

საქართველოსთექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ვლადიმერ გელაშვილი

მაბისტრალური ნავთობსადენების ოპტიმალური
პარამეტრების განბაროშება და ღონისძიებების
დამუშავება მათი ექსპლუატაციის საიმედოობის
ამაღლებისათვის

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი
2016 წელი

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

ხელმძღვანელი: პროფესორი დ. მახარაძე

რეცენზენტები : პროფესორი თ. გონიტაშვილი
პროფესორი გ. ყირმელაშვილი

დაცვა შედგება 2016 წლის “04” თებერვალს, 14:00 საათზე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სადისერტაციო
საბჭოს კოლეგიის № 51 სხდომაზე,
კორპუსი III, აუდიტორია 428
მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,
ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,
ასოცირებული პროფესორი

დ. თევზაძე

თემის აქტუალურობა

სათბობ რესურსებს უხსოვარი დროიდან უდიდესი მნიშვნელობა გააჩნია კაცობრიობის განვითარების ისტორიაში, კერძოდ, ცალკეული ქვეყნების ეკონომიკის განვითარებაში. მათი მარაგებით განისაზღვრება ამა თუ იმ სათბობი ნედლეულის გამოყენების მიზანშეწონილობა მრეწველობის სხვადასხვა დარგში, აგრეთვე რეალიზების ეფექტური ტექნოლოგიების დამუშავება ცალკეული მიმართულებით. ამდენად სათბობი რესურსების გარეშე წარმოუდგენელია მრეწველობის ნებისმიერი დარგის, სოფლის მეურნეობის და საყოფაცხოვრებო სექტორის განვითარება.

როგორც ცნობილია, სამყაროში სათბობი რესურსები წარმოდგენილია მყარი, თხევადი (წვეთოვანი) და აირების (გაზისებრი) სახით.

ნედლი ნავთობი და ნავთობპროდუქტები წვეთოვან თხევად სათბობ რესურსებს მიეკუთვნებიან.

უკანასკნელი მეოთხედი საუკუნის, ისევე როგორც კაცობრიობის განვითარების მთელი ისტორიის განმავლობაში, ენერგორესურსების მოხმარების ინტენსიურობის ზრდას ადგილი აქვს განსაკუთრებულად მაღალი ტემპებით. ამავდროულად მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის მსოფლიოს სათბობი რესურსების სტრუქტურა. ტრადიციულად დომინირებული მყარი სათბობის ადგილს გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან მაღალი ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური თვისებებით გამორჩეული ნავთობპროდუქტები, ბუნებრივი აირები და ენერჯის განახლებადი წყაროები იკავებენ.

მსოფლიო სათბობი წიაღისეული ენერგორესურსების დაახლოებით 60%-ს ქვანახშირი შეადგენს, რომლის მარაგები მეტწილად თანაბრადაა განაწილებული მთელი დედამიწის 90-მდე ქვეყნის ტერიტორიაზე, მაშინ როცა ნახშირწყალბადიანი რესურსების, რომელსაც მიეკუთვნება ნედლი სათბობი, გავრცელების არეალი ძირითადად მსოფლიოს რამდენიმე რეგიონშია ლოკალიზებული.

ნავთობისა და ბუნებრივი აირის ძირითადი მარაგები (დაახლოებით 65%) კავკასიის მიმდებარე (ახლო აღმოსავლეთი და ცენტრალური აზია) რეგიონებში ან ყოფილი საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზეა განლაგებული. მოსალოდნელია, რომ ნავთობისა და

ბუნებრივი აირის რესურსების შევსება კვლავ გაგრძელდება, მათ შორის მნიშვნელოვან წილად ცენტრალური აზია-კასპიის ზღვის აუზის საბადოების ხარჯზე. შესაბამისად, რეგიონული ბაზარი პრაქტიკულად გაჯერებულია სათბობი რესურსებით, რომელთა გატანა მსოფლიო ბაზარზე სასიცოცხლო ხასიათის პრობლემის მნიშვნელობას იძენს რეგიონის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

ახლო მომავალში შესაძლებელია საქართველო გახდეს ნავთობის მსოფლიოს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სატრანზიტო ქვეყანა. ამის მიზეზია ის გარემოება, რომ პროგნოზის თანახმად, უახლოეს 25 წელიწადში, ნავთობისა და ბუნებრივი აირის მსოფლიო მოხმარების დაახლოებით 25% შეიძლება კავკასიისა და მის მიმდებარე რეგიონში მოპოვებული სათბობით იქნეს უზრუნველყოფილი. ძირითად პრობლემად მოპოვებული სათბობი რესურსების მსოფლიო ბაზარზე გარანტირებული მიწოდება (ტრანსპორტირება) რჩება, რის გადაჭრაშიც მნიშვნელოვანი როლის შესრულება შეუძლია საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალ ენერგორესურსების კავკასიის სატრანსპორტო კორიდორს, რომელიც აქტიურ მხარდაჭერას ჰპოვებს როგორც რეგიონის, ისე დასავლეთის წამყვანი ინდუსტრიული ქვეყნების მხრიდან. საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება ნავთობის მაგისტრალების (ნავთობსადენების) შესარჩევად ბევრად იქნება დამოკიდებული ყველა დაინტერესებული მხარის ინტერესების დაბალანსებაზე.

საერთოდ წელიწადში მსოფლიოში ექსპლუატაციაში შედის დაახლოებით 25-30 ათასი კმ სიგრძის მილსადენი, ხოლო შენდება დაახლოებით 100 ათასი კმ, რომელთა ჯამური ღირებულება ათეულობით მლრდ დოლარს აჭარბებს.

საერთოდ ოცდამეერთე საუკუნის დასაწყისითვის მსოფლიოში ექსპლუატაციაში შევიდა 28700 კმ საერთო სიგრძის ნავთობსადენი (მშენებარე 113 600 კმ-დან), რომელთა ჯამურმა ღირებულებამ 17,4 მლრდ დოლარს გადააჭარბა. მაგისტრალური მილსადენები, რომელთა სიგრძე რამდენიმე ასეულ და ათასეულ კმ-ს აჭარბებს, თხევადი ენერგორესურსების ტრანსპორტირების ერთ-ერთი ყველაზე საიმედო და მოსახერხებელი საშუალებაა და მათი ექსპლუატაცია საერთაშორისო კომპანიების უხვი შემოსავლის წყაროცაა. შემოსავლები, რომლებიც

შეიძლება მიიღონ მწარმოებელმა და ტრანზიტორმა ქვეყნებმა, მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული რესურსების წყაროზე, ტრანსპორტირების მანძილზე, ექსპლუატაციის საიმედოობაზე და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე, სატრანსპორტო ტარიფებზე. ნახშირ-წყალბადების ტრანზიტის ფასი ფართო ფარგლებში ცვალებადობს მისი სახეობისა და სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენების შესაძლებლობის მიხედვით.

მიუხედავად იმისა, რომ ნავთობის მილსადენებით ტრანსპორტირება საუკუნეზე მეტია ხდება, ამ სფეროში ტრანსპორტირების ეს სახეობა შეიძლება ჩაითვალოს ტრანსპორტის შედარებით ახალ თაობად, რომლის განვითარებას ჯერ კიდევ 1878 წელს ჩაეყარა საფუძველი, როდესაც ძმებმა ნობელებმა ააგეს პირველი ნავთობსადენი ნავთობის გადასატუმბი სადგურებით. 1901 წელს ბაქოს რაიონში უკვე მოქმედებდა 39 ნავთობსადენი საერთო სიგრძით 335 კმ, რომლებიც ნავთობის საბადოებს აკავშირებდა გადამამუშავებელ ქარხნებთან. ამავე პერიოდიდან წარმოიშვა პრობლემები ნავთობის ტრანსპორტირების რუსეთში და აღმოსავლეთ ევროპის სხვა ქვეყნებშიც, ანუ მაგისტრალური ნავთობსადენების განვითარებისა.

უკვე 1907 წელს საქართველოში, ამიერკავკასიის რკინიგზის გასწვრივ პირველად რეგიონში გაყვანილი იქნა მაგისტრალური ნავთობსადენი ბაქო-ბათუმი, დიამეტრით 200 მმ, სიგრძით 830 კმ. 1925 წელს 200 მმ დიამეტრის ნავთობსადენი შეიქმნა 250 მმ დიამეტრის, ხოლო შემდგომში 330 მმ დიამეტრის ნავთობსადენით. საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი ნავთობსადენის სიგრძეა 370 კმ. ნავთობის ტრანსპორტირება ხდება 6 სატუმბი სადგურის საშუალებით, რომელთაგან 3 საქართველოს ტერიტორიაზეა განთავსებული. ნავთობსადენის გამტარუნარიანობა შეადგენს 5 მილიონ ტონა ნავთობს წელიწადში.

ამჟამამად საქართველოს ტერიტორიაზე გადის საერთაშორისო მნიშვნელობის ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური მილსადენი, რომლის სიგრძე შეადგენს 1730 კმ-ს, საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი ნავთობსადენის მონაკვეთი 225 კმ-ია. ნავთობსადენის დიამეტრია 1240 მმ, გამტარუნარიანობა 50 მილიონი ტონა წელიწადში, რომელიც შეიძლება გაიზარდოს 80 მილიონ ტონამდე წელიწადში, თუ

ამჟამად ტრანსპორტირებულ ნავთობს დაემატება ყაზახეთის და თურქმენეთის ნავთობი.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ჩასახვის პერიოდიდან საუკუნეზე მეტი დროის განმავლობაში, ისევე როგორც ტექნიკის სხვა დარგები, მაგისტრალური ნავთობსადენები მუდმივ განვითარებას განიცდიდა. განვითარების ყველა ეტაპს დიდ ყურადღებას აქცევდნენ ტექნიკის სფეროს მსოფლიოს უდიდესი კომპანიები და ცენტრები. მაგისტრალური ნავთობსადენების გაანგარიშების, დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციის აქტიური პრობლემების გადაწყვეტას მიუძღვნა თავისი შემოქმედება მრავალმა მსოფლიოში ფართოდ ცნობილმა და აღიარებულმა მეცნიერმა და ინჟინერმა. ეს სამუშაოები საკმაოდ მაღალი ტემპებით მიმდინარეობს დღესდღეობითაც. მათ შორის არიან ქართველი მეცნიერები და ინჟინრები.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დღესდღეობით საქართველო წარმოადგენს ნავთობის ტრანზიტის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ქვეყანას, განსაკუთრებით რეგიონისათვის. ამდენად ნავთობსადენებთან დაკავშირებულ აქტუალური პრობლემების შესწავლას და გადაჭრას დიდი ყურადღება ექცევა ჩვენს ქვეყანაში. საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სათანადო ყურადღება ექცევა ახალგაზრდა კადრების მომზადებას, საკვლეო-საინჟინრო სამუშაოების შესრულებას, მიღებული შედეგების სამრეწველო ობიექტებზე ჩანერგვას. ანალოგიური სამუშაოებია შესრულებული და დღესაც მიმდინარეობს გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტში, რაც იძლევა იმის გარანტიას, რომ ქართველი მენიერები და ინჟინრები სათანადო წვლილს შეიტანენ განხილულ სფეროში, რაც დიდად წაადგება ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკის განვითარებას.

მიუხედავად ყოველივე ზემოაღნიშნულისა, როგორც ტექნიკის ყველა დარგისა და კონკრეტული მიმართულებების განვითარებისათვის, დღესდღეობით არ არსებობს მათი სრულყოფის ზღვარი. მაგისტრალური ნავთობსადენების მუდმივ განვითარებასთან დაკავშირებით მრავლად არსებობს პრობლემები, რომლებიც საჭიროებენ პერმანენტულ განვითარებას და სრულყოფილ გადაწყვეტას განხილული სისტემების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მუდმივად ამაღლებისა და

საიმედოობის გაზრდის მიზნით, რასაც ეძღვნება წინამდებარე სადოქტორო სადისერტაციო ნაშრომი, და რაშიც გამოიხატება მისი აქტუალობა.

სამუშაოს მიზანი

სამუშაოს ძირითადი მიზანია: მაგისტრალურ ნავთობსადენებში ტრანსპორტირებული ნედლი ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ტრანსპორტირების გარემოსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის კვლევა სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე და ექსპლუატაციის საიმედოობაზე მათი გავლენის მიზნით; ნავთობსადენების მილსადენი მაგისტრალის განივი რხევების მადემფირებელი მოწყობილობის და მისი სისტემის მდგრადობაზე გავლენის ანალიზის მეთოდოლოგიის დამუშავება; მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში, რომლებიც მუშაობენ მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით სქემით “ტუმბო-ტუმბოში” საშუალოდ სატუმბო სადგურების განთავსების ადგილების განსაზღვრის მეთოდის დამუშავება ჰიდროდინამიკური პროცესების დროს წნევების ცვალებადობის გათვალისწინებით; სადაწნეო მაგისტრალური ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მექანო-ჰნევმატიკური დემფირების ეფექტურობის ექსპერიმენტული კვლევა და კვლევის შედეგების ანალიზი; მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზის მეთოდოლოგიის დამუშავება საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემების მაგალითზე.

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. სადისერტაციონაშრომის კვლევის ობიექტს წარმოადგენენ მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ნავთობსადენები (წიაღიდან მოპოვებული ნედლი ნავთობის ტრანსპორტირებისათვის) და ასეთივე ნავთობპროდუქტსადენები (ნედლი ნავთობის გადამუშავების შედეგად მიღებული პროდუქტების ტრანსპორტირებისათვის).

ცნობილია, რომ ნავთობის საბადოების უდიდესი ნაწილი ლოკალიზებულია მსოფლიოს მხოლოდ რამდენიმე რეგიონში.

ამდენადმისი რაციონალურად გამოყენებისათვის მსოფლიოს ყველა რეგიონში, აუცილებელია ნედლი ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირება სხვადასხვა მანძილზე. აქედან გამომდინარე, ნავთობსადენებისა და ნავთობპროდუქტსადენების სიგრძე ცვალებადობს ძალზე ფართოდ-რამდენიმე ასეული კილომეტრიდან რამდენიმე ათასეულ კილომეტრამდე, ანუ აღნიშნულ სისტემებს ფინქციონირება უწევთ (იგულისხმება ცალკეული მათგანი) მეტად ცვალებად გეოგრაფიულ და კლიმატურ პირობებში, რაც აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს მათი გაანგარიშების, დაპროექტების და ექსპლუატაციისას. ეს კი ძალზე რთული ამოცანაა, რადგან აუცილებელია დამუშავდეს შესაბამისი მეთოდოლოგიები კონკრეტული ობიექტებისათვის. იგი უნდა ითვალისწინებდეს ტრანსპორტირების პროცესში მონაწილე ყველა ელემენტის გავლენას, კერძოდ: მილსადენში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის (ნავთობის, ნავთობპროდუქტების) და ჰიდროდინამიკური პროცესების პარამეტრებს; მილსადენი მაგისტრალის გეომეტრიულ პარამეტრებს; იმ მასალის ფიზიკურ-მექანიკურ პარამეტრებს, რომლისგანაც დამზადებულია მილები; მაგისტრალური მილსადენის პროფილის გეოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე თავისებურებებს; მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს; მილსადენ მაგისტრალში ჩართული ტუმბოების რაოდენობას, მათი მილსადენი მაგისტრალის სიგრძის მიხედვით განთავსების ადგილებს და მუშა მახასიათებლებს; წნევის ნაზარდის წარმოქმნის საწინააღმდეგო საშუალებების პარამეტრებს და მილსადენ მაგისტრალში მათი განთავსების ადგილებს და სხვა, ექსპლუატაციის კონკრეტული პირობებისაგან განპირობებულ, ფაქტორებს. ყველა მათგანის მნიშვნელობების განსაზღვრისათვის (ზუსტად დადგენისათვის) მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს კვლევის ექსპერიმენტული მეთოდები, ამდენად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ექსპერიმენტების სწორად ჩატარებას და საძიებო პარამეტრების მაქსიმალური სიზუსტით განსაზღვრას, რადგან კონკრეტულობიდან გამომდინარე, ჩამოთვლილი პარამეტრების დიდი სიზუსტით თეორიულად დადგენა შეუძლებელია.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ სამრეწველო ობიექტებზე კვლევების ჩატარებისას გამოყენებული იყო ექსპერიმენტული კვლევის დაგეგმვის მეთოდები, რომლებიც ეფუძნება ექსპერიმენტების დაგეგმვის თეორიულ დებულებებს.

სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს ზოგიერთი საკითხის თეორიულ ანალიზს, რომელიც ძირითადად ეფუძნება დიფერენციალური განტოლებების ფურიეს მეთოდით ამოხსნას. ეს მეთოდი გამოყენებული იყო ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნისათვის, რომლებიც მიღებული იყო მათი გარდაქმნით იმავე ფურიეს მეთოდით კერძო წარმოებულებიანი განტოლებებიდან. კვლევების ძირითადი ამოცანების თეორიული განსაზღვრისათვის გამოყენებული იქნა ფურიეს და ლაპლასის გარდაქმნები, აგრეთვე კრამერის წესი n წრფივი ალგებრული განტოლებების ამოხსნისათვის n რაოდენობის უცნობებით.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული შესასწავლი ზოგიერთი საკითხი რთული მრავალფაქტორიანი პროცესია, რომელთა გადაწყვეტისათვის ჩვენს მიერ მიღებული იქნა კვლევების ერთიანი მეთოდოლოგიური საფუძველი, რომელიც ერთიან სამეცნიერო კომპლექსში აერთიანებს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების მეთოდიკებს.

როგორც იყო აღნიშნული, სადისერტაციო თემით გათვალისწინებული საკითხების შესწავლისათვის მიზანშეწონილია კვლევების ერთიანი მეთოდოლოგიის გამოყენება, რომელიც ერთიან სამეცნიერო კომპლექსში აერთიანებს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის მეთოდიკებს.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენ არ გვქონდა საშუალება სპეციალური ექსპერიმენტული დანადგარის შექმნისათვის. ასეთი დანადგარი საქართველოს სინამდვილეში არ არსებობს. აქედან გამომდინარე, იძულებული ვიყავით თეორიული კვლევების შედეგების სამართლიანობის შესამოწმებლად გამოგვეყენებია სსიპ გ. წულიკიძის სამთო ინსტიტუტის ნახევრადსამრეწველო ლაბორატორიულ დანადგარზე შესრულებული კვლევის შედეგები. ამ დანადგარზე, რომელიც შექმნილი იყო მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში გარდამავალი რეჟიმების და არასტაციონარული

პროცესების შესასწავლად, აგრეთვე წნევების უეცარი ნაზარდის დემპფერების ეფექტურობის დასადგენად, რადგან ანალოგიური პროცესები მათში და მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში და ნავთობპროდუქტსადენებში იდენტურად მიმდინარეობს.

იმ საკითხების კვლევის შედეგების შესამოწმებლად, რომლებიც ნიშანდობლივია მხოლოდ ნავთობსადენებისა და ნავთობპროდუქტსადენებისათვის, გამოყენებული იქნა საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის, ბაქო-ბათუმის ნავთობსადენისა და ხაშური-ბათუმი ნავთობპროდუქტსადენის სამრეწველო ობიექტების შესწავლისა და ექსპერტიზის შედეგები.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მიცნეიერი სიახლე:

- შესწავლილი და დადგენილია მაგისტრალურ ნავთობსადენებში ტრანსპორტირებული ნედლი ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ტრანსპორტირების გარემოსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის კანონზომიერებები და მათი გავლენა ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე და ექსპლუატაციის საიმედოობაზე;
- დამუშავებულია მეთოდთა მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალურ ნავთობსადენებში, რომლებიც მუშაობენ მილსადენ მაგისტრალში მომდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით სქემით “ტუმბო-ტუმბოში” საშუალოდ სატუმბო სადგურების განთავსების ადგილების განსაზღვრისათვის ჰიდროდინამიკური პროცესების დროს წნევების ცვალებადობის გათვალისწინებით;
- შესწავლილია სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მექანიკურ-ჰნემატიკური დემპფერების ეფექტურობა და გაანალიზებულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები მათი რეალიზებისათვის კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით;
- დამუშავებულია მათემატიკური მოდელები მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალურ ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების ნაზარდზე მადემპფირებელი მოწყობილობების გავლენის ანალიზისათვის;

- დამუშავებულია მეთოდოლოგია მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემების მაგალითზე კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით.

შედეგების გამოყენების სფერო . სადისერტაციო ნაშრომის კვლევების ძირითადი შედეგები უმეტესწილად შეიძლება გამოყენებული იქნეს მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში, რომლებიც მუშაობენ მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”. მათი უმრავლესობა ასევე წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს ნებისმიერი დანიშნულების ნავთობსადენებში და ნავთობპროდუქტსადენებში, აგრეთვე სხვა დანიშნულების ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში, რომლებიც გამოიყენება ერთფაზიანი სითხეების და მრავალფაზიანი ჰიდრო- აერონარეგების გადასატანად ნებისმიერ მანძილებზე.

ცნობები დისერტაციის მოცულობისა და სტრუქტურის შესახებ. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება ლიტერატურული მიმოხილვის, ოთხი თავის, ძირითადი დასკვნებისა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხისაგან. ნაშრომის მოცულობა შეადგენს კომპიუტერზე ნაბეჭდ 138 გვერდს, რომელიც შეიცავს 8 ცხრილს, 29 ნახაზს და 93 დასახელების ლიტერატურულ წყაროს.

**დისერტაციის ძირითადი შედეგები
ლიტერატურის მიმოხილვა**

იმ პრობლემასთან დაკავშირებული საკითხების სათანადო სამეცნიერო დონეზე შესწავლისა და გადაჭრისათვის, რომელიც წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის ძირითად თემას, ჩვენს მიერ შესრულებული იქნა შესაბამისი მიმართულებით გამოქვეყნებული სამეცნიერო ლიტერატურის ფუნდამენტური მიმოხილვა. უნდა აღინიშნოს, რომ ნედლი ნავთობის და ნავთობპროდუქტების გადაზიდვა

(ტრანსპორტირება) მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენდა და წარმოადგენს კაცობრიობისათვის. სწორედ ამის გამო დაედო საფუძველი ამ მიმართულებით მნიშვნელოვან კვლევებს პრაქტიკულად ჯერ კიდევ გასული საუკუნის მიწურულიდან და გრძელდება დღესდღეობითაც, რადგანაც პრობლემა მეტად აქტუალურია და რთული გადასაწყვეტად. პირველი მნიშვნელოვანი კვლევები შესრულებული იყო ისეთი მეცნიერების მიერ როგორც იყვნენ და არიან: ვ. იუფინი, რ. ალიევი, ვ. ბელოუსოვი, ა. ნემუდროვი, ე. იაკოვლევი, ვ. ბუნჩუკი, მ. ჰუსეინზადე, ა. მირზაჯანზადე, ს. შერბაკოვი, ო. ნაუმენკო, ლ. პოლიანსკაია, რ. კანტოლა, ფ. ლანგი, კ. ზიელკე, ვ. აგაპინი, მ. კარაევი, ვ. გალეევი, ა. არზუმანიანი, ვ. გუბინი, ვ. ნოვოსელოვი, პ. ტუგუნოვი, ლ. მახარაძე, ზ. მგელაძე, თ. გოჩიტაშვილი, გ. ვარშალომიძე, ი. გოგუაძე და სხვები. მათ მიერ შესრულებული ფუნდამენტური კვლევები ეხება ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების მილსადენებით ტრანსპორტირების (მიწოდების) სხვადასხვა აქტუალური პრობლემების შესწავლას და გადაწყვეტას.

მიუხედავად ამისა, დარგის (მიმართულების) სასიცოცხლო მნიშვნელობიდან, მისი განვითარებისა და სრულყოფის დონიდან გამომდინარე, დღესდღეობითაც მრავალი პრობლემა, ანალოგიურ სისტემებთან დაკავშირებული, კვლავ საჭიროებს ანალიზს და შესწავლას, რათა მაქსიმალურად იქნეს მათი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები ამაღლებული და ექსპლუატაციის საიმედოობა მიღწეული. ასეთ საკითხებს უპირველეს ყოვლისა მიეკუთვნებიან:

- მაგისტრალური ნავთობსადენის მილსადენი მაგისტრალის ტრასის შერჩევა და ანალიზი ფუნქციონირების გარემოს გეოგრაფიული და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით;
- მაგისტრალური ნავთობსადენების ჰიდრაულიკური გაანგარიშება მილსადენი მაგისტრალის შიგა ზედაპირზე მოქმედი ჰიდროდინამიკური პროცესების გათვალისწინებით;
- ნავთობის ტრანსპორტირებისათვის გამოყენებული ტუმბოების მუშა მახასიათებლები, ნავთობსადენი სისტემის მუშაობის რეჟიმები;
- მილსადენი მაგისტრალის - ნავთობსადენის გაანგარიშება სიმტკიცეზე მოქმედი შინაგანი და გარეგანი ძალების გათვალისწინებით;

- გარდამავალი რეჟიმები და დაუმყარებელი პროცესები მრავალ-საფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში;
- ღონისძიებები მაგისტრალური ნავთობსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის უზრუნველყოფისათვის.

სწორედ ამ საკითხების შესწავლას და ღრმა ანალიზს მიეძღვნა ჩვენს მიერ შესრულებული ლიტერატურული მიმოხილვა, რომლის საფუძველზე იქნა დაზუსტებული სადისერტაციო ნაშრომის თემა, მიზანი, განსაზღვრული მისი აქტუალურობა და მეცნიერული სიახლე, რომელთა სამართლიანობა დადასტურებული იქნა ჩვენს მიერ შესრულებული კვლევებით.

**მაგისტრალურ ნავთობსადენებში ტრანსპორტირებული
ნედლინავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების**

ცვალებადობატრანსპორტირების ბარემოზე დამოკიდებულებით

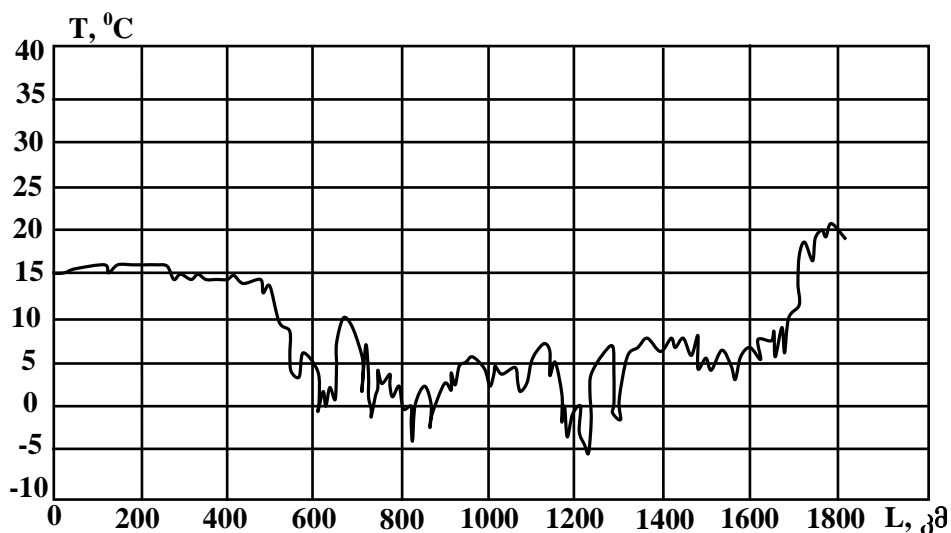
მაგისტრალური ნავთობსადენების სისტემების დაპროექტებისას აუცილებელია მათი ჰიდრაულიკური გაანგარიშება, რომელიც მოიცავს მილსადენი მაგისტრალის სიმტკიცეზე გაანგარიშებასაც. ამისათვის საჭიროა შემდეგი მონაცემების ცოდნა: ნავთობსადენის გეომეტრიული ზომები და გამტარუნარიანობა; ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები, კერძოდ, მისი სიბლანტისა და სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტრანსპორტირების გარემოს ტემპერატურისაგან; ნავთობის ტრანსპორტირების ჰიდროდინამიკური პარამეტრები; ნავთობსადენი მაგისტრალის სიგრძე და ტრასის პროფილი; გრუნტის ტემპერატურა იმ სიღრმეზე, რა სიღრმეზეც არის მაგისტრალური მილსადენი მიწაში ჩაფლული (რა თქმა უნდა, თუ მილსადენი ჩაფლულია გრუნტის სიღრმეში, როგორც წესი, ეს ასეც არის პრაქტიკაში).

ყველა ამ პარამეტრს შეუძლია მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს მაგისტრალური ნავთობსადენის ოპტიმალური ტრასის შერჩევაზე; მილსადენის ჰიდრაულიკურ და სიმტკიცეზე გაანგარიშებაზე; ტუმბოების რაოდენობის განსაზღვრაზე, მათი მილსადენის ტრასის გასწვრივ განთავსებაზე და მუშაობის რეჟიმის განსაზღვრაზე, რომლებიც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ მაგისტრალური ნავთობსადენი სისტემის საიმედოობაზე და ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩამოთვლილი პარამეტრების გაანგარიშების რაციონალური მეთოდის დამუშავებას, მათი ოპტიმალური მნიშვნელობების კვლევას და დადგენას, გავლენის ანალიზს, დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია.

ნედლინავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ცვალებადობა ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით

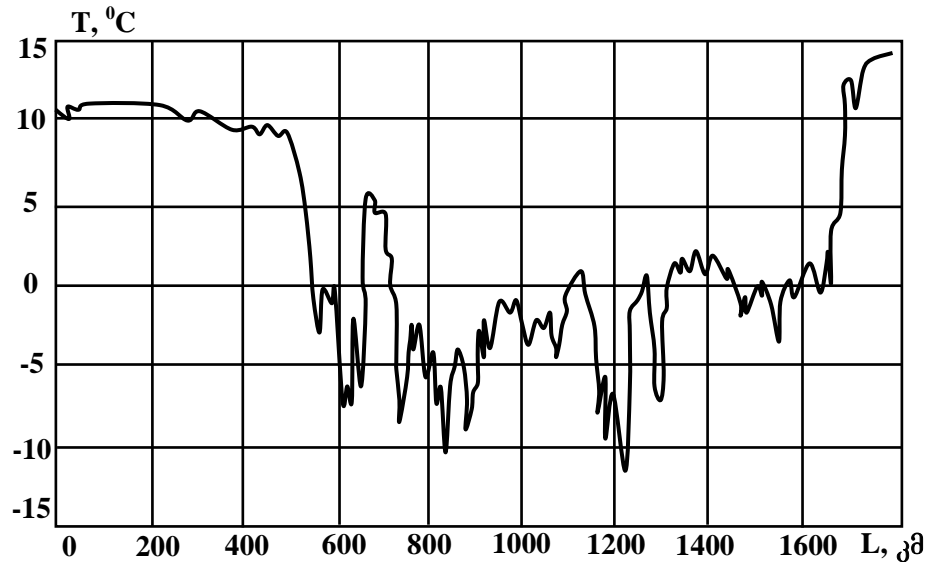
მაგისტრალური ნავთობსადენების სიგრძე უმეტეს შემთხვევაში რამდენიმე ასეულ და ზოგჯერ ათასეულ კილომეტრს აღწევს. ამდენად მათი ცალკეული უბნები ხშირად მნიშვნელოვნად განსხვავებულ კლიმატურ, გეოგრაფიულ და ტექნიკურ პირობებში გადის. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, მაგისტრალური ნავთობსადენები, როგორც წესი, მიწის (გრუნტის) ქვეშ არიან განლაგებული. ტემპერატურის ცვალებადობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მილსადენში ნავთობის ტრანსპორტირების (მიწოდების) რეჟიმზე. გავლენას ახდენს როგორც ატმოსფეროს, ასევე გრუნტის ტემპერატურა, რადგან თვით გრუნტის ტემპერატურა თავისთავად დამოკიდებულია ატმოსფეროს ტემპერატურაზე.



ნახ. 1 ატმოსფეროს ტემპერატურის ცვალებადობა ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენების ტრასის პროფილის გასწვრივ

ატმოსფეროსა და გრუნტის ტემპერატურების ცვალებადობა მნიშვნელოვან ფარგლებში ნათლად ჩანს ნახაზებიდან 1 და 2, რომლებზეც მოცემულია ატმოსფეროსა და გრუნტის ტემპერატურები-

საგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის მრუდები ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენის ტრასის პროფილის გასწვრივ.



ნახ. 2 .გრუნტის ტემპერატურის ცვალებადობა ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენის ტრასის პროფილის გასწვრივ

ამ ნახაზებიდან ნათლად ჩანს, რომ საშუალო წლიური ტემპერატურის ცვალებადობის დიაპაზონი საკმაოდ მნიშვნელოვანია. ამდენად ეს ფაქტორი აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული მაგისტრალურ ნავთობსადენების გაანგარიშებისა და დაპროექტებისას, რადგან იგი ასევე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკურ პარამეტრებზე.

ნავთობის სიმკვრივე და სიბლანტე განისაზღვრება ლაბორატორიული ანალიზის შედეგად. სიმკვრივეს, როგორც წესი, განსაზღვრავენ 293 °K ტემპერატურაზე, რაც შესაბამისია 20 °C - ისა.

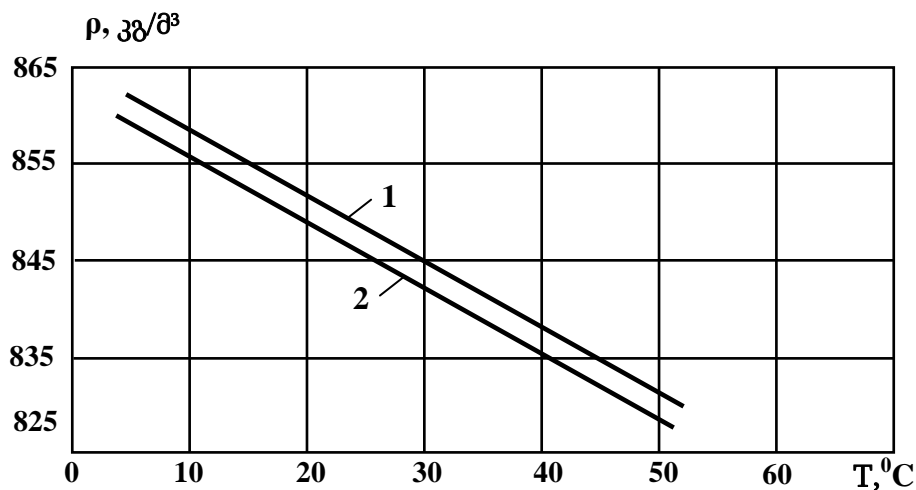
თუ საჭიროა ამ პარამეტრის სხვა ტემპერატურაზე განსაზღვრა უნდა მოხდეს ემპირიული დამოკიდებულებით

$$\rho_{\delta} = \rho_{\delta} - \xi_{\delta} (T - 293), \quad (1)$$

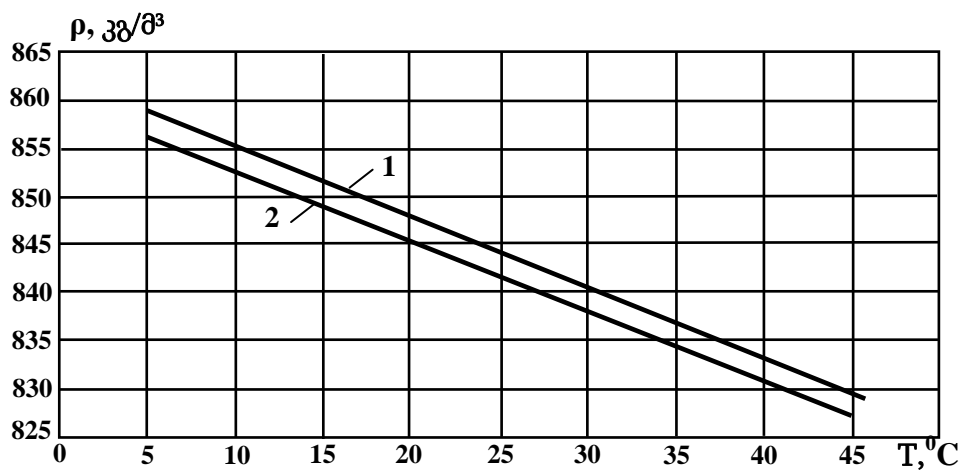
სადაც ρ_{δ} - ნავთობის სიმკვრივე 293 °K ტემპერატურაზე, კგ/მ³; ξ_{δ} - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შესწორებას ტემპერატურის

მიხედვით, რომლის განსაზღვრისათვის არსებობს ემპირიული ფორმულები, რომელთაგან უმეტეს შემთხვევაში უპირატესობას უნდა მიენიჭოს დამოკიდებულებას

$$\xi_6 = 1,825 - 0,00131 \rho_6 . \quad (2)$$



ნახ. 3 .ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის (აზერბაიჯანი) საბადოს ნავთობის ნარევი; 2 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი



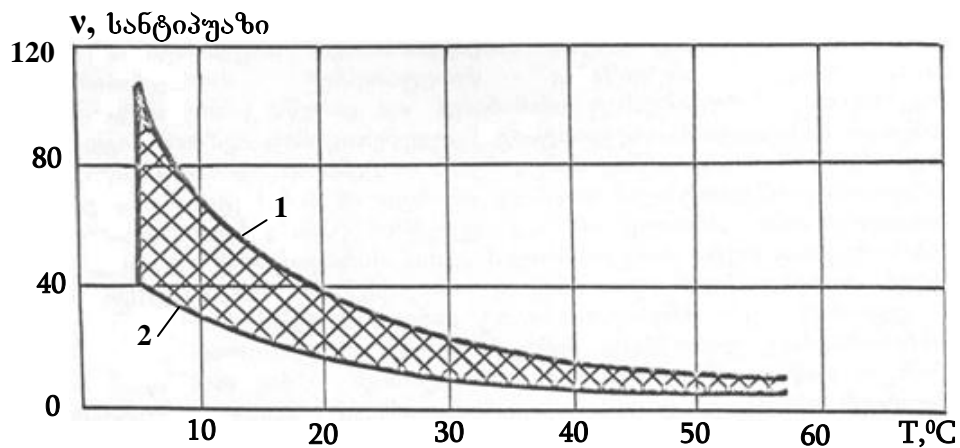
ნახ. 4 .ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი; 2 - კასპიის (აზერის, გიუნეშლის და თენგიზის) საბადოების ნავთობების ნარევი

ცნობილია, რომ სხვადასხვა საბადოს ნედლი ნავთობები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რადგან ისინი ერთგვაროვანი არ არიან და სხვადასხვა პროცენტული რაოდენობით შეიცავენ სხვადასხვა მინარევებს, მაგალითად: პარაფინს, წყალს, გოგირდწყალბადს,

ზოგიერთი მეტალის მინარევებს და ა.შ. ცხადია, მათი სიმკვრივე და სიბლანტე ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით იცვლება სხვადასხვანაირად, რაც ნათლად ჩანს ნახაზებზე 3 და 4 მოცემული გრაფიკებიდან. ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობა ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით ერთნაირია - კანონზომიერება წრფივია, ხოლო რაოდენობრივი ცვალებადობა სხვადასხვაგვარი. ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ν_{δ} - ის მნიშვნელობა შეიძლება განსაზღვრული იქნეს ფორმულით

$$\nu_{\delta} = \nu_{\delta} \exp [-A_{\delta} (T_{\delta} - T_{\delta}^0)], \quad (3)$$

სადაც ν_{δ} - ნავთობის სიბლანტე T_{δ} ტემპერატურის დროს, სანტიპუაზი; A_{δ} - ვისკოზოგრამის დახრილობის მაჩვენებელი, მისი განსაზღვრისათვის ν_{δ} და T_{δ} -ს (შესაბამისად ნავთობის ბუნებრივი სიბლანტე და ტემპერატურა) მნიშვნელობების გარდა საკმარისია სიბლანტის მნიშვნელობის ცოდნა ერთ რომელიმე სხვა ტემპერატურაზე, რომელიც განსაზღვრულია ვისკოზიმეტრის საშუალებით.

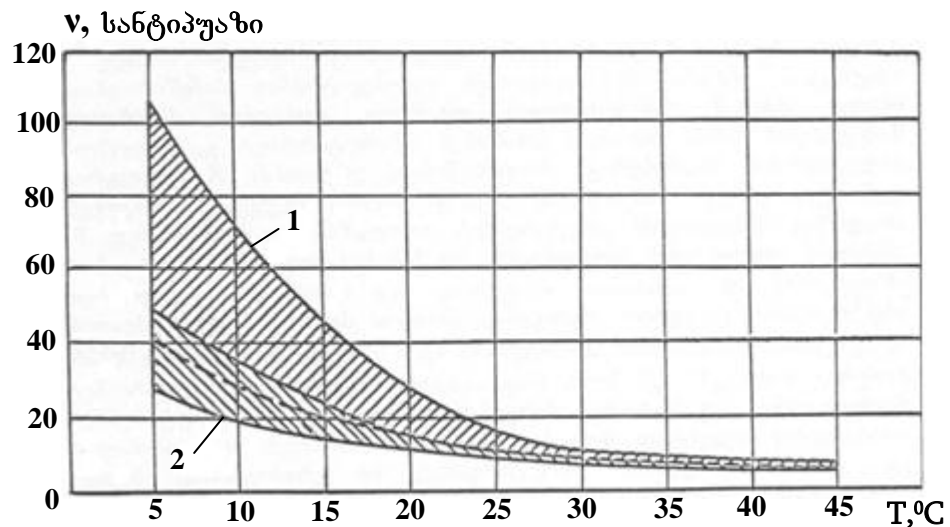


ნახ. 5 .ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზრის საბადოს ნავთობის ნარევი; 2 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი

ნახაზებზე 5 და 6 მოცემულია ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის კანონზომიერებები ტემპერატურის ცვალებადობისაგან დამოკიდებულებით იგივე საბადოების ნავთობებისათვის, რაც ნახაზებზე 3 და 4 არის განხილული.

ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის კანონზომიერება ტემპერატურისგან დამოკიდებულებით უფრო რთულია და იგი დაახლოებით კვადრატული პარაბოლის სახისაა.

ზემოთ განხილული კვლევის შედეგები აუცილებელია მაგისტრალური ნავთობსადენების ჰიდრაულიკური გაანგარიშებისათვის,



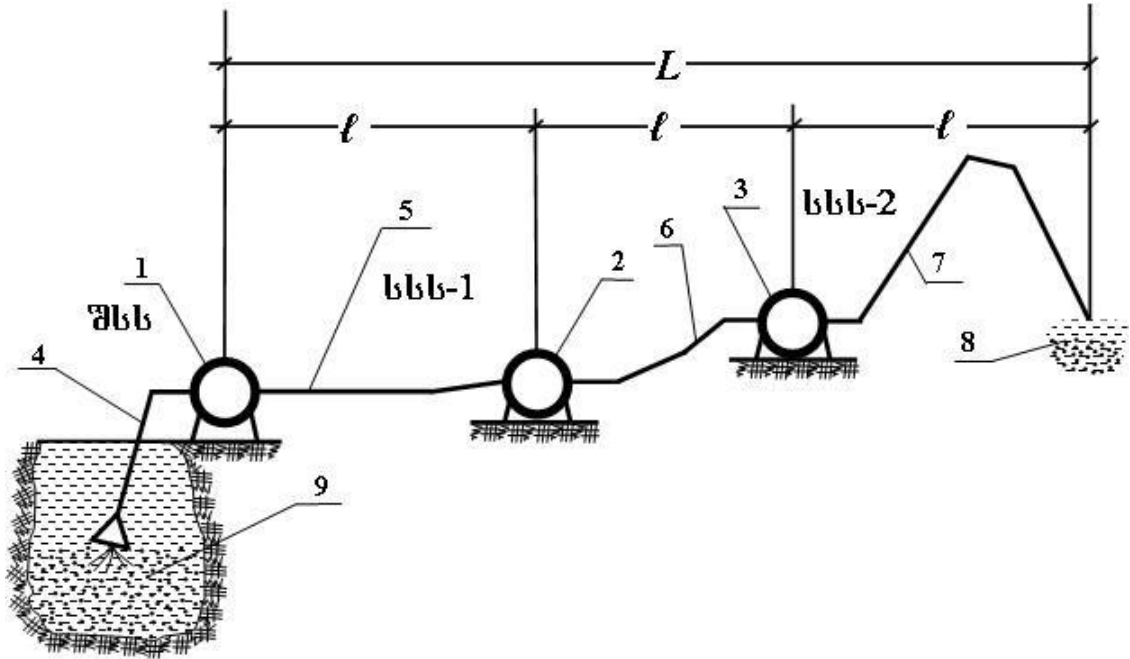
ნახ. 6 .ნავთობის კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან: 1 - აზერის, გიუნეშლის და კასპიის საბადოების ნავთობების ნარევი; 2 - კასპიის საბადოს ნავთობის ნარევი

რადგან მხოლოდ მათი გათვალისწინებით შეიძლება ნავთობის შორ მანძილებზე ტრანსპორტირება ძირითადი პარამეტრების რაციონალური (ოპტიმალური) მნიშვნელობებით, რაც შესაძლებლობას იძლევა მიღწეული იქნეს ანალოგიური სისტემების მაღალი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები და ექსპლუატაციის მაღალი საიმედოობა.

**მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენების მილსადენ
მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობისა
და მაგისტრალის ბასწვრის მათი ბანთაშუაგის აღზიდვის
ბანსაზღვრის ანალიზი**

დანიშნულებისა და ექსპლუატაციის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ცენტრიდანული ტუმბოები, რომლებიც დღესდღეობით გამოიყენებიან ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების მილსადენებით ტრანსპორტირებისათვის, შედარებით დაბალ წნევებს აწვითარებენ,

ამდენად მანძილის გაზრდისათვის აუცილებელია მილსადენ მაგისტრალში ტუმბოები ჩართული იქნეს მიმდევრობით - სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”, ანუ ტრანსპორტირებული პროდუქტის ნაკადის მთლიანობის დარღვევის გარეშე, ისე როგორც ეს მოცემულია ნახაზზე 7.



ნახ. 7 .მრავალსაფეხურიანი მაგისტრალური ნავთობსადენის სქემა, როდესაც მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართულია ცენტრიდანული ტუმბოები სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”

ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდის ითვალისწინებს მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების განთავსების ადგილისა და ამ ადგილებში წნევების ცვალებადობის განსაზღვრას როგორც დამყარებული, ასევე გარდამავალი რეჟიმების დროს.

ამ მეთოდის თანახმად ნავთობსადენი სისტემის მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოების რაოდენობა, რომელთაც გააჩნიათ ერთნაირი Q-H საექსპლუატაციო რეალური მახასიათებლები, განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$n_{\delta} = \frac{\left[(L + L_{\text{პი}}) \lambda \frac{\rho_{\text{პი}} V_0^2 \pm \rho_{\text{პი}} g \Delta Z}{2gD} \right] K_{\sigma}}{P_{\delta}}, \quad (4)$$

სადაც L - მილსადენი მაგისტრალის სიგრძე, მ; D - მილსადენი მაგისტრალის შიგა დიამეტრი, მ; $L_{\text{ჰჰ}}$ - მილსადენი მაგისტრალის ეკვივალენტური სიგრძე, ადგილობრივი წინააღობების გათვალისწინებით; v_0 - მილსადენ მაგისტრალში ნავთობის მოძრაობის დამყარებული რეჟიმის დროს საშუალო სიჩქარე, მ/წმ; $\rho_{\text{ნ}}$ - ნავთობის სიმკვრივე, კგ/მ³; ΔZ - ნავთობის მიწოდების გეომეტრიული სიმაღლე, მ; g - სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²; λ - მილსადენი მაგისტრალის ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობის კოეფიციენტი; $P_{\text{გ}}$ - ერთეული ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა, პა; $K_{\text{მ}}$ - თადარიგის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საშუალოდ სადგურების ტუმბოების შემწოვ მილტუნში საჭირო აუცილებელ ნატბორს.

განხილული სისტემების ექსპლუატაციის პრაქტიკამ დაგვანახა, რომ მილსადენ მაგისტრალში გარკვეული მანძილებით ერთმანეთისაგან დაშორებით განთავსების შემთხვევაში, მიმდევრობით ჩართულ ტუმბოებს შორის მანძილების განსაზღვრის შემთხვევაში, გათვალისწინებული უნდა იქნეს არა მხოლოდ ტუმბოების შემწოვ მილტუნში მინიმალურად დასაშვები ნატბორის მნიშვნელობა, არამედ წნევების ცვალებადობის მნიშვნელობები მათი ამუშავებისა და გაჩერებისას გარდამავალი რეჟიმების დროს, რათა ადგილი არ ჰქონდეს ნავთობის ნაკადის მთლიანობის დარღვევას (ნაკადის გაწყვეტას). იგი დადასტურებულია განხილული საკითხის თეორიული ანალიზით.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ანალიზი ეფუძნება მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების შემწოვ მილტუნებში წნევების განსაზღვრას ნავთობსადენი სისტემის მუშაობის როგორც დამყარებული, ასევე გარდამავალი რეჟიმის დროს.

მილსადენ მაგისტრალში სათავო ტუმბოს ჩართვისას წნევების განაწილება მილსადენის გასწვრივ მოხდება სტაციონარულობის კანონის შესაბამისად, რომელიც აღიწერება განტოლებით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} = 0. \quad (5)$$

ამ ტუმბოს განთავსების ადგილი $x_1=0$ მილსადენი მაგისტრალის დასაწყისი.

საზღვრო პირობებისათვის $P(0)=P_1$ და $P(L)=P_L$, განტოლების (5) ამონახსნს ექნება სახე

$$P_x = P_1 + (P_L - P_1) \frac{x}{\ell} \quad , \quad (6)$$

სადაც P_1 და P_L - შესაბამისად ტუმბოს მიერ განვითარებული წნევა და წნევა მილსადენი მაგისტრალის ბოლოში, პა.

თუ მილსადენი მაგისტრალის რომელიმე x_2 წერტილში (თუ ამ შემთხვევაში $n_g=2$) ჩავრთავთ საშუალო ტუმბოს, იგი განაპირობებს მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ წნევის განაწილების შეცვლას, რაც შეიძლება აღიწეროს განტოლებით

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + P_2 \delta_x(x-x_2) = 0 \quad , \quad (7)$$

სადაც P_2 - საშუალო ტუმბოს მიერ დამყარებული რეჟიმის დროს განვითარებული წნევა, პა; x_2 - საშუალო სატუმბო სადგურის ტუმბოს მილსადენ მაგისტრალში განთავსების ადგილი.

(7) განტოლების ამონახსნს სასაზღვრო პირობების შემთხვევაში $P(0)=P_1$ და $P(L)=P_L$, ექნება სახე

$$P(x) = P_1 + (P_L + P_1) \frac{x}{L} + P_2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{-x}{L}; \quad x < x_2 \\ \left(1 - \frac{x}{L}\right); \quad x > x_2 \end{array} \right\} \quad . \quad (8)$$

მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული საშუალო ტუმბოს ნორმალური მუშაობისათვის აუცილებელია მის შემწოვ მილტუნში იყოს გარკვეული ნატბორი (ექსპერიმენტულად დადგენილია მისი მნიშვნელობა უნდა იყოს $\approx 0,05$ მეგპა), რომელიც საკმარისი იქნება, რომ არ მოხდეს ნავთობის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა - მისი გაწყვეტა ტუმბოს ამუშავებისას. ამის გათვალისწინებით დამოკიდებულება (8) მიიღებს სახეს

$$P(x_2) = P_1 + (P_L + P_1) \frac{x_2}{L} - P_2 \frac{x_2}{L} = P_{2nat} \quad ,$$

საიდანაც

$$x_2 = \frac{P_1 - P_{2\text{ატ}}}{P_1 + P_2 - P_L} L \quad (9)$$

ნავთობის ნაკადის გაყვებით სტრატეგიული მართვის მართვის რეჟიმის დასაფიქსირებლად საფუძვლიანი ნაბიჯი სტრატეგიული მართვის საფუძვლის ტემპის მართვის რეჟიმის დასაფიქსირებლად საფუძვლიანი ნაბიჯის (ჩართვის)

ადგილის განსაზღვრა ჰიდროდინამიკური პროცესების დროს წინაგადასვლის ცვალებადობის დასაფიქსირებლად

ჩვენს მიერ დამუშავებულია მეთოდოლოგია, რომელიც კომპლექსურად ითვალისწინებს პარამეტრების ცვალებადობას როგორც დამყარებული რეჟიმების, ასევე დაუმყარებელი პროცესების დროს.

როგორც ცნობილია, მაგისტრალური ნავთობსადენი სისტემის მუშაობის დამყარებული რეჟიმის ასპექტის მიხედვით მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია თხევადი მასის მისაწოდებლად (ტრანსპორტირებისათვის) მოცემულ მანძილზე, განისაზღვრება ტუმბოების Q-H მახასიათებლის, მიწოდების გეოდეზიური სიმაღლისა და მილსადენ მაგისტრალში დაწნევის სრული დანაკარგების გათვალისწინებით, ანუ

$$n_{\delta} = \frac{\Delta H}{H_{\delta}} = \frac{K_{\omega} (\Delta h_1 + \Delta h_2 + H_{\delta})}{H_{\delta}}, \quad (10)$$

სადაც n_{δ} – ტუმბოების რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია ნავთობის მისაწოდებლად მოცემულ მანძილზე კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით; H_{δ} - ერთეული ტუმბოს მიერ განვითარებული დაწნევა Q-H მახასიათებლის მიხედვით, მ; H_{δ} - ნავთობის მიწოდების გეოდეზიური (გეომეტრიული) სიმაღლე, მ; ΔH - მილსადენი მაგისტრალის მთელ სიგრძეზე დაწნევის სრული დანაკარგები, მ; Δh_1 - დაწნევის დანაკარგები მილსადენი მაგისტრალის სწორხაზოვან უბნებზე, მ; K_{ω} - თადარიგის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს იმ გარემოებას, რომ შუალედი სატუმბო აგრეგატის შემწოვ მილყელში აუცილებლად

უნდა იყოს ჭარბი წნევა (დაახლოებით 0,05 მეგპა), რომ არ მოხდეს ნაკადის გაწყვეტა არცერთ შემთხვევაში, თუნდაც დამყარებული რეჟიმის უმნიშვნელო დარღვევისას;

$$\Delta h_1 = \lambda \frac{L}{D_{\text{ჰ}}} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (11)$$

$D_{\text{ჰ}}$ - მილსადენი მაგისტრალის შიგა დიამეტრი, მ; L - მილსადენი მაგისტრალის უბნების ჯამური სიგრძე (მილსადენი მაგისტრალის სრული სიგრძე), მ; λ - მილსადენი მაგისტრალის სწორხაზოვანი უბნების ჰიდრაულიკური წინაღობის (წინააღმდეგობის) კოეფიციენტი; v - მილსადენ მაგისტრალში ნავთობის ნაკადის (ნავთობის მოძრაობის) საშუალო სიჩქარე დამყარებული რეჟიმის დროს, მ/წმ; g - სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²; Δh_2 - დაწნევის ჯამური დანაკარგი მილსადენ მაგისტრალში ჩართული ადგილობრივი წინააღმდეგობების გადალახვაზე დახარჯული, მ;

$$\Delta h_2 = \sum \xi \frac{v^2}{2g}, \quad (12)$$

ξ - მილსადენ მაგისტრალში ჩართული ადგილობრივი წინააღმდეგობების კოეფიციენტი.

(10) – (12) განტოლებების ერთობლივი გადაწყვეტით შეიძლება განისაზღვროს მილსადენი მაგისტრალის სრული სიგრძე L

$$L = \frac{2gD_{\text{ჰ}}K_{\text{თ}}(\Delta H - \sum \xi \frac{v^2}{2g} - H_{\text{გ}})}{\lambda v^2} \quad (13)$$

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მაგისტრალური ნავთობ-სადენის მდგრადი რეჟიმის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია დაცული იქნეს პირობა

$$L \leq \frac{2gD_{\text{ჰ}}K_{\text{თ}}(\Delta H - \sum \xi \frac{v^2}{2g} - H_{\text{გ}})}{\lambda v^2} \quad (14)$$

როგორც არაერთხელ იყო აღნიშნული, მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო სისტემებში, რომლებიც მუშაობენ მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”, გარდამავალი რეჟიმების (მაგისტრალში

მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების ამუშავებისა და გაჩერების) და არასტაციონარული პროცესების დროს (პირდაპირი და არაპირდაპირი ჰიდრავლიკური დარტყმები და სხვა რხევითი პროცესები) ადგილი აქვს წნევების ცვალებადობას მნიშვნელოვან ფარგლებში, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს სისტემის მუშაობაზე. წნევების ნახარდის მაქსიმალური მნიშვნელობები (ამპლიტუდები) და რხევების სიხშირე დამოკიდებულია დაუმყარებელი პროცესების წარმოშობის მიზეზზე და მათი განვითარების სიჩქარეზე. ეს მიზეზები და პირობები შეიძლება იყოს მრავალნაირი კონკრეტული პირობებისგან დამოკიდებულებით (მოლიანად სისტემის სტრუქტურიდან, ტრანსპორტირების სქემიდან, მილსადენი მაგისტრალის ტრასის პროფილიდან, სატუმბო აგრეგატის ინერციულობიდან, სამილსადენი არმატურის სახეობიდან და რაოდენობიდან, მილსადენში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ჰიდროდინამიკური პარამეტრებიდან და ა.შ.).

მილსადენ მაგისტრალში მიმდინარე ტალღური პროცესებიდან გამომდინარე, იმისდამიუხედავად თუ რომელ კვეთში და რა მიზეზითაც არ უნდა წამოიშვას დაუმყარებელი პროცესი, იმპულსი სიჩქარით a ვრცელდება მისი წარმოშობის კვეთიდან ორივე მხარეს. ასეთ შემთხვევაში რხევითი პროცესის სრული ფაზა განისაზღვრება დამოკიდებულებით

$$T_{\text{ფ}} = \frac{2L}{a} \quad \text{ან} \quad L = \frac{a \cdot T}{2}, \quad (15)$$

სადაც a – მილსადენ მაგისტრალში რხევითი პროცესის იმპულსის განვითარების სიჩქარე – ტალღის გავრცელების სიჩქარე, მ/წმ, რომელიც დამოკიდებულია: მილსადენი მაგისტრალის გეომეტრიულ პარამეტრებზე; მილსადენ მაგისტრალში ტრანსპორტირებული თხევადი მასის ნაკადის ჰიდროდინამიკურ და ფიზიკურ-მექანიკურ პარამეტრებზე.

როგორც ფორმულად (15) ჩანს, რაც უფრო მეტია მილსადენი მაგისტრალის სიგრძე, მითი მეტია რხევითი პროცესის ფაზის ხანგრძლივობა. აქედან გამომდინარე, მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ტუმბოებს შირის მანძილის განსაზღვრისას აუცილებელია დაცული იქნეს პირობა $L \leq \frac{aT}{2}$, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს მთელი სისტემის მდგრადობა მუშაობის

დაუმყარებელი რეჟიმების დროს, მისი მილსადენი მაგისტრალის ნებისმიერ კვეთში წარმოშობისას. ამ პირობის დაცვისას მოხდება რხევითი პროცესის მაქსიმალური სისწრაფით მიღება და შესაბამისად წნევის ნაზარდის მნიშვნელობის შემცირება. გამორიცხული იქნება აგრეთვე რეზონანსული მოვლენების განვითარება. მათი ოპტიმალური მნიშვნელობლების განსაზღვრა უნდა მოხდეს ორივე პირობის გათვალისწინებით, ანუ როგორც დამყარებული, ასევე დაუმყარებელი რეჟიმებისათვის, ასეთ შემთხვევაში

$$L \leq \frac{2gD_0K_m (\Delta H - \sum \xi \frac{v^2}{2g} - H_0)}{\lambda v^2} \geq \frac{T_0 \cdot a}{2}. \quad (16)$$

პირობით (14) განსაზღვრული მაგისტრალური ნავთობსადენის ოპტიმალური სიგრძის შესაბამისად, დამოკიდებულებით (13), განსაზღვრული უნდა იქნეს სსს-ა და შსს-ს შორის ოპტიმალური მანძილები, რომლებიც ჩართულია მილსადენ მაგისტრალში სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”, კერძოდ,

$$l_1 \leq \frac{2gD_0K_m (\Delta H_1 - (\sum \xi \frac{v^2}{2g})_1 - H_{01})}{\lambda v^2}, \quad (17)$$

სადაც ΔH_1 - მაგისტრალური ნავთობსადენის სწორხაზოვან l_1 უბანზე სსს-ა და შსს-1 -ს შორი ჰიდრავლიკური წინაღობის გადალახვაზე დახარჯული დაწნევის ჯამური დანაკარგი, მ; $(\sum \xi \frac{v^2}{2g})_1$ - ამავე უბანზე ადგილობრივი წინაღობების გადალახვაზე დახარჯული დაწნევის ჯამური დანაკარგი, მ; H_{01} - ამავე უბანზე ნავთობის მიწოდების (აწევის) გეომეტრიული სიმაღლე, ანუ სსს-სა შსსს-ს განთავსების ადგილების ნიშნულებს შორის სხვაობა, მ.

ანალოგიურად მოხდება l_2 და l_3 მანძილების განსაზღვრა (თუ ეს საჭიროა) და ა.შ. ამით მაგისტრალური ნავთობსადენი სისტემა დაცული იქნება რხევითი (ტალღური) პროცესების განვითარებისაგან მათი წარმოქმნის ნებისმიერ შემთხვევაში. ეს აიხსნება იმით, რომ არასტაციონარული (დაუმყარებელი) პროცესის წარმოქმნის ნებისმიერ

შემთხვევაში შეშფოთების იმპულსის ტალღა ვრცელდება მილსადენი მაგისტრალის მთელ სიგრძეზე მიუხედავად იმისა, თუ რომელ კვეთში მოხდება დაუმყარებელი პროცესის წარმოქმნა. რხევითი პროცესის ტალღის არეკვლა მოხდება მილსადენი მაგისტრალის 7 ბოლოში (იხ. ნახ. 7) ანუ კვეთში, სადაც ხდება ნავთობის გადმოდვრა ატმოსფერული წნევის გარემოში, აგრეთვე შემწოვ მილში 4, რომელიც ჩაშვებულია მიმდებ ზუმპფში 9 და რომელზეც დამონტაჟებულია მიმდები სარქველი (ნახაზზე არ არის ნაჩვენები). ეს ელემენტები განკუთვნილი არიან ნავთობის შესაშვებად სსს-ში. თუ მაგისტრალური ნავთობსადენის სსს მუშაობს შემწოვში ნატბორის ზუმპფით, ყოველივე აღნიშნული მოხდება ამ უკანასკნელში. იმი გამო, რომ დაცული იქნება პირობები (13) და (14), ინტენსიურად მოხდება რხევითი პროცესის მიღევა (ჩაქრობა) და არ მოხდება წნეეების გაზრდა მნიშვნელოვან ფარგლებში.

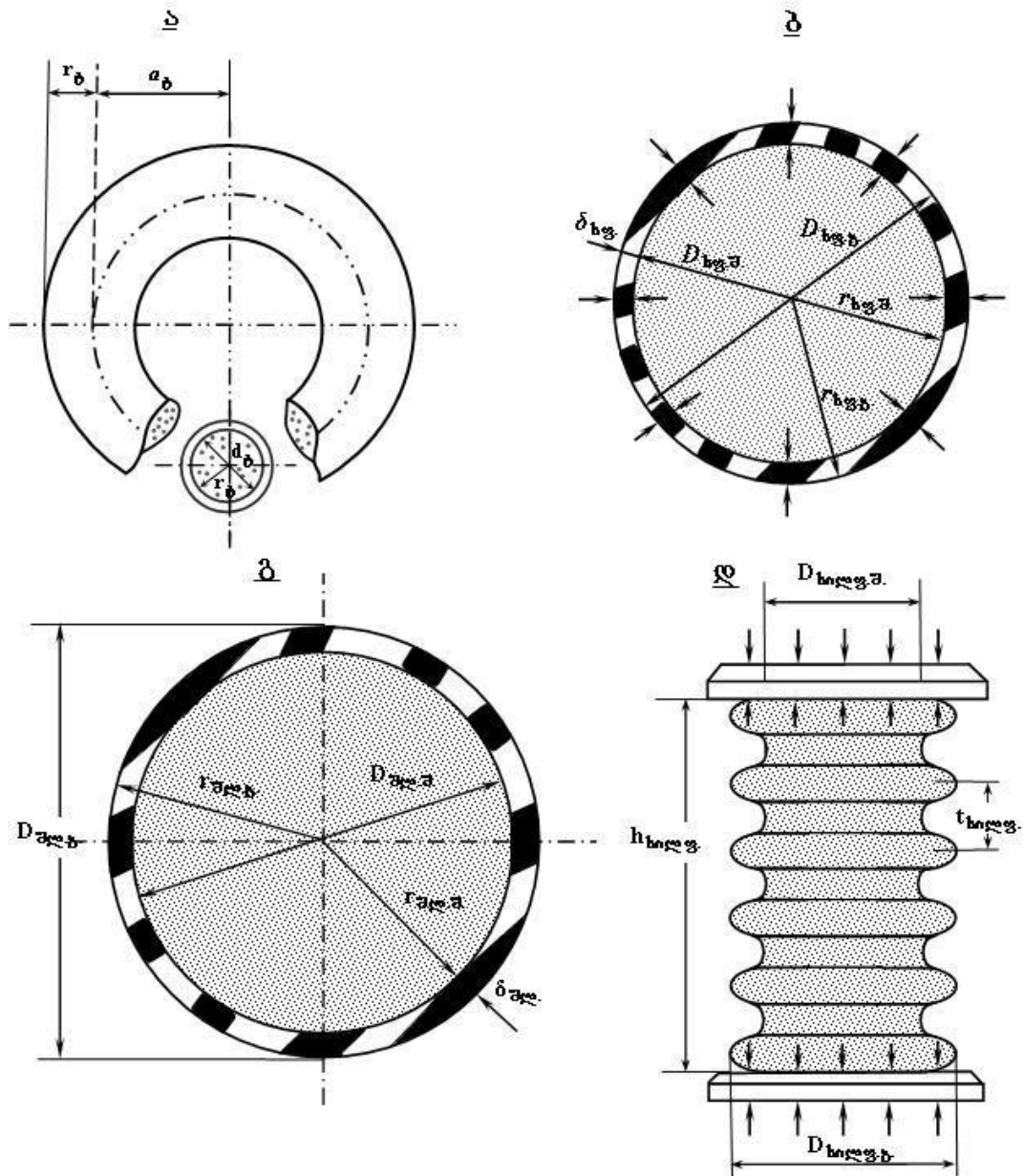
**ღონისძიებების დამუშავება მაგისტრალური ნავთობსადენების
უსაფრთხო ექსპლუატაციისა და საიმედოობის ამაღლებისათვის**

**მრავალსაფეხურიან ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო
ექსპლუატაციის მექანო-პნემატიკური დემაფირების
(მოწყობილობების) ეფექტურობის ექსპერიმენტული კვლევების
შედეგები და ანალიზი.**

ლიტერატურის და საპატენტო ფონდების მიმოხილვის საფუძველზე დადგენილი იქნა, რომ ჰიდროსატრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის (წნეეების ნაზარდის შემცირებისათვის მათი წარმოქმნისას ნებისმიერ შემთხვევაში) ყველაზე საიმედონი არიან მექანო-პნემატიკური დემფერები, რომელთა მუშა ორგანოებიწარმოადგენს ელასტომერებისგან დამზადებული, ჰაერით შევსებული, ჰერმეტიული ტორის ფორმის, სფეროს ფორმის, შლანგის ფორმის, აგრეთვე ლითონისგან დამზადებული, ასევე ჰაერით შევსებული, ჰერმეტიული სილფონის ფორმის მუშა ელემენტების ერთობლიობას (იხ. ნახ. 8.)

ნახევრადსამრეწველო ექსპერიმენტულ დანადგარზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილი იქნა მათი დიდი ეფექტურობა და

საიმედოობა. კვლევის შედეგები ვრცლად არის მოცემული სადისერტაციო ნაშრომში.



ნახ. 8 .სადაწნეო ჰიდროსტრანსპორტო სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მექანო-პნევმატიკური დემპფერების სხვადასხვა ფორმის, ჰაერით შევსებული ჰერმეტიკული მუშა ორგანოები: ა – ტორის ფორმის; ბ – სფეროს ფორმის; გ – შლანგის ფორმის; დ – სილფონის ფორმის

დამუშავებულია აღნიშნული დემპფერების მუშა ორგანოების პარამეტრების თეორიული გაანგარიშების ალგორითმები.

**მათემატიკური მოდელირავალსაფეხურიან მაგისტრალურ
ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების
ნახარღზე მაღემაფირებელი მოწყობილობების გავლენის
ანალიზისათვის.**

ჩვენს მიერ დამუშავებულია მათემატიკური მოდელი მრავალ-საფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების ანალიზისათვის აღნიშნული მექანო-ჰნემატიკური დემპფერების სისტემაში ჩართვისას. იგი წარმოადგენს დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას და მისი ამონახსნები კონკრეტული საწყისი და სასაზღვრო პირობებისათვის იძლევა საშუალებას განისაზღვროს სისტემაში წნევის ცვალებადობა არასტაციონარული პროცესის წარმოქმნისა და განვითარების ნებისმიერ შემთხვევაში.

მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობ-პროდუქტსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზი საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არასტაციონარული ნავთობსადენის (ბაქო-სუფსის მაგისტრალური ნავთობსადენი - ე.წ. დასავლეთის მილსადენი) და ნავთობპროდუქტსადენის (ხაშური - ბათუმის მაგისტრალური ნავთობპროდუქტსადენი) სისტემების კონკრეტულ მაგალითზე, რომელიც ითვალისწინებს ანალოგიურ სისტემებში წარმოქმნილ და განვითარებულ ნებისმიერი სახის დარღვევებს ექსპლუატაციის პერიოდში, ამდენად იგი სამართლიანად შეიძლება მიჩნეული იქნეს ზოგადად ყველა ანალოგიური, პირველ რიგში საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი სისტემებისათვის.

ზოგადი დასკვნები

სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული კვლევების საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს შემდეგი დასკვნები:

1. ნავთობის სიმკვრივის ცვალებადობა ტემპერატურისაგან დამოკიდებულებით წრფივია, ხოლო კინემატიკური სიბლანტის ცვალებადობა დაახლოებით პარაბოლის სახისაა.
2. ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირება შორ მანძილებზე მიზანშეწონილია განხორციელდეს მილსადენ მაგისტრალში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანული ტუმბოებით სქემით “ტუმბო-ტუმბოში”, ანუ ნაკადის გაწყვეტის გარეშე საშუალოდ სატუმბო აგრეგატების განთავსების ადგილებში, რადგან ამგვარი სქემები გაცილებით უფრო იაფია განსახორციელებლად, ვიდრე სხვა დანარჩენი.
3. მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში საშუალოდ ტუმბოების მილსადენი მაგისტრალის გასწვრივ განთავსების ადგილები უნდა შეირჩეს ისე, რომ მათი ამუშავებისას შემწოვ მილტუჩებში წნევების შემცირება არ მოხდეს ნავთობის ნაჯერი ორთქლის წნევის მნიშვნელობაზე მეტად და ნავთობის ნაკადის მთლიანობის დარღვევა - გაწყვეტა; ამასთან ერთად უზრუნველ-ყოფილი იქნება იმ ნატბორის (ჭარბი წნევის) შენარჩუნება, რომელიც იქნება გარანტია დამყარებული რეჟიმის დროს მთელი სისტემის მდგრადი მუშაობისა.
4. დამუშავებულია მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობ-სადენებში მიმდევრობით ჩართული ცენტრიდანულ ტუმბოების განთავსების ადგილის შერჩევის მეთოდოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს გარდამავალი რეჟიმების დროს (ტუმბოების ამუშავება, გაჩერება) წნევების ცვალებადობას მიმდევრობით ჩართული ტუმბოების შემწოვ მილტუჩში.
5. დადგენილია, რომ მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობ-სადენებში და ნავთობპროდუქტსადენებში გარდამავალი რეჟიმების, არასტაციონარული პროცესების და სხვა შემთხვევითი პროცესების დროს წარმოშობილი წნევების უეცარი ნახარდის შემცირების ყველაზე უფრო ეფექტური და საიმედო არიან

მექანო-პნევმატიკური დემპფერები, სხვადასხვა ფორმის, ჰაერით შევსებული მუშა ორგანოებით.

6. დამუშავებულია მათემატიკური მოდელი მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების ნაზარდზე მადემპფირებელი მოწყობილობების გავლენის ანალიზისათვის.
7. დამუშავებულია მეთოდოლოგია მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზისათვის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემების მაგალითზე კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით.

ინფორმაცია ნაშრომის აპრობაციის შესახებ

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები და შედეგები მოხსენებული და აპრობირებულია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციებზე (გერმანიაში - როსტოკში, 2013 წ.; უკრაინაში-დნეპროპეტროვსკში, 2013 წ.); მე - 80 ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. თბილისში, 2012 წ.; სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე (საქართველოში-ქუთაისში 2013 წ.); ადგილობრივ თემატურ კრებულში და ჟურნალებში, აგრეთვე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის კოლოკვიუმებსა და თემატურ სემინარებზე.

ცნობები გამომყვამებული ნაშრომების შესახებ, რომელთა შინაარსი შემსაბამება დისერტაციისთემატიკას და შედის სადისერტაციო ნაშრომში

სადისერტაციო ნაშრომის თემით გათვალისწინებული კვლევების შედეგები გამოქვეყნებულია 10 ნაშრომში.

1. ვ. გელაშვილი. მაგისტრალური ნავთობსადენების ჰიდრაულიკურ გაანგარიშების ასპექტები. “სტუდენტთა მე-80 ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციის” მასალები. საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2012. გვ. 80.

2. ლ. მახარაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. გელაშვილი. ბაქო-თბილისი-ჯეიჰანის მაგისტრალური ნავთობსადენის საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი მონაკვეთის ჰიდრავლიკური გაანგარიშების ექსპერტიზის შედეგები. “სამთო ჟურნალი”, №1, თბილისი, 2012. გვ. 55-62.
3. Махарадзе Л.И., Гелашвили В.Д., Стерякова С.И. К вопросу определения промежуточных насосных станций в многоступенчатых гидротранспортных системах, работающих без разрыва сплошности потока. Сборник трудов посвященный к 105 летию Алексея Горгидзе «Прикладная математика и механика». Издательский дом «Технический университет», Тбилиси, 2012. с. 159-165.
4. ლ. მახარაძე, ვ. გელაშვილი. კომპლექსური დონის ძიებების დამუშავება მაგისტრალური მილსადენი ჰიდროსატრანსპორტის სისტემების მდგრადი ექსპლუატაციის ადაეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით. საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენციის “ინოვაციური ტექნოლოგიები და თანამედროვე ემასალები” შრომათა კრებული. ქუთაისი, 2013. გვ. 200-202.
5. Makharadze L., Gavasheli L., Gelashvili V. Hydrotransport System Main Pipeline Fastening equipment. 16th International Conference of Transport and Sedimentation of Solid Particles, 18-20 September 2013, Rostok, Germany. pp. 83-92.
6. Makharadze L., Gelashvili V., Steryakova S. Locations of Intermediate Pump Stations in Multi-Stage Hydrotransport Systems Operating Without Flow Break. Збірник наукових праць Інституту проблем природокористовання та екології. Національна Академія Наук України. Випуск 17. Дніпропетровськ, Україна, 2013. pp. 174-178.
7. ლ. მახარაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. გელაშვილი, თ. სოხაძე. მრავალსაფეხურიან მაგისტრალურ ნავთობსადენებში არასტაციონარული პროცესების დროს წნევების ნაზარდზე მადემპფირებელი მოწყობილობების გავლენის ანალიზისათვის. “სამთო ჟურნალი”, №1(32), თბილისი, 2014. გვ. 60-63.
8. ლ. მახარაძე, ლ. გავაშელი, ს. სტერიაკოვა, ვ. გელაშვილი. სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტის სისტემების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მექანო-ჰნევმატიკური დემპფერების ეფექტურობის ექსპერიმენტული

კვლევის შედეგები და ანალიზი. “სამთო ჟურნალი”, №1(34), თბილისი, 2015. გვ. 44-50.

9. ლ. მახარაძე, ნ. ხუნდაძე, ვ. გელაშვილი. მაგისტრალურ მილსადენებში ტრანსპორტირებული ნედლი ნავთობის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების ტრანსპორტირების გარემოსაგან დამოკიდებულებით ცვალებადობის კვლევა სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე და ექსპლუატაციის საიმედოობაზე მათი გავლენის მიზნით. “სამთო ჟურნალი”, №2(35), თბილისი, 2015.
10. ლ. მახარაძე, ვ. გელაშვილი, ს. სტერიაკოვა. მაგისტრალური ნავთობსადენების და ნავთობპროდუქტსადენების ექსპლუატაციის საიმედოობის ანალიზი საქართველოს ტერიტორიაზე გამავალი არსებული სისტემების მაგალითზე. “სამთო ჟურნალი”, №2(35), თბილისი, 2015.

RESUME

MAIN OIL PIPELINES OPTIMAL PARAMETERS CALCULATION AND ACTIVITY PROCESSING FOR THEIR EXPLOITATION RELIABILITY INCREASE

Despite the fact that nowadays Georgia does not stand out with significant resources of carbonaceous fuel – oil, it is one of the significant regions, where several important major oil pipelines are functioning and their number is expected to increase in the nearest future. Therefore, investigation of the issues related to calculation of the optimal parameters for the major oil pipeline and developing methods for the improvement of their operational reliability is very topical. The named issue remains active both with the point of view of ecological and economic factors. Therefore the thesis is dedicated to the scientific researches of the above-mentioned problems and solving them at high engineering level. Latest scientific, engineering and statistical data was fundamentally analyzed in order to identify the means of transporting (delivering) carbonaceous fuel – oil from Caspian and Southern Caucasian regions to different areas of the energy market with high technical and economic reliability. Rational parameters, routes and schematic drawings of their transportation through the territory of Georgia are analyzed.

Means and methods of transporting oil with optimal parameters on long distances are developed together with the complex measures the realization of which

provides ability of ensuring the sustainability of transporting oil through the major pipeline and its operations, also to maintain environmental safety, specifically, installing pressure damping equipment, compensators and structures for fixing pipeline along the route, which can secure the hydrotransportation system from sudden pressure growth in the event of transition regimes and occurrence of non-stationary processes, also from longitudinal and linear vibrations that happen frequently with major oil pipeline systems due to certain operational conditions and peculiarities.

Thesis discusses the essence of identifying the optimal location for placing interim pumping stations in the multistage major oil pipeline systems performing without oil flow interruption; it is justified that there is a need of considering the impact of hydro-dynamic processes in the identification of interim pumping station location, i.e. while calculating the steady (stationary) regimes prevailing in the modern methodology of calculation, it is necessary to take into consideration the unsteady (non-stationary) regime parameters and the measurement factor should be calculated on the basis of their comparison; the fairness and accuracy of the named methodology is proved by the analysis and research of large industrial objects.

Mathematical model is discussed with the purpose to analyze the impact of damping equipment on the pressure increase in the multistage oil pipelines during the non-stationary processes. It includes all the elements taking part in the process, liquid (oil) transported through the pipeline and the hydrodynamic parameters, specifically: geometric parameters of the major pipeline; material used for constructing the pipes and physical and mechanic characteristics of oil transported through them; the number of pumps included in the major oil pipeline and their placement in the system. Recommendations are provided for applying the mathematical model in certain real-life situations with the use of the damping equipment.