

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი ერაგია

**ნავთობპროდუქტების ტერმინალებში გამოყენებული  
მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის შეფასება  
მათი უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიზნით**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
წარმოდგენილი დისერტაციის

**ავტორეფერატი**

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
სამშენებლო ფაკულტეტზე, სტრუქტურული მთლიანობის მონიტორინგის  
და ექსპერტიზის N122 მიმართულებაზე

**სამეცნიერო ხელმძღვანელი:** სრული პროფესორი მალხაზ წიქარიშვილი

**რეცენზენტები:** სრული პროფესორი რევაზ ცხვედაძე

ტ.მ.დ. ჯონი გიგინეიშვილი

დაცვა შედგება: 2012 წლის „8“ ივნისს , 14<sup>00</sup> საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის

სადისერტაციო საბჭოს სხდომაზე, კორპუსი I, აუდიტორია 507ა

მისამართი: თბილისი 0175, კოსტავას 72

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება

სტუ-ს ბიბლიოთეკაში

სადისერტაციო საბჭოს

სწავლული მდივანი: სრ. პროფესორი მ. კუბლაშვილი

## ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო ობიექტების, როგორცაა გაზის და ნავთობპროდუქტების ტერმინალები, ატომური ელექტროსადგურები, საფრენი აპარატები, რკინიგზები, ხიდები, საზოგადოებრივი მომსახურების შენობები და ა.შ., კატასტროფები დიდ პრობლემად რჩება დღესდღეობით მთელ მსოფლიოში, რასაც თან სდევს ფინანსური ზარალი და რაც მთავარია ადამიანთა მსხვერპლი. ამიტომ განსაკუთრებით აუცილებელია სიღრმისეულად დამუშავდეს კონსტრუქციების ექსპლუატაციის დროს დინამიკური დატვირთვებით მიღებული დეფექტების გამოვლენის და მათგან გამოწვეული ავარიების პროგნოზირების მეთოდები, რისკ-დონეების დადგენა და სიმტკიცის პირობის შეფასება ექსპლუატაციის ყველა სტადიაზე.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ერთ-ერთი საპასუხისმგებლო ობიექტი ნავთობპროდუქტების ტერმინალი. ტერმინალის ცალკეული კონსტრუქციების რეზერვუარების, მილსადენების და სატუმბო სადგურის ექსპლუატაციის მცირედი უწყესრიგობა (დეფექტის გაჩენა) შეიძლება გადაიზარდოს უმძიმეს კატასტროფაში სავალალო შედეგებით.

როგორც წესი, ავარიისა და კატასტროფის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს ბზარების წარმოშობა და განვითარება, რომელთა გამომწვევი მიზეზები უმეტეს შემთხვევაში სხვადასხვა ხასიათის დინამიკური დატვირთვაა, ცვეთა, კოროზია და მასალის თანდაყოლილი დეფექტები. აქედან გამომდინარე აუცილებელია ცალკეული კონსტრუქციების (რეზერვუარის და მილსადენების) სიმტკიცის შეფასება.

დროს საიდანაც ბზარების განვითარების პროცესი იწყება რღვევის წინა მდგომარეობა ეწოდება. იმისთვის, რომ ავიცილოთ ავარიები და კატასტროფები, აუცილებელია გაირკვეს რღვევის წინა მდგომარეობა, რაც მიიღწევა კონსტრუქციის მოცემული მდგომარეობის პროგნოზისა და ანალიზის მეთოდების საერთო სისტემის დამუშავებით.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულის გათვალისწინებით წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი: “ნავთობპროდუქტების ტერმინალებში გამოყენებული

მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის შეფასება მათი უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიზნით” წარმოადგენს მეტად აქტუალურ პრობლემას.

**ნაშრომის მიზანია** ნავთობპროდუქტების ტერმინალებში გამოყენებული მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის შეფასების მეთოდების დამუშავება და ავარიის რისკ-დონეების დადგენა.

**ნაშრომის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:**

ნავთობტერმინალის ავარიული სიტუაციების მოდელირება დანადგარებიდან და საცავებიდან ფეთქებადსაშიში პროდუქტების გაფრქვევის დროს სხვადასხვა სცენარების მიხედვით, რომლებიც გამოიყენება რისკების და ავარიების შესაძლო შედეგების შეფასებისას;

აპარატურულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსის დამუშავება მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის კონტროლისთვის და მისი ინფორმაციულ-მეთოდური უზრუნველყოფა;

მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა, ბზარის მსგავსი დეფექტების სქემატიზაცია და საანგარიშო სქემის დამუშავება, ზედაპირული ბზარების კრიტიკული და უსაფრთხო ზომების, მილსადენების ავარიული უბნების რღვევის განვითარების მოდელირება;

მილსადენის და რეზერვუარის სიმტკიცის რისკ-დონეების დადგენა მონაცემთა ბაზის მიხედვით.

**ნაშრომის აპრობაცია:** ნაშრომის შედეგები მოხსენებულია საერთაშორისო-სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენციაზე „სამშენებლო მექანიკის პრობლემები“ 2010 წელი, ხოლო მთლიანი ნაშრომის მიმოხილვითი და ძირითადი ნაწილები მოხსენებულია სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ ორ სემინარზე.

**პუბლიკაციები:** ნაშრომის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია 7 სამეცნიერო სტატიაში.

**ნაშრომის სტრუქტურა და მოცულობა:** ნაშრომის სრული მოცულობა 155 გვერდია, იგი მოიცავს შესავალს, ოთხ თავს, ძირითად დასკვნებს და ციტირებულ ლიტერატურას, რომელიც 96 დასახელებისგან შედგება.

**პირველ თავში განხილულია** თანამედროვე წარმოდგენების მიმოხილვა ნავთობპროდუქტების ტერმინალის ექსპლუატაციისას. ნავთობის და ნავთობპროდუქტების საქაჩი საზღვაო ტერმინალი განკუთვნილია სარკინიგზო ცისტერნებიდან მაზუთის, ნავთობის და დიზელის საწვავის მისაღებად,

შუალედური შენახვისათვის და მათი საზღვაო გემებში ჩასხმისათვის. გარდა ამისა, საწარმოში არის წარმოების შესაძლებლობა, კერძოდ ტანკერებიდან სამრეწველო რეზერვუარულ პარკებში ნავთობის და ნავთობპროდუქტების მიღება და ნავთობპროდუქტების სერთიფიკაცია.

სხვადასხვა ნორმატიულ-ტექნიკურ დოკუმენტებში მიღებული კლასიფიკაციის მიხედვით ასეთი ტიპის საწარმოები მიეკუთვნება:

- ფუნქციონალური დანიშნულების მიხედვით – სარკინიგზო-საზღვაო საქაჩს (გადასატვირთს);
- შესანახი ნავთობპროდუქტების ნომენკლატურის მიხედვით – ადვილადაალებადი და წვადი ნავთობპროდუქტებისათვის;
- წლიური ტვირთბრუნვის მიხედვით – I კლასის.

საწარმოს შემადგენლობაში შედის ტექნოლოგიური შენობების და მოწყობილობების კომპლექსი, რომლებიც განკუთვნილია ნავთობის და ნავთობპროდუქტების მიღების, შენახვის და ჩამოსხმისთვის ტანკერებში.

რეზერვუარში ჩასხმისთვის, ნავთობპროდუქტების სერთიფიკაციისთვის, აგრეთვე დამხმარე-საწარმოო, საყოფაცხოვრებო და ადმინისტრაციული შენობები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოს ნორმალურ ექსპლუატაციას.

საწარმოში მიღებული ნავთობი და ნავთობპროდუქტები მიეკუთვნება ადვილადაალებად და წვად სითხეებს. ტექნოლოგიურ პროცესში არ ხდება მათი ქიმიური გარდაქმნა. დამატებითი ქიმიური პროდუქტები არ წარმოიქმნება. მიღებული ნავთობის და ნავთობპროდუქტების ფიზიკურ-ქიმიური და ტექნოლოგიური თვისებები უნდა შეესაბამებოდეს სახელმწიფო სტანდარტებს და ტექნიკურ პირობებს. ზემოთხსენებულ სტანდარტებთან და ტექნიკურ პირობებთან შეუსაბამო ნივთიერებებზე მოქცევა პროექტით არ არის გათვალისწინებული.

მაგალითის სახით დისერტაციაში განხილულია საქართველოში განხორციელებული ნავთობპროდუქტების ტერმინალი, რომელიც მდებარეობს ყულევში.

ნავთობის და ნავთობპროდუქტების ტერმინალი გადატუმბვის საზღვაო შემადგენლობის და მასში ნივთიერების მიმოქცევის რაოდენობის მიხედვით მიეკუთვნება პოტენციურად საშიშ ობიექტებს.

ГОСТ 12.1.010-76-ის შესაბამისად საწარმოო პროცესები ისე უნდა შემუშავდეს, რომ აფეთქების გაჩენის ალბათობა ნებისმიერი წლის განმავლობაში არ აჭარბებდეს  $10^{-6}$ .

ნავთობის და ნავთობპროდუქტების გადასაქაჩი საზღვაო ტერმინალი განეკუთვნება საშიში საწარმოების კატეგორიას, რადგანაც იქ ინახება და ტრანსპორტირდება ნივთიერებები-სითხეები, რომლებიც თვითაალებადი უნარისაა, აგრეთვე იწვის ცეცხლის წყაროდან და იწვის დამოუკიდებლად მისი მოცილების შემდეგაც.

რისკის დაზღვევის და საშიში სამრეწველო ობიექტების სახელმწიფო რეესტრში ობიექტის რეგისტრაციის მიზნით წარმოებულია საშიში წარმოებების იდენტიფიკაცია.

დისერტაციში განხილულ ნაშრომებში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით შესაძლებელია ჩატარდეს ნავთობპროდუქტების შემნახველ ობიექტებზე საშიში და საზიანო ფაქტორების იდენტიფიკაცია. შესაძლებელია გამოიყოს შემდეგი საშიშროებები: აფეთქება, ხანძარი, პერსონალის მოწამვლა ტოქსიკური ნივთიერებებით, გარემომცველი ბუნებრივი არის დაზიანდება. ყველა ეს არასასურველი შემთხვევა შეიძლება მოხდეს ობიექტებზე რეგლამენტირებული ტექნოლოგიური სამუშაოების დარღვევის და ინსტრუქციიდან გადახრის შემთხვევაში. შეიძლება საფუძვლად ვივარაუდოთ, რომ მითითებული საშიშროებები შეიძლება გამომჟღავნდეს ერთდროულად ანუ აფეთქებას თანახლდეს ხანძარი, პერსონალის მოწამვლა და გარემოს დაზიანდება. თავის მხრივ ხანძარმა შეიძლება მიგვიყვანოს აფეთქებასთან.

აფეთქებადსაშიში და მომწამვლელი თხევადი პროდუქტების შესანახი და გადასაზიდი სხვადასხვა ჭურჭლების დაპროექტებისას და მათი გამოყენებისას გარკვეულ გეოლოგიურ და კლიმატურ პირობებში იგულისხმება, რომ მოქმედი ნორმატიული მოთხოვნების სისტემის სრულად შესრულება უზრუნველყოფს საცავების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებას.

თუმცა გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ხშირად წარმატებული საპროექტო გადაწყვეტილებების რეალიზაციისას მონტაჟის დროს დაშვებული უმნიშვნელო უზუსტობები და გადახრები ექსპლუატაციის საანგარიშო რეჟიმებიდან იწვევენ საავარიო სიტუაციებს მძიმე შედეგებით.

ავარიის მიზეზები შეიძლება აგრეთვე დაკავშირებული იყოს დაპროექტებასთან, როცა ობიექტის სიმტკიცე მცირდება კრიტიკულ დონემდე დამპროექტებლის მცდელობისას მიაღწიოს ყველაზე ეკონომიურ (ოპტიმალურ) საკონსტრუქტორო გადაწყვეტებს გაანგარიშების დაზუსტებული მეთოდების საფუძველზე, რომლებიც უშვებენ "უსაფრთხო" ლოკალურ ნარჩენ დეფორმაციებს. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ დაზიანებების და რღვევების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზს წარმოადგენს მათი ბზარების მაგარი დეფექტები, რადგან ნომინალური სიმტკიცე განისაზღვრება დეფექტების ზომებით, რომელთა დადგენა საკმაოდ რთულია. აღნიშნულმა გარემოებებმა გამოიწვია კონტროლის ეფექტური სისტემების დამუშავება და პრაქტიკაში დანერგვა.

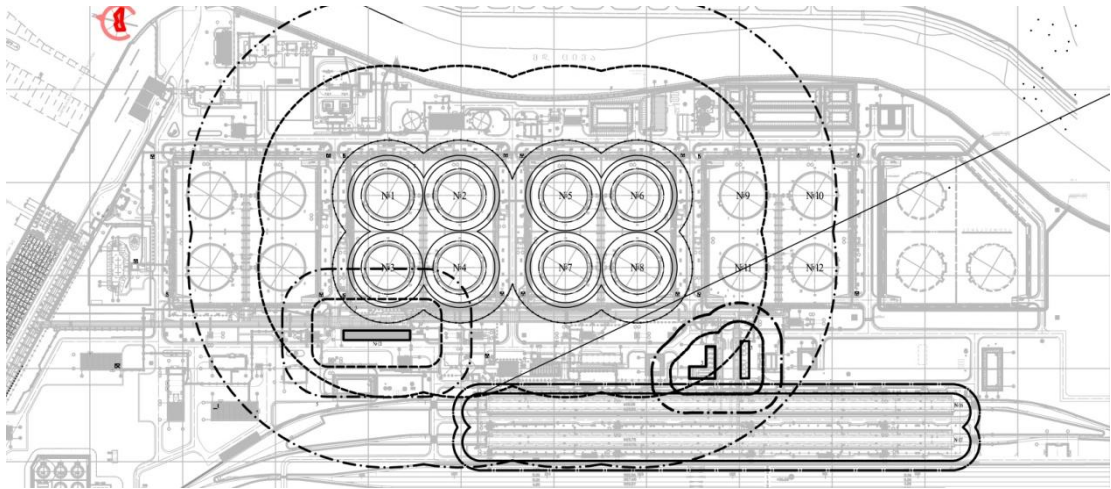
*მეორე თავში წარმოდგენილია* ავარიების განვითარების მოდელირება და დეფექტების გამოვლენის მეთოდები. არსებული ტერმინალების განხილვიდან ჩანს, რომ უსაფრთხოების ავტომატური სისტემა ვერ იძლევა წინა ავარიული მდგომარეობის პროგნოზირებას და განსაკუთრებული რისკის მატარებელი მოწყობილობების (რეზერვუარების, მილსადენების და სატუმბო სადგურების) სიმტკიცის შეფასებას და მონიტორინგს.

დისერტაციაში ჩატარებულია ავარიული სიტუაციების მოდელირება დანადგარებიდან და საცავებიდან ფეთქებადსაშიში პროდუქტების გაფრქვევის დროს სხვადასხვა სცენარების მიხედვით, რომელიც გამოიყენება რისკების და ავარიების შესაძლო შედეგების შეფასებისას.



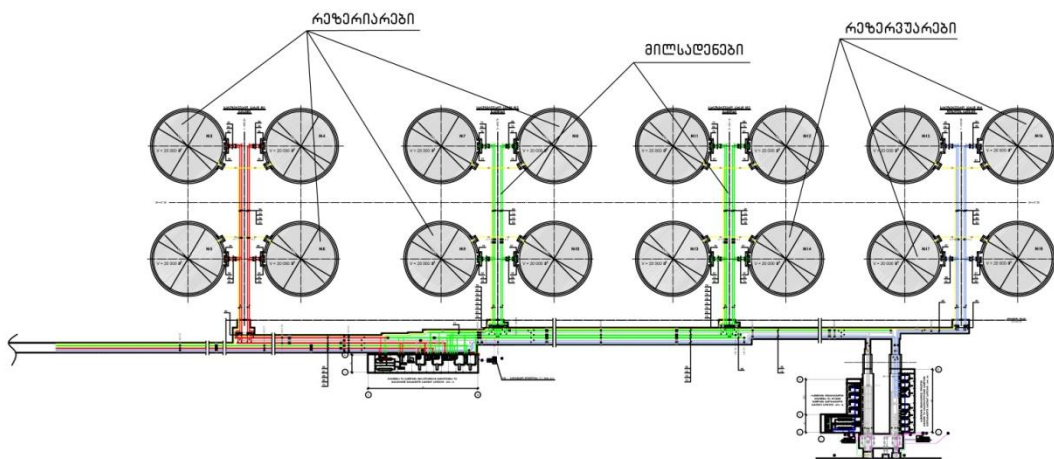
ნახ. 1. საერთო ხედი

მოდელირება ჩავატარეთ ყულევის ნავთობპროდუქტების ტერმინალის მაგალითზე. ტერმინალის განლაგების ზოგადი სქემა ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე, სადაც აღნიშნულია სხვადასხვა ეფექტების ზონები, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან შესაძლო ავარიებთან საწარმოში. ეს მონაცემები მიღებულია ავარიების შესაძლო შედეგების ყველაზე სახიფათო ვარიანტების განალიზების საფუძველზე ნავთობისა და გაზის წარმოების დარგის ობიექტებზე. ნახ. 2-ზე მოცემულია ავარიის წარმოქმნის და განვითარების სცენარის ალბათობა.



ნახ. 2 ავარიის განვითარების სცენარის ალბათობა \_\_\_\_\_ რისკის ზონა;  
 \_\_\_\_\_ მაღალი რისკის ზონა

შემდგომ განხილულია ავარიული სიტუაციები საპროექტო მოედნის ყველაზე სახიფათო მონაკვეთებზე: სატუმბო დარბაზის სამრეწველო ბლოკში, ნავთობის ჩამოსხმის პუნქტში, რეზერვუარების პარკში და მილსადენებში (ნახ. 3).



ნახ. 3. რეზერვუარების განლაგების სქემა



დანარჩენ მონაკვეთებზე ავარიული სიტუაციები არ განხილულა, რადგან შესაძლო ავარიების შედეგები (დამაზიანებელი ფაქტორების წინასწარი შეფასების მიხედვით) და შესაძლო რისკები ნაკლებად მნიშვნელოვანი იქნება.

მესამე თავში შემუშავებულია მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის თეორიული შეფასება. მათი ექსპლუატაციის უსაფრთხოება განისაზღვრება უზრუნველყოფილი სიმტკიცით. თუმცა, ავარიები ასეთ ობიექტებზე შეიძლება წარმოიქმნას კონსტრუქციების მდგომარეობის კონტროლისა და მონიტორინგის არსებული სისტემის ხარვეზების, ასევე ყოვლისმომცველი ნორმატიული ტექნიკური დოკუმენტის არარსებობის გამო.

დიდი მოცულობის რეზერვუარების ავარიები იწვევენ მძიმე შედეგებს, რაც დაკავშირებულია ადამიანთა მსხვერპლთან და მიმდებარე სამრეწველო და სამოქალაქო შენობა-ნაგებობების რღვევასთან.

ნავთობპროდუქტების და თხევადი აირების საცავების ექსპლუატაციის უსაფრთხოება უნდა იყოს უზრუნველყოფილი პროექტირებისას, აგებისას და ექსპლუატაციისას. მნიშვნელოვან ამოცანას, რომლის გადაწყვეტა საშუალებას იძლევა გაუმჯობესდეს საცავების საიმედოობა, წარმოადგენს მათი მეცნიერულად დასაბუთებული კომპლექსური ტექნიკური შემოწმებების ჩატარება და ლითონის, საძირკვლის, თბოსაიზოლაციო კონსტრუქციების და ტექნოლოგიური აღჭურვილობის მდგომარეობის დიაგნოსტიკის და ოპერატიული კონტროლის სისტემით აღჭურვა.

დისერტაციაში განხილულია ფოლადის თხევადი პროდუქტების შესაძლებლად განკუთვნილი რეზერვუარების ზოგიერთ სტატიკურ დატვირთვებზე კონსტრუქციების სიმტკიცეზე გაანგარიშების საინჟინრო მეთოდები. ძირითადი ყურადღება ეთმობა დიდი მოცულობის ვერტიკალურ ცილინდრულ რეზერვუარებს, რომლებიც წარმოადგენენ უდიდეს საფრთხეს ექსპლუატაციის დროს, განსაკუთრებით სეისმურად აქტიურ რეგიონებში.

რეზერვუარების დინამიკური გაანგარიშებისას სეისმურ ზემოქმედებაზე ითვალისწინებენ კონსტრუქციებში ძაბვებს სტატიკური დატვირთვებიდან, ანუ სტატიკური გაანგარიშების შედეგები წარმოადგენენ საწყის პირობებს დინამიკური გაანგარიშებისათვის. მასალის დრეკადი მუშაობის დაშვებაში დინამიკურ ძაბვებს აჯამებენ სტატიკურ ძაბვებთან.

რეზერვუარების სიმტკიცეზე გაანგარიშებისას გამოიყენება დატვირთვების, მასალების საანგარიშო წინაღობის შემასწორებელი კოეფიციენტები. რადგან სეისმურ გაანგარიშებაში აგრეთვე მხედველობაში მიიღება სტატიკური დატვირთვები, სრულ გაანგარიშებას აწარმოებენ დატვირთვების სპეციალური კომბინაციით.

კონსტრუქციაში შიდა ძალების განაწილებას განსაზღვრავენ რეზერვუარში ყველაზე დამაბულ ზონაში, გარსის სარტყლებში და ფსკერზე. გარსში შიდა ძალების სისტემა კონტურის ერთეულ სიგრძეზე მოიცავს მღუნავ მომენტებს, განივ ძალებს, რგოლურ ძალებს, ნორმალურ ძალებს, კედლის კონტურულ დაწნევას ფსკერზე.

ცალკეული ძალების ექსტრემალური მნიშვნელობების შესაბამისი ძაბვები არ იძლევიან სიმტკიცის ამომწურავ შეფასებას, და კონსტრუქციის საშიში კვეტები და საშიში წერტილები განისაზღვრებიან ექვივალენტური ძაბვების ექსტრემუმებით. მიუხედავად ამისა შიდა ძალების და ძაბვების მაქსიმუმების სისტემა შეიძლება გამოყენებულ იქნას კონსტრუქციის მდგომარეობის დამატებითი საკონტროლო შეფასებებისათვის.

მოყვანილია საანგარიშო ფორმულები გარსში შიდა ძალების გამოთვლის თანმიმდევრობით საკუთარი წონის ზემოქმედებისას, საყრდენი და გარსის დაყრდნობის ორი ტიპის ჰიდროსტატიური წნევისათვის: ა) საკუთარ კონტურზე, მათ შორის საძირკველში ჩამაგრებული კედლით, ბ) ბრტყელი ფსკერით დრეკად საძირკველზე.

ღერძული ძალვა კედელში შედგება ზემოთგანლაგებული ლითონის და იზოლაციის წონისაგან, მათ შორის კონსტრუქციის ცილინდრული ნაწილის და თოვლიანი დაფარვით. ძალვა ქვედა სარტყელის  $i$ -ურ ბოჭკოში იქნება

$$N(X) = \left[ \sum_i (Q_1^{(i)} + Q_3^{(i)}) + Q_2 + Q_4 + Q_5 \right] / (2\pi A), \quad (1)$$

სადაც დაჯამება ხორციელდება გარსის ზემოთგანლაგებული სარტყელების რაოდენობის მიხედვით  $Q_1^{(i)}$ ;  $Q_2$  – დაფარვის კონსტრუქციის წონა;  $Q_3^{(1)}$  – გარსის ზემოთგანლაგებული თბოიზოლაციის წონა;  $Q_4$  – დაფარვის თბოიზოლაციის წონა;  $Q_5$  – თოვლის წონა (გაჭიმვა შიდა დაწნევის ხარჯზე მხედველობაში არ მიიღება გაანგარიშების მარაგში).

კონტურული წნევა (ძალვა გარსის საყრდენი კვეთის კონტურის სიგრძის ერთეულზე) განისაზღვრება ძალების დაჯამებით ყველა  $n_0$  სარტყელზე

$$N = V \sum_{i=1}^{n_0} \delta^{(i)} H^{(i)} + J_p / (2\pi A) + \frac{1}{2} A (G + G_s) + H G_s. \quad (2)$$

კედლის ჩამაგრების მღუნავი მომენტები (შემდგომ მომენტები) დაწნევისაგან

$$\bar{M}_j^1 = P_n / (2\alpha_j^2) \quad (3)$$

პროდუქტის ჰიდროსტატიკური დაწნევისაგან:

$$\bar{M}_j^2 = V_j (\alpha_j \cdot H_* - 1) / (2\alpha_j^3), \quad (4)$$

კონტურული დაწნევისაგან  $M_j^{(3)} = 0$ .

ფსკერის ჩამაგრების მომენტები ღრეკად ფუძეზე დაყრდნობისას, კონტურული დაწნევისაგან

$$\bar{M}_{\text{ფ}}^{(3)} = N_{\text{ფ}} / (2\alpha_{\text{ფ}}) \quad (5)$$

თანაბარი და ჰიდროსტატიკური დაწნევისაგან  $\bar{M}_{\text{ფ}}^{(1,2)} = 0$ .

ფსკერის ჩამაგრების მომენტები კონტურზე დაყრდნობისას, კვძ:

$$\text{თანაბარი დაწნევისაგან: } \bar{M}_{\text{ფ}}^{(1)} = -P_n A^2 / 8, \quad (6)$$

$$\text{ჰიდროსტატიკური დაწნევისაგან: } \bar{M}_{\text{ფ}}^{(2)} = -V_{\text{ფ}} H_* A^2 / 8, \quad (7)$$

კონტურული დაწნევისაგან  $\bar{M}_{\text{ფ}}^{(3)} = 0$ .

ჩამაგრების მომენტების ჯამი დატვირთვის ყველა კომპონენტისაგან

$$\bar{M}_{\Sigma} = \sum_{j=1}^3 (\bar{M}_{cm}^{(j)} + \bar{M}_{\text{ფ}}^{(j)}). \quad (8)$$

გარსის კედელში და ფსკერში კიდის ეფექტების საანგარიშო მღუნავი მომენტები, ტოლია:

$$M_j = \sum_{j=1}^3 (\bar{M}_j^{(j)} - \bar{i}_j \bar{M}_{\Sigma}), \quad (9)$$

$$M_{\text{ფ}} = \sum_{j=1}^3 (\bar{M}_{\text{ფ}}^{(j)} - \bar{i}_{\text{ფ}} \bar{M}_{\Sigma}). \quad (10)$$

განმზრჯენვა  $H_p$  გარსის დაყრდნობის სიბრტყეში, თანაბარი დაწნევისაგან  $H_p^{(1)} = -P_n / \alpha_{cm}, 3$

ჰიდროსტატიკური დაწნევისაგან  $H_p^{(2)} = -V_{\text{ფ}} (2\alpha_j H_* - 1) / (2\alpha_j), 3$

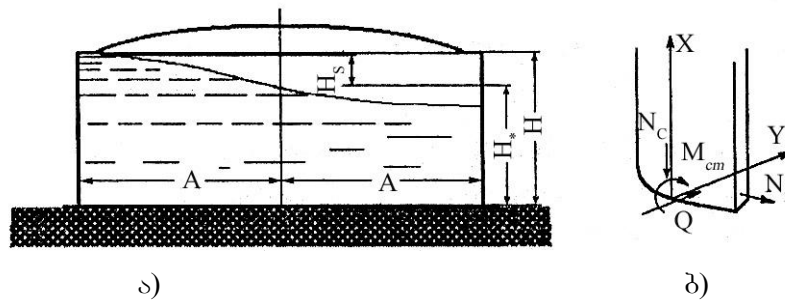
ჰიპერბოლურ-ტრიგონომეტრიული ფუნქციები, რომლებიც გამოიყენება გარსში შინაგანი ძალების განაწილების გაანგარიშებისათვის კოორდინატაზე (ნახ. 4):

$$f_1 = \exp(-\alpha X) \cos(\alpha_{cm} X),$$

$$f_2 = \exp(-\alpha X) \sin(\alpha_{cm} X),$$

$$f_3 = f_1 + f_2,$$

$$f_4 = f_1 - f_2.$$



ნახ. 4. ვერტიკალური ცილინდრული რეზერვუარის სქემა (ა) და გარსში შინაგანი ძალების სისტემა განივღარის კვანძის ზონაში (ბ)

შინაგანი ძალების განაწილება დატვირთვის ყოველი ( $j$ -ური) კომპონენტისათვის:

მღუნავი მომენტი,  $M(x) = Mf_3 + H_p \alpha^{-1} f_2$ , განივი ძალისაგან,

$Q(x) = -2M\alpha f_2 + H_p f_4$ . მომენტგარეშე წრიული ძალები

$$N^1 = PA; N^{(2)} = V(H_* - X); N^{(3)} = 0.$$

წრიული ძალის განაწილება დატვირთვის ყოველი კომპონენტისათვის ( $j = 1, 2, 3$ ),

$$N_2(X) = 2A\alpha^2 M f_4 + 2A\alpha H_p f_1 + N^{(j)}. \quad (11)$$

ძალების კომპონენტები ჯამდება.

ამოწერილი ფარდობები განაზოგადებენ გარსის დაყრდნობის ვარიანტს მისი ხისტად ჩამაგრების დროს ფორმულების თანმიმდევრულად გამოყენებისას.

ფარდობების მეორე ვარიანტი გარსის ხისტი ჩამაგრების შემთხვევისათვის (ქვედა სარტყელის კედლის  $\delta$  სისქით) შემდეგნაირია:

გარსის ჩალუნვა განივღარის კვანძის ზონაში,

$$W(X) = \frac{-P_m A^2}{E\delta} \left[ 1 - \frac{X}{H_p} - \theta_1 - \left( 1 - \frac{1}{\beta_1 H_p} \right) \aleph \right],$$

$$\theta_1 = \exp(-\beta_1 X) \cos(\beta_1 X), \quad \aleph = \exp(-\beta_1 X) \sin(\beta_1 X),$$

$$\beta_1^4 = 3(1 - \nu^2) / (A^2 \delta^2),$$

სადაც  $P_m = P(X)_{X=0}$  - ჰიდროსტატიკური წნევის მაქსიმუმია (პონტონის ან მცურავი სახურავის თოვლით წონის ჩათვლით);

კიდის მღუნავი მომენტი ( $M_\theta(X)$ ), განივღარის კვანძში ინტენსიურად მცირდება კოორდინატაზე შემდეგი ფორმულების მიხედვით

$$M_\theta(X) = M_\theta^{\max} (\theta_1 - \aleph / C); \quad C = 1 - 1/(\beta_1 H_p);$$

$$M_\theta(X) = AC\delta P_m / D_0; \quad D_0 = \sqrt{12(1 - \mu^2)}.$$

განივი ძალის მაქსიმალური მნიშვნელობა განივღარის კვანძში  $X = 0$  კვეთაში კონტურის სიგრძის ერთეულზე,  $Q_\theta^{\max} = (2\beta_1 - H_p^{-1})AC\delta P_m / D_0$ ,

$$\text{წრიული ძალვა, } N_\theta(X) = E\delta W(X) / A.$$

წრიული ძალვა, სტატიკური წნევისაგან (უმომენტო თეორია) გარსის ყველა სარტყელისათვის (საყრდენი ზონის გარდა) განისაზღვრება ფორმულით  $N_0(X) = P(X)A$ .

ძაბვების გაანგარიშება შინაგანი ძალების მნიშვნელობების მიხედვით გამოითვლება კიდის ეფექტის ძაბვები, ძაბვების ექსტრემალური კომპონენტის მნიშვნელობები განივღარის კვანძის ზონაში, გარსის ყველა სარტყელში და ფსკერში. ექვივალენტური ძაბვები როგორც მიზნობრივი ფუნქციების ექსტრემუმები, გამოითვლება იტერაციის მეთოდით კომპიუტერზე.

ექვივალენტური ძაბვა განივღარის კვანძის ზონაში გამოითვლება, როგორც მიზნობრივი ფუნქციის მაქსიმუმი

$$\sigma_{\text{მ}} = \max \sqrt{|\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_1 \sigma_2|}_X \quad (12)$$

სადაც  $\sigma_2$  - წრიული გამჭიმავი ძაბვა  $-X$  კოორდინატის ფუნქციაა;  $\sigma_1 = \sigma_{10}$  - მკუმშავი ფიბრული ძაბვა კედელში:  $\sigma_1 = N_{10} / \delta_{cm} - 6|M(X)| / \delta_{cm}^2$  (13)

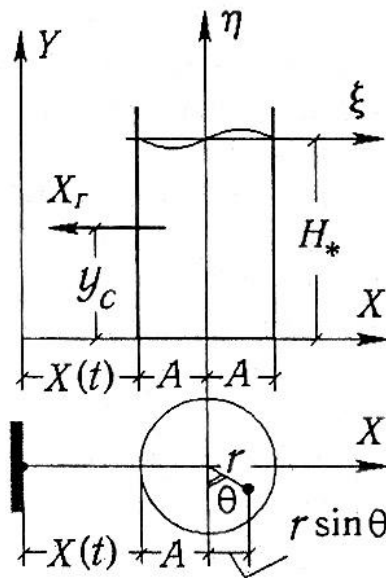
სიმტკიცის შემოწმება ხორციელდება ძაბვების კომპონენტების და დატვირთვების სრული სისტემისაგან ექვივალენტური ძაბვების შედარებით დასაშვებ ძაბვებზე.

დისერტაციაში მოყვანილია რეზერვუარის თხევადი შევსებით დინამიკის მათემატიკური მოდელი, რომლისთვისაც შედგენილია დინამიკის განტოლებების სისტემა ჭურჭლის კორპუსის დეფორმაციის გათვალისწინების გარეშე მისი სიმცირის გამო.

გადატანითი გადაადგილებისას სიჩქარით  $\dot{X} = v(t)$  სითხის ნაწილაკების აბსოლუტური სიჩქარეების პოტენციალი  $\Phi$  უდრის

$$\Phi(A, \theta, \xi, t) = 2A \sin \sum_{k=1}^{\infty} \left[ f_k \frac{ch[\chi_k(\xi + H_0)/A]}{ch(\chi_k h_0)} + v(t) \right] \frac{J_1(\chi_k r/A)}{(\chi_k^2 - 1)J_1(\chi_k)}, \quad (14)$$

სადაც  $J_1(\chi_k r/A)$ ,  $J_1(\chi_k)$  - პირველი გვარის ბესელის ფუნქციებია,  $\chi_k$  - განტოლების  $J_1'(\chi_k) = 0$ ,  $h_0 = H_0/A$  ფესვია და დანარჩენი აღნიშვნები გასაგებია ნახ. 5-ზე მოყვანილი სქემიდან.



ნახ. 5. ვერტიკალური ცილინდრული რეზერვუარის თხევადი პროდუქტით საანგარიშო სქემა: XY - ინერციული,  $\xi\eta$  - რეზერვუართან დაკავშირებული კოორდინატა სისტემა

ფუნქცია  $f_k$  განისაზღვრება დიფერენციალური განტოლებიდან

$$\ddot{f}_k(t) + 2\tilde{\nu}_k \dot{f}_k(t) + \tilde{\omega}_k^2 f_k(t) = -\dot{v}(t), \quad (15)$$

სადაც  $\tilde{\nu}_k = \delta_k \tilde{\omega}_k / (2\pi)$  - დემპფირების პარამეტრია;  $\tilde{\omega}_k$  - სითხის ზედაპირული ტალღების საკუთარი რხევების სიხშირეები ტოლია

$$\tilde{\omega}_k = \sqrt{\frac{g}{A} \chi_k th(\chi_k h_0)}; \quad (16)$$

$g$  - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება;  $\delta_k$  -  $k$  ფორმის ტალღის რხევების ლოგარითმული დეკრემენტი, რომელიც დამოკიდებულია რეინოლდსის რიცხვზე  $R_r$ .

განგარიშებისას გაითვალისწინება სითხის რხევების მხოლოდ ძირითადი ფორმა ერთი საკვანძო დიამეტრით კვანძური წრეწირის გარეშე: როცა  $k = 1$ , კოეფიციენტი  $\chi_1 = 1,8412$  (ზედაპირული ტალღების დანარჩენ ფორმებზე მოდის დაახლოებით 2% სრული ჰიდროდინამიკური დატვირთვისაგან). რხევების ძირითადი ფორმის შესაბამისი რხევების დეკრემენტის მნიშვნელობა განისაზღვრება გამოსახულებით

$$\tilde{\delta}_1 = \frac{0,451\pi}{\sqrt{R_1}} \left[ \frac{1,3}{sh1,84h_0} \left( \frac{1-h_0}{sh1,84h_0} + 1 \right) + 4,09 \right], \quad R_1 = \frac{\tilde{\omega}_1 A^2}{\tilde{\nu}_1}. \quad (17)$$

როცა  $h_0 > 1$  რხევების დეკრემენტი სუსტად არის დამოკიდებული  $h_0$ -ზე, და მიახლოებით ფორმულას აქვს სახე  $\tilde{\delta}_1 = 1,84\pi/\sqrt{R_1}$ .

სიჩქარეების პოტენციალის მიხედვით განისაზღვრება შეფარდებები ჰიდროდინამიკური დაწნევებისათვის სითხისთვის სიმკვრივით  $\rho$ , გარსზე ჰიდროდინამიკური ჯამური დატვირთვით  $X$  და ზედაპირული ტალღის პროფილით  $\xi$ .

$$p(A, \theta, \eta, t) = -\rho \frac{\partial \Phi}{\partial t} = -2\rho \sin \theta \sum_{k=1}^{\infty} \left[ \ddot{f}_k \frac{ch \left[ \chi_k \frac{(\eta + H_*)}{A} \right]}{ch \left( \chi_k \frac{H_*}{A} \right)} + \dot{v}(t) \right] d_k;$$

$$X = \rho \int_{-H_*}^0 \int_0^{2\pi} \frac{\partial \Phi}{\partial t} \Big|_{r=A} \sin \theta d\theta d\eta = -2\pi \rho A^2 H_* \sum_{k=1}^{\infty} \left[ \ddot{f}_k \frac{th(\chi_k h_0)}{h_0 \chi_k} + \dot{v}(t) \right] d_k,$$

$$d_k = \frac{1}{\chi_k^2 - 1};$$

$$\zeta(r, \theta, t) = -\frac{1}{g} \frac{\partial \Phi}{\partial t} = -\frac{2A}{g} \sin \theta \sum_{k=1}^{\infty} [\ddot{f}_k(t) + v(t)] \frac{J_1(\chi_k r/A)}{(\chi_k^2 - 1) J_1(\chi_k)}.$$

ტოლქმედი ძალის  $X$  მოდების  $y_c$  წერტილის კოორდინატაა

$$\frac{y_c}{H_*} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{h_0} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2}{\chi_k (\chi_k^2 - 1)} \left[ th(\chi_k h_0) - \frac{1}{h_0 \chi_k} \left( \frac{1}{ch(\chi_k h_0)} - 1 \right) \right] \ddot{f}_k}{1 + \frac{1}{h_0} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2}{\chi_k (\chi_k^2 - 1)} th(\chi_k h_0) \ddot{f}_k} \dot{v}(t).$$

მოციყვანოთ ფორმულეზი ნებისმიერი კინემატიკური (სეისმური) დატვირთვისათვის ნულოვან საწყის პირობებში:

$$f_k(t) = -\frac{1}{\tilde{\omega}_{1k}} \int_0^t \exp[-\tilde{\nu}_k(t-\tau)] \sin \tilde{\omega}_{1k}(t-\tau) \dot{v}(t) d\tau, \quad \tilde{\omega}_{1k}^2 = \tilde{\omega}_k^2 - \tilde{\nu}_k^2;$$

$$\rho(t) = -2\rho A \sin \theta \left\{ \left( \frac{1}{2} - \sum_{k=1}^{\infty} C_k(y) \right) \dot{v}(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{C_k(y) \Delta_k}{\tilde{\omega}_{1k}} \times \right. \\ \left. \times \int_0^t \exp[-\tilde{\nu}_k(t-\tau)] \sin[\tilde{\omega}_{1k}(t-\tau) + \alpha_k] \dot{v}(t) d\tau \right\};$$

$$X_{\Gamma} = 2\pi\rho A^2 H_* \left\{ \left( \frac{1}{2} - \sum_{k=1}^{\infty} B_k \right) \dot{v}(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{B_k \Delta_k}{\tilde{\omega}_{1k}} \times \right. \\ \left. \times \int_0^t \exp[-\tilde{\nu}_k(t-\tau)] \sin[\tilde{\omega}_{1k}(t-\tau) + \alpha_k] \dot{v}(t) d\tau \right\};$$

$$\zeta = \frac{2A}{g} \sin \theta \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\bar{a}_k}{\tilde{\omega}_{1k}} \int_0^t \exp[-\tilde{\nu}_k(t-\tau)] \sin[\tilde{\omega}_{1k}(t-\tau) + \alpha_k] \dot{v}(t) d\tau;$$

$$C_k(y) = \{ch[\chi_k(\xi + H_0)/A]\} / ch(\chi_k h_0);$$

$$\Delta_k = \sqrt{(\tilde{\omega}_{1k}^2 - \tilde{\nu}_k^2)^2 + 4\tilde{\nu}_k^2 \tilde{\omega}_{1k}^2}; \quad tg \alpha_k = \frac{2\tilde{\nu}_k \tilde{\omega}_{1k}}{\tilde{\omega}_{1k}^2 - \tilde{\nu}_k^2}.$$

მოყვანილი თანაფარდობეზი ჰიდროდინამიკური დაწნევეზის და შეჯამებული დინამიკური ძალების მიხედვით იძლევიან საშუალებას ნაგებობეზის დინამიკის ცნობილი მეთოდებით გამოვთვალოთ რეზერვუარის გარსში და ფსკერში გადაადგილებეზი და შინაგანი ძალებეზი სეისმური დატვირთვის მოქმედებაზე, თუ გარსის მოდელად მივიღებთ ვერტიკალურ კონსოლს ღუნვის ან ღუნვის და ძვრის ძირითადი კოჭური ფორმის გათვალისწინებით.

გარდა სიმტიცივეუ გაანგარიშეზისა აწარმოებენ რეზერვუარის ძვრაზე და გადაყირავეზაზე მდგრადობის ანგარიშს ჰორიზონტალური სეისმურობის დროს.

რადგან დინამიკა შეყვანილია შესაბამისი დინამიკურობის კოეფიციენტებით ჯამური ძაბეზი და ექვივალენტური ძაბეზი, როგორც მიზნობრივი ფუნქციეზის ექსტრემუმეზი, გამოითვლება სტატიკური ფორმულეზის მიხედვით.

ამჟამად შექმნილია წინაპირობეზი ბზარეზის მექანიკის თეორიული საფუძვლების, საინჟინრო მეთოდეზის და ტექნიკური დიაგნოსტიკის



პრაქტიკული გამოყენებისათვის, რომლებიც იძლევიან საშუალებას საკმარისი საიმედოობით განისაზღვროს ბზარის მსგავსი დეფექტები დაზიანებულ სისტემებში. ამავდროულად უნდა ჩატარდეს ამგვარი დეფექტების საფუძვლიანი ანალიზი, თუ რამდენად მისაღებია მათი არსებობა კონსტრუქციის მასალის ფიზიკური და მექანიკური დაზიანებების გათვალისწინებით მისი უსაფრთხო ექსპლუატაციის შენარჩუნებით, აგრეთვე დამუშავებულია რეგლამენტირებული კონტროლის რეკომენდაციები.

ბზარების მექანიკის კრიტერიალური მიდგომების გამოყენებით უსაფრთხო (დასაშვები) დეფექტების ზომების პროგნოზირებისათვის უნდა იყოს დაფუძნებული ალბათურ გაანგარიშებებზე. ალბათური გაანგარიშებების განხორციელებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას საიმედოობის თეორია, დაფუძნებული მასალების მექანიკური თვისებების, დატვირთვების, ზეგავლენების და დეფექტოკოპური კონტროლის სტატისტიკურ მონაცემებზე.

დისერტაციაში ჩამოყალიბებულია ბზარების მსგავსი დეფექტების უსაფრთხო ზომების განსაზღვრის ძირითადი ეტაპები მაგისტრალურ მილსადანებში:

1. ექსპლუატაციის პირობებში მაგისტრალური მილსადენების რღვევის თავისებურებების ანალიზი.
2. ფიზიკურ-მექანიკური მოდელის ფორმირება, რომელიც ითვალისწინებს დაზიანების დაგროვებას ექსპლუატაციის პროცესში.
3. ბზარის მიერ დაზიანებული მილსადენის ზღვრული კრიტერიუმის შერჩევა და დასაბუთება ციკლური და კოროზიული დაზიანებების ზემოქმედების პირობებში.
4. მილის ფოლადის 17T1C-Y ძირითადი მექანიკური თვისებების (სიმყიფის კრიტიკული ტემპერატურა  $T_{ko}$ , რღვევის სიბლანტე  $K_{Ic}$ , სიმტკიცის და დენადობის ზღვარი, დეფორმაციული განმტკიცების მაჩვენებლებით) ტემპერატურების ფართო დიაპაზონში.
5. ექსპლუატაციისას გამოვლენილი ბზარის მსგავსი დეფექტების სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი გეომეტრიული ზომები განაწილებაზე (სიღრმე და სიგრძე) და საანგარიშო დეფექტის სქემატიზაცია.

6. საანგარიშო სქემის დასაბუთება და საანგარიშო შემთხვევების ანალიზი. ძაბვების ინტენსივობის კოეფიციენტის ანალიზი და საანგარიშო ფორმულების შერჩევა ბზარის მსგავსი შიდა და გარე ზედაპირული დეფექტებისათვის.

7. მოდელის შექმნა უსაფრთხოების კოეფიციენტის დასაბუთებისათვის ბზარის მსგავსი მისაღები (უსაფრთხო) დეფექტების დადგენის მიზნით.

8. უსაფრთხო შიდა და ზედაპირული დეფექტების ზომების პროგნოზირება ექსპლუატაციის პერიოდში.

რეზერვუარის კედლის გაანგარიშება სიმტკიცეზე ექსპლუატაციისას შემოწმების მიზნით განვახორციელეთ სამშენებლო ნორმების და წესების СНиП Н-23-81 მოთხოვნების შესაბამისად:

$$\sigma = \frac{[n_1 \rho(H - x) + n_2 P_u] r}{100 \delta} \leq \gamma_c R_y^*, \quad (18)$$

რეზერვუარის კედლის მდგრადობაზე გაანგარიშება შემოწმების მიზნით,

$$\text{განვახორციელოთ ცნობილი ფორმულით: } \frac{\sigma_1}{\sigma_{01}} + \frac{\sigma_2}{\sigma_{02}} \leq \gamma_c, \quad (19)$$

სადაც  $\sigma_1$  და  $\sigma_2$  – შესაბამისად საანგარიშო ღერძული და წრიული ძაბვებია რეზერვუარის კედელში, მპა;  $\sigma_{01}$ ,  $\sigma_{02}$  – შესაბამისად კრიტიკული ღერძული და წრიული ძაბვებია;  $\gamma_c$  – მუშაობის პირობების კოეფიციენტი,  $\gamma_c = 1$ .

**რეზერვუარის ნარჩენი რესურსის პროგნოზირება.** ფოლადის ვერტიკალური რეზერვუარები მუშაობენ სტატიკური და მცირეციკლური დატვირთვის პირობებში. ამიტომაც მათი დიაგნოსტიკებისათვის აუცილებელია ნარჩენი რესურსის გაანგარიშება როგორც სტატიკური დატვირთვისას ლითონის კოროზიის გათვალისწინებით, ასევე მცირეციკლური დატვირთვისას.

რეზერვუარის კედლის ნარჩენი რესურსი მცირეციკლური დატვირთვისას შეიძლება განისაზღვროს მცირეციკლური რღვევის მექანიკის საფუძველზე.

რეზერვუარის კედლის ნარჩენი რესურსი განისაზღვრება როგორც ციკლთა ჯამი ციკლური რღვევის ორი სტადიის მიხედვით:

$$N_c = N_0 + N_p \quad (20)$$

სადაც  $N_0$  – ციკლების რიცხვია ბზარების წარმოქმნამდე;

$N_p$  – ციკლების რიცხვია კრიტიკული ბზარის წარმოქმნამდე.

რეზერვუარის კედლის რესურსის გაანგარიშება ბზარების წარმოქმნამდე. ციკლების რიცხვი ბზარების წარმოქმნამდე შესაძლებელია განისაზღვროს ფორმულით:

$$N_0 = \left| \frac{1}{4} \left( \frac{1,28E \ln \frac{1}{1-\psi}}{1,28n_\sigma \sigma_a^* \cdot \frac{1}{\varphi_c} - \sigma_{-1}} - 1 \right) \right|^2 \quad (21)$$

$$\left| \frac{1}{4n_N} \left( \frac{1,28E \ln \frac{1}{1-\psi}}{1,28 - \sigma_a^*/\varphi_c - \sigma_{-1}} - 1 \right) \right|^2$$

სადაც, E – დრეკადობის მოდულია, E = 2·10<sup>5</sup>, მპა; ψ – ფარდობითი შევიწროება, რომელიც განისაზღვრება ექსპერიმენტალურად ან საცნობარო მონაცემებით;

პირობითი ძაბვების ამპლიტუდას რეზერვუარის კედლის საანგარიშო წერტილში განსაზღვრავენ შემდეგნაირად:

$$\text{თუ } 2\sigma_a \leq \sigma_T, \text{ მაშინ } \sigma_a^* = \sigma_a, \quad (22)$$

სადაც σ<sub>T</sub> – კედლის ლითონის დენადობის ზღვარია, რომელიც განისაზღვრება მექანიკური გამოცდებით ან სამშენებლო ნორმებით, მპა; σ<sub>a</sub> – კედლის საანგარიშო წერტილში ძაბვების ამპლიტუდა:

$$\sigma_a = 0.5K_\sigma \cdot \sigma_H, \quad (23)$$

სადაც σ<sub>H</sub> – ნორმალური ძაბვაა კედელში  $\sigma_H = \frac{\rho g (H_{\max} - x) \cdot r}{\delta}$ , (24)

სადაც H<sub>max</sub> - რეზერვუარში ნავთობპროდუქტის უდიდესი დონე.

თუ კი 2σ<sub>a</sub> > σ<sub>T</sub>,

$$\text{მაშინ } \sigma_a = K_\sigma \cdot \sigma_H / 2, \quad (25)$$

სადაც K<sub>e</sub> – დეფორმაციების კონცენტრაციის კოეფიციენტი დრეკად-პლასტიკურ ზონაში, რომელიც განისაზღვრება ნოიბერის დამოკიდებულებით

$$K_\sigma \cdot K_e = \alpha_0^2, \quad (26)$$

სადაც α<sub>0</sub> – ძაბვების კონცენტრაციის თეორიული კოეფიციენტი, α<sub>0</sub>=1.9÷5; K<sub>σ</sub> - ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტი დრეკადპლასტიკურ ზონაში.

რეზერვუარის კედლის ნარჩენი რესურსი კოროზიის გათვალისწინებით უნდა იქნეს გაანგარიშებული ფორმულით: N<sub>ბ,რ</sub> = N<sub>0</sub> · (1 - β), (27)

სადაც  $N_0$  – რეზერვუარის კედლის რესურსია კოროზიული ზემოქმედების გათვალისწინების გარეშე;  $\beta$  – გარემოს ზემოქმედების კოეფიციენტი, სიხშირეებისათვის 1.0 ჰერცამდე:  $\beta = \lambda 1 g N$ , (28)

სადაც  $\lambda$  – კოროზიის კოეფიციენტი,  $\lambda = 0.02 \div 0.1$  (სიხშირის შემცირება ერთი თანრიგით იწვევს გაზრდას 10-15%-ით).

თუ ვიცით რეზერვუარის ნარჩენი რესურსი, მაშინ დარჩენილი ექსპლუატაციის ვადა შესაძლებელია გამოითვალოს ფორმულით:

$$T = \frac{N_{oc}}{n_0}, \quad (29)$$

სადაც  $n_0$  – რეზერვუარის შევსების მთლიანი ციკლების რიცხვი, 1/წელი.

**რეზერვუარის კედლის რესურსის გაანგარიშება ბზარის წარმოქმნის შემდეგ.** კონტროლის ურღვევი მეთოდებით ავლენენ საწყისი ბზარის  $L_0$  მაქსიმალურ სიგრძეს (სიღრმეს) და განსაზღვრავენ ძაბვების ინტენსივობის  $K_{ic}$  კრიტიკული კოეფიციენტის მნიშვნელობას ექსპერიმენტალურად ან გაანგარიშების მეთოდით.

განსაზღვრავენ ბზარის კრიტიკულ სიგრძეს  $L_{კრ}$  ფორმულით:

$$L_{კრ} = \frac{2K_{ic}^2}{\pi\sigma}. \quad (30)$$

ანგარიშობენ ძაბვების კონცენტრაციის კოეფიციენტის ნაზრდს ფორმულით:

$$\Delta K = \Delta\sigma \sqrt{0.5\pi L_{კრ}}, \quad (31)$$

სადაც  $\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$ .

ექსპერიმენტალურად განსაზღვრავენ მასალის მუდმივების  $A$  და  $n$  მნიშვნელობებს (მოცემულია სნ და წ ცხრილებში) ფ-3-ის მიხედვით  $A = 2 \cdot 10^{-10}$ ;  $n = 3.85$ .

რეზერვუარის კედლის ნარჩენი რესურსი ბზარის განვითარების სტადიაზე განისაზღვრება ციკლების რიცხვით, რომელიც შეესაბამება ბზარის ზრდას საწყისი სიგრძიდან ( $L_0$ ) კრიტიკულ სიგრძემდე ( $L_{კრ}$ ) და განისაზღვრება ფორმულით:

$$N_p = \frac{L_0^{(1-0.5n)} - L_{კრ}^{(1-0.5n)}}{(0.5n - 1) \cdot A \cdot (0.5\pi)^{0.5n} \cdot \Delta\sigma^n}. \quad (32)$$

რეზერვუარის ნარჩენი ექსპლუატაციის ვადა განისაზღვრება ფორმულით:

$$T = \frac{N_p}{n_0} \quad (33)$$

რეზერვუარის ნარჩენი რესურსის პროგნოზირება კოროზიული ცვეთის კრიტერიუმის მიხედვით. ნარჩენი რესურსის პროგნოზირება ხორციელდება რეზერვუარის პერიოდული დათვალიერების, კედლის, ფსკერის, დაფარვის (მცურავი სახურავის) კონსტრუქციის ფაქტიური სისქეების გაზომვის, გაზომვის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება და ნარჩენი რესურსის შემდგომი გაანგარიშების გზით ყოველ კონსტრუქციულ ელემენტზე ცალცალკე.

რეზერვუარის დათვალიერებისას უნდა განისაზღვროს: კოროზიული ზედაპირის ფართობი, ერთ დამოუკიდებელ გაზომვაზე მოსული ზედაპირის ფართობი, კოროზიის არაერთგვაროვნების ხარისხი და გაზომვების აუცილებელი რაოდენობა.

*რეზერვუარის ნარჩენი ექსპლუატაციის ვადის პროგნოზირება.* რეზერვუარის ნარჩენი ექსპლუატაციის ვადის პროგნოზირებას ახორციელებენ რეზერვუარის ყველა ელემენტის (კედლის  $i$ -ური სარტყელი, ფსკერი, სახურავი) ნარჩენი ექსპლუატაციის ვადის გაანგარიშებით და ამ სიდიდის მინიმალური მნიშვნელობის განსაზღვრით:

$$T_{\min} = T^i. \quad (34)$$

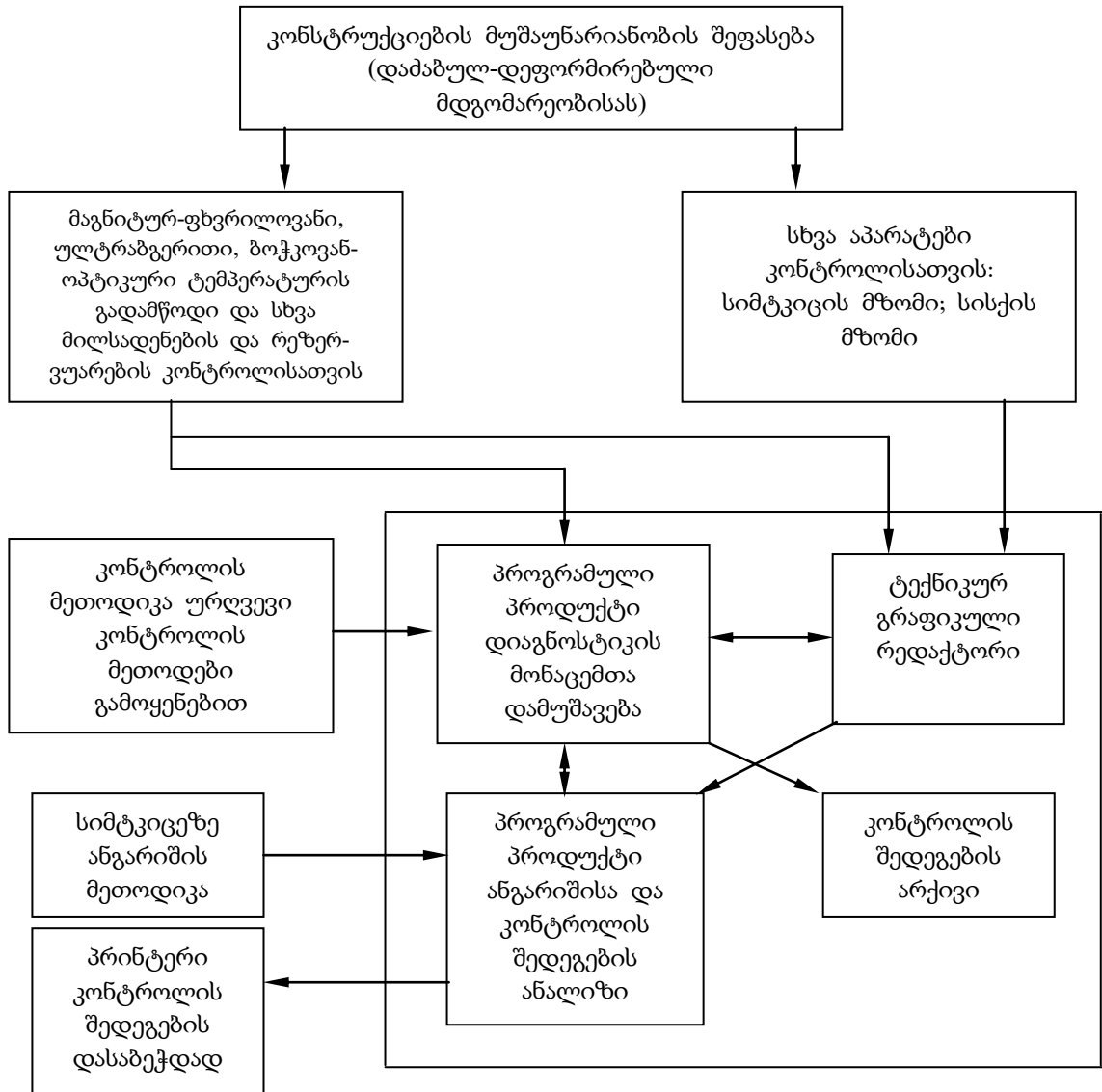
რეზერვუარის ელემენტის ნარჩენი ექსპლუატაციის ვადის შეფასება ხდება ფორმულით:

$$T^i = \frac{(\bar{\delta}^i - [\delta]_m^i)}{C^i}, \quad (35)$$

სადაც  $\bar{\delta}^i$  –  $i$ -ური ელემენტის საშუალო სისქე, მმ;  $[\delta]_m^i$  –  $i$ -ური ელემენტის მინიმალური დასაშვები სისქე, მმ;  $C^i$  –  $i$ -ური ელემენტის კოროზიის საშუალო სიჩქარე, მმ/წელი.

მეთხე თავში წარმოდგენილია აპარატურულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსი მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის კონტროლისათვის და მათი გამოყენების მაგალითები.

დამუშავებულია აპარატურულ- კომპიუტერული დიაგნოსტიკის ბლოკ-სქემა (ნახ. 6), რომელიც საშუალებას იძლევა შევადგათ კონსტრუქციების მუშაუნარიანობა რეალურ დროში.



ნახ. 6. აპარატურულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის ბლოკ-სქემა მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის კონტროლისათვის

შევიჩინოთ ერთ მნიშვნელოვან პრობლემაზე, მილსადენების და რეზერვუარების ყოველ მდგომარეობას შეესაბამება განსაზღვრული სიგნალი, რომელიც საჭიროა დიაგნოსტიკის პროცესში გავარჩიოთ, ამასთან ძირითადი პრობლემა მდგომარეობს იმ მიზეზების აღმოფხვრაში, რომლებიც ამახინჯებენ სიგნალს და ამწელებზე მათ გამოიწვევას. გამოსაკვლევი ელემენტების შესაძლო

მდგომარეობის უსასრულო რიცხვიდან ამორჩეული უნდა იქნეს სასრული რიცხვი, რომელიც ექვემდებარება დიაგნოსტიკის გარჩევას. სხვადასხვა მდგომარეობის ასეთი კლასიფიკაციის შედეგზე, რომლისთვისაც მიღებული სიგნალის მნიშვნელობა იმყოფება, რომელიდაც განსაზღვრულ დიაპაზონში, მიეკუთვნება ერთ არეს, ე.ი. ერთ კლასს, სხვადასხვა მდგომარეობა გაერთიანებული ერთ კლასში არ წარმოადგენს ერთი და იგივე სიგნალის წყაროს. აქედან გამომდინარე, რეზერვუარის ყველა კვანძი იმყოფება ერთიდაიგივე მდგომარეობაში, ე.ი მდგომარეობის ერთ კლასში ღებულობენ სხვადასხვა სიგნალებს, თუ მათი არსებული მდგომარეობა რამდენადმე განსხვავებულია.

მდგომარეობის ყველა სიმრავლე შეიძლება დავყოთ ორ კლასად: მზიდუნარიან და მზიდუუნაროდ. მაგრამ ორივე კლასს გააჩნია გრადაციის დიდი რიცხვი და შედეგში არ შეუძლიათ მკვეთრად განსაზღვრული სიგნალის დაბრუნება. სიგნალის ვარიაცია ერთი მდგომარეობის კლასის ფარგლებში შემაფერხებელია დიაგნოსტიკისათვის.

დიაგნოსტიკის ამოცანა დაიყვანება სიგნალის ამოცნობაზე, რომელსაც ვღებულობთ გამოსაკვლევი ობიექტიდან და მიეკუთვნება ერთ-ერთს აღნიშნული კლასებიდან. ამიტომ დიაგნოსტიკის მოწყობილობა, აპრიორულ ხარისხში უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას სიგნალების შესახებ, რომლებიც შეესაბამებიან მილსადენების და რეზერვუარების სხვადასხვა მდგომარეობას.

როგორც უკვე ავღნიშნეთ თანამედროვე მექანიკური სისტემები უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს კონტროლის სხვადასხვა მოწყობილობებით (სენსორებით). სენსორების ძირითად მოთხოვნას წარმოადგენს გაზრდილი საიმედოობა, გაზომვის სიზუსტე და ტექნიკური მდგომარეობის მიხედვით შეფასება ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში. ამ საკითხის გადაწყვეტაში განსაკუთრებული პრიორიტეტი მილსადენების და რეზერვუარების კონტროლისას ენიჭება ულტრაბერით დეფექტოსკოპებს, აკუსტიკურ ემისიას, ბოჭკოვან-ოპტიკურ გადამწოდებს და მაგნიტურ-ინდუქციურ დეფექტოსკოპებს, რადგან მათი გამოყენებით შეიძლება კონტროლის პროცესის მართვა და სასრული ინფორმაციის მიღება.

მილსადენის და რეზერვუარების სიმტკიცის რისკ-დონეების დადგენა შეიძლება მათზე განლაგებული გადამწოდებიდან მიღებული ინფორმაციის

დამუშავებით, რომელიც ხდება აპარატულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსის გამოყენებით.

მოცემული მექანიზმი შემდეგნაირად მუშაობს: კონტროლის სისტემის მეხსიერებაში ინახება მიღებული სიგნალების დროის მიხედვით  $n$  სხვადასხვა მდგომარეობა. დიაგნოსტიკის პროცესში გამოითვლება ურთიერთკორელაციური ფუნქცია ყველა ამ სიგნალებიდან სიგნალთან, რომელსაც ვღებულობთ საკვლევი კონსტრუქციიდან. კონსტრუქციის მდგომარეობა მიეკუთვნება იმ  $k$  მდგომარეობიდან სიგნალს, რომელსაც გამომსხივებელ სიგნალთან აქვს მეტწილი კორელაცია.

შესაძლებელია დიაგნოსტიკის მეორე ვარიანტი. კონტროლის სისტემის მეხსიერებაში ინახება ტიპური სიგნალების რეალიზაციის სტატისტიკური მახასიათებლები, ე.ი. მოცემული განსაზღვრული მდგომარეობისას გავრცელებული კანონი, კორელაციური ან ენერგეტიკული სპექტრი (ფურიეს სპექტრი). დიაგნოსტიკის პროცესში გამოითვლება ერთ-ერთი იმ მითითებული სტატისტიკური მახასიათებლებიდან, რომელსაც ვღებულობთ სიგნალის სახით კონსტრუქციიდან და ეს მახასიათებლები ედარება რიგ-რიგობით მონაცემთა კრებულს, რომელიც ინახება მეხსიერებაში. მახასიათებლის სიახლოვის კრიტერიუმს წარმოადგენს ან საშუალო კვადრატული გადახრა ერთი ფუნქციისა მეორისაგან, ან მაქსიმალური გადახრა ან ფურიეს სპექტრების შედარება, პიკების სიხშირე და განლაგება.

თუ დადგენილია სხვადასხვა დონეების სიგნალები, როგორცაა წინააღმდეგობრივი, ავარიული და ზეავარიული დაზიანებები. ასეთი სიგნალები წარმოადგენს რისკ დონეებს (I, II, III), ყველაზე დიდ რისკ დონეს წარმოადგენს III დონე.

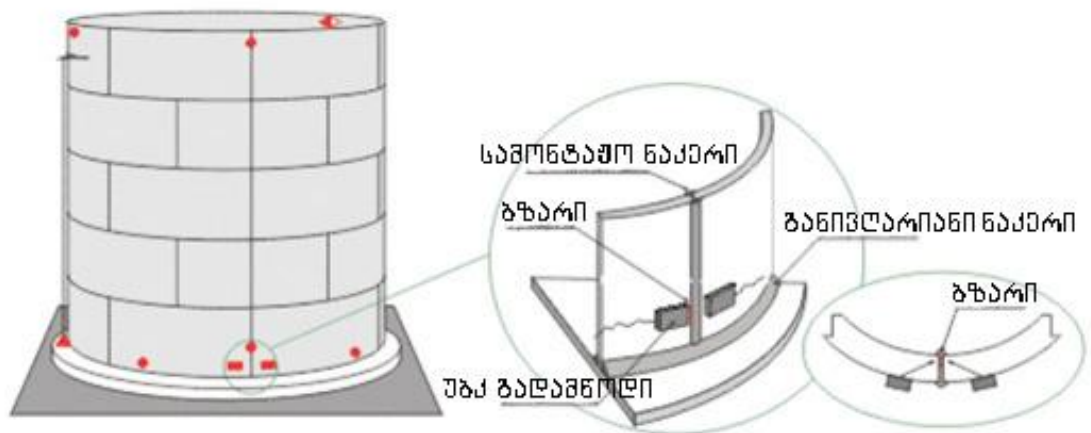
აპარატულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსით, რომელიც გაანგარიშებულია ტერმინალზე, შესაძლებელია განისაზღვროს მილსადენების, სატუმბო სადგურების და რეზერვუარების დაზიანება, ცვეთა, კოროზია და ავარიის წინა მდგომარეობა.

კომპლექსის შემადგენლობაში შედის შემდეგი მოწყობილობები: საველე კამერები, ულტრაბგერითი, მაგნიტური, ტენზო და ბოჭკოვან-ოპტიკური გადამწოდები. ავტომატური მოწყობილობა უწყსრიგობის გამოვლენის შემთხვევაში იძლევა სიგნალს – ინფორმაციას, რომელიც გადაეცემა



სპეციალური პლატით (ანალოგიურ-ციფრული გარდამქმნელი). საკონტროლებელ დიაგნოსტიკურ ცენტრში შედის საინფორმაციო კონცენტრატორი, პერსონალური კომპიუტერი და მოწყობილობა. ექსპერიმენტული დანადგარის საერთო ხედი მოცემულია ნახ. 7-ზე.

კომპიუტერში გადამწოდებიდან მიღებული ინფორმაციის ამოკითხვა და დამუშავება მიმდინარეობს სპეციალური პროგრამის მიხედვით, სადაც ხდება რისკ-დონეების დადგენა და იმ ადგილების (მილსადენების და რეზერვუარის რიგი ნომრის) დაფიქსირება, რომლებშიც გადაჭარბებულია საკონტროლებელი პარამეტრების ზღვრული მდგომარეობა. აგრეთვე მონიტორზე გამოდის მთლიანი საკონტროლებელი უბანი და ვიზუალურად გვიჩვენებს იმ ადგილს სადაც არის დაზიანება.

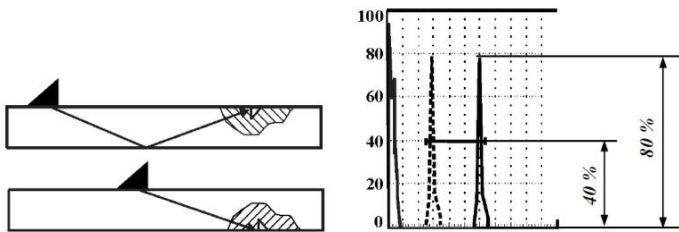


- ◀ ნოქივი გადახვედის გადახვედი. კონტონსა და კედელს შორის ღრმის კონტროლისათვის
- ან გადახვედი. შირისა და კედელის შირითაღი ლითონის და შედუღებითი ნაქარების კონტროლისათვის (კოროზია, ბზარი)
- უბა გადახვედი ვერტიკალური საშონტაჟო შედუღებითი ნაქარის კონტროლისათვის (ბზარები)
- ∨ ბზარების გადახვედი (ქაფისებრი) კონტონის, საშონტაჟო ნაქარის და შირის შედუღების ნაქარში ბზარების რეგისტრაციისათვის
- ▲ ლაზარული სასწორი რეზერვუარის კედელის ვერტიკალურების კონტროლისათვის

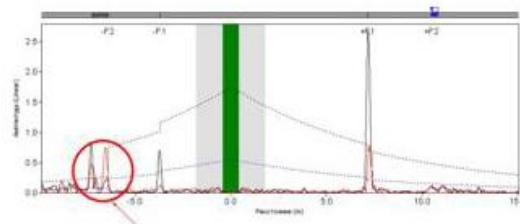
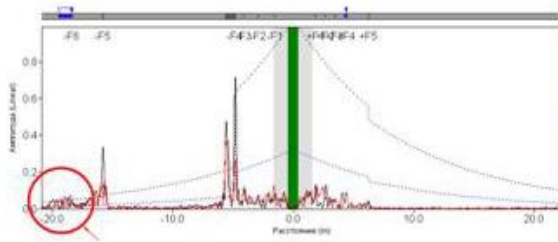
ნახ. 7. ექსპერიმენტული დანადგარი

მილსადენის რეზერვუარის კონტროლი ხორციელდებოდა ულტრაბერითი დეფექტოსკოპით NSN-52, სისქის მზომით Elcometer 252 და კაპილრული მეთოდით პენტრანტების გამოყენებით.

ნახ. 8-ზე წარმოდგენლია მილსადენის და რეზერვუარის კონტროლის ფრაგმენტი. უეცარი ლოკალური ცვლილება ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპის ეკრანზე შეესაბამება დეფექტის განვითარების ზონას. შეიძლება შევნიშნოთ, რომ ძაბვის კონცენტრაციის ზონა უჩვენებს გამოვლენილი ბზარების განვითარების მიმართულებას.



მრთქვირაფი აგრეპალი სხივით იმპულსის ზა მგრანოპოლარის ზაჰმეზა



ნახ. 8. მილსადენის და რეზერვუარის კონტროლის ფრაგმენტი

წარმოდგენილი რიცხვითი ექსპერიმენტიდან გამოიკვეთა რისკ-დონეების სამი დონე: I – როცა ელემენტში  $\sigma_{1,2,3}$  მთავარი ძაბვა  $\sigma_{დრ}$  დრეკადობის ზღვარს უტოლდება; II – როცა ელემენტში  $\sigma_i$  მთავარი

დენადობის ძაბვა  $\sigma_{დენ}$  ზღვარს უტოლდება და III – როცა ელემენტში  $\sigma_i$  სიმტკიცის მთავარი ძაბვა  $\sigma_{სიმტ}$  ზღვარს უტოლდება.

I დონე არის გამაფრთხილებელი; II დონე – ავარიის წინა მდგომარეობა; III დონე – ავარიის დასაწყისი.

I დონეზე ანუ გამაფრთხილებელ დონეზე უნდა მოხდეს რეზერვუარის ან მილსადენის გადაანგარიშება სიმტკიცეზე და მდგრადობაზე. ასევე უნდა განვხორციელოთ ნარჩენი რესურსის პროგნოზირებისა და რეზერვუარის ცალკეული ელემენტების კრიტიკული მდგომარეობის შეფასება.

დისერტაციაში მოყვანილია რეზერვუარის სიმტკიცის რესურსის დადგენის მაგალითები.

**1. რეზერვუარის კედლის რესურსის ანგარიშის მაგალითი ბზარების წარმოქმნამდე (კოროზიის გათვალისწინებით).**

ანგარიშით განისაზღვროს 20 000 მ<sup>3</sup> მოცულობის რეზერვუარის რესურსი (დატვირთვის ციკლების რიცხვი).

საწყისი მონაცემები:

დიამეტრი  $D=22.8$  მ; სიმაღლე  $H=12$  მ; ჩასხმის სიმაღლე  $H_{max}=10.4$  მ; ნავთობპროდუქტების საანგარიშო სიმკვრივე  $\rho=1000$  კგ/მ<sup>3</sup>; მასალა CT3, რომლისთვისაც: ფარდობითი შეკლება (შევიწროება)  $\psi=0.31$ ; ამტანობის ზღვარი  $\sigma_{-1}=100$  მპა; დენადობის ზღვარი  $\sigma_T=230$  მპა; კედლის ნარჩენი სისქე– 8 მმ.

$$N_{ბარ} = N_o (1 - \beta_{კორ}) = 3122(1-0.349) = 2032.$$

წელიწადში 100-ჯერ შევსების ციკლის სიხშირისას მუშაობის ნარჩენი ვადა შეადგენს:

$$T = \frac{N_{ბარ}}{n} = \frac{2032}{100} = 20,32 \text{ წელი.}$$

**2. რეზერვუარის კედლის რესურსის ანგარიშის მაგალითი ბზარების წარმოქმნის შემდეგ.**

ანგარიშისათვის მონაცემებს ვიღებთ წინა მაგალითიდან.

ლითოლოგრაფიული კვლევების მონაცემების მიხედვით ფოლადს CT3 აქვს:

$$D = 4 \cdot 10^5 \text{ მ; } f=0.05$$

$K_{ic}$  გამოვთვალოთ ფორმულით

$$K_{ic} = \left[ 2\sigma_T E \left( \frac{\pi}{6} \right)^{1/3} \cdot D \right]^{0.5} \cdot f^{-1/6} = \left[ 2 \cdot 230 \cdot 2 \cdot 10^5 \left( \frac{\pi}{6} \right)^{1/3} \cdot 4 \cdot 10^5 \right]^{0.5} \cdot 0.05^{-1/6} = 33.05.$$

ვპოულობთ  $L_{3\sigma}$

$$L_{3\sigma} = \frac{2 \cdot 33.05^2}{\pi \cdot 144.4^2} = 33.6 \text{ მმ.}$$

მინიმალურ ჩასხმას ვიღებთ 1 მ, მაშინ

$$\sigma_{min} = \frac{1000 \cdot 9.8 \cdot (1-0) \cdot 4}{0.008} = 13.9 \text{ მპა.}$$

აღმოჩენილი ბზარების მინიმალური პირობითი სიგრძე მივიღოთ  $L_0=5$  მმ, (32) ფორმულის მიხედვით ვპოულობთ რეზერვუარის ნარჩენ რესურსს

$$N_p = \frac{0.005^{(1-0.5 \cdot 3.86)} - 0.033^{(1-0.5 \cdot 3.86)}}{(0.5n-1) \cdot 2.8 \cdot 10^{-10} (0.5 \cdot 3.14)^{0.5 \cdot 3.86} \cdot 130.5^{3.86}} = 1266.$$

თუ მივიღებთ, რომ  $n=100$ , ვპოულობთ მუშაობის ნარჩენ ვადას

$$T = \frac{1266}{100} = 12.66 \text{ წელი.}$$

### ძირითადი დასკვნები

1. შედგენილია სხვადასხვა ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტის მიხედვით ნავთობპროდუქტების საქაჩის ტიპის საწარმოების კლასიფიკაცია; გაანალიზებულია ტერმინალის ავარიის რისკის ხარისხი; შეფასებულია უსაფრთხო ექსპლუატაციის და დამაზიანებელი ფაქტორების სავარაუდო ზონების მონაცემები;
2. ავარიული სიტუაციების მოდელირებით დადგენილია ტერმინალის ყველაზე მაღალი რისკის მქონე კვანძები: სატუმბი სადგური, რეზერვუარების პარკი და მილსადენები;
3. განხილულია რეზერვუარების და მათი საყრდენი კონსტრუქციების სიმტკიცეზე გაანგარიშების საინჟინრო მეთოდები ნორმატიული ბაზის, რეზერვუარების გარსების ჰიდროდინამიკური დატვირთვის და დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის კომპლექსური შეფასების მათემატიკური მოდელები ძაბვების კონცენტრატორების გათვალისწინებით;
4. მოცემულია მსგავსების კრიტერიუმები სითხიანი რეზერვუარების ფიზიკური მოდელირებისათვის ვიბრო-დარტყმითი ზემოქმედებებისას და განხილულია სიბლანტის და კავიტაციის ზეგავლენის მასშტაბის ეფექტები;
5. დადგენილია, რომ მილსადენებში ბზარების მექანიკის კრიტერიალური მიდგომების გამოყენებით უსაფრთხო (დასაშვები) დეფექტების ზომების

პროგნოზირებისათვის უნდა იყოს დაფუძნებული დეტერმინირებულ ან ალბათურ გაანგარიშებებზე, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებული იქნას საიმედოობის თეორია, დაფუძნებული მასალების მექანიკური თვისებების, დატვირთვების, ზეგავლენების და დეფექტოსკოპიური კონტროლის სტატისტიკურ მონაცემებზე;

6. ჩამოყალიბებულია რეზერვუარის კედლის სიმტკიცეზე და მდგრადობაზე გაანგარიშების მეთოდიკა ექსპლუატაციის გარკვეულ ეტაპებზე;
7. დამუშავებულია აპარატულ-კომპიუტერული დიაგნოსტიკის კომპლექსი მილსადენების და რეზერვუარების სიმტკიცის კონტროლისათვის და რისკ-დონეების დადგენის მიზნით;
8. ჩატარებულია რიცხვითი და ფიზიკური ექსპერიმენტები, რითაც დამტკიცდა ჩამოყალიბებული სიმტკიცის შეფასების ახლებური მიდგომის სისწორე.

**დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:**

1. მ. წიქარიშვილი, ა. წაქაძე, თ. მალრაძე, გ. ერაგია, მ. ვარდიაშვილი. „დაზიანებული (ზხარებიანი) შენობა-ნაგებობების უსაფრთხოება, ბზარმდეგობის და მარაგის დადგენა“ საერთაშორისო სამეცნიერო ტექნიკური კონფერენცია „სამშენებლო მექანიკის პრობლემები“, მოხსენებათა კრებული, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(17), თბილისი, 2010, გვ. 160-166;
2. გ. ერაგია. ინფორმაციული სისტემის შექმნის თავისებურებანი მილსადენების და რეზერვუარების დიაგნოსტიკის ამოცანისათვის, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №1(20), თბილისი, 2011, გვ. 75-80;
3. გ. ერაგია. მაგისტრალური მილსადენების რღვევის თავისებურებების შესწავლა, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(22), თბილისი, 2011, გვ. 71-74;
4. გ. ერაგია, თ. კაკუტაშვილი. ნავთობპროდუქტების შესანახი რეზერვუარების სიმტკიცეზე გაანგარიშების ინჟინრული (გამარტივებული) მეთოდის შესახებ, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №1(24), თბილისი, 2012, გვ. 55-58;

5. G. Eragia. Modeling of expected accidents of petroleum products terminal on example of Kulevi terminal, International scientific journal „Problems of Mechanics“ №2(47), Tbilisi, 2012 p. 35-38;
6. გ. ერაგია. ნავთობპროდუქტების ლითონის ვერტიკალური რეზერვუარების სიმტკიცის თეორიული შეფასება, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(25), თბილისი, 2012, გვ. 120-123;
7. გ. ერაგია. ნავთობპროდუქტების ლითონის სითხით შევსებული ვერტიკალური რეზერვუარების გაანგარიშების მოდელები, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(25), თბილისი, 2012, გვ. 124-128.

### **Summary**

The disasters of extremely responsible objects, such as gas and oil terminals, nuclear power stations, aircrafts, railways, bridges, public service buildings, etc., nowadays still represents major problem in the world, followed by the financial losses and, most importantly, human lives. Therefore it is necessary to deeply develop at operation of received by dynamic load defects identification and caused by their damages methods of forecasting, definition of risk levels and strength determination at all stages of operation.

In the thesis are developed applied in oil terminal's pipelines and reservoirs strength assessment methods and issues of damages risk-levels determination.

The full volume of work includes 155 pages, it contains introduction, four chapters, conclusion and references that consists of 90 titles.

In the introduction is presented theme's topicality, scientific novelty and practical value of work.

In the first chapter are considered the current presentations review at oil terminal operation.

In the second chapter is presented the damages development modeling and defects detection methods.

In the third chapter has been developed the theoretical strength assessment of pipelines and reservoirs.

In the fourth chapter presents the apparatus - computer diagnostic complex for pipelines and reservoirs to strength control and examples of their application.

The practical results of thesis work are implemented in practical researches and are given as examples in the dissertation.