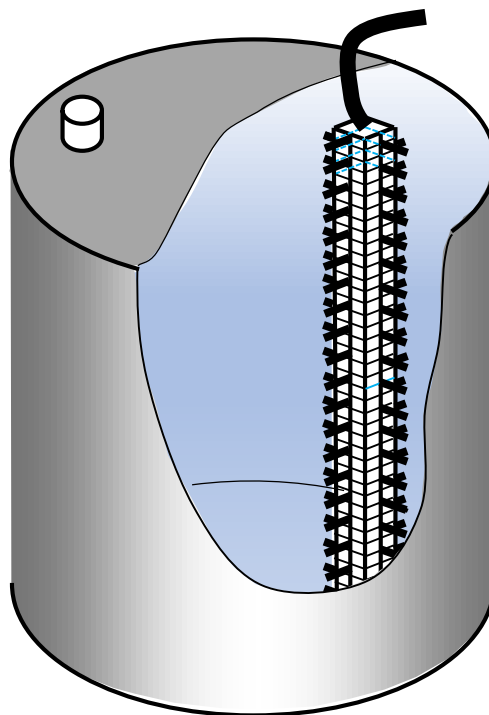
გაზომვის მიზანს ამ შემთხვევაში შეადგენს დავადგინოთ ნავთობის რეზერვუარში არსებული ნავთობის ან ნავთობპროდუქტების და წყლის დონეები, აგრეთვე ნავთობსა და წყალს შორის არსებული გარდამავალი სითხის დონე, ანუ წყლისა და ნავთობის ნარევის (ემულსიის).

აღნიშნული გაზომვების საფუძველზე, საჭიროების შემთხვევაში, ჩვენ ადვილად შევძლია განვსაზღვროთ რეზერვუარში არსებული ბენზინის, ნავთის, ან რაიმე სახის ნავთობპროდუქტის მარაგი.

ამ მიზნით სამუშაოში ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია გაზწყალნავთობის ნარევის განაწილების იდენტიფიკაციის სისტემა რეზერვუარის სიმაღლის მიხედვით, რომლის საფუძველზე აგებულია წყლისა და ნავთობპროდუქტების დონეთა გაზომვის სისტემა. ამ სისტემაში ჩამოყალიბებული მეთოდიკიდან გამომდინარე, გავითვალთ ერთ-ერთი რეზერვუარისათვის საჭირო დონის საზომი სისტემა

ნავთობპროდუქტების რეზერვუარების მოცულობაზე მოთხოვნებიდან გამომდინარე არის სხვადასხვა სტანდარტები. მაგალითად, ავიღოთ $H = 7\text{მ}$ სიმაღლის რეზერვუარი, რომლის დიამეტრი არის $R = 6\text{ მ}$. ასეთი რეზერვუარის აქტიური სიმაღლე იქნება $H_0 = 6\text{ მ}$. შესაბამისად, ამ რეზერვუარის აქტიური მოცულობა $V = H_0 \cdot R = 30\text{ მ}^3$ (ნახ. 21).

ახლა უნდა ავაგოთ დონის საზომი სისტემა, რომელიც მოთავსებული იქნება რეზერვუარში სიმაღლის მიხედვით.



ნახ. 21

აღნიშნული გაზომვის სისტემა შეიძლება ავაგოთ შემდეგნაირად. თავაპირველად უნდა შევარჩიოთ რაიმე მეტალის მარრთკუთხა მილი. ეს შეიძლება იყოს რკინის, უჟანგავი მეტალის, ან დურალუმინის მილი. ის უნდა იყოს საკმარისი სიმაგრის, ადვილად არ უნდა ირყეოდეს, არ უნდა

იყოს ძნელი დასამუშავებელი, არ უნდა ხდებოდეს მისი დაჟანგვა, შეიძლებოდეს მისი დამუშავება, მასზე არ უნდა მოქმედებდეს ნავთობპროდუქტების შენაერთები.

ამ მილზე უნდა მოხდეს საზომი სისტემის აწყობა. საზომი სისტემა მთლიანობაში იქნება მილზე დამაგრებული გარკვეული რაოდენობის სენსორების კონსტრუქცია.

სენსორების რაოდენობას ვითვლით შემდეგნაირად. გაზომვის სიიზუსტიდან გამომდინარე, თუ ორ მეზობელ სენსორს შორის გაზომვის შიზუსტეს (ბიჯს) ავიღებთ $d=6$ სმ-ს, მაშინ სენსორების რაოდენობა იქნება

$$n = \frac{H_0}{d} = \frac{600 \text{ სმ}}{6 \text{ სმ}} = 100.$$

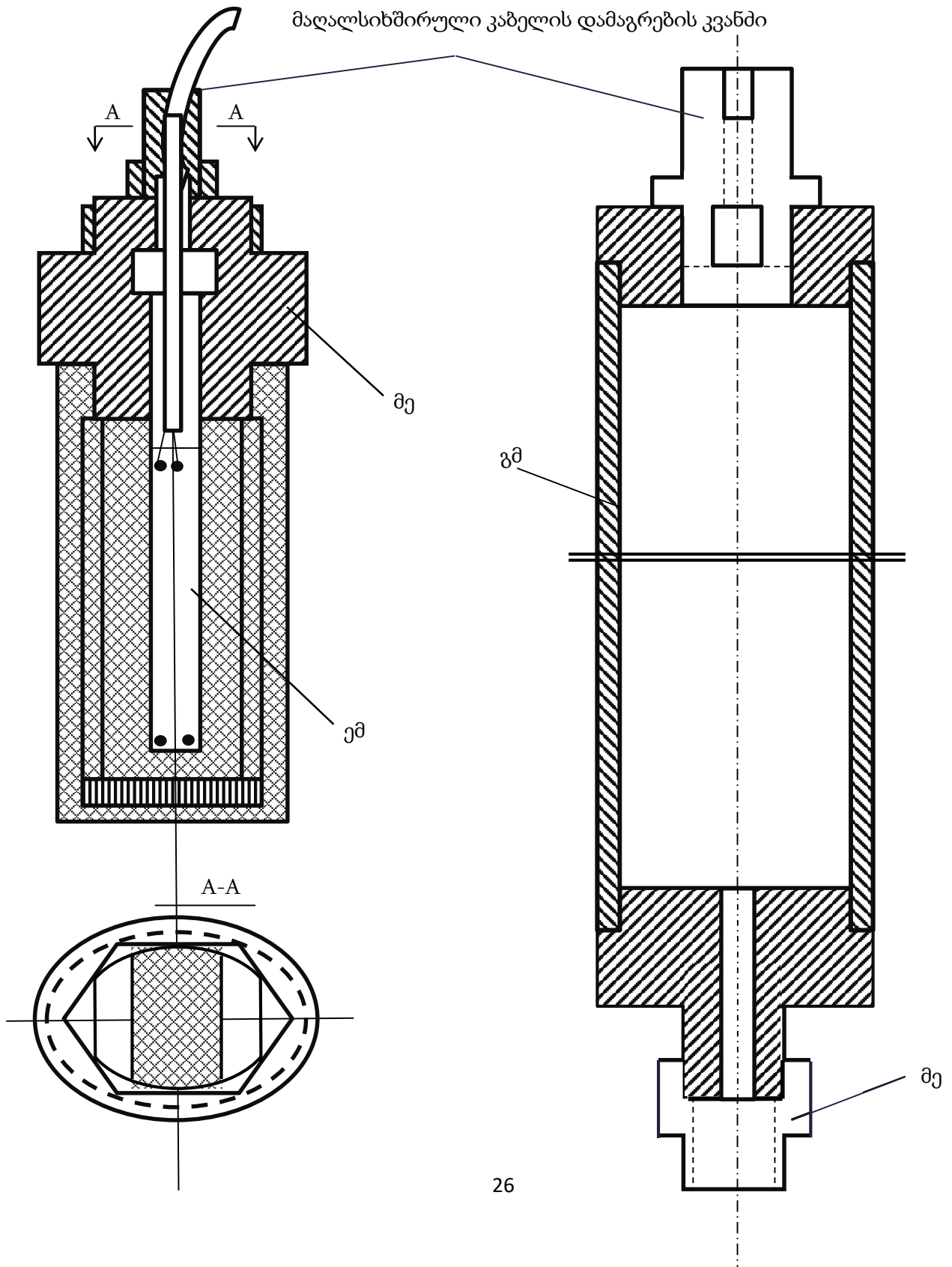
თუ სენსორებს განვალაგებთ მართკუთხა მილის ერთ გვერდზე (წახნაგზე) ერთმანეთის ვერტიკალურად, მაშინ ორ უახლოეს სენსორს შორის მანძილი იქნება 6 სმ. იმისათვის, რომ ერთმანეთის მეზობლად დამაგრებული სენსორების ზემოქმედება ერთმანეთზე შევამციროთ, ამიტომ სასურველია ყოველი ორი უახლიესი სენსორი მოვათავსოთ მართკუთხა მილის მეზობელ (წახნაგზე), ანუ ამ შემთხვევაში ორი მეზობელი სენსორი სიმაღლის მიხედვით მოთავსებული იქნება ორ მეზობელ წახნაგზე, რომელთა შორის კუთხე იქნება მართი – 90.0° (ნახ. ამგვარად, საზომ სისტემას ექნება ნახ. 21-ზე ნაჩვენები სახე.

ამგვარად, ერთწახნაგზე მდებარე ორმეზობელ სენსორს შორის მანძილი გამოვა $4 \times 6 = 24$ სმ-ს, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს მათ მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველების ურთიერთგავლენას.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, თითოეული სენსორი წარმოადგენს ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ტენიანობის პირველად საზომ გარდამქმნელს, რომლის დანიშნულებაა წყლის შემცველობის განსაზღვრა წყალნავთობის ნარევი დიაპაზონში 0-დან 100 %-მდე. ამ ტიპის სენსორები შეძლება გამოვიყენოთ აგრეთვე სხვა ნივთიერებების შემთხვევებშიც.

ზოგადად, ამ ტიპის სენსორს აქვს ორი საბაზო კონსტრუქცია, რომლებიც განისაზღვრება ელექტრონული მოდულის (ემ) ადგილით.

ერთ-ერთ კონსტრუქციაში (ნახ. 22, ა,ბ) ემ მოთავსებულია მგრძნობიარე ელემენტის (მე) შიგნით, ხოლო მეორეში (ნახ. 23, ა,ბ,გ) ემ გატანილია მე-ის გარეთ. მეორე შემთხვევაში მე-ის დიამეტრი.

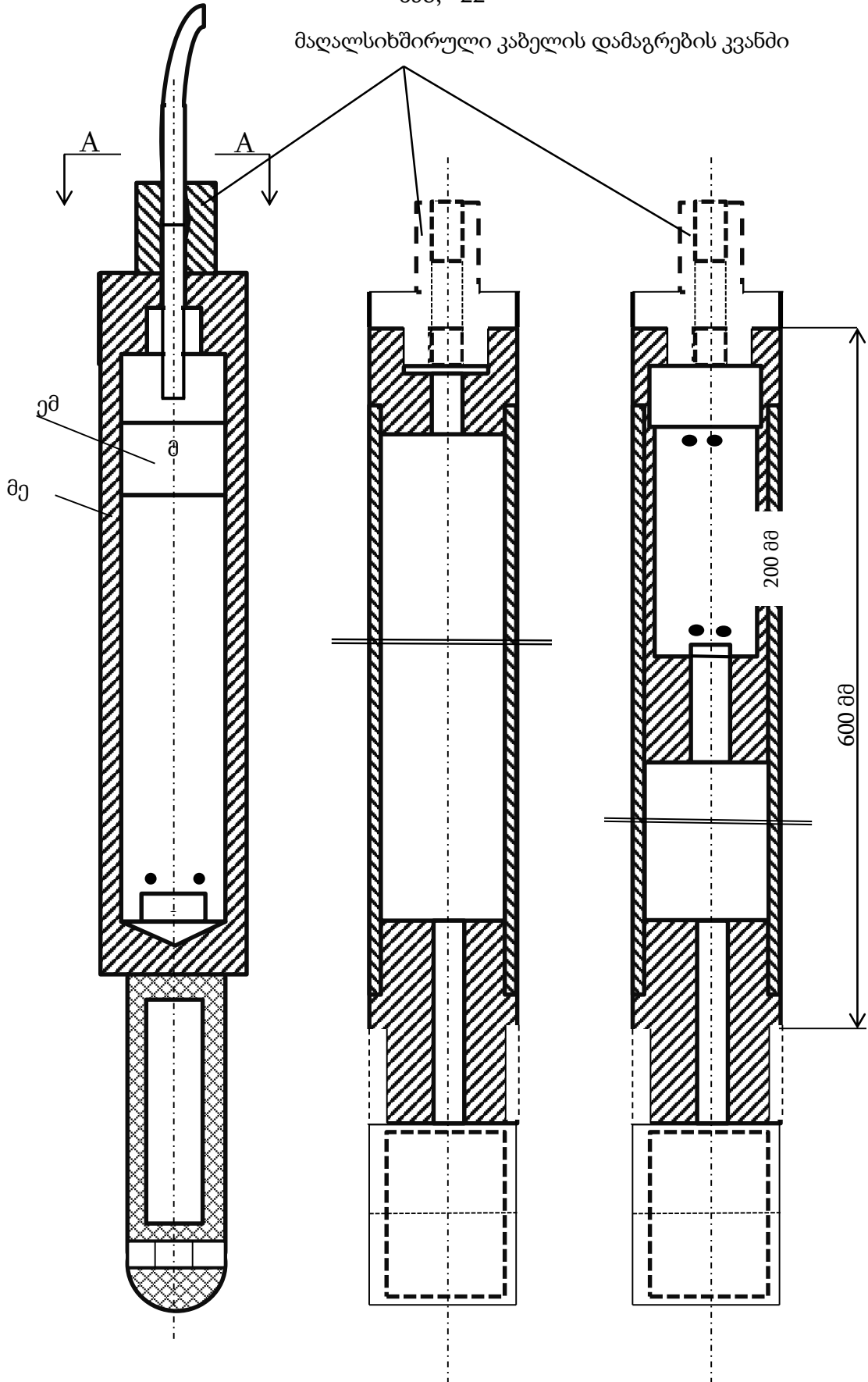


ა)

ბ)

ნახ, 22

მაღალსიხშირული კაბელის დამაგრების კვანძი



ა)

ბ)

გ)

ნახ. 23

შეიძლება შევამციროთ 2-5-ჯერ. რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს საკონტროლო ობიექტის კედელზე მონტაჟის დროს აუცილებელი მინიმალური დაზიანებისას. ნახ. 22, ა,ბ -ზე მოცემული კონსტრუქციის შემთხვევას აქვს თავისი ღირსებები, რაც დაკავშირებულია იმ გამოყენებებთან, რომლებშიც ნაკადის ტემპერატურა იცვლება უმნიშვნელოდ. აქედან გამომდინარე, გაზომვის სიზუსტე ამ შემთხვევაში უფრო მაღალია, ვიდრე კონსტრუქციაში გამოტანილი მოდულით, რომელიც ექვემდებარება კლიმატური ტემპერატურების ზემოქმედებას.

ამ ორი ბაზური კონსტრუქციის საუძველზე გათვალისწინებულია მოდიფიკაციები, რომლებიც განპირობებულია აუცილებლობის შემთხვევაში სენსორის ამოღებით ან დაყენებით წნევის ქვეშ ნაკადის შეწყვეტის გარეშე. ამ მიზნით ბაზურ კონსტრუქციას დამატებით უერთდება გამაგრებლებელი მილაკი (გმ) (ნახ. 22, ბ და ნახ. 23, ბ). , რომელიც სიგრძით, რომელიც მცირედ აღემატება მილგამყვანზე დაყენებულ თვითჩამკეტი სარქველის ზომებს.

ჟუჟნიაშვილი დ.,

სენსორის კიდევ ერთი მოდიფიკაცია გათვალისწინებულია მისი გამოყენებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში. მასში ემ მოთავსებულია გამაგრებლებელი მილაკის ზედა ნაწილში. ასეთი

კონსტრუქციისათვის სენსორის განისაზღვრება მე-ის გამოყენების ზედა ტემპერატურული საზღვარი განისაზღვრება ფტოროპლასტის მდგრადობით ტემპერატურული ზემოქმედებების მიმართ და შეადგენს 240°C-ს.

გამოქვეყნებული ნაშრომები

სტატიები

1. აზმაიფარაშვილი ზ., მურჯიკნელი გ., ჟუჟიაშვილი დ. ნედლი ნავთობიდან შემადგენელი ფრაქციების განსაზღვრის მეთოდების მიმოხილვა. სტუ. №2(31). 2020წ. გვ. 113–116
2. ჟუჟიაშვილი დ., აზმაიფარაშვილი ზ., მურჯიკნელი გურ., მურჯიკნელი გივი, ტორიაშვილი თ., გაზწყალნავთობის ნარევის .განაწილების იდენტიფიკაციის სისტემა რეზერვუარის სიმაღლის მიხედვით. შრომები, მართვის ავტომატიზებული სისტემები № 1(33) 2022 თბილისი 13-18 გვ.
3. ჟუჟიაშვილი დ. ნავთობის რეზერვუარებში არსებული მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი. შრომები, მართვის ავტომატიზებული სისტემები № 1(33) 2022 თბილისი, 101-105 გვ.

კონფერენცია

4. ჟუჟიაშვილი დ., ნავთობის რეზერვუარში ნავთობის დონის გაზომვა ელექტროვიზუალური მეთოდით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. სერია: ენერგეტიკის თანამედროვე პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები.; 2(98)/2021 თბილისი. 103 -107 გვ.

A B S T R A Q T

Dissertation work on the topic "Development and research of a system for determining the number of oil products in reservoirs" with regard to its structure and volume consists of 4 chapters and abstract which is presented separately.

The following topics are discussed in above mentioned chapters:

In presented chapter is discussed the one of the major energy problems of human activity, which is related to oil extraction and its processing. It has been

known since ancient times. It is estimated by archaeologists that its extraction and use took place several thousand years before our era. Residents of the Middle East used oil as a means of heating, building material, as well as for lighting. In the next period, kerosene began to be used for lighting residential buildings. In subsequent periods, people learned to separate different fractions from oil, and gradually oil became a powerful driving source of human life.

In presented chapter is discussed the creation of measuring and controlling devices, which can determine the levels (volumes) of oil and its individual fractions in open and closed storages. Such devices (level, volume, quantity measurements) can be used both independently and in conjunction with automatic management and control systems. Nowadays, there are many technical tools that can be used to measure and control levels.

A large number of the above devices can be divided into two groups. These include contact and contactless measuring devices.

Contact measuring devices are used for work in any environment. Of these types of devices, visual, buoyant, hydrostatic and other types of level measurements can be noted. They are distinguished by low cost, mechanical strength, ease of installation and reliability of measurements. They can be easily installed in any reservoir or nearby.

With non-contact measuring devices, the oil level can be measured without direct contact with the measuring environment. They include ultrasound, radar, radiation and other measurements. Such sensors are preferable to use in aggressive, viscous crystallized, foamy environments, i.e. where there is a risk of contamination and oxidation of the device elements.

According to the principle of operation, oil level measurements are divided into visual, mechanical, electrical, thermal, acoustic microwave, radar types.

a) Electrovisual method of level measurement

An electrovisual oil level measurement device is a hybrid of visual and electrical level measurements.

The visual part of measuring the oil level is built on the principle of operation of the oil system.

This type of level measurement has a serious drawback, which is reflected in the fact that when working with large-sized reservoirs, it is inconvenient to obtain information from large-height reservoirs. The problem can be solved by using the second (electrical) part of the circuit, which is actually analog-digital transition. Thus, the electrovisual device is a hybrid of visual and electrical measurements.

b) Gas-Water-Oil mixture distribution identification system according to Reservoir height

The identification system is a vertical tube with "Intelligent Sensors" (IS), the sensitive elements of which - the sensors-are evenly located along the vertical stem. "Intelligent Sensors" are connected to each other by a connection channel, and from it information is delivered to the leading controller.

The drive controller through the receiver-transmitter (m-g) buffer reads the intelligent sensors, analyzes the information received, and displays the Constituent levels (layers) on the multicolor tablet. In addition, for debugging and testing purposes, the main controller contains a keyboard and a digital display:

a) Measurement of the level of oil and oil products by electrovisual method

To measure the level of oil and oil products in oil reservoirs, an electrovisual method can be used.

b) Measurement of the level of oil and oil products by radio wave method

To measure the level of oil and oil products in oil reservoirs, a radio wave measurement method can be used.

The purpose of measurement in this case is to determine the levels of oil or oil products and water in the oil reservoir, as well as the level of the transition fluid between oil and water, i.e. water and oil mixture (emulsion).

Based on these measurements, if necessary, we can easily determine the stock of gasoline, diesel, or any type of petroleum product in the tank.