

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მიხეილ გრიგორაშვილი

ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონცისტერნების დამცავ-  
შემშვები სარქველების კვლევა და სრულყოფა

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად  
სადოქტორო პროგრამა: ტრანსპორტი, 0407

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
თბილისი, 0175, საქართველო  
ივლისი, 2019 წელი

საავტორო უფლება © 2019 წელი, მიხეილ გრიგორაშვილი

## საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტი

ჩვენ, ხელისმომწერნი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით მიხეილ გრიგორაშვილის მიერ შესრულებულ სადოქტორო ნაშრომს დასახელებით: “ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების დამვაც-შემშვები სარქველების კვლევა და სრულყოფა” და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის საგამოცდო კომისისაში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

თარიღი

ხელმძღვანელი:	თ.გრიგორაშვილი
რეცენზენტი:	რ.მორჩილაძე
რეცენზენტი:	ვ.აბულაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019 წელი

ავტორი: მიხეილ გრიგორაშვილი

დასახელება: “ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-  
ცისტერნების დამვაც-შემშვები სარქველების  
კვლევა და სრულყოფა”

ფაკულტეტი : სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის

ხარისხი: დოქტორი

სხდომა ჩატარდა: თარიღი

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ  
ზემომოყვანილი დასახელების ნაშრომის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის  
შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების  
უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

---

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც  
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან  
სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი  
ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო  
უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა  
ის მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ  
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია  
სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს  
პასუხისმგებლობას.

## რეზიუმე

ეროვნული მეურნეობის შემდგომი ზრდა, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების და რეფორმების რეალური განხორციელების მიმართულებანი პირდაპირ აისახება მგზავრთა ნაკადის და ტვირთბრუნვის ზრდასთან.

ჩვენი ქვეყნით მსოფლიოს წამყვანი სახელმწიფოების ეკონომიკური დაინტერესება მიუთითებს მასზე, რომ საქართველოს, როგორც სატრანზიტო ქვეყანას თავისი სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურით და მათ შორის სარკინიგზო ტრანსპორტით სტრატეგიული როლის შესრულება შეუძლია არა მხოლოდ ქვეყნისთვის, არამედ მთლიანად სამხრეთ კავკასიისთვის და გარკვეულ წილად შუა აზიის და ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებისათვის, როგორც ეკონომიკურ ასევე პოლიტიკურ სფეროშიც.

საქართველო წარმოადგენს „სტრატეგიულ დერეფანს“ აზიასა და ევროპას შორის. გეოგრაფიული მდგომარეობისგან გამომდინარე სატრანსპორტო გადაზიდვების დიდი წილი მოდის ტრანზიტულ ტვირთებზე, რომელთაგან ძირითადი ნავთობი და ნავთობპროდუქტებია.

საქართველოს სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურით ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების 80%-მდე გადაზიდება სარკინიგზო ტრანსპორტით, ძირითადად ვაგონ-ცისტერნებით. ვაგონ-ცისტერნები განკუთვნილია თხევადი ტვირთების, შეკუმშული აირებისა და მტვრისებრი ტვირთების გადასაზიდად. მათ ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ძარის მაგივრად ვაგონ-ცისტერნებს აქვთ ლითონის ქვაბი, რომელშიც ტვირთი თავსდება. რაც შეეხება ვაგონის ჩარჩოს და სავალ ნაწილებს, ისეთივეა როგორც სხვა ტიპის სატვირთო ვაგონების.

გადასაზიდი ტვირთების სახეობის მიხედვით ცისტერნები იყოფა ორ ჯგუფად, საერთო და სპეციალური დანიშნულების ცისტერნებად. საერთო დანიშნულების ცისტერნები შეიძლება იყოს ღია ფერის ნავთობპროდუქტებისათვის (ბენზინი, დიზელის საწვავი, საავიაციო ნავთი და სხვ.) და მუქი ფერის ნავთობპროდუქტებისათვის (ნედლი ნავთობი, მაზუთი, ზეთები და სხვ.). სპეციალური დანიშნულების ცისტერნები გამოიყენება მაღალი სიბლანტის სითხეების, კვების პროდუქტების, მყავეების, შეკუმშული აირების და ზოგიერთი სხვა მახასიათებლების მქონე ტვირთების გადასაზიდ ცისტერნებად.

ნავთობპროდუქტებზე მოთხოვნის და თხევადი ქიმიური პროდუქტების წარმოების ზრდამ დღის წესრიგში დააყენა ჩასასხმელი ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ორგანიზაციის საკითხები.

ჩასასხმელი ტვირთების გაზრდილი გადაზიდვების მოცულობის შესრულების ერთ-ერთ რეზერვს წარმოადგენს ვაგონ-ციტერნების პარკის რაციონალური გამოყენება მათი ტექნიკური მომსახურების გაუმჯობესებით და ვაგონ-ციტერნების ბრუნვის დაჩქარებით. ამ ამოცანების გადაჭრაში დიდ როლს თამაშობს სავაგონო მეურნეობა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს ვაგონების ხარისხიანი შეკეთება, მათი მომზადება ჩასასხმელად და შეამციროს ამ ოპერაციებისთვის საჭირო მომსახურების დრო.

ციტერნების შეუფერხებელი ექსპლუატაციისათვის და რემონტთმორისი გარბენების გაზრდის საკითხებში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ვაგონ-ციტერნების და პირველ რიგში ვაგონ-ციტერნების არმატურის სწორ ტექნიკურ მომსახურებას და ექსპლუატაციას.

ექსპლუატაციის პროცესში კლიმატური პირობების, მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარეების, ვაგონების სავალი ნაწილების, მუხრუჭების, დამრტყმელ-საწევი მოწყობილობის და ლიანდაგის უწყისივრობებით გამოწვეული დინამიური რხევებით ადგილი აქვს ციტერნის ქვაბში დასაშვებზე მეტი წნევების ან ვაკუუმის წარმოქმნას. ვაგონ-ციტერნების დაცლის შემდეგ ჩასატვირთი სარქველების აჩქარებული დახურვა (გაზრდილი ტვირთნაკადის დროს) ქვაბში ჰაერის გაიშვიათების გამო იწვევს ჩამოსასხმელი მექანიზმის და ჩასატვირთი სარქველების შემამჭიდროებელი რეზინის სადებების მწყობრიდან გამოსვლას, რის შედეგადაც ხდება ნავთობის გაჟონვა აღნიშნული მექანიზმებიდან, რაც თავის მხრივ ზრდის ხანძარსაწინააღმდეგო და ეკოლოგიური პირობების გაუარესებას. შეიძლება საფრთხე შეექმნას ადამიანთა სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას, დაზიანდეს გადასაზიდი ტვირთები და სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობა. საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების დროს ავარიული სიტუაციების, შესაძლო დარღვევების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია დადგენილი ნორმატიულ-საკანონმდებლო და სპეციალური ტექნიკური მოთხოვნების შესრულება, როგორც ტვირთგამგზავნის და ტვირთმიმღების, ასევე რკინიგზის თანამშრომლების მიერ სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა მოძრაობის და სამანევრო მუშაობის ინსტრუქციების დაცვა.

გაჯერებული საინფორმაციო უზრუნველყოფის, გაუმჯობესებული ტექნიკური მომსახურების და ვაგონების რემონტის თანამედროვე მიღწევების მიუხედავად, ექსპლუატაციაში ისევ აქვს ადგილი ვაგონ-ციტერნების ჩამოსასხმელი მექანიზმებისა და დამცავ-შემშვები სარქველების ისეთ ტექნიკურ გაუმართაობებს, რომლებიც საშიშროებას უქმნიან მატარებელთა მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას.

სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ვაგონების კვანძების როგორც კონსტრუქციულ, ასევე ექსპლუატაციის პირობებში წარმოქმნილი ნაკლოვანებების ანალიზი და მათი სრულყოფა. ამ მნიშვნელოვანი

ამოცანის განხორციელებისათვის კი საჭიროა ვაგონების კვანძების ექსპლუატაციის პირობების შესწავლა.

არსებობს ვაგონების და მისი კვანძების ექსპლუატაციის შესწავლის ორი მეთოდი: ექსპერიმენტული და ანალიზური. წარმოდგენილი სამუშაოს შესრულების დროს გამოყენებული იყო კვლევის ორივე მეთოდი. კვლევებით მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე გაკეთდა დასკვნები ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების შესახებ. დადგინდა, რომ გარემოს და ცისტერნის ქვაბში არსებული ჰაერის ტემპერატურების განსხვავების დროს ადგილი აქვს ქვაბში ჰაერის დაჩქარებულ კონდიცირებას. ქვაბში ჰაერის დაჩქარებული კონდიცირების პირობებში შემშვები სარქველი ვერ უზრუნველყოფს ქვაბში საჭირო რაოდენობის შეშვებას, ადგილი აქვს ქვაბში ნორმით გათვალისწინებულზე მეტი ვაკუუმის წარმოქმნას რაც თავის მხრივ უარყოფითად მოქმედებს ჩამოსასხმელი მექანიზმის გამართულ ფუნქციონირებაზე, რის შედეგადაც შესაძლებელია ნავთობპროდუქტების გაჟონვა და ცისტერნის ქვაბის დეფორმაცია.

საქართველოს რკინიგზით გადაზიდული ტვირთების 60%-მდე შეადგენს ნავთობს და ნავთობპროდუქტებს, რომლებიც მიეკუთვნებიან საშიში ტვირთების კატეგორიას.

ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური საშიშროების დაცვის პირობების უზრუნველყოფის საქმეში დიდი როლი ენიჭება ვაგონ-ცისტერნების არმატურის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში უზრუნველყოფას და მათ სწორ ექსპლუატაციას. არმატურის ერთ-ერთ საპასუხისმგებლო კვანძს წარმოადგენს დამცავ-შემშვები სარქველი. დამცავ-შემშვები სარქველების დანიშნულობაა უზრუნველყოს ვაგონ-ცისტერნის ქვაბში ტექნიკური პირობებით (ნორმებით) გათვალისწინებული წნევა და ვაკუუმი.

დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების შესწავლა, სარქველების სუსტი ადგილების დადგენა, სისტემატიზაცია, გაუმართაობათა კვლევა, გამტარუნარიანობის ანგარიში და მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე დამცავ-შემშვები სარქველების მოდერნიზაცია-სრულყოფა მატარებელთა მოძრაობის, ეკოლოგიური და სახანძრო უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალობას.

სადისერტაციო ნაშრომში ვაგონ-ცისტერნების ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვებებით მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილი და სისტემატიზირებულია ცისტერნების არმატურის ფუნქციონირების პირობები. განხილული და გაანალიზებულია ექსპლუატაციის პირობებში დამცავ-შემშვები სარქველების ჰაერგამტარიანობის ანგარიში გარემოს და ცისტერნის ქვაბში არსებული ჰაერის ტემპერატურების სხვადასხვა დიაპაზონის არსებობისას. დამუშავებულია შემშვები სარქველების სრულყოფა მოდერნიზაციის პირობები სარქველში დამატებითი თევზისებური

ზამბარის გამოყენების გზით. შესრულებილია შემოთავაზებული თეფშისფერი ზამბარის გაანგარიშება. ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელ სტენდზე ჩატარებულია მოდერნიზებული შემშვები სარქველების გამოცდები შესაბამისი დასკვნების და რეკომენდაციების გათვალისწინებით.

## Abstract

The further growth of the national economy, the country's economic development and realistic implementation of reforms will directly reflect in the increase of traffic flow and freight turnover.

The economic interest of world's leading countries on our country would indicate that Georgia, as a transit country including its rail transport infrastructure would to play strategic role not only for the country, but also for South Caucasus and in some aspects to Central Asia and Middle East countries, in economic as well as in the political sphere.

Georgia represents a "strategic corridor" between Asia and Europe. Due to the geographical condition, a large share of transportation comes on transit cargoes, of that major are oil and oil products.

By the transport infrastructure of Georgia up to 80% of oil and oil products will be transported by rail transport, mostly by tank-cars. The tank-cars are designed to transport liquid cargo, compressed gases and dust cargo. The main characteristic of them is that the tank-cars have a metal boiler in that is placed the cargo. As for the body of the carriage and running gears, it is the same as other types of freight cars.

The tank-cars are divided into two groups proceeding from cargo types that are general and special purpose tank-cars. The general-purpose tank-cars would be for light oil products (petrol, diesel fuel, aviation kerosene, etc.) and heavy oil products (crude oil, mazout, oils, etc.). The special purpose tank-cars are used to transport high viscosity fluids, foodstuffs, acids, compressed gases and some having other characteristics freight tank-cars.

The demand for oil products and liquid chemical products put on the agenda the providing of organizational issue of bulked cargo fire and ecological safety of rail cargo transportation.

One of the reserves of increased shipping of cargoes is the rational application of tank-cars fleet by improving their maintenance and speeding up the turnover of carriages. In the solving of these tasks play a great role car's facilities that should ensure the quality of repair of carriages, prepare them to filling and reduce the time required for these operations.

In the issues of uninterrupted operation of tank-cars and the increase in overhaul life, significant importance is given to proper maintenance and operation of the tank-cars and in the first hand the tank-car's devices.

Dynamic fluctuations caused by climatic conditions, train traffic speeds, carriages running gears, brakes, impact hook-up mechanism and rail's failures have been created to generate more pressure or vacuum in the tank-car boiler. The accelerated closure of the loading valves after the emptying of tank-cars (at increased freight turnover) due the rarefied air in the boiler is resulting in the breakdown of the molded rubber gaskets of boilers and load valves, resulting in the oil leakage from these mechanisms that in turn increases the worsening in fire and ecological conditions. Would be created the threat for the lives and health of people, damage in cargo and railway rolling stock. In order to prevent accidental situations and possible violations during the transportation of dangerous cargoes, it is necessary to perform normative-legislative and special technical requirements as consignor and consignee, as well as railway personnel for trains traffic and marshalling on rail transport.

In spite of the modern accomplishments of saturated information provisioning, improved maintenance and repair of carriages, there is still a way to exploit technical



disadvantages of tank-cars tailoring mechanisms and protective-valves that threaten train traffic, fire and ecological safety.

One of the most important issues for the development of the railway rolling stock is the analysis of the faults of the carriages boilers in constructive as well as the exploitation conditions and their perfection. For the implementation of this important task, it is necessary to study the terms of exploitation of carriages.

There are two methods of study of exploitation of carriages and their units: experimental and analytical. Both methods of research were used in the presented work. Based on the information obtained from the research, conclusions were made about the operation of the tank-cars protective and intake valves. It was established that at of difference in existing in boiler air and environment temperature takes place the accelerated conditioning of the tank-car boiler. In the case of accelerated conditioning in the boiler, the intake valve fails to provide the required quantity in the boiler, there will be more vacuum in the boiler that in turn negatively affects on the functioning of the filling mechanism, resulting in leakage of oil products and the deformation of tank-cars.

60% of cargo handled by Georgian Railway is oil and oil products belonging to dangerous cargo category.

In the process of dangerous cargo transportation by tank-cars for ensuring of trains safety traffic, fire and ecological hazards a great role is given to the technical state of the tank-cars devices and their correct operation. A protective-intake valve is one of the responsible unit of tank-car devices. The purpose of the protective-intake valves is to provide pressure and vacuum under the technical conditions (norms) in the tank-car boiler.

Determining the function of the protective-intake valves, identifying the weakness of the valves, systematization, failure of the operation, the viability of the report and the modernization of the protective-valve valves on the basis of analysis of the received information is aimed at improving the movement of traffic, ecological and fire safety.

Conditions of operation of cisterns supervision are analyzed and systematically analyzed based on analysis of information obtained from observation of carbon dioxide exploitation in the dissertation work. Analyzed and analyzed in the exploitation of the air deflections of the protective-valve valves in the environment and the different range of air temperatures present in the cistern boiler. Improvement of the valve valves The conditions for modernization are applied through the use of additional propellant springs in the valve. The calculation of the proposed spray spring is performed. Testing of modernized supplement valves with appropriate conclusions and recommendations are carried out on standby for the safety-valve valves for carriage-wagons.

## შინაარსი

შესავალი .....	14
1. ლიტერატურის მიმოხილვა .....	21
1.1. ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის დანიშნულება .....	21
1.2. ვაგონ-ცისტერნების მშენებლობის განვითარების ისტორია.....	26
1.3. ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები .....	27
1.4. ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირების პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, ხანძარსაწინააღმდეგო და ეკოლოგიური მოთხოვნების პირობები .....	38
1.5. ახალი თაობის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველები.....	41
1.6. ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების საკონტროლო დამცავი მოწყობილობების უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველყოფის ტექნიკური პირობები .....	45
2. შედეგები და მათი განსჯა .....	48
2.1. ვაგონ-ცისტერნების დანიშნულება და კლასიფიკაცია.....	48
2.2. ცისტერნების მომსახურება ექსპლუატაციაში .....	58
2.2.1. ცისტერნების გამრეცხ-გამორთქლი სადგური .....	67
2.2.2. ცისტერნების დამუშავებისას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები და მათი დაცვა .....	84
2.3. ვაგონ-ცისტერნების არმატურა.....	90
2.4. ვაგონ-ცისტერნების არმატურისადმი წაყენებული მოთხოვნები .....	105
2.5. ვაგონმშენებლობაში გამოყენებული დამცავ-შემშვები სარქველები ....	110
2.6. ცისტერნების ქვაბის გაანგარიშება.....	116
2.7. დამცავ-შემშვები სარქველების ჰაერის გამტარუნარიანობის ანგარიში	120
2.8. დამცავ-შემშვები სარქველების მომსახურება ექსპლუატაციაში .....	121
2.9. დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების კვლევა .....	123
2.10. ზამბარების გაანგარიშება .....	130
2.10.1. ცილინდრული ზამბარის გაანგარიშება .....	130
2.11. შემშვები სარქველის მოდერნიზაცია .....	135
2.11.1. შემშვები სარქველის მოდერნიზაცია (პირველი ეტაპი) .....	135
2.12. შემშვები სარქველის მოდერნიზაცია (მეორე ეტაპი).....	138
3. დასკვნები.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
გამოყენებული ლიტერატურა .....	147

## ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1.	ბენზინის და სხვა სახის ღია ფერის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ოთხღერძიანი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები.....	29
ცხრილი 2.	ბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები.....	35
ცხრილი 3.	საკვები პროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები.....	36
ცხრილი 4.	მჟავების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები.....	37
ცხრილი 5.	ცისტერნების არმატურის მახასიათებლები.....	41
ცხრილი 6.	ცისტერნის ქვაბში ნავთობპროდუქტების მოცულობა სითხის სიმაღლის მიხედვით.....	53
ცხრილი 7.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	61
ცხრილი 8.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	63
ცხრილი 9.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	64
ცხრილი 10.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	64
ცხრილი 11.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	65
ცხრილი 12.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	65
ცხრილი 13.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	66
ცხრილი 14.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	66
ცხრილი 15.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	67
ცხრილი 16.	სილფონური სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	110
ცხრილი 17.	ბურთულიანი ონკანის ტექნიკური მახასიათებლები.....	111
ცხრილი 18.	მოწყობილობის ტექნიკური მონაცემები.....	102
ცხრილი 19.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	113
ცხრილი 20.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	114
ცხრილი 21.	სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები.....	115
ცხრილი 22.	დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელი სტენდის ტექნიკური მონაცემები.....	122
ცხრილი 23.	ზამბარის ტექნიკური მახასიათებლები.....	134
ცხრილი 24.	0,12-0,15 მპა დატვირთვით გაანგარიშებული ზამბარა და ტექნიკური მახასიათებლები.....	139

## ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1.	სავაგონო მეურნეობის სტრუქტურა.....	23
ნახ. 2.	სავაგონო დეპარტამენტის ადგილი სატრანსპორტო სისტემაში.....	24
ნახ. 3.	ვაგონ-ცისტერნა.....	49
ნახ. 4.	ოთხღერძიანი ვაგონცისტერნა გადასასვლელი ბაქნით.....	50
ნახ. 5.	ღია ფერის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი რვაღერძიანი ცისტერნა.....	50
ნახ. 6.	ბუნკერებიანი ცისტერნა.....	50
ნახ. 7.	რძის გადასაზიდი ცისტერნა.....	51
ნახ. 8.	სპირტის გადასაზიდი ოთხღერძიანი ცისტერნა.....	51
ნახ. 9.	ვაგონ-ცისტერნის ქვაბში ნავთობპროდუქტების მოცულობის გასაზომი სპეციალური მეტრული ჭოკი.....	54
ნახ. 10.	ვაგონცისტერნების კონსტრუქციული სქემები.....	55
ნახ. 11.	გამრეცხ-გამორთქლი სადგური.....	69
ნახ. 12.	ესტაკადა.....	70
ნახ. 13.	ნავთობდამჭერი ნაგებობის სქემა.....	72
ნახ. 14.	საფლოტაციო დანადგარის სქემა.....	73
ნახ. 15.	ეთილირებული ბენზინიანი და ქიმიკატებიანი ცისტერნების დამმუშავებელი დანადგარების განლაგების სქემა.....	75
ნახ. 16.	ვაკუუმდანადგარის სქემა.....	75
ნახ. 17.	ორთქლის სიფონი.....	79
ნახ. 18.	ცისტერნების მექანიზებული სარეცხი დანადგარის სქემა.....	81
ნახ. 19.	ცისტერნის დამმუშავების ტექნოლოგიური რუკა.....	82
ნახ. 20.	ცისტერნების უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმი.....	91
ნახ. 21.	ხუფის სახურავი რიგელოური საკეტი.....	92
ნახ. 22.	ამერიკული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი.....	98
ნახ. 23.	ევროპული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი.....	98
ნახ. 24.	რუსული ტიპის ჩამოსასხმელი მექანიზმი.....	99
ნახ. 25.	რუსული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი.....	99
ნახ. 26.	დამცველი სარქველი.....	101
ნახ. 27.	შემშვები სარქველი.....	101
ნახ. 28.	დამცავ-შემშვები სარქველი.....	102
ნახ. 29.	ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი არმატურის კლასიფიკაცია.....	104
ნახ. 30.	სილფონური სარქველი.....	110
ნახ. 31.	ბურთულიანი ონკანი.....	111
ნახ. 32.	ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობა.....	112
ნახ. 33.	ღია ტიპის სარქველი დამცავი მემბრანით.....	113
ნახ. 34.	დამცავი სარქველი.....	114
ნახ. 35.	დამცავი სარქველი.....	115
ნახ. 36.	დამცავ-შემშვები სარქველის გამოსაცდელი სტენდი.....	122
ნახ. 37.	73 ტიპის ცისტერნის ქვაბი.....	124

ნახ. 38.	შემშვები სარქველის ფუნქციონირების ანალიზი.....	131
ნახ. 39.	შემშვები სარქველის ზამბარა.....	133
ნახ. 40.	დამცავ-შემშვები სარქველი.....	135
ნახ. 41.	0,12 ატმ. ვაკუუმზე გაანგარიშებული დამატებითი ზამბარის მიმართველი ჭიქა.....	136
ნახ. 42.	თეფშისებური ზამბარა.....	138
ნახ. 43.	შემსრულებელი სარქველი.....	140
ნახ. 44.	თეფშისებრი ზამბარა დამწოლით.....	141
ნახ. 45.	მოდერნიზირებული დამცავ-შემშვები სარქველი.....	141
ნახ. 46.	მოდერნიზირებული შემშვები სარქველის მოქმედების გრაფიკები გარემოს და ქვაბში სხვადასხვა ტემპერატურების შესაძლო არსებობის დროს.....	143

## შესავალი

სხვადასხვა გამოკვლევების საუბველზე დადგენილია, რომ საქართველოს შესწევს უნარი შეასრულოს ტვირთის და მგზავრთა დიდი ნაკადის გამტარის ფუნქცია. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად აუცილებელი პირობა არის ქვეყანას გააჩნდეს თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად განვითარებული ერთიანი სატრანსპორტო სისტემა.

„სტრატეგიული დერეფნის“ მქონე ჩვენი ქვეყნით მსოფლიოს წამყვანი ქვეყნების ეკონომიკური დაინტერესება მიუთითებს მასზე, რომ საქართველოს ერთიან სატრანსპორტო სისტემას თავისი საავტომობილო, სარკინიგზო, საჰაერო, საზღვაო და სხვა სახის ტრანსპორტით სტრატეგიული როლის შესრულება შეუძლია არა მხოლოდ ქვეყნისათვის, არამედ მთლიანად სამხრეთ კავკასიისათვის, როგორც ეკონომიკურ, ასევე პოლიტიკურ სფეროშიც.

ქვეყნის ეკონომიკური სიძლიერე დიდად არის დამოკიდებული ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის გამართულ მუშაობაზე. ერთიანი სატრანსპორტო სისტემა, რომელიც აერთიანებს საავტომობილო, საჰაერო, საზღვაო, სარკინიგზო და სხვა სახის ტრანსპორტს, დიდ როლს თამაშობს სახალხო მეურნეობის შემდგომ განვითარებასა და ქვეყნის წინაშე მდგომი სოციალურ-ეკონომიკური ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტაში.

ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთი წამყვანი დარგი საქართველოსათვის, რომელიც წარმოადგენს ევროპა-აზიის შემაერთებელ სატრანზიტო დერეფანს არის სარკინიგზო ტრანსპორტი, რომლის ფუნქციონირების ძირითადი ამოცანაა დროულად და ხარისხიანად, მატარებელთა მოძრაობის, ეკოლოგიური და სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვით შეასრულოს მგზავრთა გადაყვანის და ტვირთების გადაზიდვის სახელმწიფო დავალებები.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, საკუთრების პირობების შეცვლამ დღის წესრიგში დააყენა სატრანსპორტო ქვესისტემების დამოუკიდებელი ფუნქციონირების საკითხი. ბაზარზე ადგილის შენარჩუნებისათვის სატრანსპორტო კომპანიებმა კარდინალურად უნდა შეცვალონ მომხმარებლისთვის შეთავაზებული სატრანსპორტო მომსახურების სტრატეგია, აამაღლოს მათი ხარისხი და შეამციროს გადაზიდვების თვითღირებულება. კონკურენციის პირობებში უზრუნველყოს გადაზიდვითი პროცესების მოქნილობა და საიმედოობა.

მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებისა და სარკინიგზო გადაზიდვების შეუფერხებელი უზრუნველყოფის საკითხებში მნიშვნელოვანი როლი უჭირავს ვაგონების ტექნიკური დათვალიერების და მიმდინარე ტექნიკური მომსახურების სისტემის სრულყოფას მათი გადაზიდვებისათვის მომზადების საკითხში. ამ საკითხების წარმატებით გადაჭრა დამოკიდებული არის სავაგონო მეურნეობის გამართულ მუშაობაზე. სავაგონო მეურნეობის სტრუქტურა მოიცავს სავაგონო დეპოებს, ვაგონების ტექნიკური მომსახურების და დასატვირთად მომზადების პუნქტებს, ვაგონ-ცისტერნების ჩასასხმელად მომზადების განყოფილებებს და სხვა დამხმარე მეურნეობებს, რომელთა დანიშნულებაა სავაგონო პარკის ტექნიკურად გამართული მდგომარეობის უზრუნველყოფა.

საქართველოს რკინიგზით წელიწადში გადაიზიდება 12 მილიონ ტონაზე მეტი ნავთობპროდუქტები. საშუალოდ, ყოველდღიურად ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიაზე მოძრაობაში იმყოფება 500 ერთეულზე მეტი დატვირთული ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი სპეციალური ვაგონ-ცისტერნა. გადაზიდული ტვირთების 60%-მდე შეადგენს ნავთობს და ნავთობპროდუქტებს, რომლებიც მიეკუთვნებიან საშიში ტვირთების კატეგორიას.

თავისი აგრეგატული მდგომარეობით (აირი, თხევადი, მყარი ნივთიერებები) ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების გათვალისწინებით

საშიში ტვირთები ტრანსპორტირების უსაფრთხოების პირობებით იყოფა ცხრა კლასად.

არაბლანტი ნავთობპროდუქტები ითვლება ადვილადაალებად სითხეებად და კლასიფიკაციის მიხედვით ისინი მიეკუთვნებიან საშიში ტვირთების მესამე კლასს. ადვილადაალებად ტვირთებს ახასიათებთ ტემპერატურული აფეთქება და ტემპერატურული დუღილი.

საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების პროცესში შეიძლება საფრთხე შეექმნას ადამიანთა სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას, დაზიანდეს გადასაზიდი ტვირთები და სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობა, დაირღვეს ეკოლოგიური და ხანძარსაწინააღმდეგო უსაფრთხოების მოთხოვნები. საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების დროს ავარიული სიტუაციების, შესაძლო დარღვევების თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია დადგენილი ნორმატიულ-საკანონმდებლო და სპეციალური ტექნიკური მოთხოვნების შესრულება.

ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური საშიშროების დაცვის პირობების უზრუნველყოფის საქმეში დიდი როლი ენიჭება ვაგონ-ცისტერნების არმატურის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში უზრუნველყოფას და მათ სწორ ექსპლუატაციას.

ვაგონ-ცისტერნების ძირითად არმატურას წარმოადგენენ:

- ა) უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმი;
- ბ) ჩასასხმელ-ჩასადრომი ხუფი;
- გ) დამცავ-შემშვები სარქველი.

დამცავ-შემშვები სარქველების დანიშნულებაა უზრუნველყოს ვაგონ-ცისტერნების ქვაბში ტექნიკური პირობებით გათვალისწინებული წნევა და ვაკუუმი.

გაჯერებული საინფორმაციო უზრუნველყოფის, გაუმჯობესებული ტექნიკური მომსახურების და ვაგონების რემონტის თანამედროვე მიღწევების დანერგვის მიუხედავად, ექსპლუატაციაში ისევ აქვს



ადგილი ვაგონ-ცისტერნების ჩამოსასხმელი მექანიზმების და დამცავ-შემშვები სარქველების ისეთ ტექნიკურ გაუმართაობებს, რომლებიც საშიშროებას უქმნიან მატარებელთა მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას.

სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ვაგონების კვანძების როგორც კონსტრუქციულ, ასევე ექსპლუატაციის პირობებში წარმოქმნილი ნაკლოვანებების ანალიზი და მათი სრულყოფა. ამ მნიშვნელოვანი ამოცანის განხორციელებისათვის კი საჭიროა ვაგონების კვანძების ექსპლუატაციის პირობების შესწავლა.

დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ ნავთობპროდუქტების გადასაზიდ ცისტერნებზე გაზრდილი მოთხოვნებისას, როდესაც ხდება ნავთობპროდუქტების დაცლა გაცხელებით, გამრეცხ-გამორთქლი სადგურიდან ვაგონების გამოტანა და მატარებელში ჩართვა ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული პირობების დარღვევით (ჩასაძრომი ხუფის დახურვა პროცესით გათვალისწინებულ დროზე ადრე) და კლიმატური პირობების ცვლილებით (გარემოს ტემპერატურის მკვეთრი დაცემა) ზოგიერთ შემთხვევაში დამცავ-შემშვები სარქველი ვერ უზრუნველყოფს დროულად საჭირო რაოდენობის ჰაერის შეშვებას ატმოსფეროდან ცისტერნის ქვაბში, რის შედეგადაც ქვაბში წარმოიქმნება ვაკუუმი, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ცისტერნის ქვაბის დეფორმაციას და შეიქმნას საშიშროება მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის კუთხით.

გარემოს და ცისტერნის ქვაბში არსებული ტემპერატურების სხვაობით გამოწვეული ქვაბში არსებული ნავთობპროდუქტების და ჰაერის დაჩქარებული კონდიცირებით გამოწვეული ვაკუუმი გარდა იმისა, რომ ქმნის ცისტერნის ქვაბის დეფორმაციის საშიშროებას იწვევს ჩამოსასხმელი მექანიზმის და ჩასატვირთ-საძრომი ხუფის შემამჭიდროებელი რეზინის სადებების მწყობრიდან გამოსვლას, რის

შედეგადაც ხდება ნავთობპროდუქტების გაჟონვა აღნიშნულ მექანიზმებიდან, რაც თავის მხრივ ზრდის ხანძარსაწინააღმდეგო და ეკოლოგიური პირობების გაუარესებას.

დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების შესწავლა, სარქველების სუსტი ადგილების დადგენა, სისტემატიზაცია, გაუმართაობათა კვლევა, გამტარუნარიანობის ანგარიში და მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე დამცავ-შემშვები სარქველების მოდერნიზაცია-სრულყოფა მატარებელთა მოძრაობის, ეკოლოგიური და სახანძრო უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით წარმოადგენს სადისერტაციო ნაშრომის აქტუალობას.

დისერტაციის მიზანია არაბლანტი ნავთობპროდუქტების (ბენზინი, დიზელის საწვავი და სხვ.) დატვირთვა-დაცლის და ტრანსპორტირების პროცესში, ვაგონ-ცისტერნების დასატვირთად მომზადების დროს გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში ცისტერნების არმატურის ტექნიკური მდგომარეობის კვლევა, დაკვირვებების შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე აღმოჩენილ უწყესივრობათა სისტემატიზაცია; ვაგონ-ცისტერნების არმატურის არასწორი ფუნქციონირებით შესაძლო გამოწვეული სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის მწყობრიდან გამოსვლის, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების გაუმჯობესების საკითხების შესწავლა და შემშვები სარქველების სრულყოფის პირობების დამუშავება; სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების პროცესში ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის რისკების, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების დონის შემცირება გადაზიდვებში მონაწილე ორგანიზაციების კოორდინირებული მუშაობით; მატარებელთა მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პირობების შემუშავება არაბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების შემშვები სარქველების მოდერნიზაცია-სრულყოფა სარქველების ჰაერის გამტარუნარიანობის გაზრდით, მათი საიმედოობის

ამაღლების მიზნით, საშიში ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების პროცესში საერთაშორისო ნორმატიულ-საკანონმდებლო აქტების მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

ვაგონების და მისი კვანძების ექსპლუატაციის შესწავლის ორი მეთოდი არსებობს: ექსპერიმენტული და ანალიზური. ექსპერიმენტული მეთოდი დაფუძნებულია უკვე არსებული ვაგონების ძალურ გამოცდაზე ლაბორატორიულ პირობებში, ხოლო ანალიზური მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია არა მარტო არსებული ვაგონის დინამიკური პარამეტრებისა და მახასიათებლების გამოკვლევა, არამედ დაგეგმარების პროცესში მყოფი ვაგონების და მისი კვანძების ოპტიმალური დინამიკის დადგენაც.

ანალიზური მეთოდი ძირითადია ვაგონის ექსპლუატაციის კვლევისას, ხოლო სხვა მეთოდები წარმოადგენს ანალიზური კვლევის შედეგების დამადასტურებელ საშუალებებს. წარმოდგენილი სამუშაოს შესრულების დროს გამოყენებული იყო კვლევის ორივე მეთოდი.

სადისერტაციო ნაშრომში ჩამოყალიბებულია შემდეგი მეცნიერული სიახლეები:

- ვაგონ-ცისტერნების ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვებით მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე შესწავლილი და სისტემატიზირებულია ცისტერნების არმატურის ფუნქციონირების პირობები;
- შესრულებულია ლაბორატორიულ პირობებში ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელ სტენდზე სარქველების ჰაერგამტარუნარიანობის ანგარიში;
- განხილული და გაანალიზებულია ექსპლუატაციის პირობებში დამცავ-შემშვები სარქველების ჰაერგამტარუნარიანობის ანგარიში გარემოს და ცისტერნის ქვაბში არსებული ჰაერის ტემპერატურების სხვადასხვა შესაძლო დიაპაზონის არსებობას;

- შესრულებულია ვაგონ-ცისტერნებში გამოყენებული დამცავ-შემშვები სარქველების ზამბარების ანგარიში მათი ფუნქციონირების საიმედოობის დადგენის მიზნით;
- დამუშავებულია შემშვები სარქველების სრულყოფა-მოდერნიზაციის პირობები სარქველში დამატებითი თევზისებური ზამბარის გამოყენების გზით;
- შესრულებულია შემოთავაზებული დამატებითი თევზისებური ანგარიში;
- ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელ სტენდზე ჩატარებულია მოდერნიზირებული შემშვები სარქველების გამოცდები შესაბამისი დასკვნების შემუშავებით.

დისერტაციის პრაქტიკულ ღირებულებას წარმოადგენს ის, რომ ვაგონ-ცისტერნების ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვებების შედეგად მოპოვებული ინფორმაციის ანალიზზე დაყრდნობით ვაგონის ქვაბის დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების სისტემატიზაციის და შესრულებული გაანგარიშებების საფუძველზე შემოთავაზებული შემშვები სარქველების სრულყოფა-მოდერნიზაცია გააუმჯობესებს მატარებელთა მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პირობებს ცისტენის ქვაბში შესაძლო დასაშვებ ნორმაზე მეტი წნევების ან ვაკუუმის წარმოქმნისას გარემოს და ცისტენის ქვაბში ტემპერატურების განსხვავებების გამო (ნავთობპროდუქტების დაცლა ორთქლის გამოყენებით, ვაგონების გამრეცხ-გამორთქლი სადგურიდან ტექნოლოგიური პროცესის დარღვევით ვაგონების გამოტანა, ვაგონებში ცხელი ნავთობპროდუქტების ჩატვირთვა და მატარებელში ჩართვა) ცისტერნების ქვაბში არსებული ჰაერის დაჩქარებული კონდენსაციის მიზეზით.

# 1. ლიტერატურის მიმოხილვა

## 1.1. ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის დანიშნულება

ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური სიძლიერე დიდად არის დამოკიდებული ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის გამართულ მუშაობაზე. ერთიანი სატრანსპორტო სისტემა, რომელიც აერთიანებს საავტომობილო, საჰაერო, საზღვაო, სარკინიგზო და სხვა სახის ტრანსპორტს, დიდ როლს თამაშობს სახალხო მეურნეობის შემდგომ განვითარებასა და ქვეყნის წინაშე მდგომი სოციალურ-ეკონომიკური ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტაში.

ერთიანი სატრანსპორტო სისტემის ერთ-ერთი წამყვანი დარგი საქართველოსათვის, რომელიც წარმოადგენს ევროპა-აზიის შემაერთებელ სატრანზიტო დერეფანს არის სარკინიგზო ტრანსპორტი, რომლის ფუნქციონირების ძირითადი ამოცანაა დროულად და ხარისხიანად, მოძრაობის უსაფრთხოების, სახანძრო და ეკოლოგიური მოთხოვნების დაცვით შეასრულოს მგზავრთა გადაყვანის და ტვირთების გადაზიდვის სახელმწიფო დავალებები.

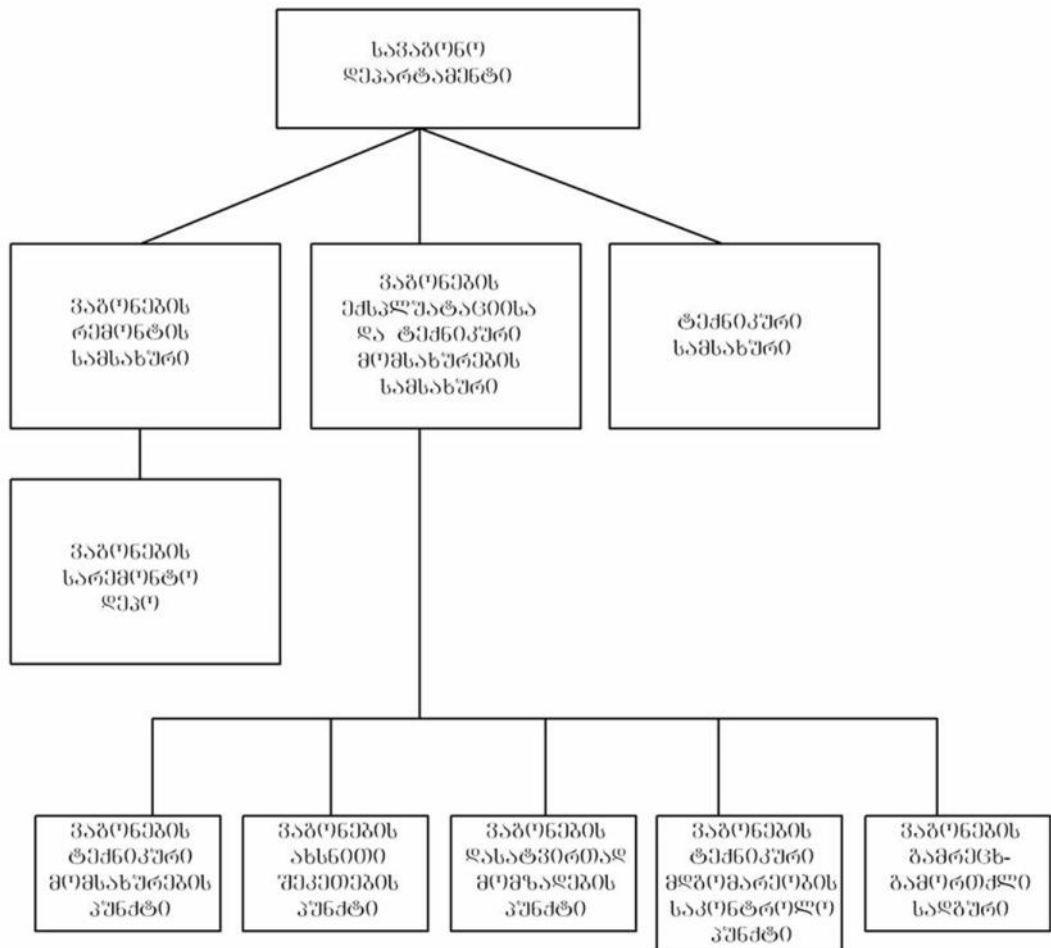
სარკინიგზო ტრანსპორტის მუშაკთა ძირითადი მოვალეობაა მგზავრთა გადაყვანისა და ტვირთების გადაზიდვაზე მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილება, არსებული რეზერვებისა და ტექნიკური საშუალებების ეფექტიანი გამოყენება, გარემოს დაცვის ნორმების მოთხოვნათა შესრულება. ამ ამოცანის გადაწყვეტაში ერთ-ერთ ძირითად როლს თამაშობს მოძრავი შემადგენლობა. მოძრავი შემადგენლობა დროულად უნდა გადიოდეს გეგმიან-გამაფრთხილებელ სახეობათა რემონტს, ტექნიკურ მომსახურებას და ექსპლუატაციისას იყოს გამართულ მდგომარეობაში, რაც უზრუნველყოფს მის შეუფერხებელ, უსაფრთხო მოძრაობას და ტექნიკურ უსაფრთხოებას. საქართველოს რკინიგზის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები ადგენს რკინიგზისა და სარკინიგზო ტრანსპორტის მუშაკთა მუშაობის ძირითად დებულებებსა და წესს,

უმნიშვნელოვანეს ნაგებობათა, მოწყობილობათა და მოძრავი შემადგენლობის ძირითად ზომებს, მოვლა-შენახვის ნორმებს და მათდამი წაყენებულ მოთხოვნებს, მატარებლების მოძრაობის ორგანიზაციის სისტემას და სიგნალიზაციის პრინციპებს. ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების შესრულება უზრუნველყოფს რკინიგზის ტრანსპორტის ყველა რგოლის შეთანხმებულობას, რკინიგზის ზუსტ და შეუფერხებელ მუშაობას და მოძრაობის უსაფრთხოებას. საშიში ტვირთები გადაზიდება სატვირთო მატარებლებით მოძრაობის გრაფიკით გათვალისწინებული წონისა და სიგრძის საზღვრებში, აგრეთვე მარშრუტებით, რომლებიც არ აღემატება მსვლელობის უბნებზე მისაღებ-გასაგზავნი ლიანდაგების ტევადობას. ყველა მახარისხებელ და საუბნო სადგურში დატვირთვის, გადმოტვირთვის, ვაგონიდან ვაგონში გადატვირთვის, ერთი სიგანის ლიანდაგიდან მეორეზე გადაყენების (გადადგმის) სადგურებში, აგრეთვე აუცილებლობის შემთხვევაში სხვა სადგურებიც, როგორც სადგურის ტექნიკურ-განმკარგულებელ აქტზე დანართი, დამუშავებული უნდა იყოს საშიში ტვირთებით დატვირთული ვაგონებით სამანევრო მუშაობის წესების ადგილობრივი ინსტრუქცია. ნავთობპროდუქტებით დატვირთული ვაგონებით სამანევრო მუშაობის ადგილობრივი ინსტრუქცია უნდა შეესაბამებოდეს რკინიგზებზე საშიში ტვირთების გადაზიდვის წესების მოთხოვნებს. ნავთობპროდუქტებისაგან დაცლის შემდეგ ცისტერნები გაწმენდილი უნდა იყოს ტვირთის ნარჩენებისაგან, ლუქების სახურავი აგრეთვე ჩაკეტილი უნდა იყოს [1, 2].

მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების ამაღლებისა და რკინიგზის შეუფერხებელი მოძრაობის უზრუნველყოფის საკითხებში მნიშვნელოვანი როლი უჭირავს ვაგონების ტექნიკური დათვალიერების და მიმდინარე ტექნიკური მომსახურების სისტემის სრულყოფას. ვაგონების ტექნიკური მომსახურების საკითხები ფუნდამენტალურად აქვს განხილული თავის ნაშრომში კ. უსტიჩს. ნაშრომში

შემოთავაზებულია ვაგონების ტექნიკური მომსახურების და რემონტის სისტემების ანგარიშის მეთოდოლოგია [3].

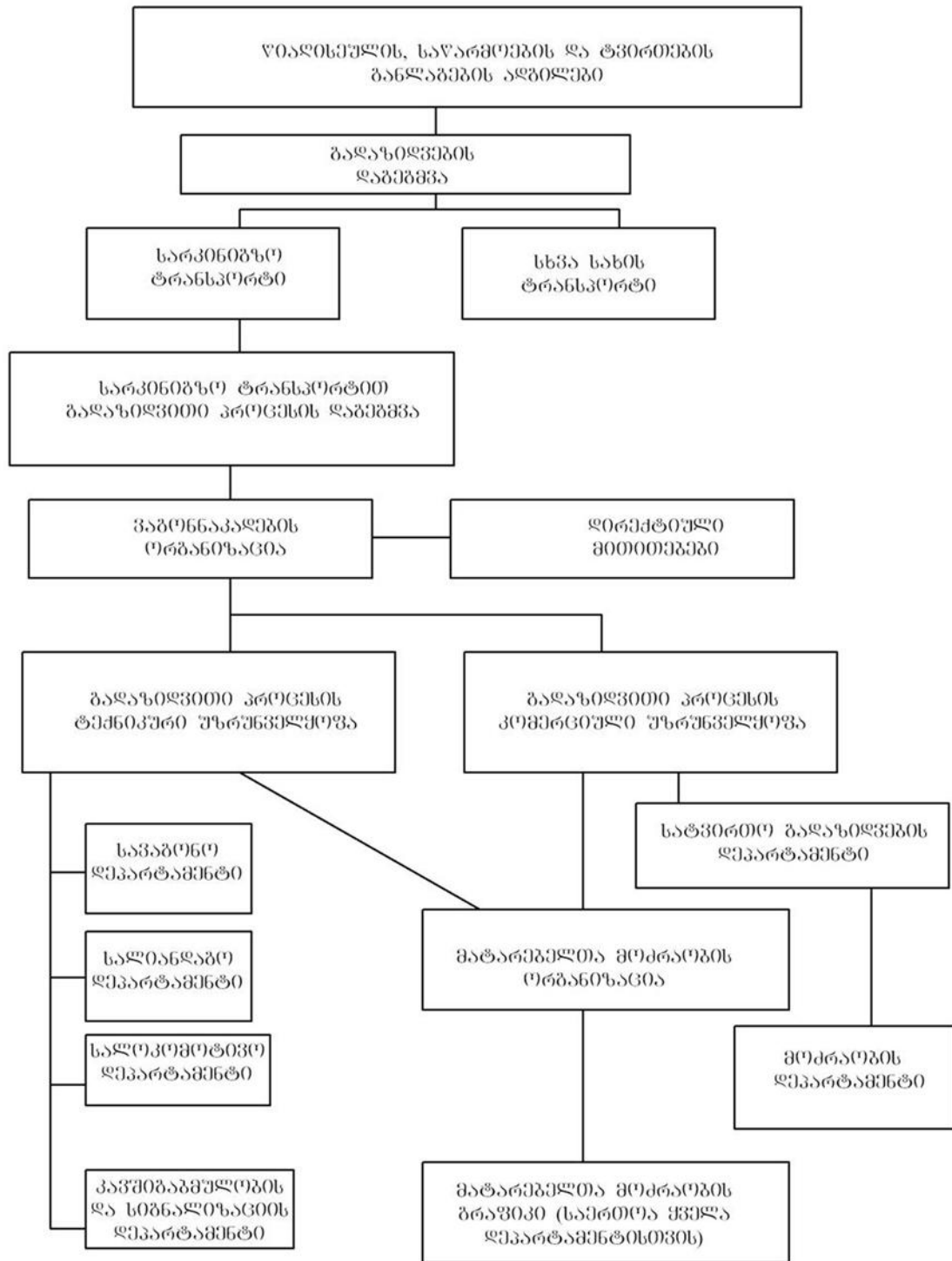
მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების, ტვირთების დროულად დანაკარგების და დაზიანების გარეშე ტრანსპორტირების საკითხების წარმატებით გადაჭრა დამოკიდებული არის სავაგონო მეურნეობის გამართულ მუშაობაზე. სავაგონო მეურნეობის სტრუქტურა (ნახ. 1), მისი ადგილი სატრანსპორტო სისტემაში (ნახ. 2) და მუშაობის ორგანიზაცია კარგად აქვთ განხილული თავიანთ შრომებში პროფესორებს ი. როინიშვილს და პ. უსტიჩს [4, 5].



ნახ. 1. სავაგონო მეურნეობის სტრუქტურა

სავაგონო მეურნეობის სტრუქტურა მოიცავს სავაგონო დეპოებს, ვაგონების ტექნიკურ მომსახურების პუნქტებს, ვაგონების დასატვირთად მომზადების პუნქტებს, ვაგონ-ცისტერნების ჩასასხმელად მოსამზადებელ განყოფილებებს და სხვა.

თანამედროვე სატვირთო სავაგონო პარკი შედგება მრავალი ტიპის და კონსტრუქციის ვაგონებისაგან, როგორებიცაა: უნივერსალური და სპეციალიზებული დახურული ვაგონები; ნახევარ ვაგონები; ბაქნები; მარცვლეულის გადასაზიდი ვაგონები; ცისტერნები; კონტეინერების გადასაზიდი ვაგონები; ტრანსპორტიორები და სხვა.



ნახ. 2. სავაგონო დეპარტამენტის ადგილი სატრანსპორტო სისტემაში



ვაგონების დანიშნულება, კონსტრუქციული თავისებურებანი, მათი დეტალების და კვანძების ანგარიში კარგად აქვთ დამუშავებული პროფესორებს ი. როინიშვილს, ვ. ლუკინს, ვ. კოტურანოვს. სხვადასხვა ტიპის სატვირთო ვაგონების ტექნიკური მონაცემები წარმოდგენილია სავაგონო დეპარტამენტის ალბომ ცნობარში [6, 7, 8, 9].

ვაგონ-ცისტერნებით გადაიზიდება 800 დასახელებაზე მეტი ქიმიური ტვირთები. მათი ფიზიკო-ქიმიური, ხანძარსაშიში, კოროზიული და ტოქსიკური მახასიათებლები უარყოფით გავლენას ახდენენ ვაგონ-ცისტერნის კონსტრუქციაზე. როგორც დაკვირვებებიდან ჩანს, რაც თავის მხრივ იწვევს ტვირთების ხარისხის გაუარესებას და მოძრავი შემადგენლობის დაზიანებას. ექსპლუატაციის პირობებში ცისტერნების ქვედა ჩამოსასხამი მექანიზმებიდან ადგილი აქვს სითხეების გაჟონვას, წარმოიშვება ავარიული სიტუაციები და საფრთხე ექმნება გარემოს ეკოლოგიას.

ნავთობპროდუქტებზე მოთხოვნის და თხევადი ქიმიური პროდუქტების წარმოების ზრდამ დღის წესრიგში დააყენა ჩამოსასხმელი ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ორგანიზაციის საკითხები [10].

ჩასასხმელი ტვირთების გაზრდილი გადაზიდვების მოცულობის შესრულების ერთ-ერთ რეზერვს წარმოადგენს ვაგონცისტერნების პარკის რაციონალური გამოყენება მათი ტექნიკური მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესებით და ვაგონცისტერნების ბრუნვის დაჩქარებით. ამ ამოცანების გადაჭრაში დიდ როლს თამაშობს ვაგონ-ცისტერნების ხარისხიანი შეკეთება და მომზადება ჩასასხმელად.

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, საკუთრების პირობების შეცვლამ დღის წესრიგში დააყენა სატრანსპორტო ქვესისტემის დამოუკიდებელი ფუნქციონირების საკითხი. ბაზარზე ადგილის შენარჩუნებისთვის სატრანსპორტო კომპანიებმა კარდინალურად უნდა

შეცვალონ მომხმარებლებისთვის შეთავაზებული სატრანსპორტო მომსახურების სტრატეგია, აამაღლოს მათი ხარისხი და შეამციროს გადაზიდვების თვითღირებულება. კონკურენციის პირობებში უზრუნველყოს გადაზიდვით პროცესების მოქნილობა და საიმედოობა.

სატრანსპორტო ბაზარმა, რომ შეძლოს ამ ფუნდამენტალური მოთხოვნების დაკმაყოფილება, აუცილებელია მაქსიმალურად გამოიყენოს მოძრავი შემადგენლობის ინდივიდუალური რესურსი [11].

მოძრავი შემადგენლობის ინდივიდუალური რესურსები წარმოადგენს ტექნიკურ-ეკონომიკური მახასიათებლების ერთობლიობას როგორებიცაა: ვაგონის ტიპი; ტვირთამწეობა; გაბარიტული ზომები; სასარგებლო, ხვედრითი და ფარდობითი მოცულობა; იატაკის ფართობი; გადასაზიდი ტვირთების ნომენკლატურა; კონსტრუქციული სიჩქარე; ღერძთა რაოდენობა; ექსპლუატაციის ნორმატიული საექსპლუატაციო ვადა.

## 1.2. ვაგონ-ცისტერნების მშენებლობის განვითარების ისტორია

საქართველოში 1872 წელს ფოთი-თბილისის სარკინიგზო ხაზის ექსპლუატაციაში გასვლის დროს გამოყენებული იყო ინგლისში, გერმანიაში, ბელგიაში და საფრანგეთში აშენებული სამგზავრო და სატვირთო ვაგონები [12, 13].

მე-19-ე საუკუნის 70-იან წლებში რუსეთში დაიწყო ორღერძიანი ვაგონცისტერნების მშენებლობა. ცისტერნების ქვაბი დამზადებული იყო ფურცლოვანი ფოლადისაგან მოქლონური შეერთებით. ვაგონის ჩარჩო მუხის ხის მასალისაგან, ქვაბის ცილინდრული ნაწილის მოცულობა შეადგენდა 8-10 მ<sup>3</sup>, ტვირთამწეობა 8-11 ტ, ტარა 5,0-6,25 ტ [14].

ცისტერნების კონსტრუქციების თავისებურებებზე, მშენებლობის და ექსპლუატაციის საკითხებზე ფუნდამენტალური შრომები აქვთ მიძღვნილი მეცნიერებს ა. კრივოს, ლ. შადურს, მ. სოკოლოვს, ა. ტრეტიაკოვს, ი. მორჩილაძეს, აღსანიშნავია ქართველი მეცნიერის ი. როინიშვილის ნაშრომი. ვაგონების მშენებლობაზე და რემონტზე აღსანიშნავია ვ. გერასიმოვის წიგნი. ვაგონების საიმედოობა კარგად აქვთ განხილული თავიანთ ნაშრომებში მეცნიერებს პ. უსტიჩს და კ. ვოინოვს. აღსანიშნავია მეცნიერ ი. ჩერკაშინის ნაშრომი ცისტერნების უსაფრთხო მოძრაობაზე მის ქვაბში ტვირთის რაოდენობის გათვალისწინებით [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

ვაგონების მშენებლობა როგორც საქართველოში, ასევე რკინიგზის ცენტრალურ საბჭოში შემავალ ქვეყნებში ხორციელდება მიღებულ ნორმების შესაბამისად [23].

### **1.3. ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები**

საერთო დანიშნულების ოთხღერძიანი ცისტერნები რამდენიმე მოდელისაა, ისინი ძირითადად ერთნაირი კონსტრუქციისაა, განსხვავდებიან ტვირთამწეობით, ქვაბის მოცულობით, ტარის მასის და ზოგიერთი კონსტრუქციული თავისებურებით [24].

თანამედროვე კონსტრუქციის ოთხღერძიანი ცისტერნა 68-72 ტ ტვირთამწეობით, რომლის ქვაბის საერთო მოცულობა 73,1 მ<sup>3</sup>, სასარგებლო მოცულობა - 71.7 მ<sup>3</sup>, ქვაბის შიდა დიამეტრი - 3000 მმ, კედლების სისქე საჯავშნო ფურცლის - 11 მმ, გვერდებისა და ზედა ფურცლების - 9 მმ, ფსკერის - 10 მმ, ყველა ფურცელი და ფსკერი ერთმანეთთან შეერთებულია პირდაპირი შედუღებით. ცისტერნის მასა შეადგენს 23,3 ტ. ვაგონი აშენებულია 02- გაბარიტით. ცისტერნის ჩარჩოს კონსტრუქცია სხვა ტიპის ვაგონებთან შედარებით

განსხავებულია. ამ კონსტრუქციის ძირითადი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ ჩარჩოს გრძივი ძელები ვერტიკალურ დატვირთვაში მონაწილეობას თითქმის არ ღებულობს, რადგან ქვაბის სიხისტე ჩარჩოს სიხისტეს აღემატება. ქვაბიდან ვერტიკალური დატვირთვა საყრდენების საშუალებით გადაეცემა სატაბიკე ძელებს, სატაბიკე ძელი კი დატვირთვას გადაცემს ურიკას ხერხემლის ძელის შუა ადგილას, სადაც ჩარჩოზე ქვაბია დამაგრებული, ვერტიკალური არ გადაეცემა ჩარჩო შედგება მძლავრი ხერხემლის ძელის, ორი სატაბიკე, ორი ბოლოს განივი და გვერდი ორი ძელისაგან. გვერდის და ბოლოს ძელები შემსუბუქებული კონსტრუქციისაა, რადგან ისინი არ წარმოადგენენ ტვირთშიდ ელემენტებს. გვერდის ძელები დაყენებულია ჩარჩოს კონსოლურ ნაწილზე.

დაპროექტებულია და შენდება 02- გაბარიტით ბენზინის გადასაზიდი ცისტერნები, 1.4 მ<sup>3</sup> ტ ხვედრითი მოცულობით. ტვირთამწეობაა 72 ტ, ტარა - 25,4 ტ, ღერძზე დატვირთვა - 23 ტ, გრძივ მეტრზე დატვირთვა - 7,4 ტ/მ.

ზემოაღნიშნულ დიდი მოცულობის ცისტერნებს გაცილებით მეტი ტექნიკურ-ეკონომიკური უპირატესობა აქვთ, ვიდრე ძველი ტიპის ცისტერნებს, რომელთა მოცულობა 25,50 და 60 მ<sup>3</sup>-ია.

გარკვეული რაოდენობა ოთხღერძიანი ვაგონცისტერნებისა შენდება გადასასვლელი ბაქნებით მომსახურე პერსონალისთვის.

ბენზინის და სხვა სახის ღია ფერის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ოთხღერძიანი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია (ცხრილში 1).

მაღალი სიბლანტის ნავთობის პროდუქტების (როგორცაა მაზუთი, საზეთი ზეთები და სხვა) გადასაზიდად უკეთესია გამოყენებულ იქნეს სპეციალური ცისტერნები შემათბობელი მოწყობილობით, რადგან საერთო დანიშნულების ცისტერნებიდან

მაღალი სიბლანტის პროდუქტების ჩამოცლას დიდი დრო სჭირდება.

ცხრილი 1.

პარამეტრების დასახელება	ვაგონების მოდელი					
	15- 863	15-869	15-1427	15-1428	15-1443	15-1517
დანიშნულება (ტვირთის სახე)	ბენზინი, ნავთი	ბენზინი, ღია ფერის ნავთობპოდუქტები	ბენზინი	ბენზინი, ღია ფერის ნავთობპოდუქტები	ბენზინი, ღია ფერის ნავთობპოდუქტები	ბენზინი
ვაგონის ტიპი	712 (725)	732	731	730	730	747
ტვირთამწეობა (ტ)	60	62	60	60	60	68/60
ვაგონის ტარა (ტ)	23,1	25,3	23,4	24,7	23,2	24,8
ღერძზე დატვირთვა (ტ)	20,8	22,0	20,9	21,2	20,8	23,2
გაბარიტი	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	1-BM
ქვების მოცულობა (მ <sup>3</sup> )	61,2	68,6	73,1	71,7	71,7	83,9
ქვების შიგა დიამეტრი (მმ)	2800	3000	3000	3000	3000	3200
ქვების გარეთა სიგრძე (მმ)	10300	12950	10770	10770	10770	11194
ქვების ხვედრითი მოცულობა (მ <sup>3</sup> /ტ)	1,0	1,4	1,195	1,195	1,195	1,4
ჩამოსასხმელი მექანიზმის არსებობა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა

მაღალი სიბლანტის ტვირთების გადასაზიდ ცისტერნებში ჩვეულებრივ, ოთხღერძიან ცისტერნას ქვედა ნაწილზე შემოკრული აქვს ფურცლოვანი ფოლადის პერანგი ამ ფურცელსა

და ქვაბის კედელს შორის შექმნილია სივრცე ორთქლის გასაშვებად ქვაბის კედლები და გარემის ფურცელი მიდუღების საშუალებით დაკავშირებულია კუთხურებით. ცისტერნის ქვაბის კედლების შეთბობის ფართობია 40 მ<sup>2</sup>, ტვირთამწეობა - 63,5 ტ ვაგონის ტარა 24,2 ტ. ტვირთის გასაცხელებლადპერანგში ორთქლი მიეწოდება ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს გარსაცმიდან მილყელის საშუალებით, ხოლო ორთქლის ან კონდენსატის გამოსვა პერანგიდან ხდება ქვაბის ბოლოებზე დატანებული მილებით. ამ ცისტერნის ჩამოსასხმელ ხელსაწყოს სარქველს რეზინის შემამჭიდროებელი რგოლის მაგიერ უკეთდება სპილენძის რგოლი, რაც განპირობებულია მაღალი ტემპერატურის მქონე ტვირთის ჩასხმით ქვაბში და მისი დიდი სიბლანტით.

ასეთი ცისტერნის უპირატესობა მდგომარეობს შემდეგში: ქვაბის დაცლის დრო საკმაოდ მცირდება; ტვირთში წყლის შერევა არ ხდება, რასაც ადგილი ქონდა ქვაბში მილებით ორთქლის უშუალოდ შეყვანის დროს. ორთქლია ხარჯი მცირდება. უარყოფით მხარეს შეიძლება მიეწეროს ტარის გაზრდა (ერთი ტონით), ორთქლის პერანგის მოწყობილობით და გამოიყენება მხოლოდ მაღალი სიბლანტის ტვირთის ჩამოსხმისას.

გუდრონის გადასაზიდად იყენებდნენ ცისტერნებს, რომელსაც გარედან გაკეთებული ქონდა საკმაოდ სქელი თბოიზოლაცია და ქვაბში მოწყობილი იყო ორთქლსადენი მილები გუდრონის გასადნობად. ასეთ ცისტერნებს მრავალი უარყოფითი მხარე გააჩნდათ, ამიტომ გუდრონის გადასაზიდად გამოყენებულია ბუნკერებიანი ნახევარვაგონები.

ბუნკერებიანი ნახევარვაგონი წარმოადგენს ჩვეულებრივ ოთხღერძიან ბაქანს, რომელზედაც მოთავსებულია ოთხი 10.5 მ<sup>3</sup> მოცულობის ლითონის ბუნკერი, ან სამი 15 მ<sup>3</sup> მოცულობის ბუნკერი. ბუნკერები დამზადებულია ფურცლოვანი ფოლადისაგან

ორმაგი კედლით. კედლებს შორის დატოვებული სივრცე გათვალისწინებულია ორთქლის შესაშვებად და გუდრონის ზედაპირის გასაღობად, რაც აუცილებელია ვაგონის განსატვირთად. სავსე ბუნკერის სიმძიმის ცენტრი მისი ფორმის გამო საყრდენი წერტილების ზევით მდებარეობს რაც მის გადაბრუნებას აადვილებს, ბუნკერის დამჭერი კავებისაგან გათავისუფლების შემდეგ მცირე ძალის დაწოლაც საკმარისია გადასაბრუნებლად.

განტვირთვის შემდეგ ბუნკერი თავისით უბრუნდება პირვანდელ მდგომარეობას, რადგანაც ცარიელი ბუნკერის სიმძიმის ცენტრი მდებარეობს საყრდენ საგორავებს ქვემოთ, რომლის გარშემოც იგი ბრუნავს. ბუნკერის დადებითი მხარეა მისი სწრაფი განტვირთვა, ხოლო უარყოფითი - ტარის დიდი კოეფიციენტი (0,8) და ბუნკერებს არ აქვს სახურავი, რაც ექსპლუატაციის პირობებში საკმაოდ მოსახერხებელია, ტვირთის ჩასხმის შემდეგ საჭიროა ტვირთის გაცივება, რომ ის გამყარდეს და არ გადმოიქცეს მოძრაობის პროცესში.

რძის გადასაზიდი ცისტერნის ქვაბი მზადდება დაუჟანგავი ფოლადის, ალუმინის შენადნობის ან ნახშირბადიანი ფოლადისაგან. ამ უკანასკნელის შემთხვევაში ქვაბის შიდა ზედაპირი მინანქრით ან სხვა საიზოლაციო მასალით იფარება, რომელიც უზრუნველყოფს რძის ხარისხის შენარჩუნებას. რძის გადასაზიდი ცისტერნის ქვაბი დამზადებულია მარკის ( 4784-74) ალუმინის შენადნობისგან ქვაბი შედგება სამი სექციისაგან რაც შესაძლებლობას იძლევა ცისტერნა რძით გავავსოთ სამ სხვადასხვა პუნქტზე ან ჩავასხათ სხვადასხვა ხარისხის რძე. თითოეული სექცია გაწყობილია ყელის სახურავით რეზინის შემამჭიდროვებლი რგოლით, რძის ჩასასხმელი მილით ქვაბიდან ჰაერის გამომშვები ონკანით, რძის დონის მაჩვენებლით, ჩამოსასხმელი მოწყობილობა მილებით, რომლებიც ცისტერნის ორივე მხარეზე გამოდის და დახშულია სახურავებით.

ქვაბს გარედან გაკეთებული აქვს 300 მმ სისქის მინის ბოჭკოების თბოიზოლაცია, შემოფუთულია მინის ქსოვილით და გადაკრული აქვს ფოლადის ფურცლების გარსაცმი, გარსაცმი იღებება სპილოს ძვლისფრად, ხოლო ქვედა და ნაწილი - მუქ ლურჯად; ქვაბის ორივე მხარეზე წარწერილია “ ”. ცისტერნის ტვირთამწეობაა 31,2 ტ, ტარა - 23,3 ქვაბის მოცულობა-30,2 მ<sup>3</sup>.

ფოლადისაგან დამზადებულ რძის გადასაზიდ ცისტერნის ტვირთამწეობაა - 26ტ, ტარა - 25,2ტ.

სპირტის გადასაზიდი ცისტერნები ჩვეულებრივი ცისტერნებისგან განსხვავდებიან იმით, რომ გაფართოებისა და აორთქლების შედეგად გაზრდილი მოცულობის ტვირთთან მოსათავსებლად მეტი მოცულობა სჭირდებათ. წინათ გამოყენებული იყო ოთხღერძიანი ცისტერნები დიდი მოცულობის ერთი ხუფით, შემდეგ აშენდა ოთხღერძიანი ცისტერნები ორი ხუფით, 50 ტ ტვირთამწეობით და 61,2 მ<sup>3</sup> ქვაბის მოცულობით.

ამჟამად სპირტის გადასაზიდი ცისტერნები შედგება მეტი ხვედრითი მოცულობით (1,21მ<sup>3</sup>/ტ). დიდი მოცულობის ხუფის მაგიერ სპირტის გაფართოებისათვის ცილინდრულ ნაწილს მთლიანად არ ავსებენ.

ღვინის პროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების (კონიაკის, სპირტის და სხვადასხვა ხარისხის ღვინის) ქვაბი დამზადებულია ფოლადის ორი ფენისგან 3 2+12X18 10 . გარე ფენა არის ნახშირბადიანი, შიგნით კი დაუჟანგავი ფოლადისგან. ქვაბში ჩასხმა ხდება ზევიდან, ხუფის ყელიდან, ჩამოსხმა - ქვედა ხელსაწყოს საშუალებით, რომლის დაკეტვა-გახსნა წარმოებს ხუფში მოთავსებული სარჭით. ქვაბს გარედან გაკეთებული აქვს 250 მმ სისქის ბოჭკოვანი მინის იზოლაცია და გადაკრულია ფურცლოვანი გარსაცმით. ქვაბის მოცულობაა 54,7 მ<sup>3</sup> ტვირთამწეობა - 57,3 ტ, ტარა - 27 ტ. ღვინის გადასაზიდად იყენებენ აგრეთვე,



ნახშირბადიანი ფოლადისქვაბიან ცისტერნებს, რომელსაც შიგნიდან კედლები დაფარული აქვს -04 გრენტით და ზემოდან გადასმული აქვს ლაქი. ამ ქვაბების იზოლაციის სისქე 100 მმ-ია ქვაბის მოცულობა - 61,2 მ<sup>3</sup> ტვირთამწეობა - 57,5 ტ, ტარა - 26,4 ტ.

ბადაგის გადასაზიდ ცისტერნის ქვაბს გარედან, ბოლო საყრდენებს შორის გაკეთებული აქვს შემთბობი პერანგი ქვაბის მოცულობაა 46 მ<sup>2</sup>-ია, ტვირთამწეობა - 62 ტ, ტარა - 22,3 ტ.

სულფანოლის პასტის გადასაზიდ ცისტერნის ქვაბის გარედან გაკეთებული აქვს 100 მმ სისქის იზოლაცია შიგნით კლაკნილა მილებით, რომლის მეშვეობით ტვირთი ცხელდება. კლაკნილა მილები დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისაგან. რომლებიც განლაგებულია ქვაბის ქვედა ნაწილში. მათში შემშვებული ორთქლი ტვირთს აცხელებს, ათხევადებს და ამით აადვილებს მის ჩამოსხმას ჩამოსასხმელი ხელსაწყოდან ცისტერნის ტვირთამწეობაა 53,7 ტ, ტარა - 27,2, ქვაბის მოცულობა - 61 მ<sup>3</sup>.

მჟავებისა და სხვა ქიმიური ნივთიერებათა გადასაზიდი ცისტერნები უნდა აკმაყოფილებდეს არა მარტო ტვირთის ხარისხიან შენახვას, არამედ, ქვაბის კედლებიც დაცული უნდა იყოს ამ ნივთიერებათა გავლენისაგან, ამისათვის ასეთი ცისტერნების ქვაბის კედლები შიგნიდან დაფარულია საიზოლაციო მასალით (ნიკელით, ტყვიით, რეზინითა და სხვა) ან ქვაბი დამზადებულია ალუმინის სპეციალური შენადნობის, ან უჟანგავი ფოლადისაგან. გარდა ამისა ზოგიერთი ქიმიური ნივთიერება გაყინვისაგან დასაცავად მოითხოვება გარედან თბოიზოლაციას.

მჟავების გადასაზიდი ცისტერნების ქვაბის მოცულობის შერჩევა დამოკიდებულია გადასაზიდი ნივთიერების ხვედრით წონაზე. ჩვეულებრივად, მჟავების გადასაზიდი ცისტერნის ქვაბის მოცულობა ნაკლებია ნავთობის ქვაბის მოცულობაზე, რადგან მჟავების მეტი სიმკვრივისაა. მეტი სიფრთხილეა საჭირო ქიმიური

პროდუქციის ჩასხმა-ჩამოსხმის დროს. რათა გაშხეფილი წინწკლები არ მოხვდეს ვაგონის ნაწილებს და არ გამოიწვიოს დაზიანება. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვას. რათა მომუშავეები არ დაშავდნენ. მყავების გადაზიდვისას დაუდევრობის შედეგად შეიძლება მოხდეს აფეთქება. მომუშავეთა კანის დაწვა-დაზიანება და ვაგონის ნაწილების მძლავრი კოროზია. ქიმიური პროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების ექსპლუატაციის დროს მოვლა-შენახვა და უსაფრთხოების ტექნიკის დაცვა განსაზღვრულია სპეციალური წესებით. გარდა ამისა, ასეთი ცისტერნის ქვაბები იღებება განსაკუთრებული წესით, ქვაბის ცილინდრული ნაწილის ორივე მხარეზე, შუაში გავლებულია 0,5 მ სიგანის ზოლი, ძირებზე კი გაკეთებული აქვს  $1 \times 1 \text{ m}^2$  ფირფიტა და ეწერება, თუ რისთვის არის განკუთვნილი ეს ცისტერნა და რა სიფრთხილეა საჭირო.

გოგირდმყავას გადასაზიდ ცისტერნას აქვს ფოლადის ქვაბი, ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მილი, სინჯის ასაღები საცობიანი მილყელი მანომეტრის და დამცველ-შემშვები სარქველის დასაყენებელი მილყელი ტვირთის მთლიანი ჩამოცლისათვის. ქვაბის ქვედა ფურცელს მიცემული აქვს დაქანება შუა ნაწილისაკენ, სადაც ჩამოსასხმელი მილია დაყენებული ადრე გამოშვებულ ცისტერნებში კი ქვაბი იყო დაყენებული დაქანებით, რომელსაც მაღალ მხარეზე ჰქონდა ხუფი, ხოლო მეორე, დაბალ ბოლოში ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობა.

ვინაიდან გოგირდმყავას მაღალი სიმკვრივე აქვს, ამისთვის მისი ქვაბი ნაკლები მოცულობისაა. 60 ტ ტვირთამწეობის ცისტერნის ქვაბის მოცულობა 32 მ<sup>3</sup>-ია, ქვაბის შიდა დიამეტრი - 2 მ, ტარა - 20,9 ტ.

კონცენტრირებული გოგირდმყავას გადასაზიდ ცისტერნების ქვაბს ამზადებენ ორი ფენა ფოლადისაგან. 20 +10 17 13 2 . შიდა ფენა 2-3 მმ სისქით დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისაგან,

ხოლო გარე ფენა 6-7 მმ სისქის ნახშირბადიანი ფოლადისაგან (20 ). ასეთი კონსტრუქცია დიდ ეკონომიას იძლევა, რადგან ძვირად ღირებული უჟანგავი ფოლადის ხარჯი ნაკლებია. ამ ცისტერნის ტვირთამწეობაა 63 ტ. ტარა-20,2 ტ. მოცულობა-34,2 მ<sup>3</sup>. ასეთი ცისტერნებით გადაიზიდება აგრეთვე ძმარმჟავა.

ოლეუმის გადასაზიდი ცისტერნა გოგირდმჟავას ცისტერნისგან განსხვავდება გარე იზოლაციით, რომელსაც გარედან უკეთდება შემათბობელი პერანგი. როგორც ეს განხილული იყო მაღალი სიბლანტის ტვირთებისთვის.

მარილმჟავას გადასაზიდი ცისტერნის ქვაბი დამზადებულია ნახშირბადიანი ფოლადისაგან. შიგნიდან და გარედან ხუფის ზონაში დაფარულია რეზინის ფენით (ცხელ მდგომარეობაში).

ფენოლის გადასაზიდი ცისტერნის ქვაბი დამზადებულია ფოლადისაგან შიდა ზედაპირი დატარულია შუშით, გარედან ქვაბს შემოკრული აქვს შემთბობი პერანგი. ცისტერნა გაწყობილია უნივერსალური ჩამოსასხმელი ხელსაწყოთი.

სპეციალური დანიშნულების ვაგონცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილებში 2, 3, 4.

**ბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები**

**ცხრილი 2.**

პარამეტრების დასახელება	ვაგონების მოდელი					
	15-897	15-1566	15-402	15-1525	15-15608	15-838
დანიშნულება (ტვირთის სახე)	ბლანტი ნავთობპროდუქტები	ბლანტი ნავთობპროდუქტები	ოლეუმი	ყვითელი ფოსფორი	ძმარმჟავა	ფენოლი
ვაგონის ტიპი	704	704				
ტვირთამწეობა (ტ)	60	62	60	60	60	68/60
ვაგონის ტარა (ტ)	23,1	25,3	23,4	24,7	23,2	24,8

ცხრილი 2-ის გაგრძელება

ღერძზე დატვირთვა (ტ)	20,8	22,0	20,9	21,2	20,8	23,2
გაბარიტი	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	1-BM
ქვების მოცულობა (მ <sup>3</sup> )	61,2	68,6	73,1	71,7	71,7	83,9
ქვების შიგა დიამეტრი (მმ)	2800	3000	3000	3000	3000	3200
ქვების გარეთა სიგრძე (მმ)	10300	12950	10770	10770	10770	11194
ქვების ხვედრითი მოცულობა (მ <sup>3</sup> /ტ)	1,0	1,4	1,195	1,195	1,195	1,4
ჩამოსასხმელი მექანიზმის არსებობა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა

საკვები პროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები ცხრილი 3.

პარამეტრების დასახელება	ვაგონების მოდელი			
	15-1413			
დანიშნულება (ტვირთის სახე)	პატაკა	რძის	სპირტის	ღვინის
ვაგონის ტიპი	778	771	773	775
ტვირთამწეობა (ტ)	60	62	60	60
ვაგონის ტარა (ტ)	23,1	25,3	23,4	24,7
ღერძზე დატვირთვა (ტ)	20,8	22,0	20,9	21,2
გაბარიტი	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM
ქვების მოცულობა (მ <sup>3</sup> )	61,2	68,6	73,1	71,7

ცხრილი 3-ის გაგრძელება

ქვების შიგა დიამეტრი (მმ)	2800	3000	3000	3000
ქვების გარეთა სიგრძე (მმ)	10300	12950	10770	10770
ქვების ხვედრითი მოცულობა (მ <sup>3</sup> /ტ)	1,0	1,4	1,195	1,195
ჩამოსასხმელი მექანიზმის არსებობა	არ გააჩნია	არ გააჩნია	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა

მქავეების გადასაზიდი ცისტერნების ტექნიკური მახასიათებლები

ცხრილი 4.

პარამეტრების დასახელება	ვაგონების მოდელი					
	15-1487	15-1554	15-1601	15-1407	15-1556	15-1597
დანიშნულება (ტვირთის სახე)	სუსტი აზოტმქავა	მარილმქავა	გაუმჯობესებული გოგირდმქავას	პროპანის	ქლორის	ამიაკის
ვაგონის ტიპი						
ტვირთამწეობა (ტ)	60	62	60	60	60	68/60
ვაგონის ტარა (ტ)	23,1	25,3	23,4	24,7	23,2	24,8
ღერძზე დატვირთვა (ტ)	20,8	22,0	20,9	21,2	20,8	23,2
გაბარიტი	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	1-BM
ქვების მოცულობა (მ <sup>3</sup> )	61,2	68,6	73,1	71,7	71,7	83,9
ქვების შიგა დიამეტრი (მმ)	2800	3000	3000	3000	3000	3200
ქვების გარეთა სიგრძე (მმ)	10300	12950	10770	10770	10770	11194

ქვების ხვედრითი მოცულობა (მ <sup>3</sup> /ტ)	1,0	1,4	1,195	1,195	1,195	1,4
ჩამოსასხმელი მექანიზმის არსებობა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	ორსაფეხურიანი დაცვა	არ გააჩნია	არ გააჩნია	არ გააჩნია

#### 1.4. ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირების პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, ხანძარსაწინააღმდეგო და ეკოლოგიური მოთხოვნების პირობები

გადაზიდვითი პროცესების ავტომატური მართვის სრულყოფის ერთ-ერთ კომპონენტს შეადგენს სატვირთო ვაგონების დანომვრის სისტემა. ვაგონების ნომერი შეიცავს ინფორმაციას მისი ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლების შესახებ, როგორებიცაა ვაგონის ტიპი, ღერძთა რაოდენობა, ტვირთამწეობა, გადასაზიდი ტვირთის სახეობა და სხვა. სატვირთო ვაგონების ნომერი 8 ციფრია. ცისტერნებისთვის პირველი ციფრია არის 7 (გარდა ცემენტის გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნისა, რომლის პირველი ციფრი არის 9). ვაგონ-ცისტერნების მეორე ციფრი 0, 1 აღნიშნავს, რომ ცისტერნ განკუთვნილია ბიტუმისა და მაზუტის გადასაზიდად. 2, 3, 4, 5 ღია ფერის არაბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი. 6 ქიმიური ტვირთები. 7 – საკვები პროდუქტები. მესამე ციფრი განსაზღვრავს ვიწრო სპეციალიზაციას. მეოთხე-მეშვიდე ციფრები ვაგონის რიგით ნომრებს. მე-8 ციფრი წარმოადგენს საკონტროლო ნიშანს.

ექსპლუატაციის პროცესში კლიმატური პირობების, მატარებელთა მოძრაობის სიჩქარეების, ვაგონების სავალი ნაწილების, მუხრუჭების, დამრტყმელ-საწევი მოწყობილობის და ლიანდაგის უწყესივრობებით გამოწვეული დინამიური რხევებით ადგილი აქვს ცისტერნის ქვაბში დასაშვებზე მეტი წნევების წარმოქმნას. ვაგონ-ცისტერნების დაცლის შემდეგ ჩასატვირთი სარქველების აჩქარებული დახურვა (გაზრდილი ტვირთნაკადის დროს) ქვაბში ჰაერის გაიშვიათება იწვევს ჩამოსასხმელი მექანიზმის და ჩასატვირთი სარქველების შემამჭიდროებელი რეზინის სადებების მწყობრიდან გამოსვლას, რის შედეგადაც ხდება ნავთობის გაჟონვა აღნიშნული მექანიზმებიდან, რაც თავის მხრივ ზრდის ხანძარსაწინააღმდეგო და ეკოლოგიური პირობების გაუარესებას.

ამ მოთხოვნების გათვალისწინებით და ადრე შესრულებული სამეცნიერო ნაშრომების ანალიზის საფუძველზე ცისტერნების ჩამოსასხმელი მექანიზმის და დამცველ-შემშვები სარქველის ტექნიკური მდგომარეობის ურთიერთკავშირის შესწავლა გადასაზიდი საშიში ტვირთების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის, მოძრავი შემადგენლობების მწყობრიდან გამოსვლის და ეკოლოგიური უსაფრთხოების გაუმჯობესების საკითხებში და მათი სრულყოფის პირობების დამუშავება. დადგენილია, რომ გარემოს და ცისტერნის ქვაბში არსებული ჰაერის ტემპერატურის განსხვავებების დროს ადგილი აქვს ქვაბში ჰაერის დაჩქარებულ კონდიციონირებას. ქვაბში ჰაერის დაჩქარებული კონდიციონირების პირობებში შემშვები სარქველი ვერ უზრუნველყოფს ქვაბში საჭირო რაოდენობის ჰაერის შეშვებას, ადგილი აქვს ქვაბში ნორმით გათვალისწინებულზე მეტი ვაკუუმის წარმოქმნას რაც თავის მხრივ უარყოფითად მოქმედებს ჩამოსასხმელი მექანიზმის გამართულ ფუნქციონირებაზე, რის შედეგადაც შესაძლებელია ნავთობპროდუქტების გაჟონვა და ცისტერნის ქვაბის დეფორმაცია.

ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური

საშიშროების დაცვის პირობების უზრუნველყოფის საქმეში დიდი როლი ენიჭება ვაგონ-ცისტერნების არმატურის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში უზრუნველყოფას და მათ სწორ ექსპლუატაციას. არმატურის ერთ-ერთ საპასუხისმგებლო კვანძს წარმოადგენს დამცავ-შემშვები სარქველი. დამცავ-შემშვები სარქველების დანიშნულობაა უზრუნველყოს ვაგონ-ცისტერნის ქვაბში ტექნიკური პირობებით (ნორმებით) გათვალისწინებული წნევა და ვაკუუმი.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების შესწავლა, სარქველების სუსტი ადგილების დადგენა, სისტემატიზაცია, გაუმართაობათა კვლევა, გამტარუნარიანობის ანგარიში და მიღებული ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე დამცავ-შემშვები სარქველების მოდერნიზაცია-სრულყოფა მატარებელთა მოძრაობის, ეკოლოგიური და სახანძრო უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით.

თანამედროვე ვაგონ-ცისტერნების დაპროექტების და მშენებლობის დროს ვაგონები უნდა იყვნენ აღჭურვილნი სპეციალური არმატურით, რომლებმაც უნდა უზრუნველყონ:

- ძირითადი ჩამკეტის მთლიანი ჰერმეტიულობა;
- ძირითადი ჩამკეტის უწყისივრობის დროს დამატებითმა სარქველმა არ დაუშვას ტვირთის დაქცევა (წვეთა);
- ჩამკეტის მჭიდროდ დახურვა მის ზედაპირზე მყარი ნაწილაკების მოხვედრის დროს;
- ჩამკეტის საიმედო ექსპლუატაციის დროს წარმოქმნილი დარტყმებისა და ვიბრაციის დროს;
- გადასაზიდი ტვირთების მიმართ მდგრადობა;
- ცისტერნების გარეცხვის დროს გამრეცხი საშუალებების მიმართ მდგრადობა;
- კონსტრუქციის სიმარტივე;
- კონსტრუქციის დამზადების სიადვილე;



- კონსტრუქციის მინიმალური წონა;
- კონსტრუქციის მომსახურეობის და რემონტის სიადვილე;
- მექანიზმის ჩაკეტვა ჩამოსხმის დროს აუცილებელი საჭიროებისას;
- მექანიზმის ხანგრძლივი ექსპლუატაცია დათვალეირების და რემონტის გარეშე.

ცისტერნების არმატურის მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში

5.

**ცისტერნების არმატურის მახასიათებლები**

**ცხრილი 5**

<b>მახასიათებლის სახე</b>	<b>მოთხოვნები</b>
უსაფრთხოების მოთხოვნები	კონსტრუქციის სიმტკიცე და საიმედოობა
კომერციული მოთხოვნები	ნაკლები თვითღირებულება, დიდი მსახურების ვადა, გადასაზიდი ტვირთების დაცვა, მცირე დრო დაცლა-დატვირთვისთვის, მცირე საექსპლუატაციო ხარჯები
ფუნქციური მოთხოვნები	ტვირთის გამგზავნის - გადამზიდვის - ტვირთის მიმღების მოთხოვნები (სატვირთო გადამზიდვის ინფრასტრუქტურის მოთხოვნები - ლოგისტიკა)
ეკოლოგიური მოთხოვნები	არმატურის მექანიზმის ჰერმეტიკობა ექსპლუატაციის პროცესში
ერგონომიკული მოთხოვნები	ექსპლუატაციის, ტექნიკური მომსახურეობის და რემონტის დროს სამუშაოების ჩატარების სიმარტივე.

**1.5. ახალი თაობის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვეები სარქველები**

სახალხო მეურნეობის ობიექტების საწარმოო უსაფრთხოების მთავარ ამოცანას წარმოადგენს ავარიების რისკის შემცირება. საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების პროცესში ავარიული სიტუაციების წამოქმნის შემთხვევების ალბათობა საკმაოდ მაღალია, რაც აიხსნება წარმოების სპეციფიკაციით, ტენდენციებით და ექსპლუატაციის პირობებით. ავარიული სიტუაციები ხშირად წარმოიქმნება მარეგულირებელი მოწყობილობების დასაშვებზე მეტით გაცვეთისას. სარქველების დეტალების და კვანძების ტექნიკური მდგომარეობის

არასათანადო კონტროლი მოწყობილობების ტექნიკური მდგომარეობის შემოწმების და რემონტის ტექნოლოგიური პროცესებით გათვალისწინებული მოთხოვნების დარღვევების მიზეზით. ხშირ შემთხვევებში ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის წინაპირობები გახდეს ობიექტის არასწორი დაპროექტება, დაბალი ტექნოლოგიური და საწარმოო დისციპლინა, არასრულყოფილი მოთხოვნები სარქველების ტექნიკური მომსახურების საკითხებში ექსპლუატაციის პროცესში. საშიში ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების დროს ავარიების შედეგად ადგილი აქვს დიდ ეკონომიურ და სოციალურ ზარალს.

საშიშ საწარმოო ობიექტებზე ნეგატიური ტენდენციების და ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის თავიდან აცილების ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებად შეიძლება ჩაითვალოს საწარმოო ობიექტების უსაფრთხოების სისტემების სრულყოფა. საწარმოო ობიექტების უსაფრთხოების სისტემის მთავარი შემადგენელი ნაწილი არის აღნიშნული ობიექტების უსაფრთხოების ექსპერტიზის განხორციელება. საშიში ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთ ძირითად პირობას წარმოადგენს ახალი თაობის ვაგონ-ცისტერნების დაპროექტების, მშენებლობის, ახლადამენებული საცდელი ნიმუშის სტაციონალური და სამატარებლო გამოცდების და სერიული მშენებლობის განხორციელების შედეგად უსაფრთხოების ექსპერტიზის მოთხოვნების შესრულება [25].

ვაგონების მშენებლობის, მოდერნიზაციის, გადაკეთების, საექსპლუატაციო ვადების გაგრძელების სამუშაოების ჩატარების დაწყებამდე უნდა ჩატარდეს საპროექტო დოკუმენტაციის ექსპერტული შემოწმება. შემოწმებას ახორციელებს ქვეყნის კანონმდებლობით გათვალისწინებული ორგანო, რომლის დასკვნებში ითვალისწინებენ საშიში ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით უსაფრთხო

გადაზიდვების საერთაშორისო მოთხოვნებს. საექსპერტო შემოწმება აუცილებელია ჩატარდეს მომხდარი ავარიების გამოკვლევების დროს შესაძლო დარღვევების დასადგენად და ახალი ტიპის ვაგონების ექსპლუატაციაში გაშვების წინ ნებართვის (ლიცენზიის) გასაცემად.

ობიექტების საწარმოო უსაფრთხოების საექსპერტო შემოწმების და შესაბამისი საექსპერტო დასკვნების გაფორმების ძირითადი მოთხოვნები დადგენილია საწარმოო უსაფრთხოების წარმოების წესებით [26, 27].

სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების გადაზიდვით პროცესში არსებული ტექნიკური საშუალებების საექსპერტო კონტროლი უნდა აკმაყოფილებდეს საერთაშორისო და რკინიგზების ცენტრალური საბჭოს მიერ მიიღებულ სახელმძღვანელო დოკუმენტს [28].

ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების უსაფრთხო ტრანსპორტირების უზრუნველყოფისთვის სახელმძღვანელო დოკუმენტით განსაზღვრულია ობიექტები, რომელთაც უნდა ჩაუტარდეთ საექსპერტო შემოწმება [29]:

- ვაგონ-ცისტერნების დაპროექტების, რეკონსტრუქციის და მოდერნიზაციის ტექნიკური დოკუმენტაცია;
- სახიფათო საწარმოო ობიექტების ტექნიკური საშუალებები, რომლებიც უშუალოდ მონაწილეობენ საშიში ტვირთების გადაზიდვით პროცესში (მოძრავი შემადგენლობა, კონტეინერები, ტარა და შეფუთვა და სხვ.);
- შენობები და მოწყობილობები (სარკინიგზო მისასვლელი ლიანდაგები, დატვირთვის და ჩამოცლის პუნქტები და სხვ.).

საექსპერტო ორგანიზაცია ექსპერტიზის ჩატარებას იწყებს ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის სრული კომპლექტის მიღების შემდეგ. ექსპერტიზა მიმდინარეობს ორ ეტაპად. პირველ ეტაპზე განიხილება წარმოდგენილი ტექნიკური დოკუმენტაციის სტანდარტებთან, ნორმებთან და უსაფრთხოების წესებთან შესაბამისობა.

მეორე ეტაპზე მოწმდება უსაფრთხოების საკითხები ობიექტზე, რომელიც თავის მხრივ მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

- საშიში ტვირთების ტრანსპორტირებისთვის განკუთვნილი ვაგონ-ცისტერნების მშენებლობის პროცესში საწარმოო კონტროლის ორგანიზაციას უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხებში;
- პერსონალის სწავლებას, ატესტატის და ცოდნის შემოწმებას;
- მოწმდება ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის არსებობა საწარმოში;
- საშიშ ტვირთების გადაზიდვებთან დაკავშირებული ბრძანებების, მითითებების და პერსპექტიული ღონისძიებების შესრულება.

საექსპერტო სამუშაოების მიმდინარეობის პროცესში საბოლოო დასკვნების შესამუშავებლად განიხილავენ რამოდენიმე მოდულს:

- მოდული A: წარმოების შიგა კონტროლი;
- მოდული A1: წარმოების შიგა კონტროლი საბოლოო შეფასებით;
- მოდული B: ექსპერტიზის სახე (ტიპი);
- მოდული B1: საპროექტო სამუშაოების ექსპერტიზა;
- მოდული C: საპროექტო სამუშაოების შესაბამისობა;
- მოდული D: ნაკეთობების დამზადების პროცესის ხარისხის გარანტია, საბოლოო ინსპექტირება და გამოცდები (IშO 9002);
- მოდული DE: ხარისხის გარანტია, სასტენდო და საექსპლუატაციო გამოცდები (ISO 9003);
- მოდული E: ნაკეთობის საბოლოო შემოწმება;
- მოდული F: ხარისხის მთლიანი გარანტია (ISO 9001);
- მოდული G: საბოლოო შეფასება (ISO 9001).

## 1.6. ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ- ცისტერნების საკონტროლო დამცავი მოწყობილობების უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველყოფის ტექნიკური პირობები

ცისტერნის ქვაბებში ექსპლუატაციის და ჩასხმა-ჩამოსხმის პროცესში წარმოქმნილი ზედმეტი წნევებისა ან ვაკუუმის გამო ქვაბის მწყობრიდან გამოსვლის თავიდან აცილების მიზნით სხვადასხვა ტიპის ცისტერნები აღჭურვილნი არიან დამცავი სარქველებით, დამცავ-შემშვები სარქველებით, დამცავი მემბრანებით, ჩქაროსნული და უკუ სარქველებით. ცისტერნებისადმი წაყენებული ტექნოლოგიური მოთხოვნების გათვალისწინებით ქვაბები შეიძლება იყოს აღჭურვილნი სხვა დამცავი არმატურით [30]:

- პროდუქტის მდგომარეობის კონტროლი ვენტილებით და ონკანებით;
- სითხის დონის კონტაქტური გადამწოდები (სიგნალიზატორი) ან ტივტივიანი მზომი;
- სითხის სინჯსალები;
- მანომეტრული;
- თერმოკამერები ან თერმორელე.

ცისტერნებში დასაშვებზე მეტი წნევა შეიძლება გამოიწვიოს ცისტერნის გახურებამ მზის სხივების ზემოქმედებით, მზის რადიაცია, ჰიდრავლიკური დარტყმით, ხანძრის მიზეზით. მზის რადიაციით გამოწვეული წნევის ზრდა არა წუთებით არამედ საათობით. აქედან გამომდინარე დამცავი სარქველი მოდის მოქმედებაში ტექნოლოგიური მოთხოვნების დაცვით და ქვაბს საფრთხე არ ემუქრება. საწინააღმდეგო სიტუაცია შეიძლება შეიქმნას ჰიდრავლიკური დარტყმის დროს. ყველაზე მძიმე შემთხვევას აქვს ადგილი ხანძრის დროს.

ცისტერნის ქვაბში ვაკუუმის წარმოქმნის მთავარი მიზეზია ქვაბში არსებული სითხის ან ჰაერის და ქვაბის გარეთ ატმოსფერული

ტემპერატურების განსხვავება, რის შედეგადაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ცისტერნის ქვაბში ჰაერის დაჩქარებულ კონდიციონებას (ნამის წერტილი).

თანამედროვე პირობებში ვაგონმშენებლობას განვითარების აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს სარკინიგზო გადაზიდვების ეფექტურობის გაზრდა, ვაგონ-ცისტერნების კონსტრუქციების სრულყოფა მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფით. ამ საკითხების წარმატებით გადაჭრის ერთ-ერთ კომპონენტს შეადგენს ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების აღჭურვა თანამედროვე არმატურით.

სავაგონო დარგში მოღვაწე მეცნიერების შესრულებული შრომების, ვაგონების პროექტირებაზე მომუშავე სხვადასხვა ორგანიზაციების და ვაგონმშენებელი საწარმოების ჩატარებული კვლევების და გაანგარიშებების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა რომ ვაგონ-ცისტერნების დამცავი სარქველები უზრუნველყოფენ ტექნოლოგიური მოთხოვნებით გათვალისწინებულ ვაგონების უსაფრთხო ექსპლუატაციას, ხოლო რაც შეეხება შემშვები სარქველების საიმედოობას, სარქველების საფეხურებრივი ფუნქციონირებიდან გამომდინარე. ცისტერნის ქვაბში ჰაერის დაჩქარებული კონდენსაციის მიზეზით შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ქვაბში ნორმებით გათვალისწინებულზე მეტი ვაკუუმის წარმოქმნას, რამაც თავის მხრივ შეიძლება გამოიწვიოს ცისტერნის ქვაბის დეფორმაცია [31, 32, 33, 34, 35, 36, 37].

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე საჭიროა ვაგონ-ცისტერნების არმატურის შემშვები სარქველების ფუნქციონირების კვლევა მათი შემდგომი სრულყოფა-რეკონსტრუქციის გზით სარკინიგზო ტრანსპორტით ნავთობპროდუქტების უსაფრთხო გადაზიდვების უზრუნველყოფისთვის.

ვაგონ-ცისტერნების არმატურის კონსტრუქციაზე და მასალებზე მოთხოვნები რეგლამენტირებულია საერთაშორისო ნორმატიული დოკუმენტებით, როგორებიცაა:

- გაერთიანებული ერების ექსპერტების რეკომენდაციები საშიში ტვირთების უსაფრთხო გადაზიდვების უზრუნველსაყოფად (UN), 2001;
- საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების საერთაშორისო საზღვაო კოდექსი (IMDG CODE), 2002;
- სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების გადაზიდვების საერთაშორისო წესები (RID), 2002;
- საშიში ტვირთების საერთაშორისო გადაზიდვების ევროპული შეთანხმება (ADR), 2001.

## 2. შედეგები და მათი განსჯა

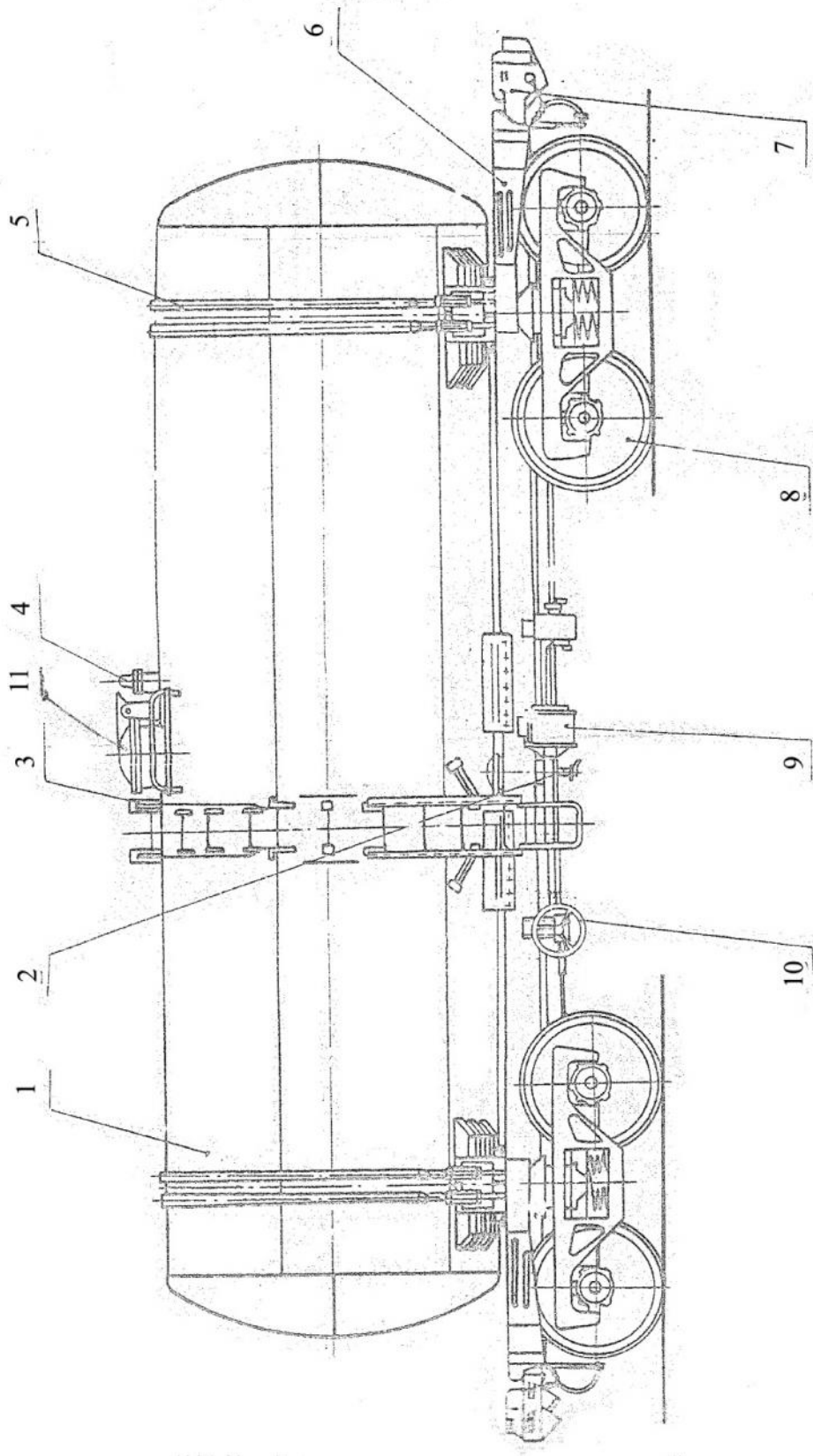
### 2.1. ვაგონ-ცისტერნების დანიშნულება და კლასიფიკაცია

ცისტერნები განკუთვნილია თხევადი ტვირთების, შეკუმშული აირებისა და მტვრისებრი ტვირთების გადასაზიდად, ცისტერნების ძირითად თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ ძარის მაგივრად მას აქვს ლითონის ქვაბი, რომელშიც ტვირთი თავსდება. რაც შეეხება ვაგონის ჩარჩოსა და სავალ ნაწილებს, ისეთივეა როგორც სხვა ტიპის სატვირთო ვაგონების (ნახ. 3).

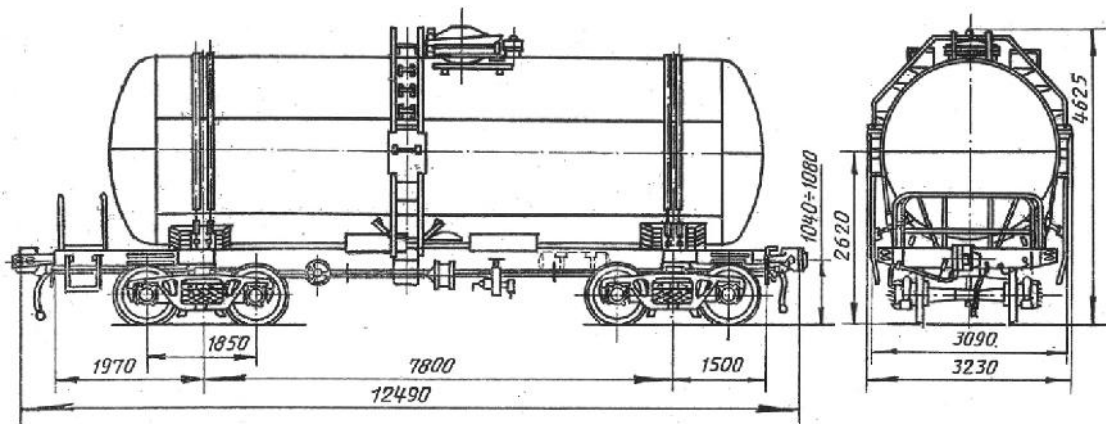
გადასაზიდი ტვირთების სახეების მიხედვით ვაგონ-ცისტერნები იყოფა ორ ჯგუფად: საერთო დანიშნულების ნავთობის ფართო ნომენკლატურის პროდუქტებისათვის; სპეციალური დანიშნულების ცალკეული სახეობის ტვირთებისათვის. საერთო დანიშნულების ცისტერნები ჩამოსხმის მიხედვით შეიძლება დაიყოს ღია ფერის და მუქი ფერის ნავთობის პროდუქტების გადასაზიდ ცისტერნებად. ასეთი დაყოფა წარმოებდა ჩამოსხმის მიხედვით. ღია ფერის პროდუქტების, როგორც ადვილად აალებადი და ფეთქებადი ნივთიერების ჩამოსხმა ხდებოდა ზემოდან (ხუფიდან) ქვედა ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს არასაიმედოობის გამო, ხოლო მუქი ფერის პროდუქტების - ქვემოდან. საერთო დანიშნულების ცისტერნების დაყოფა ღია და მუქი ფერის პროდუქტების გადასაზიდ ვაგონებად იძლევა როგორც დადებით ისე უარყოფით შედეგს. დადებითად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ საჭირო აღარ არის მუქი ფერის პროდუქტებიანი ცისტერნის ღია ფერის პროდუქტის ჩასასხმელად მოსამზადებელი შრომატევადი სამუშაოების ჩატარება, როგორცაა ქვაბის ცხელი დამუშავება და გაწმენდა, რაზეც დიდი დრო და შრომა იხარჯებოდა. სამაგიეროდ, ცისტერნების ასეთი დაყოფა ზრდის ცარიელი ცისტერნების გარბენას, მატულობს ცისტერნების დაგროვების დრო დამხარისხებელ სადგურებზე და ართულებს ცისტერნების პარკის რეგულირებას.



სპეციალური დანიშნულების ცისტერნები იყოფა მაღალი სიბლანტის ტვირთების, კვების პროდუქტების, მყავების, შეკუმშული აირების, მტვრისებრი და ზოგიერთი სხვა ტვირთის გადასაზიდ

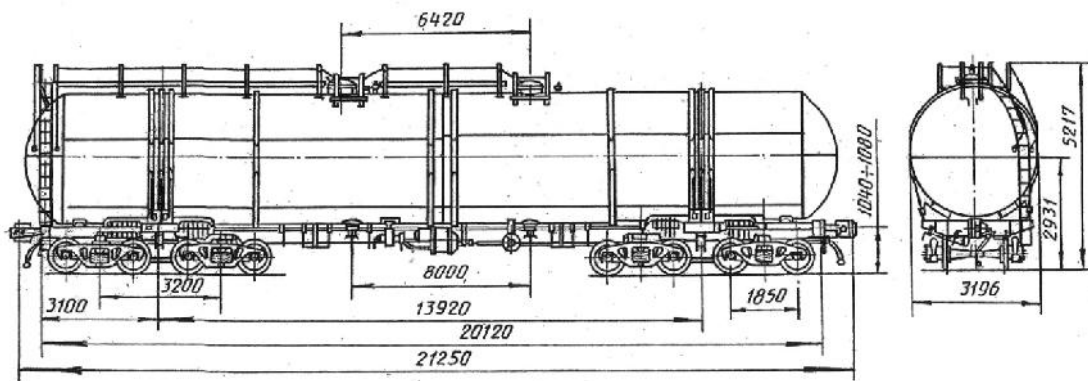


ნახ. 3. ვაგონ-ცისტერნა



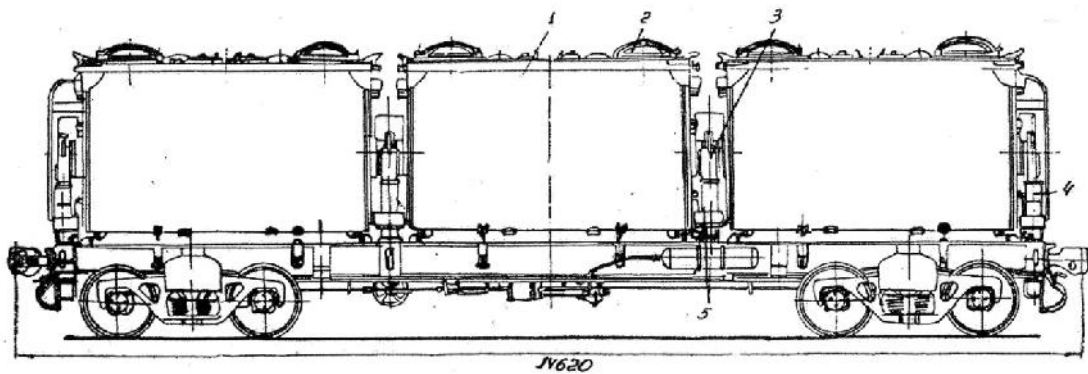
ნახ. 4. ოთხღერძიანი ვაგონცისტერნა გადასასვლელი ბაქნით.

1. ქვაბი. 2. ჩარჩო. 3. ურიკა. 4. გადასასვლელი ბაქანი.

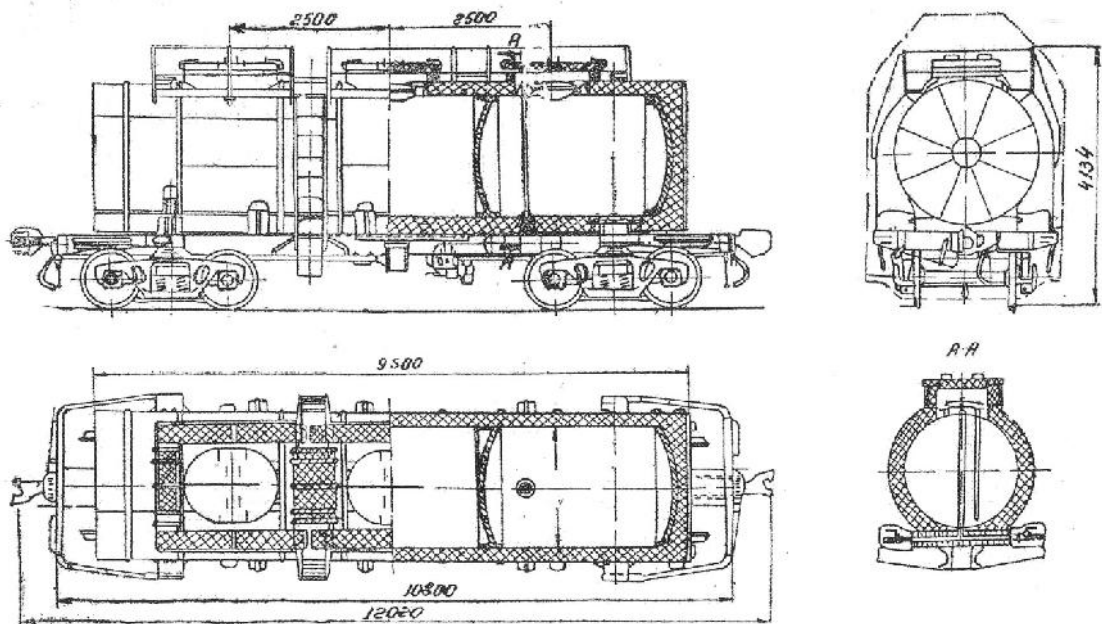


ნახ. 5. ღია ფერის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი რვაღერძიანი ცისტერნა

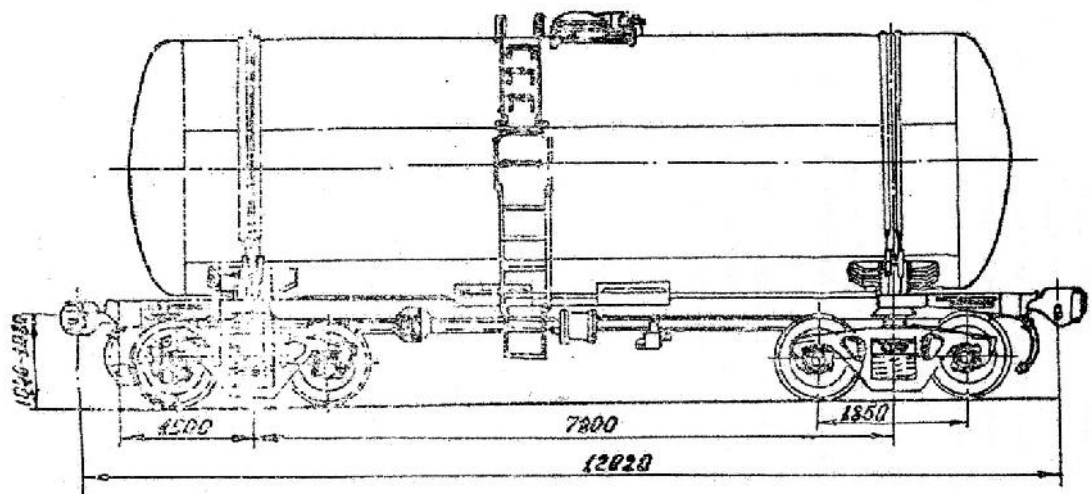
1. ქვაბი. 2. ორღერძიანი ურიკა. 3. ურიკების შემაერთებელი ძელი. 4. ჩასასხმელი ხუფი. 5. ჩამოსასხმელი მოწყობილობა. 6. შპანკოუტი.



ნახ. 6. ბუნკერებიანი ცისტერნა



ნახ. 7. რძის გადასაზიდი ცისტერნა



ნახ. 8. სპირტის გადასაზიდი ოთხღერძიანი ცისტერნა

ცისტერნებად. სპეციალური დანიშნულების ცისტერნები თავისი კონსტრუქციით უნიფიცირებულია, ხოლო ქვების მოწყობილობა განსხვავდება, რაც გამოწვეულია გადასაზიდი პროდუქტების თავისებურებით.

ყველა ტიპის და ზომის ცისტერნის ქვაბი, სითხის მოცულობის განსასაზღვრავად დაყოფილია საკალიბრო ტიპებად და თითოეულ ტიპზე შედგენილია ინტერვალური ცხრილი. ინტერვალურ ცხრილში ქვაბის მთელი სიმაღლე დაყოფილია სანტიმეტრებად, სანტიმეტრების აღრიცხვა იწყება ფსკერიდან ზევით. ცხრილში მოცემულია თითოეულ სანტიმეტრში რამდენი კუბური დეციმეტრია (ლიტრი) ესე იგი ყოველი შემდეგი სანტიმეტრი გვიჩვენებს ქვაბში მოთავსებული სითხის მთლიან მოცულობას.

ცისტერნაში მოთავსებული პროდუქტის მოცულობა განისაზღვრება მისი სიმაღლის გაზომვითა და ამ ცისტერნის საკალიბრო ცხრილის საშუალებით. ცხრილში 6 ცისტერნის საკალიბრო ტიპი აღნიშნულია ქვაბის ორივე მხარეზე მიდუღებული ლითონის ნომრით, რომლის საშუალებითაც პოულობენ ამ ცისტერნის შესაბამის ცხრილს [38].

ქვაბში სითხის სიმაღლე იზომება ლითონის (ნახ. 9) ან ხის ლარტყით, რომელზეც მოცემულია დანაყოფი სანტიმეტრობით. გაზომვის შედეგი უნდა დამრგვალდეს მთელ რიცხვებამდე (0.5-ზევით ემატება, ქვევით კი აკლდება). ცისტერნის ქვაბში მოთავსებული ნავთობპროდუქტის წონის განსაზღვრისათვის, მოცულობასთან ერთად საჭიროა მისი სიმკვრივის ცოდნა. სითხის სიმკვრივეს ზომავენ სპეციალური ხელსაწყო საშუალებით, რომელსაც დენსიმეტრი ეწოდება.

ტვირთშიდი ელემენტების მიხედვით ცისტერნები იყოფა ჩარჩოიან და უჩარჩო ცისტერნებად. პირველ შემთხვევაში ვაგონზე მოსულ ყველა დატვირთვას ჩარჩო ღებულობს, ხოლო მეორე შემთხვევაში, როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური დატვირთვა ცისტერნის ქვაბს გადაეცემა.

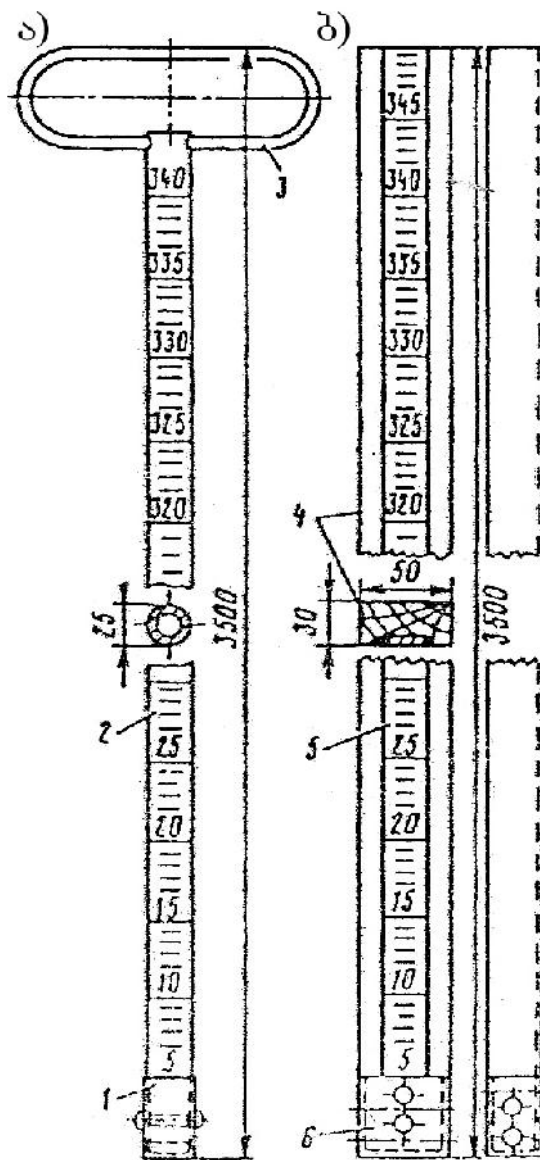
ვაგონცისტერნების ყველაზე უფრო გავრცელებული სქემები მოცემულია (ნახაზზე 10).

ცისტერნის ქვაბში ნავთობპროდუქტების მოცულობა სითხის სიმაღლის მიხედვით  $h$  –  
სითხის სიმაღლე ძირიდან სმ.  $V$  – სითხის მოცულობა დმ კუბში.

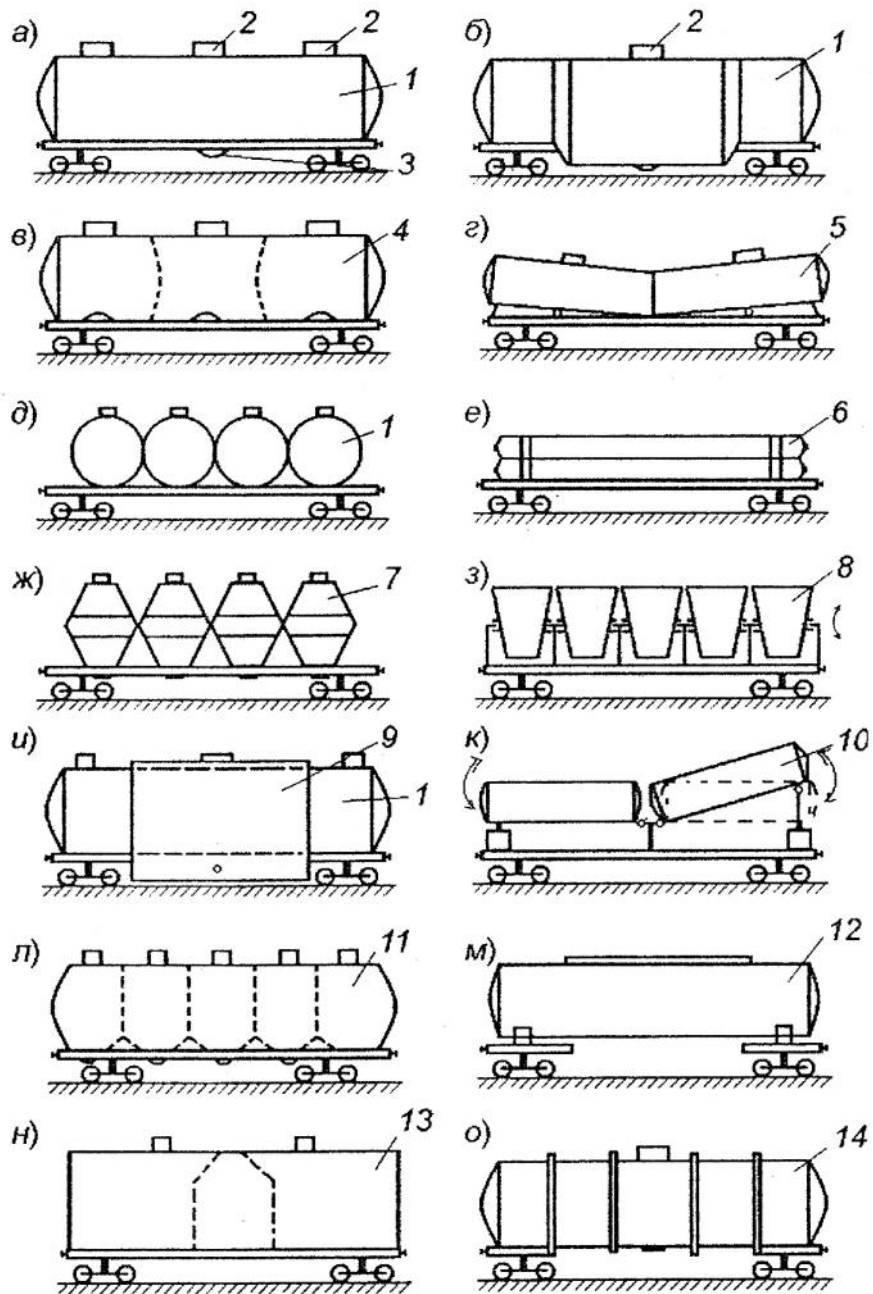
300	75705	275	72832	250	67660	225	61180	200	53843
299	75681	274	72658	249	67422	224	60900	199	53537
298	75640	273	72481	248	67182	223	60620	198	53229
297	75585	272	72301	247	66940	222	60337	197	52921
296	75521	271	72118	246	66697	221	60054	196	52612
295	75448	270	71932	245	66451	220	59769	195	52303
294	75367	269	71743	244	66203	219	59484	194	51992
293	75279	268	71552	243	65954	218	59196	193	51681
292	75185	267	71357	242	65703	217	58908	192	51369
291	75084	266	71159	241	65450	216	58619	191	51057
290	74978	265	70959	240	65195	215	58328	190	50744
289	74866	264	70756	239	64938	214	58036	189	50430
288	74749	263	70550	238	64680	213	57743	188	50115
287	74627	262	70342	237	64420	212	57449	187	49800
286	74500	261	70132	236	64159	211	57154	186	49484
285	74369	260	69919	235	63896	210	56858	185	49168
284	74233	259	69703	234	63631	209	56561	184	48851
283	74092	258	69485	233	63364	208	56263	183	48534
282	73948	257	69265	232	63097	207	55964	182	48216
281	73800	256	69042	231	62827	206	55663	181	47897
280	73647	255	68817	230	62556	205	55362	180	47578
279	73491	254	68590	229	62284	204	55060	179	47258
278	73332	253	68360	228	62010	203	54757	178	46938
277	73168	252	68129	227	61735	202	54454	177	46628
276	73002	251	67895	226	61458	201	54149	176	46297
175	45976	140	34588	105	23400	70	13146	35	4743
174	45654	139	34262	104	23091	69	12875	34	4543
173	45332	138	33937	103	22782	68	12606	33	4346
172	45009	137	33612	102	22474	67	12338	32	4151
171	44686	136	33286	101	22166	66	12072	31	3959
170	44363	135	32961	100	21860	65	11807	30	3770
169	44039	134	32637	99	21554	64	11544	29	3584
168	43716	133	32312	98	21249	63	11282	28	3401
167	43391	132	31988	97	20946	62	11022	27	3221
166	43067	131	31664	96	20643	61	10764	26	3044
165	42742	130	31341	95	20340	60	10507	25	2871
164	42417	129	31017	94	20039	59	10253	24	2701
163	42092	128	30694	93	19739	58	10000	23	2534
162	41767	127	30372	92	19440	57	9748	22	2371
161	41441	126	30050	91	19142	56	9499	21	2211
160	41116	125	29728	90	18845	55	9251	20	2055
159	40790	124	29407	89	18548	54	9006	19	1903
158	40464	123	29086	88	18253	53	8762	18	1755
157	40138	122	28765	87	17959	52	8520	17	1610
156	39811	121	28445	86	17666	51	8280	16	1470
155	39485	120	28125	85	17375	50	8043	15	1334
154	39158	119	27806	84	17084	49	7807	14	1203

ცხრილი 6-ის გაგრძელება

№	ფ	№	ფ	№	ფ	№	ფ	№	ფ
153	38832	118	27488	83	16794	48	7573	13	1076
152	38505	117	27170	82	16506	47	7342	12	954
151	38179	116	26852	81	16219	46	7112	11	834
150	37852	115	26535	80	15933	45	6885	10	725
149	37525	114	26219	79	15648	44	6660	9	619
148	37199	113	25903	78	15365	43	6438	8	518
147	36872	112	25588	77	15083	42	6217	7	424
146	36546	111	25273	76	14802	41	5999	6	336
145	36219	110	24959	75	14523	40	5784	5	255
144	35893	109	24646	74	14245	39	5571	4	182
143	35566	108	24334	73	13968	38	5360	3	118
142	35240	107	24022	72	13693	37	5152	2	64
141	34914	106	23711	71	13419	35	4946	1	23



ნახ. 9. ვაგონ-ცისტერნის ქვაბში ნავთობპროდუქტების მოცულობის გასაზომი სპეციალური მეტრული ჭოკი



ნახ. 10. ვაგონციტერნების კონსტრუქციული სქემები

- 1. ცისტერნის ქვაბი; 2. ჩასასხმელი ხუფი; 3. ჩამოსაცლელი მოწყობილობა;
- 4. სექციებიანი ქვაბი; 5. დახრილი ქვაბი; 6. მილების კონსტრუქციის რეზერვუარი;
- 7. მსხლის ფორმის რეზერვუარი; 8. გუდრონის გადასაზიდი ბუნკერები;
- 9. გადახრილი რეზერვუარი; 10. ასაწევი ქვაბი; 11. სექციანი ბუნკერები;
- 12. მოსაბრუნებელი ქვაბი. 13. რთული ფორმის რეზერვუარი. 14. შეერთებული ქვაბი.

a-სქემა დამახასიათებელია უმრავლესობა ვაგონ-  
 ცისტერნებისათვის, საერთო, ასევე სპეციალური დანიშნულების  
 ვაგონებისათვის.

კონსტრუქტორების მიერ იყო შემოთავაზებული რთული ფორმის ქვაბი, რომელშიც რაციონალურად იყო გამოყენებული ურიკებს შორის არსებული სივრცე. ამ ფორმის ქვაბების მოცულობა დაახლოებით 20%-ით მეტი არის ვიდრე *a*-სქემაზე მოცემული ცისტერნებისა. მართალია ასეთი ქვაბების მშენებლობა აუმჯობესებს ვაგონის ტექნიკურ მახასიათებლებს, მაგრამ წარმოიქმნა პრობლემები ცისტერნის ქვაბის ელემენტების თანაბარი სიმტკიცის თვალსაზრისით და სამუხრუჭე მოწყობილობების განლაგების საკითხში. ამჟამად მიმდინარეობს აღნიშნული კონსტრუქციების დახვეწა.

რძის და ზოგიერთი საკვები პროდუქტების სქემა-*ა* ქვაბები დაყოფილია რამოდენიმე სექციად სხვადასხვა კონცენტრაციის ტვირთების მოსათავსებლად. ამ ქვაბების სექციებს აქვთ ცალ-ცალკე ჩამოსასხმელი მოწყობილობები. ფხვიერი და მტვრისებრი ტვირთებისთვის, სქემა-*ბ* განკუთვნილი ვაგონცისტერნების ქვაბები შესრულებულია ორი, ვაგონის შუა ნაწილისკენ ჩაზნექილი რეზერვუარებით. ვაგონების განტვირთვა ხორციელდება სპეციალური ტუმბოების ან შეკუმშული ჰაერის გამოყენებით. ამ კონსტრუქციის უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ქვაბების მოცულობის არარაციონალური გამოყენება.

რეზერვუარების ტიპის ცისტერნა, სქემა-*გ* შედგება 4 მცირე ცილინდრული ქვაბისგან. ეს ვაგონები გამოიყენება სხვადასხვა ურთიერთშეუთავსებადი ტვირთების გადასაზიდად (საღებავი, გამხსნელი და სხვ.).

სქემაზე-*დ* ნაჩვენებია (ვაგონცისტერნა) შეკუმშული გაზების გადასაზიდი ვაგონის კონსტრუქცია. ბაქანზე დამაგრებულია ცილინდრული რეზერვუარები და ბაქნის შუბლის ნაწილებში მოთავსებულია დამცველი მოწყობილობები. ჰაერის წნევით ხდება



სქემაზე მოცემული ვაგონების განტვირთვა. ასეთი ტიპის ცისტერნები გამოიყენება მტვრისებრი ტვირთების გადასაზიდად.

ბიტუმის გადასაზიდად გამოიყენება სქემაზე წარმოდგენილი კონსტრუქციის ვაგონები. ვაგონის ჩარჩოზე შეიძლება იყოს განლაგებული 4 ათტონიანი ან 3 თხუთმეტონიანი ბუნკერები. ბუნკერების დაცლა ხორციელდება ბუნკერების შემობრუნებით გრძივი ღერძების მიმართ.

-სქემაზე წარმოდგენილი კონსტრუქციის ვაგონი შედგება სამი დამოუკიდებელი რეზერვუარისგან.

სქემაზე მოცემულ ვაგონის კონსტრუქციას გააჩნია რეზერვუარების ასაწევი მოწყობილობა. ეს ვაგონები გამოიყენება ფხვიერი ტვირთების გადასაზიდად.

შერწყმული სარკინიგზო-საზღვაო (სამდინარო) გადაზიდვებისათვის გამოიყენება ე.წ. ძარა-ამფიბიის კონსტრუქციები. რეზერვუარები სახსრულად არიან შეერთებული ვაგონის ძარასთან. სამდინარო გადაზიდვებისას ისინი იხსნებიან ძარიდან და გამოიყენებიან როგორც კონტეინერები, სქემა- .

ვაგონმშენებლობაში ინერგება რთული ფორმის რეზერვუარების მშენებლობა. სქემები და . ეს ქვაბები შეიძლება იყოს რამოდენიმე სექციისაგან შედგენილი.

ვაგონმშენებლობაში ვაგონების ახალი კონსტრუქციების შექმნისას დიდი ყურადღება ექცევა ვაგონების ტვირთამწეობის გაზრდას. ეს უკანასკნელი მიიღწევა ვაგონის ღერძზე დაწოლის გაზრდით და ვაგონების ტარის შემცირებით. ვაგონის ღერძზე დაწოლის მაქსიმალური მნიშვნელობა საქართველოს რკინიგზისთვის შეადგენს 23,5 ტონას, რაც განპირობებულია ლიანდაგის ტექნიკური მდგომარეობით. ვაგონის ტარის შემცირება შეიძლება ვაგონმშენებლობაში ალუმინის შენადნობების გამოყენებით, რომელთა წონაც ფოლადთან შედარებით გაცილებით მცირეა. ამჟამად მიმდინარეობს მთელი რიგი

სპეციალიზირებული ვაგონცისტერნების საექსპლუატაციო გამოცდები, რომლებიც აშენებულია ალუმინის შენადნობებით.

## 2.2. ცისტერნების მომსახურება ექსპლუატაციაში

ძირითადი მასა ვაგონცისტერნებით გადაზიდული სითხეებისა არის საწვავი. საწვავის უმრავლესობა წარმოადგენს ადვილადაალებად სითხეს. ადვილადაალებადი სითხე საშიშია არა მხოლოდ სახანძრო უშიშროების თვალსაზრისით, ასევე ფეთქებად საშიშიც არის. ადვილად აალებად ითვლებიან სითხეები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა შეადგენს  $45^{\circ}$ -ზე დაბალს. სახანძრო უსაფრთხოების ხარისხის მიხედვით თხევადი ტვირთები იყოფა ორ ჯგუფად. პირველი ჯგუფი განსაკუთრებულად საშიში ტვირთები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა არის  $28^{\circ}$ -ზე დაბალი და მეორე ჯგუფი - საშიში ტვირთები აფეთქების ტემპერატურით  $28^{\circ} - 45^{\circ}\text{C}$ -მდე.

თავისი აგრეგატული მდგომარეობით (აირი, თხევადი, მყარი ნივთიერებები) ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების (შემდგომში მახასიათებლები) გათვალისწინებით საშიში ტვირთები ტრანსპორტირების უსაფრთხოების პირობებით იყოფა ცხრა კლასად:

- პირველი კლასი – ფეთქებადი მასალები;
- მეორე კლასი – შეკუმშული და გათხევადებული აირები;
- მესამე კლასი – ადვილადაალებადი სითხეები (აას);
- მეოთხე კლასი – ადვილადაალებადი მყარი და თვითაალებადი ნივთიერებები;
- მეხუთე კლასი – მჟანგავი ნივთიერებები და ორგანული ოქსიდები;
- მეექვსე კლასი – მომწამვლელი და ინფექციური ნივთიერებები;
- მეშვიდე კლასი – რადიოაქტიური მასალები;
- მერვე კლასი – მწვავე ( ) და კოროზიული მასალები;

- მეცხრე კლასი – სხვადასხვა საშიში ნივთიერებები.

კლასები ითვალისწინებენ გადასაზიდი ტვირთების განზოგადოებულ მახასიათებლებს. ტვირთების სახეობების მიხედვით კლასები იყოფა ქვეკლასებად, კატეგორიებად და ჯგუფებად.

არაბლანტი ნავთობპროდუქტები ითვლება ადვილადაალებად სითხეებად და კლასიფიკაციის მიხედვით ისინი მიეკუთვნებიან საშიში ტვირთების მესამე კლასს. ადვილადაალებად ტვირთებს ახასიათებთ ტემპერატურული აფეთქება და ტემპერატურული დუღილი.

ტემპერატურული აფეთქება – ტემპერატურის ის ქვედა ზღვარია, რომლის დროსაც უმცირესი ენერგიის ანთების წყაროსაც კი შეუძლია გამოიწვიოს აფეთქება.

ტემპერატურული დუღილი ეწოდება ტემპერატურას, რომლის დროსაც ხდება ნავთობპროდუქტების ინტენსიური აორთქლება და გაჯერებული ორთქლის წნევა აღწევს ვერცხლისწყლის სვეტის 760 მმ დონეს. ტემპერატურის შემდგომი ზრდის შემთხვევაში გამოყოფილი გაზის კონცენტრაცია და წნევა უფრო იზრდება.

ვაგონ-ცისტერნებით გადასაზიდი ტვირთები მახასიათებლების მიხედვით დაყოფილია 27 ჯგუფად.

სავაგონო მეურნეობის თანამშრომლებმა, აგრეთვე თხევადი ტვირთების გამგზავნი და მიმღები ფირმების მომუშავეებმა, რომლებიც დაკავშირებულნი არიან ვაგონ-ცისტერნების ტექნიკური მომსახურებით და ექსპლუატაციით უნდა იცოდნენ ტრანსპორტირება დასაქვემდებარებელი თხევადი ტვირთების მახასიათებლები.

ცისტერნების დასატვირთად მიწოდების წინ დიდი მნიშვნელობა აქვს, თუ რა სახის ტვირთი იყო ჩამოცლილი ცისტერნებიდან. ძირითადი მონაცემები თუ რომელი ტვირთის ნაცალ ცისტერნაში რისი ჩასხმა შეიძლება მოცემულია ცხრილში 7. ცხრილ 7-ში ჰორიზონტალურ ხაზებზე ნაჩვენებია გადასაზიდი ტვირთები რიგითი ნომრით,

ფრჩხილებში პირობითი კოდი. ვერტიკალურად-გადასაზიდი ტვირთების რიგითი ნომერი და პირობითი კოდი.

გადასაზიდი ტვირთები:

1. ეთილირებული საავიაციო ბენზინი (ესბ);
2. ნავთობი მაღალი ოქტანობით შემცველი კომპონენტებით (ნმო);
3. საწვავი T-1, TC-1, T-2 და T-5 (LT15);
4. ეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ეაბ);
5. არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ);
6. გამხსნელები, ხელსაწყოების ლიგროინ, საავიაციო ბენზინი -70 (გლ -70);
7. სატრაქტორო ნავთი (ტნ);
8. სანათებელი ნავთი (სნ);
9. დიზელის საწვავი, სოლარზეთი, მშთანთქმელი ზეთი (დსსმ);
10. ნედლეული პიროლიზისთვის (ნპ);
11. ნედლი ნავთობი (ნნ);
12. მარილებგაცლილი ნავთობი (მნ);
13. ძრავების (მოტორის) საწვავი (ძმს);
14. დაბალგოგირდიანი მაზუთი (დგმ);
15. გოგირდიანი და მაღალი გოგირდის შემცველი მაზუთი (გმგმ);
16. ფლოტის მაზუთი (ფმ)
17. პირველი ჯგუფის ზეთი (I ჯგზ);
18. მეორე ჯგუფის ზეთი (II ჯგზ);
19. მესამე ჯგუფის ზეთი (III ჯგზ);
20. მეოთხე ჯგუფის ზეთი (IV ჯგზ);
21. ღერძის ზეთი (ღზ);
22. გუდრონი, ნახევარგუდრონი, თხევადი ბიტუმი (გთბ);
23. მწვანე ზეთი (მწზ);
24. ემულსოლი, ასიდოლი, ასიდოლ-მილოფატი, მილოფატი (ეამ);
25. პეტროვის კონტაქტი (პკ);

26. ლაკოილი, პირომასალები (ლპ);

27. პარაფინი (პრ).

ციფრები ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების გადაკვეთაზე აღნიშნავენ: 1 - ცისტერნის ქვაბიდან ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით (ან მოხდეს ქვაბის დამუშავება ორთქლით) და გამოშრეს; 2 - ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი და ქვაბი გამოშრეს; 3 - ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი; 4 - გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი არ უნდა იყოს 1 სანტიმეტრზე მეტი); 5 - გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი არ უნდა იყოს 3 სანტიმეტრზე მეტი); 0 - ნიშნავს რომ ჩასხმა არ შეიძლება.

ცხრილი 7.

	ტვირთის კოდი	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	ტვირთის კოდი	ესბ	ნმო	სტ-1-5	ეაბ	ააბ	გლნ-70	ტნ	სნ	დსსმ	ნპ	ნნ	მნ	მმს	დგმ
1	ესბ	3	3	3	2	2	3	2	2	1	1	0	0	0	0
2	ნმო	1	3	3	1	2	3	2	2	1	1	0	0	0	0
3	სტ-1-5	1	2	2	1	2	2	2	3	2	1	0	0	0	0
4	ეაბ	4	4	3	4	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1
5	ააბ	1	4	3	1	4	4	3	3	2	1	1	1	1	1
6	გლნ-70	0	2	2	0	2	2	1	2	1	1	0	0	0	0
7	ტნ	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	1	1	1	1
8	სნ	0	2	4	0	3	3	3	4	3	1	1	1	1	1
9	დსსმ	3	3	4	3	3	3	3	4	3	2	1	1	1	1
10	ნპ	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
11	ნნ	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5
12	მნ	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	3
13	მმს	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	5	4
14	დგმ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
15	გმგმ	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5
16	ფმ	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3	4	4

ცხრილი 7-ის გაგრძელება

17	I ჯგზ	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	II ჯგზ	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	III ჯგზ	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
20	IV ჯგზ	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
21	ღზ	1	2	2	1	2	2	3	3	4	4	3	3	4	4
22	გთზ	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	5
23	მწზ	0	0	3	0	0	0	3	4	5	4	3	3	4	4
24	ეამ	0	0	3	0	0	0	3	4	4	4	2	2	4	3
25	პკ	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	2	2	3	3
26	ლპ	0	0	3	0	0	0	3	3	3	3	2	2	3	1
27	პრ	0	0	2	0	0	0	0	2	2	2	1	1	1	1

ცხრილი 7-ის გაგრძელება.

	ტვირთის კოდი	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	ტვირთის კოდი	გმგმ	ფმ	I ჯგზ	II ჯგზ	III ჯგზ	IV ჯგზ	ღზ	გთზ	მწზ	ეამ	პკ	ლპ	პრ
1	ესზ	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	ნმო	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	სტ-1-5	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	ეაზ	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
5	ააზ	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
6	გლნ-70	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	ტნ	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
8	სნ	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0
9	დსსმ	1	1	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
10	ნკ	4	4	4	4	4	4	4	0	4	3	3	3	3
11	ნნ	5	5	5	5	5	4	5	3	5	3	3	3	5
12	მნ	3	5	5	5	5	4	5	3	5	3	3	3	5
13	მმს	3	4	5	5	5	4	5	0	3	3	3	3	5
14	დგმ	4	5	5	5	5	5	5	3	4	3	3	3	5
15	გმგ	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5

ცხრილი 7-ის გაგრძელება.

16	ფმ	3	3	5	5	5	4	5	0	3	3	3	3	3
17	I ჯგზ	1	1	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0
18	II ჯგზ	1	1	2	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0
19	III ჯგზ	1	1	3	3	3	1	1	0	1	1	1	1	0
20	IV ჯგზ	1	1	3	3	3	3	3	0	2	2	2	2	0
21	ღზ	3	4	5	5	5	5	5	0	2	3	3	3	0
22	გთბ	5	5	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
23	მწზ	4	4	4	4	4	4	4	0	5	2	2	2	3
24	ემბ	3	3	4	4	4	4	4	0	3	4	2	2	3
25	პკ	0	3	3	3	3	3	2	0	3	2	4	2	3
26	ლკ	1	1	3	3	3	3	2	0	3	2	2	4	2
27	პრ	1	1	2	1	1	1	1	0	0	0	1	1	3

ცისტერნების დასატვირთად მიწოდების წინ დიდი მნიშვნელობა აქვს თუ რა სახის ტვირთი იყო ჩამოსხმული ცისტერნიდან.

ყველაზე უფრო ინტენსიურად ტრანსპორტირებადი ნავთობპროდუქტებისათვის, თუ რომელი სახის ნავთობპროდუქტების ნაცალ ცისტერნებში სხვა სახის ნავთობპროდუქტების ჩატვირთვის წინ რა ღონისძიებები არის ჩასატარებელი მოცემულია ცხრილებში (8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).

ცხრილი 8

ცისტერნიდან ჩამოვლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
	ეთილირებულ ი საავიაციო ბენზინი (ესბ)	ეთილირებულ ი საავტომობილო ბენზინი (ეაბ)	დიზელის საწვავი (დსსმ)	დაბალგოგირდიანი მაზუთი (დგმ)
ეთილირებულ ი საავიაციო ბენზინი (ესბ)	ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი	ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი და ქვაბი გამოშრეს	ჩამოიცალოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით	ჩასხმა არ შეიძლება

ცხრილი 9

ცისტერნიდან ჩამოვლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
ნავთობი მაღალი ოქტანობის შემცველი კომპონენტები თ (ნმო)	ნავთობი მაღალი ოქტანობის შემცველი კომპონენტები თ (ნმო)	ეთილირებულ ი საავიაციო ბენზინი (ესბ)	დიზელის საწვავი (დსსმ)	დაბალგოგირდიანი მაზუთი (დგმ)
ნავთობი მაღალი ოქტანობის შემცველი კომპონენტები თ (ნმო)	ჩამოცალის ნარჩენი ტვირთი	ჩამოცალის ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით	ჩამოცალის ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით	ჩასხმა არ შეიძლება

ცხრილი 10

ცისტერნიდან ჩამოვლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
საწვავი T-1, TC-1, T-2, და T-5 (სტ 1-5)	<p>საწვავი არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)</p> <p>T-1, TC-1, T-2, და T-5 (სტ 1-5)</p>	არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	სატრაქტორო ნავთობი (ტნ)	ნედლი ნავთობი (ნნ)
საწვავი T-1, TC-1, T-2, და T-5 (სტ 1-5)	ჩამოცალის ნარჩენი ტვირთი და ქვაბი გამოშრეს	ჩამოცალის ნარჩენი ტვირთი და ქვაბი გამოშრეს	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)



ცხრილი 11

ცისტერნიდან ჩამოცლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
სანათებელი ნავთი (სნ)	სანათებელი ნავთი (სნ)	დიზელის საწვავი (დსსმ)	ნედლი ნავთობი (ნნ)	ფლოტის მაზუთი (ფმ)
	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	ჩამოიგალოს ნარჩენი ტვირთი	ჩამოიგალოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით	ჩამოიგალოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით

ცხრილი 12

ცისტერნიდან ჩამოცლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
ეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ეაბ)	ეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ეაბ)	არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	სატრაქტორო ნავთი (ტნ)	სანათებელი ნავთი (სნ)
	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	ჩამოიგალოს ნარჩენი ტვირთი	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)

ცხრილი 13

ცისტერნიდან ჩამოცლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	სატრაქტორო ნავთი (ტნ)	სანათებელი ნავთი (სნ)	პირველი ჯგუფის ზეთი (I ჯგუზ)
	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით

ცხრილი 14

ცისტერნიდან ჩამოცლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
	ღერძის ზეთი (ღზ)	ეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ეაბ)	არაეთილირებული საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	სატრაქტორო ნავთი (ტნ)
ღერძის ზეთი (ღზ)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 3 სმ-ზე მეტი)	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი, ქვაბი გაირეცხოს გამხსნელიანი ცხელი წყლით	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი და ქვაბი გამოშრეს	ჩამოიცილოს ნარჩენი ტვირთი

ცისტერნიდან ჩამოცლილი ტვირთის სახე	ჩასასხმელი ტვირთის სახე და მოთხოვნები			
	მარილებგაცილილი ნავთობი (მწ)	ეთილირებულ ო საავტომობილო ო ბენზინი (ეაბ)	არაეთილირებულ ო საავტომობილო ბენზინი (ააბ)	სატრაქტორ ო ნავთი (ტწ)
მარილებგაცილილი ნავთობი (მწ)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 3 სმ-ზე მეტი)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)	გაწმენდა არ არის აუცილებელი (ნარჩენი ტვირთი არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე მეტი)

### 2.2.1. ცისტერნების გამრეცხ-გამორთქლი სადგური

ცისტერნების ექსპლუატაციაში ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობის შესანარჩუნებლად და მათი ეფექტური გამოყენებისათვის საჭირო სადგურებში ეწყობა ცისტერნების გამრეცხ- გამორთქლი და ტექნიკური მომსახურების პუნქტები.

ცისტერნების დამმუშავებელი დეპო წარმოადგენს კაპიტალურ ნაგებობას, რომელშიც არის ორი ლიანდაგი ცისტერნების დასაყენებლად და ორმხრივი ესტაკადა. დეპო 6 მეტრით გრძელია ესტაკადაზე (თითოეულ ბოლოში გასავლელად დასატოვებელია 3 მ, ესტაკადიდან დეპოს შუბლის კედლამდე). ესტაკადის სიგრძე დამოკიდებულია ცისტერნების იმ ჯგუფის სიგრძეზე, რომელიც ერთდროულად გადაეცემა დასამუშავებლად. იგი ასე განისაზღვრება:

$$L_{ესტ} = \frac{W_{ესტ} L_{ესტ} (t_{მოწ} + T_{დამ} + t_{გაყ})}{n T_{ესტ} K_{ესტ}} \text{ მ,}$$

სადაც  $L$  არის ესტაკადის სიგრძე, მ;

$W$  – ესტაკადის სადღეღამისო მწარმოებლობა 4-ღერძიანი ცისტერნებით;

$l$  – ცისტერნის სიგრძე 12 მ;

$t$  – ცისტერნების ჯგუფის ჩასაყენებლად საჭირო დრო 5-10 წთ;

$T$  – ცისტერნების ჯგუფის დასამუშავებლად საჭირო საშუალო დრო (იხ. ცხრილში 7);

$t$  – დამუშავებული ცისტერნების გასაყვანად საჭირო დრო 5-10 წთ;

$n$  – ლიანდაგთა რიცხვი, რომელსაც ერთი ესტაკადა ემსახურება, 2;

$T$  – ესტაკადის მუშაობის ხანგრძლივობა დღე-ღამეში, 1440 წთ;

$K$  – ესტაკადის გამოყენების კოეფიციენტი – 0,85.

ამგვარად,

$$L = L + 2a, \text{ სადაც } a = 3 \text{ მ};$$

$$\text{დეპოს სიგანე } B = (n - 1)b_1 + 2b_2,$$

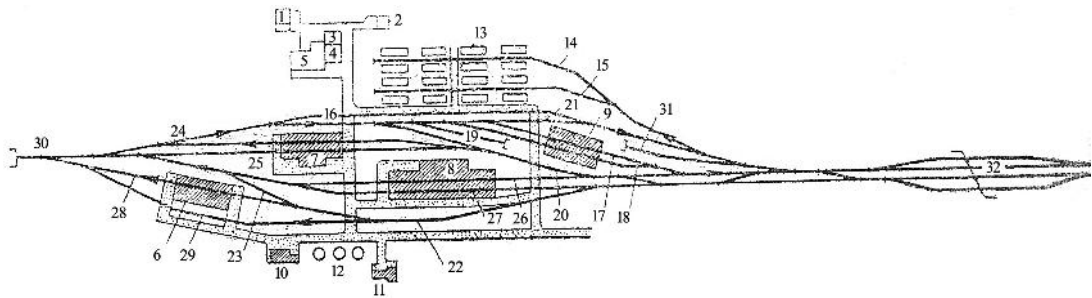
სადაც  $b_2$  არის მანძილი ლიანდაგის ღერძიდან გვერდის კედლებამდე  $b_2 = 5$  მ, ხოლო მანძილი ლიანდაგის ღერძებს შორის მიღებულია  $b_1 = 7$  მ.

ორლიანდაგიანი დეპოს სიგანე გამოდის 15-18 მ.

დეპოში მოწყობილი ესტაკადა ლითონის ან რკინა-ბეტონის კონსტრუქციისაა.

დეპოს შენობას ერთი ან ორივე მხრიდან მიშენებული აქვს ნაგებობები, რომელშიც მოთავსებულია საწარმოო და სამოსამსახურო-საყოფაცხოვრებო განყოფილებები. ეს განყოფილებებია: გამრეცხ სარეგენერაციო, ქიმიური ლაბორატორია, სავენტილაციო, ვაკუუმების და ტუმბოების, საზეინკლო-მექანიკური სახელოსნო,

სამედიცინო პუნქტი, თამბაქოს მოსაწევი ოთახი, საკუჭნაოები, გასახდელი, სატულეტო და სხვ.



ნახ. 11. გამრეცხ-გამორთქლი სადგური

1 – წყლის ტუმბო; 2 – ტრანსფორმატორის ჯიხური; 3 – ტუმბოების განყოფილება; 4 – წყალსათბობი; 5 – საქვაბე; 6 – სპეციალური ცისტერნების გამწმენდი დეპო; 7 – დეპო ცისტერნების გასაწმენდად ღია ფერის პროდუქტებისათვის; 8 – დეპო ცისტერნების გასაწმენდად მუქი ფერის პროდუქტებისათვის; 9 – ცისტერნების შემკეთებელი დეპო; 10 – ბენზინის შესანახი რეზერვუარი; 11 – ნავთობის შემკრები; 12 – ნავთობისა და ზეთის შესანახი რეზერვუარები; 13 – ნახშირის საწყობი; 14, 15 – სათბობის საწყობში შემავალი ლიანდაგები; 16 – მომზადებული ცისტერნების გასაჩერებელი ლიანდაგი; 17, 18 – აწყობი საამქროს ლიანდაგები ვაგონების შესაკეთებლად; 19 – ლიანდაგი შესაკეთებელი ვაგონების დასაყენებლად; 20, 21, 22 და 23 – შემართებელი და გასავლელი ლიანდაგები; 24, 25, 26, 27 და 28 – ლიანდაგები ცისტერნების გასარეცხ-გასაორთქლად; 29 – ლიანდაგი, სადაც წარმოებს ცისტერნიდან ნავთობის ჩამოსხმა; 30 – ლიანდაგი მანევრებისათვის; 31 – ლიანდაგი მასალების გადმოსატვირთავად; 32 – ცისტერნების მიმღებ-გამწვები პარკი.

ღია ტიპის ესტაკადა წარმოადგენს რკინა-ბეტონის ნაგებობას; მას აქვს 2 მ სიგანის ბაქანი. ესტაკადა განლაგებულია ორ ლიანდაგს შორის; ლიანდაგის ღერძები ერთიმეორისგან დაშორებულია 7 მეტრით. ესტაკადის საერთო სიმაღლე რელსის თავიდან არის 8,4 მ.

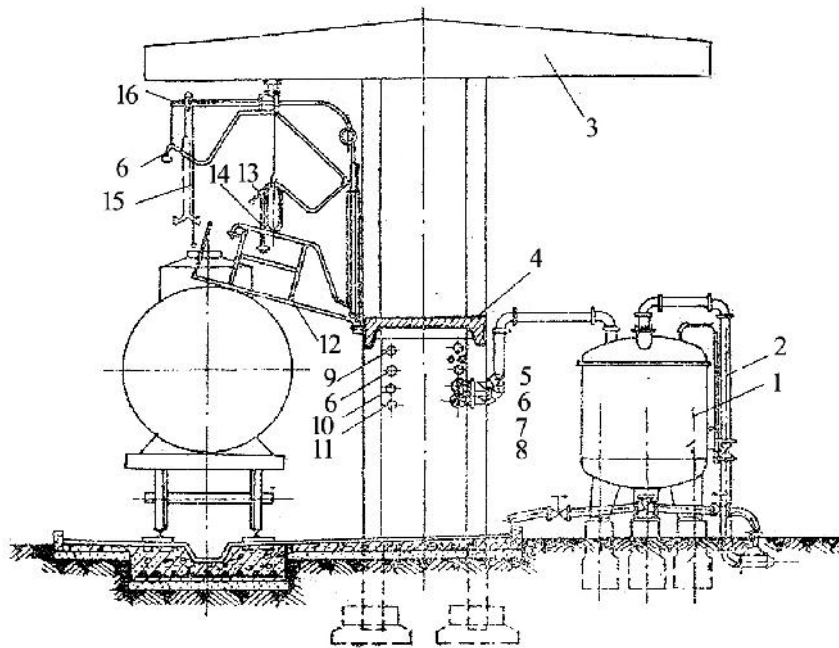
ესტაკადის ბაქნის დონე ოთხღერძიანი ცისტერნის ქვაბის სიმაღლეზეა, ბაქანზე დაფენილია რკინა-ბეტონის ფილები ან ლითონის ფურცლები, რომლებსაც ყოველ 20 მმ-ზე მიდუღებული აქვს 12 მმ სიმაღლის წიბოები. ბაქნიდან ცისტერნის ქვაბზე გადასასვლელად დაყენებულია ლითონის კონსტრუქციის გადასახსნელი მოაჯირებიანი ხიდურები.

ესტაკადაზე გაყვანილია მილების მთელი ქსელი დრეკადი შლანგებით, რომელთა საშუალებითაც დასამუშავებელ ცისტერნებზე

აწვდიან ორთქლს, ცივ და ცხელ წყალს, გამხსნელს, ჰაერს ქვაბების დეგაზაციისათვის, ჰაერს ცისტერნების ქვაბებში მომუშავეთა მომუშავეთა სუნთქვისათვის, ვაკუუმის მილს ქვაბიდან ნარჩენი პროდუქტებისა და წყლის ამოსაწოვად. ორთქლის, ცხელი და ცივი წყლის მიმწოდებელ მილებს აქვთ თბოიზოლაცია. მილსადენები გაყვანილია 1:200 დაქანებით.

ესტაკადის გასწვრივ ბაქნის ორივე მხარეზე დაყენებულია მილებთან მისაერთებელი წერტილები, რომელთა ბოლოები შეერთებულია 2,5-3 მ სიგრძის დრეკად შლანგებთან.

ესტაკადის ბოძებზე დაყენებულია განივი ძელები, რომლებიც გადახურულია მთელ სიგრძეზე (ნახ. 12); ესტაკადის განივ ძელებსა და სვეტებზე დამაგრებულია ორი მონორელსი, რომელზეც ჩამოკიდებულია ელექტროსაწველა ქვაბებში მექანიზირებული სარეცხი ხელსაწყო ჩასაშვებად.



ნახ. 12. ესტაკადა

1 – ვაკუუმშემკრები; 2 – ვაკუუმის მილსადენი; 3 – გადახურვა; 4 – ესტაკადის მობეტონებული ბაქანი; 5, 14 – ცივი წყლის მილსადენი; 6 – ორთქლსადენი; 7 – მილსადენი ქიმიკატებისთვის; 8 – ქიმიკატის წყალხსნარის მილსადენი; 9 – ცხელი წყლის მილსადენი; 10 – ბენზინის მილსადენი; 11 – მილსადენი წყალში შერეული ბენზინისათვის; 12 – გადასასვლელი ხიდი; 13 – ცხელი წყლის მილსადენი; 15 – გამრეცხი ხელსაწყო; 16 – ველოსიპედის ტიპის ამწე.

ცისტერნებიდან ჩამოშვებული ნავთობისა და ნარეცხი წყლის გასატარებლად ლიანდაგებში გაყვანილია ბეტონის ორ-ორი ღარი მთელი ესტაკადის სიგრძეზე.

ესტაკადის სიგრძეს იღებენ ისე, რომ მასზე მოთავსდეს ნახევარი ან მთელი შემადგენლობა. შემადგენლობაში ცისტერნების რიცხვი დამოკიდებულია მატარებლის წონაზე. დავუშვათ, მატარებლის წონა არის 3000 ტ, 4-ღერძიანი ცისტერნების საშუალო ბრუტო წონა – 75 ტ, ცისტერნის საანგარიშო სიგრძე – 12 მ. მაშინ ერთი შემადგენლობის სიგრძე

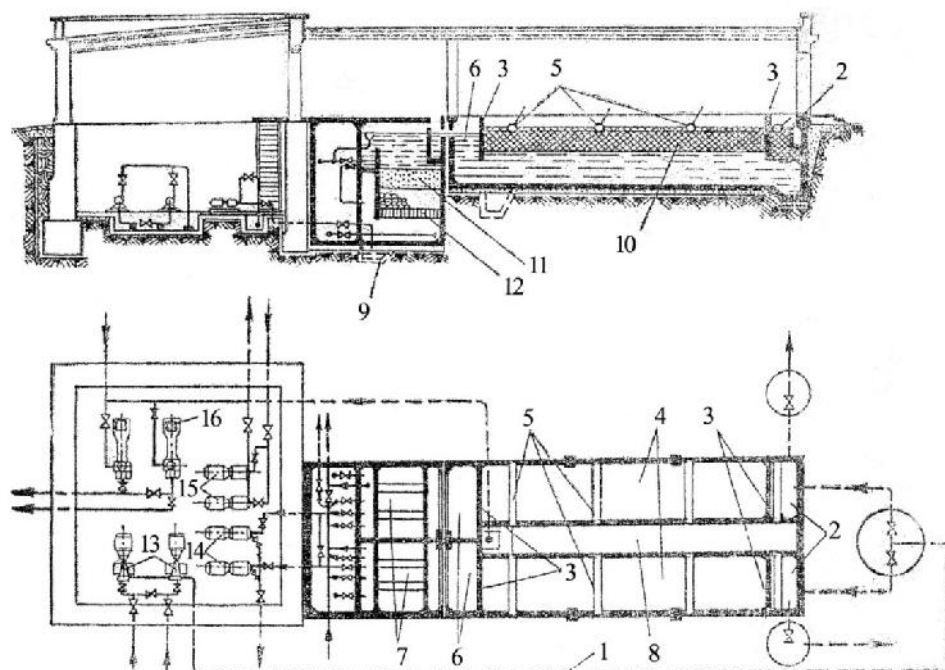
$$L = \frac{3000}{75} \cdot 12 = 40 \cdot 12 = 480 \text{ მ.}$$

ასეთი შემთხვევისათვის ესტაკადის სიგრძე უნდა იყოს 480 ან 240 მეტრი. მუშაობის ნაკადურობის უზრუნველსაყოფად ლიანდაგების სასარგებლო სიგრძე ესაკადამდე და ესტაკადის შემდეგ ესტაკადის სიგრძისა უნდა იყოს.

**ნარეცხი წყლის გასაწმენდი მოწყობილობა.** ცისტერნების გარეცხვაზე ბევრი წყალი იხარჯება, ამიტომ მისი განმეორებითი გამოყენება აუცილებლობას წარმოადგენს. ამ მიზნით ყველა გამრეცხ-გამორთქლ სადგურში მოწყობილია წყლის გამწმენდი ნაგებობა ნარეცხი წყლისაგან მექანიკური მინარევებისა და ნავთობის პროდუქტების მოსაცილებლად. წარმოებისათვის საჭირო წყლის გასაწმენდად იყენებენ მექანიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ მეთოდს. გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში ძირითადად გამოყენებულია მექანიკური წესით გაწმენდა. ეს ხდება სპეციალურ საცირკულაციო მოწყობილობაში. წყლის ქიმიური გაწმენდა წარმოებს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ეთილირებული ბენზინის ცისტერნები დამუშავდება. გასაწმენდი წყლის ცირკულაციისა და გასუფთავების პროცესი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: ცისტერნის გარეცხვის ან გაორთქვლის შემდეგ ჩამოშვებული წყალი ესტაკადის ღარებისა და მილების საშუალებით მიდის მექანიკურ გამწმენდ არხში, სადაც გაკეთებულია ცხაური; ამ ცხაურის საშუალებით წყალს

მოშორდება ჩვრები, საწმენდი ძენძი და სხვა მექანიკური მინარევები. მექანიკური მინარევებისაგან განთავისუფლებული წყალი ჩადის შემგროვებელ რეზერვუარში, საიდანაც ტუმბოების საშუალებით გადაიტუმბება სალექ კამერაში. სალექ კამერაში წყალი ჩერდება 1-2 საათს; ამ დროის განმავლობაში ფსკერზე ილეეება სილა და მყარი ნაწილაკები, ხოლო წყალზე მოტივტივე ნავთობის პროდუქტები გადადის ნავთობშემგროვებელ კამერაში. ნავთობის ემულსიისაგან მთლიანად გაწმენდის მიზნით წყალს ატარებენ ფილტრებში, საიდანაც 4 საათის შემდეგ გაწმენდილი წყალი გადაიტუმბება რეზერვუარში; აქედან სალექის გავლით გადადის საქვაბე განყოფილებაში; ქვაბებში წყალი ცხელდება 85 – 90°C-მდე და მიდის ესტაკადაზე ცისტერნების გასარეცხად.

სარეცხი წყლის გამწმენდ დანადგართა მთავარი ნაწილია ნავთობდამჭერი ნაგებობა. ეს ნაგებობა მოცემულია 13-ე ნახაზზე.



ნახ. 13. ნავთობდამჭერი ნაგებობის სქემა

- 1 – დამტუბი მილი; 2 – მაწყნარებელი; 3 – ნავთობდამჭერი ჩამოკიდებული ტიხრები;  
 4 – სალექი კამერები; 5 – მზრუნავი კოლექტორები; 6 – წყლის გადამშვები  
 განყოფილება; 7 – ფილტრები; 8 – ნავთობის შემგროვებელი კამერა; 9 – ფილტრის  
 ფსკერი; 10 – ნავთობის შრე; 11 – სილა; 12 – ხრეში; 13, 14, 15 და 16 – ტუმბოების  
 ჯგუფი.

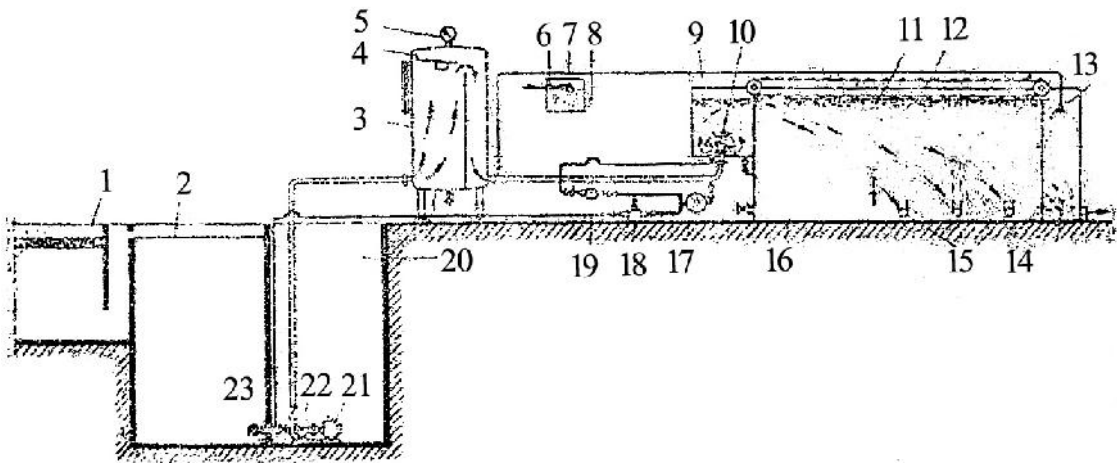


ნავთობდამჭერ ნაგებობას აქვს ორი სალექი კამერა მაწყნარებელი და წყალჩასაშვები განყოფილებით, ნავთობის შემკრები კამერა გადამშვები საბრუნო კოლექტორებით, ფილტრები, დამწნევი და შემწოვი მილსადენები, ტუმბოების განყოფილება, სადაც დაყენებულია ტუმბოების ოთხი ჯგუფი.

წყლის ზედაპირზე მოლივლივე ნავთობის ფენა მბრუნავი კოლექტორების (5) საშუალებით გადადის ნავთობის შემგროვებელ კამერაში (8), აქედან კი ტუმბოებით გადაიტუმბება რეზერვუარებში.

კანალიზაციაში ჩასაშვებ წყალში მავნე მინარევების კონცენტრაცია დასაშვებ ნორმას არ უნდა აღემატებოდეს. ცხრილში მოცემულია წყალში მინარევების დასაშვები ნორმა.

ნივთიერების დასახელება	მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია, მგ/ლ
ტეტროთილის ნაერთები	არ უნდა იქნეს
ბენზოლი	0,5
ნავთობი და მისი პროდუქტები	0,1
ფენოლი	0,001



ნახ. 14. საფლოტაციო დანადგარის სქემა

1 – ნავთობდამჭერი; 2 – შუალედი რეზერვუარი; 3 – დამტუმბი რეზერვუარი; 4 – ჰაერგამშვები სარქველი; 5 – მანომეტრი; 6 – ტივტივა სარქველი; 7 – შუალედი ავზი; 8 – მარეგულირებელი ონკანი; 9 – მიმღები კამერა; 10 – გამომშვები სარქველი; 11 – შემგროვებელი უკანა ჯიბე; 12 – ქაფმომცილებელი; 13 – საფრქვევი მოწყობილობა; 14 – ნავთობის დამჭერთან შეერთებული ქაფის მიმღები; 15 – შემგროვებელი მილები; 16 – ფლოტატორი; 17 – ბადიანი ფილტრი; 18 – ჰაერის ეფექტორი; 19 – ეფექტორი კოაგულაციისათვის; 20 – ტუმბოიანი ნავთობდამჭერი; 21 – ელექტროძრავი; 22 – 30 მ<sup>3</sup>/სთ მწარმოებლობის ტუმბო; 23 – მიმღები სარქველი

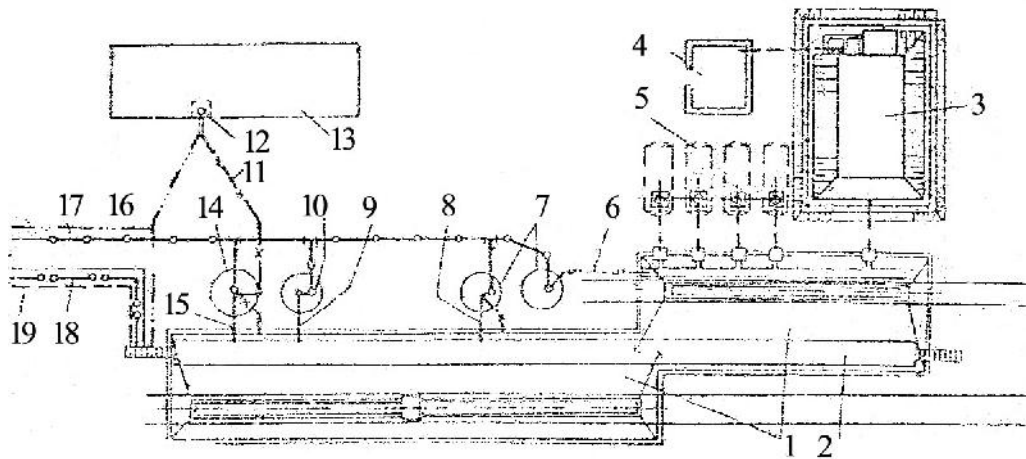
პრაქტიკულად ნარეცხ წყალში მინარეცების კონცენტრაცია გაცილებით მეტია, ვიდრე ნორმით არის გათვალისწინებული. ამიტომ საჭიროა მისი გაწმენდა, რადგანაც ეს მინარეცები წყალში გახსნილია ემულსიის სახით, მისი მოცულობა დალექვით შეუძლებელია. ამ მინარეცების ნაწილობრივ მოსაშორებლად მიღებულია ფლოტაციური წესი. საფლოტაციო დანადგარი მოცემულია ნახაზზე 14.

ფლოტაციური გაწმენდის არსი ჰაერით წყლის ხელოვნურად გაჯერებაში მდგომარეობს. ჰაერის ბუშტები, რომლებიც წყალში წარმოიშობა, ზედაპირზე ამოიტანენ წყალში ემულსიის სახით გახსნილ ნავთობს და წყლის ზედაპირზე შეგროვდება ნავთობის ქაფი, რომლის გადაბერვის შემდეგ ნავთობი მოშორდება და მინარევთა კონცენტრაცია წყალში თანდათან კლებულობს. პროცესი გრძელდება მანამდე, ვიდრე მინარევთა კონცენტრაცია დასაშვებ ნორმამდე დავა, რის შემდეგაც გაწმენდილ წყალს უშვებენ საერთო კანალიზაციის არხში.

ეთილირებული ბენზინიანი და ქიმიკატებიანი ცისტერნების დამუშავება წარმოებს ცალკე გამოყოფილ ფართობზე; ასეთი ფართობისა და მასზე განლაგებული სქემა მოცემულია ნახაზზე 15.

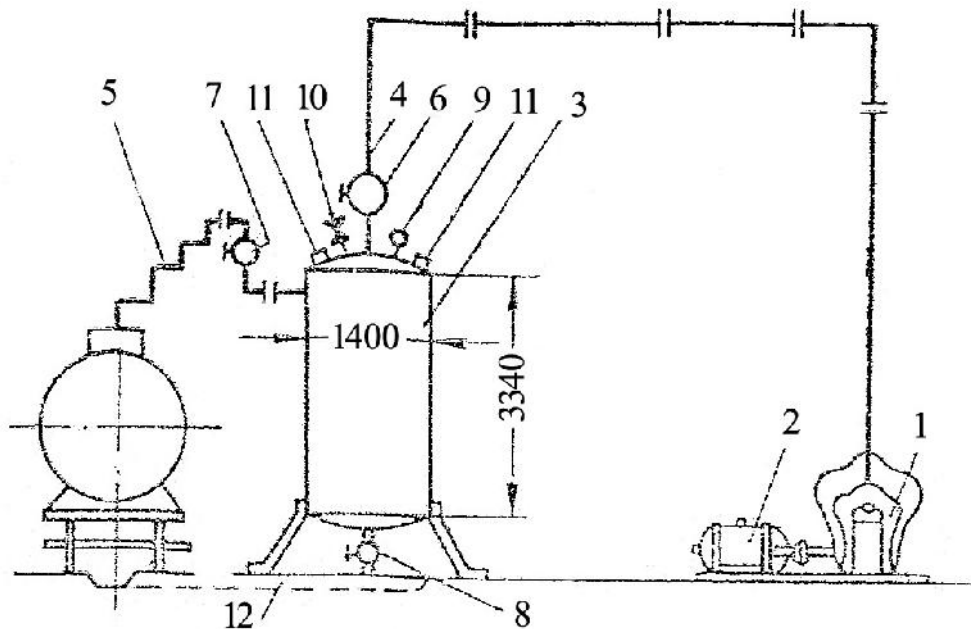
ვაკუუმდანადგარი (ნახ. 16) გამრეცხ-გამორთქლ სადგურში ერთ-ერთი ძირითადი მექანიზირებული ხელსაწყოა, რომლის საშუალებითაც ეფექტურად სრულდება ცისტერნის ქვაბში ნარჩენი პროდუქტებისა და ნარეცხი წყლის გადმოტუმბვა. ასეთი დანადგარის მწარმოებლობა წუთში 2-4 მ<sup>3</sup> უდრის.

ამ დანადგარის ძირითად მოწყობილობაში შედის ვაკუუმტუმბო (1), ელექტროძრავი (2), ვაკუუმშემგროვებელი (3), საჰაერო მილსადენი (4) და ცისტერნაში ჩასაშვები შლანგი (5), ვაკუუმშემგროვებელზე დაყენებულია სათანადო არმატურა, ჩამკეტი ვენტილი (6), სამაგისტრალო ვენტილი (7), გამომშვები ვენტილი (8), ვაკუუმმეტრი (9), საჰაერო ონკანი (10) და სათვალეირებელი სარკმელები (11), ვაკუუმშემგროვებლის ქვეშ გაყვანილია ღარი (12).



ნახ. 15. ეთილირებული ბენზინიანი და ქიმიკატებიანი ცისტერნების დამმუშავებელი დანადგარების განლაგების სქემა

1 – ღია მობეტონებული მოედანი; 2 – ესტაკადა; 3 – ღია რეზერვუარი ნარჩენების მოსაგროვებლად; 4 – ტუმბოების განყოფილება; 5 – ქიმიკატების შემგროვებელი ავზი; 6 – მილსადენი ქიმიკატებისათვის; 7 – ვაკუუმშემკრები ნარჩენი პროდუქტებისა და ნარეცხი წყლის შესაგროვებლად; 8 – მილსადენი წყალში გახსნილი ქიმიკატებისათვის; 9 – მილსადენი ეთილირებული ბენზინისათვის; 10 – ვაკუუმშემკრები ეთილირებული ბენზინისათვის; 11 – მილსადენი ეთილირებული ბენზინის განეიტრალებისათვის; 12 – ავზი ნეიტრალიზატორისათვის; 13 – რეგენტისა და საყოფაცხოვრებო შენობა; 14 – ვაკუუმშემკრები ნარეცხი წყლის ეთილირებული ბენზინის მინარევით; 15 – მილსადენი ეთილირებულბენზინიანი ნარეცხი წყლის გასაშვებად; 16 – შეკუმშული ჰაერის მილსადენი; 17 – ვაკუუმის მილსადენი; 18 – ცხელი წყლის მილსადენი; 19 – ცივი წყლის მილსადენი



ნახ. 16. ვაკუუმდანადგარის სქემა

ცისტერნების გარეცხვისათვის ფართოდ არის გამოყენებული მექანიზებული სარეცხი ხელსაწყოები. ერთ-ერთ ასეთ ხელსაწყოს წარმოადგენს უდოტოვისა და ბაულინის ხელსაწყო. ამ ხელსაწყოს ჩაუშვებენ ქვაბში, ამაგრებენ ხუფზე, უერთებენ ცხელი წყლის მილს; ხუფის სახურავს ხურავენ. გახსნიან ონკანს, ხელსაწყო ამოქმედდება თვით წყლის წნევის საშუალებით. წყლის ტემპერატურა 50 – 60°C, წნევა – 5-6 ატ. ერთი ცისტერნის გარეცხვაზე იხარჯება 16 წუთამდე.

**გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში ცისტერნების დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი.**

სადგურის მიმდებ პარკში ცისტერნების შემადგენლობის მიღების შემდეგ ქვაბების გამსინჯველი ამოწმებს და ადგენს, თუ რომელ ცისტერნებს ესაჭიროება გამრეცხ-გამორთქლ სადგურში გადაცემა დასამუშავებლად. მახარისხებელ პარკში წარმოებს დასამუშავებელი ცისტერნების დაჯგუფება შესასრულებელი სამუშაოების ხასიათისა და მოცულობის მიხედვით; შემდეგ დასამუშავებელი ცისტერნები გადაეცემა გამრეცხ-გამორთქლ სადგურს.

დასამუშავებლად გადაცემული ცისტერნები შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად: ცისტერნები, რომლებიც მოითხოვენ ცივ დამუშავებას, და ცისტერნები, რომლებიც მოითხოვენ ცხელ დამუშავებას.

ციტერნების ცივი დამუშავება წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც მათ ვამზადებთ იმავე პროდუქტის ჩასახმელად, რომელიც მათში იყო. ცივი დამუშავებისას ნარჩენი პროდუქტის მოცილობა ცისტერნისაგან წარმოებს ორთქლისა და ცხელი წყლის გამოყენებლად.

ცისტერნების ჩახმისათვის მომზადების დროს ცხელი დამუშავებისას იყენებენ ორთქლს, ცხელ წყალს, გამხსნელ ნივთიერებებს და შეკუმშულ ჰაერს. გადასაზიდი სითხეების მრავალსახეობის მიხედვით ცისტერნების დამუშავება ითვალისწინებს შემდეგ ოპერაციებს: ნარჩენი პროდუქტების მოშორებას ქვაბისგან, ქვაბის გარეცხვას ცხელი წყლით და გამხსნელით ან გაორთქლას.

ქვაბის კედლების შიგა ზედაპირის გაწმენდას ხელით ან შეკუმშული ჰაერით, გამრობასა და დეგაზაციას.

ცისტერნების ქვაბებიდან ნარჩენი პროდუქტების ჩამოსხმა წარმოებს სიფონით, ტუმბოებითა და ვაკუუმდანადგარებით. ყველაზე ეფექტურია ვაკუუმური დანადგარის გამოყენება, როგორც ნარჩენი პროდუქტების, ისე ნარეცხი წყლის ამოსატუმბად. თითოეულ ვაკუუმდანადგარს აქვს ოთხი ვაკუუმშემგროვებელი, ცალ-ცალკე ბენზინის, ნავთის, დიზელის სათბობისა და ნავთობის მუქი ფერის პროდუქტებისათვის; ამ უკანასკნელს აქვს შემთბობი კლავნილი მილი ნავთობის პროდუქტების შესათბობად ჩამოშვების წინ.

ცისტერნებს, რომლებსაც ვაკუუმდანადგარით დამუშავება სჭირდება, ჩააყენებენ ესტაკადის ლიანდაგზე. ესტაკადაზე მოწყობილია ვაკუუმის წერტილები ცისტერნაში ჩასაშვები გოფირებული შლანგებით. მაღალი სიბლანტის პროდუქტებიან ცისტერნებს, ვაკუუმპროცესის დაჩქარების მიზნით, გაორთქლვით აცხელებენ 70 – 90°-მდე. ვაკუუმდანადგარი მუშაობს შემდეგნაირად: აამუშავებენ ვაკუუმტუმბოს (1), რომელიც მოძრაობს ელექტროძრავით (2); ეს ჰაერის გაიშვიათებას ქმნის მილსადენში (4), ვაკუუმშემკრებსა (3) და შლანგში (5), რომელიც ცისტერნის ქვაბშია ჩაშვებული.

ვაკუუმის ტუმბოს ამუშავების წინ გახსნიან ჩამკეტ ვენტილს (6) და დაკეტავენ სამაგისტრალო ვენტილს (7), როდესაც მთელ სისტემაში ჰაერის გაიშვიათება მიაღწევს 0,6-0,7 ატ, გახსნიან სამაგისტრალო ვენტილს; ვაკუუმდანადგარი მუშაობას განაგრძობს, ცისტერნაში ჩაშვებული შლანგით ნარჩენი ნავთობი შეიწოვება და გადმოვა ვაკუუმშემკრებში, როდესაც ვაკუუმშემკრები შეივსება 75%-ით, სისტემა გადაირთვება მეორე შემკრებზე. შემკრებებიდან ნავთობის პროდუქტების ჩამოშვება წარმოებს ჩამოსაშვები ვენტილის (8) და საჰაერო ონკანის (10) გაღებით. ნავთობი ჩავა ღარში (12), საიდანაც მიდის რეზერვუარებში.

ცისტერნიდან ნავთობის ნარჩენების სრული ამოტუმბვის შემდეგ დანადგარი კიდევ 3-5 წუთს მუშაობს ქვების დეგაზაციისათვის.

როდესაც საჭიროა ერთდროულად რამოდენიმე ცისტერნიდან ნარჩენი პროდუქტების ამოტუმბვა და ვაკუუმდანადგარის სიმძლავრე ამისათვის საკმარისი არ არის, მაშინ დამატებით იყენებენ ორთქლის სიფონებს.

17-ე ნახაზზე მოცემულია ორთქლის სიფონის სქემა.

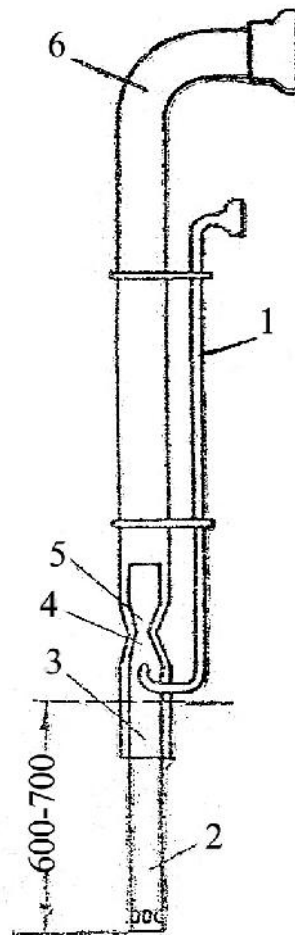
ორთქლის მიწოდება ხდება მილით (1), რომელიც უბერავს შემავალ (4) და გამავალ (5) კონუსებში; ორთქლი იტაცებს ჰაერს და კამერაში (3) ქმნის ვაცუუმს, რის შედეგად ქვებიდან ნარჩენი პროდუქტი ან ნარეცხი წყალი მილით (2) შეიწოვება და გადადის გამშვებ მილში (6), იქიდან კი შლანგის საშუალებით ღარში.

ცისტერნების გაორთქვლა და გარეცხვა. ცისტერნის ქვების გაორთქვლა წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც ნარჩენი პროდუქტის გადმოსხმის შემდეგ ქვების შიგნით კედლებზე მიკრულია ნავთობის პროდუქტი. ეს ხდება მაღალი სიბლანტის პროდუქტების გადატანისას და უმეტეს შემთხვევაში ზამთრის პერიოდში.

ქვების გაორთქვლა წარმოებს შემდეგნაირად: ხუფის სანათურიდან ჩაუშვებენ შლანგს, რომელიც მიერთებულია ორთქლგამყვან მილთან; სანათურს დახურავენ სპეციალური სახურავით და ორთქლს გაუშვებენ 5-6 ატ წნევით. გაორთქვლის პროცესი გრძელდება 20-დან 90 წუთამდე. ეს დამოკიდებულია ნავთობის პროდუქტების სიბლანტეზე. ქვების გაორთქვლა დასაშვებია როგორც ნარჩენი პროდუქტების კედლებიდან მოცილების გაადვილების მიზნით, ასევე საწამვლავ და ფეთქებად ნივთიერებათა ორთქლისა და აირების გამოსადევნად.

ცისტერნების გარეცხვა ცხელი წყლით. ცისტერნების გარეცხვა ცხელი წყლით შეიძლება შესრულდეს როგორც ცალკე ოპერაცია ან იყოს გაორთქვლის პროცესის გაგრძელება. ცისტერნების ცხელი წყლით

გარეცხვა აუცილებელია იმ შემთხვევაში, როცა ნავთობის მუქი ფერის პროდუქტებიან ცისტერნებს ვამზადებთ ღია ფერის პროდუქტების ჩასასხმელად, საკვები პროდუქტების ჩასასხმელად ან იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭიროა ჩასასხმელი პროდუქტების საკონდიციო თვისებების შენარჩუნება.



ნახ. 17. ორთქლის სიფონი

ცხელი წყლით ცისტერნების გარეცხვის ეფექტურობა დამოკიდებულია წყლის დარტყმის ძალაზე, ტემპერატურისა და გამხსნელის გამოყენებაზე. წყლის წნევა დასაშვებია 8 ატმოსფერომდე, ტემპერატურა 80 – 90°; გამხსნელად გამოყენებულია ნავთი, გაზოლინი, პიროლიზი და სხვ., რომელსაც აცხელებენ 60 – 80°-მდე და მექანიკური გამფრქვევის საშუალებით ქვების კედლებს აპკურებენ შიგნიდან, რაც ხელს უწყობს ნავთობის პროდუქტების სწრაფ მოცილებას. ერთ ცისტერნაზე იხარჯება 10-15 კგ გამხსნელი.

უკანასკნელ წლებში ცისტერნების ცხელი გარეცხვისას გამოყენებულია გზათა სამინისტროს ცენტრალიზებული სავაგონო სამმართველოს მიერ რეკომენდებული სარეცხი სითხე MJI – 2, რომელშიც შედის: 10% სულფანოლი, 60% კალცირებული სოდა და 30% თხევადი მინა. ამ ხსნარის საწყისი კონცენტრაცია წყალში შეადგენს 0,3-0,6%. ხსნარი შეიძლება დამზადდეს როგორც ზღვის, ასევე სასმელ წყალზე. უკანასკნელ შემთხვევაში უმატებენ გოგირდმჟავა მაგნიუმის მარილს 0,1-0,3% კონცენტრაციით.

აღნიშნულ ხსნარს წყალში აზავებენ 0,3-0,6% კონცენტრაციით, აცხელებენ 80 – 85°-მდე და 7-8 ატ წნევით უშვებენ ქვაბში, რომელიც მექანიზებული სარეცხი ხელსაწყოს საშუალებით ირეცხება 15-20 წუთის განმავლობაში. ერთი ორღერძიანი ცისტერნის ქვაბის გარეცხვაზე იხარჯება 10-12 მ<sup>3</sup> ცხელი წყალი MJI – 2 სითხის 0,3-0,6% კონცენტრაციით. ამ შეზავებული წყლის გამოყენების ჯერადობა 7-8-ს აღწევს.

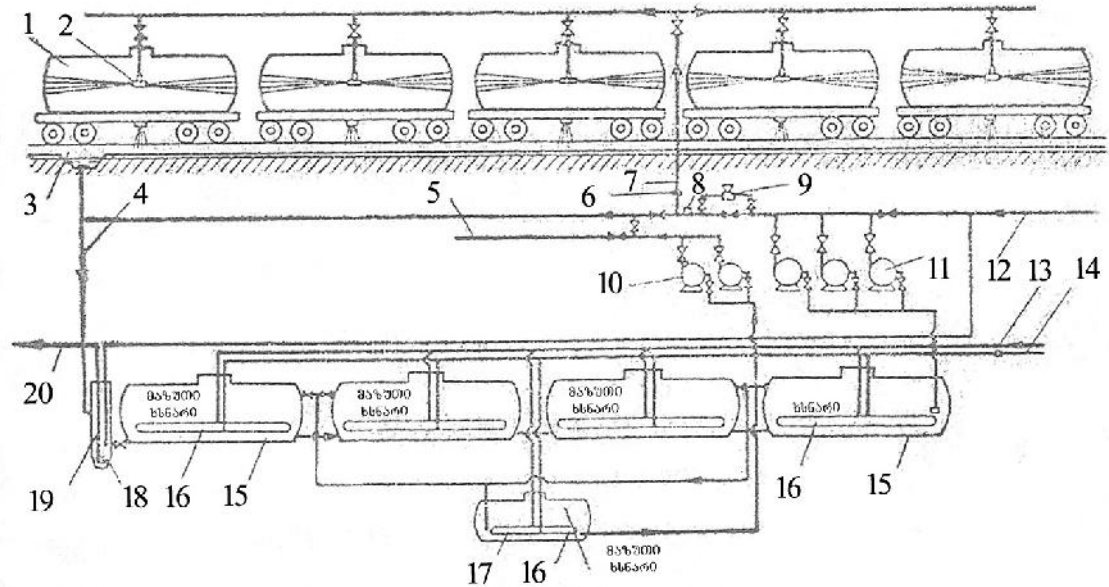
მექანიზებული სარეცხი დანადგარის სქემა (სარეცხი MJI – 2 სითხის გამოყენებით) მოცემულია ნახ. 18-ზე.

სარეცხი ხსნარით ქვაბების გარეცხვის ძირითადი უპირატესობა, მანამდე არსებულ წესებთან შედარებით, შემდეგში მდგომარეობს: ქვაბის ზედაპირი კარგად იწმინდება, მასზე არ რჩება ნავთობის ფენა; ნავთობის ნარჩენი პროდუქტები მაქსიმალურად გამოიყენება; უმჯობესდება ქვაბში მომუშავე პერსონალის სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები და მცირდება კანალიზაციაში ჩასაშვები წყლის რაოდენობა.

ქვაბის შიგა ზედაპირის გაწმენდა-გამშრალეობა ერთ-ერთი მძიმე სამუშაოა ცისტერნების მომზადების საქმეში. ქვაბის გარეცხვის შემდეგ საჭიროა მისი გამომშრალეობა, რაც ხელით სრულდებოდა. ქვაბში ჩავიდოდნენ მომუშავეები და ჩვრების, ძენძის ან ქსოვილის ნარჩენებით წმენდნენ კედლებს. უკანასკნელ ხანებში ქვაბს ამშრალევენ შეკუმშული ჰაერის შებერვით, მაგრამ ეს სამუშაო მაინც არ არის მთლიანად



მექანიზებული. ჰაერით შებერვას მომუშავე ასრულებს შლანგით და ქვაბის ფსკერის მოწმენდა მაინც ხელით ხდება. ამჟამად მიმდინარეობს ამ მიმღე სამუშაოს მექანიზაციის სრულყოფა.



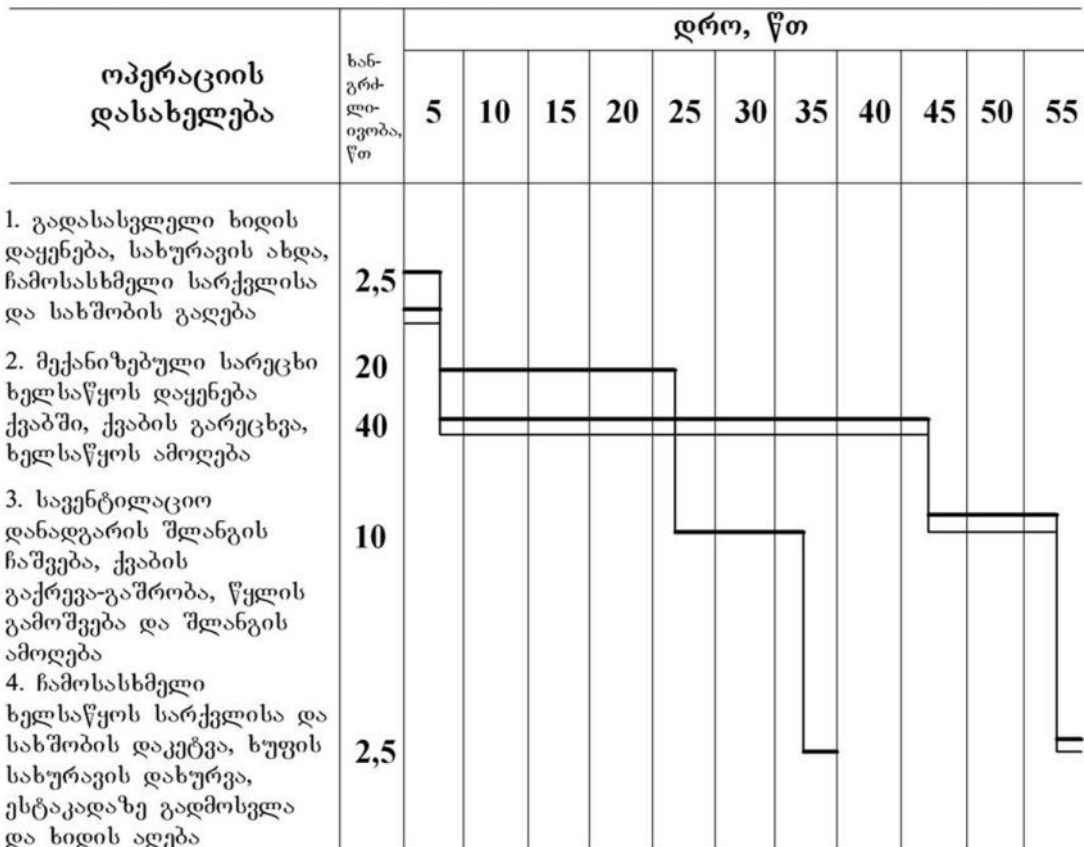
ნახ. 18. ცისტერნების მექანიზებული სარეცხი დანადგარის სქემა:

- 1 – დასამუშავებელი ცისტერნი; 2 – სარეცხი ხელსაწყო; 3 – შემკრები ღარი; 4 – მილსადენი ემულსისათვის; 5 – მილსადენი მაზუთისათვის; 6 – ხსნარის მრიცხველი;
- 7 – ხსნარის მილსადენი ცისტერნებში; 8 – თერმომეტრი; 9 – ამქაფებელი გენერატორი; 10 – მაზუთის გადამტუმბი ტუმბო; 11 – ხსნარის მიმწოდებელი ტუმბოები; 12 – წყალსადენი; 13 – ორთქლსადენი საქვაბედან; 14 – კონდენსატის მილსადენი საქვაბეში; 15 – კასკადური სალექარები; 16 – კლაკნილა; 17 – ნავთობის შემგროვებელი რეზერვუარი; 18 – ჭუჭყის გამდევნი ელექტორი; 19 – სილის დამჭერი; 20 – კანალიზაციის მილსადენი

ცისტერნის ქვაბების დეგაზაცია ითვალისწინებს ქვაბიდან წყლის ორთქლისა და ნარჩენი პროდუქტებისაგან წარმოშობილი აირების გამოდევნას. დეგაზაცია ხორციელდება სავენტილაციო დანადგარით, რომლის საშუალებითაც ესტაკადაზე აწვდიან დაბალი წნევის ჰაერს, აქედან კი შლანგის ჩაშვებით ხდება მისი განიავება.

საწარმოო სანიტარიისა და უსაფრთხოების ტექნიკის ნორმების მიხედვით ცისტერნაში სრული დეგაზაციის მისაღწევად საჭიროა ჰაერის 40-ჯერ შეცვლა. დეგაზაციის შემდეგ ამოწმებენ, ხომ არ რჩება ცისტერნებში აირები, რომლებსაც შეუძლია გამოიწვიოს აფეთქება.

19-ე ნახაზზე მოცემულია ცისტერნების დამუშავების ტექნოლოგიური რუკა. რუკაზე მოცემულია დამუშავებისთვის საჭირო დრო. 35 წუთი სჭირდება საშუალო სიბლანტის ნავთობპროდუქტებიანი ცისტერნების დამუშავებას, ხოლო 55 წუთი – მაღალი სიბლანტისა და მუქი ფერის ნავთობპროდუქტებიანი ცისტერნების დამუშავებას.



ნახ. 19. ცისტერნის დამუშავების ტექნოლოგიური რუკა

**გამრეცხ-გამორთქლი სადგურის გამტარუნარიანობის განსაზღვრა.**

გამრეცხ-გამორთქლი სადგურის გამტარუნარიანობაში იგულისხმება ყველა იმ საწარმოო პროცესის შესრულება, რომელიც წარმოებს სადგურის ყველა საწარმოო უბანზე.

თითოეული საწარმოო ერთეულისათვის განისაზღვრება მისი გამტარუნარიანობა დღე-ღამეში ან თვიურად და შემდეგ შეჯამდება მთელი სადგურისათვის.

ღია ესტაკადის მწარმოებლობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$W = \frac{nTLK}{l(t + T + t)}$$

სადაც  $W$  არის ესტაკადის სადღეღამისო მწარმოებლობა;

$n$  – ლიანდაგების რიცხვი, რომელსაც ესტაკადა ემსახურება;

$T$  – ესტაკადის მუშაობის ხანგრძლივობა დღე-ღამეში, 1440 წთ;

$L$  – ესტაკადის სიგრძე, მ;

$K$  – ესტაკადის გამოყენების კოეფიციენტი, 0,85;

$l$  – ცისტერნის საანგარიშო სიგრძე; ოთხღერძიანის – 12 მ; ორღერძიანის – 9 მ, ექვსღერძიანის – 16 მ და რვაღერძიანის – 21 მ;

$t$  – ცისტერნების ჯგუფის ჩაყენებისათვის საჭირო დრო 5-10 წუთი;

$t$  – ცისტერნების ჯგუფის გამოყვანისათვის საჭირო დრო 5-10 დრო;

$T$  – ცისტერნების ჯგუფის დასამუშავებლად საჭირო დრო, წუთობით (მოცემულია ცხრილში).

### **გამრეცხ-გამორთქლი მატარებელი და მისი მოწყობილობა**

მექანიზებული გამრეცხ-გამორთქლი მატარებელი განკუთვნილია ცისტერნების დასამუშავებლად ისეთ პუნქტებში, სადაც ნავთობის ჩასხმას ცისტერნებში დროებითი ხასიათი აქვს, ან ისეთ სადგურებში, სადაც სტაციონარული გამრეცხ-გამორთქლი მოწყობილობა არ არის.

მექანიზებული გამრეცხ-გამორთქლი მატარებლის შემადგენლობაში შედის ორი ორთქლმავალი და 23 ვაგონი. აქედან ერთი ორთქლმავალი განკუთვნილია შემადგენლობის მოძრაობისა და სამანევრო მუშაობისათვის, ხოლო მეორე ორთქლმავლის დანიშნულებაა მატარებლის მუშაობის პროცესის უზრუნველყოფა ორთქლითა და ცხელი წყლით. ვაგონებში არის საჭირო დანადგარები, დამხმარე

მოწყობილობა, ცისტერნები ნარჩენი პროდუქტების შესაგროვებლად, სარეცხი წყლის გასაცხელებლად და სხვ.

მექანიზებული მატარებლის ძირითად მოწყობილობაში შედის: სავაკუუმო დანადგარი ქვაბებიდან ნავთობის ნარჩენებისა და ნარეცხი წყლის ამოსაღებად; ტუმბოები წყლისა და გამხსნელის მისაწოდებლად; წყლის გასაცხელებელი ქვაბები; სავენტილაციო დანადგარი; ელექტროსადგური. რვა ვაგონის სახურავზე მოწყობილია ესტაკადა გადასასვლელი ხიდებითა და მილსადენებით.

ვაგონებში არის აგრეთვე დამხმარე და საყოფაცხოვრებო მოწყობილობა: საშხაპე, სასადილო, საერთო საცხოვრებელი, სამედიცინო პუნქტი, ქიმიური ლაბორატორია, საწყობები, კანტორა და სხვ.

მექანიზებულ მატარებელს ერთდროულად შეუძლია დაამუშაოს 20 ოთხღერძიანი ცისტერნ. ამ ცისტერნებს დააყენებენ ორ პარალელურ ლიანდაგზე, მათ შორის ჩააყენებენ მატარებლის იმ ნაწილს, რომელშიც არის სარეცხი დანადგარები და წარმოადგენს ესტაკადას. მექანიზებული მატარებლის სადღეღამისო მწარმოებლობა უდრის 125-150 ცისტერნას.

მექანიზებული მატარებლით ცისტერნების დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი ისეთივეა, როგორც არის გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში.

### **2.2.2. ცისტერნების დამუშავებისას უსაფრთხოების ტექნიკის წესები და მათი დაცვა**

გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში ცისტერნების დამუშავებისას დიდი ყურადღება ექცევა უსაფრთხოების ტექნიკისა და შრომის დაცვის წესების ზუსტ გატარებას. ცისტერნების დამუშავების პროცესი ძალზე მძიმე და სახიფათოა, თუ დარღვეული იქნება გათვალისწინებული წესები.

ცისტერნების დამუშავების დაწყებამდე უნდა გაირკვეს, თუ რა სახის პროდუქტი იყო დასამუშავებელ ცისტერნებში, უნდა დაჯგუფდეს დასამუშავებელი ცისტერნები და ამის მიხედვით დაიგეგმოს დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესი. არის შემთხვევები, რომ გამრეცხ-გამორთქლ სადგურში მოხვდება ქიმიურპროდუქტებიანი ცისტერნებიც, რის გამოსარკვევადაც სადგურს აქვს ქიმიური ლაბორატორია.

გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებში არ შეიძლება იმ ცისტერნების დამუშავება, რომლებიც მიწერილია ქიმიური მრეწველობის საწარმოებზე, სადაც ასხამენ ისეთ პროდუქტებს, როგორც არის აზოტმჟავა, ანილინი, დიქლორეთანი, მეთანოლი, ოლეუმი, გოგირდმჟავა და სხვა ქიმიური პროდუქტები. ეს ცისტერნები ჩასხმისათვის მოსამზადებლად უნდა გადაეცეს მიწერის პუნქტებს.

ელექტროფიცირებულ უბნებზე ცისტერნაზე ასვლა და გასინჯვა არ შეიძლება მანამდე, ვიდრე საკონტაქტო ქსელიდან დენი არ იქნება გამორთული ან ცისტერნები არ იქნება ჩაყენებული იმ ლიანდაგზე, სადაც საკონტაქტო ქსელი არ არის.

ყველაზე მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს ცისტერნების გამრეცხავათვის შრომის ნორმალური პირობების შექმნას, რადგანაც მათ უხდებათ ქვაბში ჩასვლა და იქ მუშაობა. მართალია, უკანასკნელ ხანებში ცისტერნების გარეცხვის ნაწილობრივმა მექანიზაციამ საგრძნობლად შეამცირა გამრეცხავთა ქვაბში ყოფნის და ხელის სამუშაოების დრო, მაგრამ ჯერ კიდევ აუცილებელი ხდება ქვაბში ჩასვლა, რაც დიდ სიფრთხილეს და ყურადღებას მოითხოვს.

ცისტერნების დამუშავების საქმეში მექანიზაციის დანერგვამ, ვაკუუმდანადგარების გამოყენებამ, მექანიკური სარეცხი ხელსაწყოების შემოღებამ და ქვაბის შეკუმშული ჰაერით გამოშრობამ ცისტერნებში ჩასვლის სამუშაოების ხანგრძლივობა 2,5-3-ჯერ შეამცირა. გამრეცხავებისათვის იყენებენ პნევმატურ კოსტუმებს ნაცვლად

ბრეზენტის სპეცტანსაცმლისა. პნემოკოსტუმი დახურულია, მასში ზეთი ან ნავთობი არ შედის. კოსტუმის შიგნით აწვდიან გაწმენდილ ჰაერს როგორც სუნთქვისათვის, ისე მთელი ტანის გასაგრილებლად (ჰაერი ზაფხულში გაცივებულია, ზამთარში – შემთბარი).

მრეცხავებს ეძლევათ აგრეთვე აკუმულატორიანი ფარნები და ისეთი შენადნობის იარაღები, რომლებიც ნაპერწკალს არ აჩენს. ამით ისპობა ქვაბში აფეთქების საფრთხე.

როდესაც ერთი გამრეცხავი ქვაბში მუშაობს, მეორე ქვაბის ხუფიდან განუწყვეტელ ზედამხედველობას უწევს. ქვაბში ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 40°-ს.

გამრეცხ-გამორთქლ სადგურებსა და პუნქტებში ეწყობა გარდეროები ინდივიდუალური სარგებლობის კარადებით, საშხაპე და პირსაბანები, სარეცი განყოფილება სპეცტანსაცმლის დასარეცხად, დასასვენებელი ოთახები, საპარიკმახერო, მედპუნქტი განუწყვეტელი მორიგეობით და სხვა სანიტარულ-საყოფაცხოვრებო შენობები.

ცისტერნების გარეცხვაზე დაკავებული მომუშავეები ვალდებული არიან იცოდნენ და მტკიცედ დაიცვან ცისტერნების ჩასხმისათვის მომზადებული ყველა წესი, ინსტრუქცია და ტექნოლოგიური პროცესი.

ცისტერნების გამრეცხ-გამორთქლი სადგურები და პუნქტები შენდება ნავთობის საბადოებთან, ნავთობის გადამამუშავებელ ქარხნებთან, რკინიგზის სადგურებში, სადაც ცისტერნებიდან საზღვაო ან სამდინარო ტრანსპორტზე გადატვირთვა, ან პირიქით, საზღვაო და სამდინარო ტრანსპორტიდან ან ნავთსადენი მილებიდან რკინიგზის ცისტერნებში ჩატვირთვა წარმოებს.

გამრეცხ-გამორთქლი სადგურები და პუნქტები განლაგებული ინდა იქნეს სპეციალურად გამოყოფილ ტერიტორიაზე, დასახლებული პუნქტიდან მოშორებით. ხშირად მათ ათავსებენ ნავთობის გადამამუშავებელი ქარხნის ტერიტორიაზე. ასეთ შემთხვევაში გამრეცხ-გამორთქლ პუნქტს ენერგიეს, წყალს, ორთქლსა და შეკუმშულ ჰაერს

აწვდიან ქარხნის დანადგარებიდან და იყენებენ ქარხნის კანალიზაციას. ეს ამცირებს როგორც კაპიტალურ დაბანდებას, ისე საექსპლუატაციო ხარჯებს.

გამრეცხ-გამორთქლი სადგურის შემადგენლობაში შედის:

ცისტერნების გამწმენდ-შემკეთებელი დეპო დახურულ შენობაში არანაკლები ორი ლიანდაგითა და ორმხრივი ესტაკადით;

ღია ტიპის ესტაკადა, რომლის სიგრძე და ლიანდაგთა რიცხვი დამოკიდებულია დასამუშავებელი ცისტერნების რაოდენობაზე;

ლიანდაგები სპეციალურპროდუქტებიანი ცისტერნების გადასწმენდად;

ვაკუუმ-დანადგარები კონდენსაციისათვის, ცისტერნებიდან პროდუქტების და ნარეცხი წყლის გამოსატუმბად;

საქვაბე, საკომპრესორო, ტუმბოებისა და სავენტილაციო დანადგარები: ნავთობისა და წყლის ჩამოსაშვებ-დამწმენდი ნაგებობანი, რომლებსაც აქვს ჩამოსასხმელი ღარები, საკანალიზაციო ქსელი, ნავთობის შესაგროვებელი აუზი, საფილტრაციო მოედანი, ნავთობის პროდუქტების შესაგროვებელი რეზერვუარები და სხვა მოწყობილობა, რომელიც საჭიროა გამწმენდი მეურნეობისათვის.

გამხსნელის შესანახი და ესტაკადაზე მიმწოდებელი მოწყობილობა; მილსადენების ქსელი წყლის, ორთქლისა და ჰაერის ესტაკადაზე მისაწოდებლად.

ქიმიური ლაბორატორია ნავთობის პროდუქტების ანალიზისათვის; საწყობები, სამოსამსახური და საყოფაცხოვრებო შენობები, სპეციალური ლიანდაგები.

გამრეცხ-გამორთქლ პუნქტს უფრო ნაკლები მოწყობილობა აქვს, ვიდრე სადგურს. უმთავრესად პუნქტს უნდა ჰქონდეს ესტაკადა, სავაკუუმო დანადგარი, რეზერვუარები ნავთობის შესანახად, ლაბორატორია და სხვ.

ცისტერნების გასინჯვა, მიმდინარე შეკეთება და ტვირთის ჩასხმისათვის მომზადება ძირითადად ხდება ჩასხმის ან ჩამოსხმისათვის განკუთვნილ სადგურებში. რაც შეეხება საუბნო სადგურებს, იქ წარმოებს ცისტერნების სავალი და სამუხრუჭე ნაწილების საკონტროლო გასინჯვა და შეკეთება.

მახარისხებელ პარკში წარმოებს ცისტერნების დეფექტების ლიკვიდაცია, შეკეთება და უვარგისი ნაწილების შეცვლა. ლინდაგები, სადაც ცისტერნების შიდა ნაწილების შეკეთება წარმოებს, უნდა იყოს მობეტონებული, ლიანდაგის შუაში ნავთობის ჩამოსასხმელად კეთდება არხი, საიდანაც ნავთობი მიდის კოლექტორში.

ცისტერნები, რომლებიც გადაცემული იქნება სპეციალურ ლიანდაგებზე სარქველების გასაწყობად, შემოზღუდული უნდა იქნეს სასიგნალო ნიშნებით სამუშაოების დამთავრების შემდეგ სასიგნალო ნიშნებს მოხსნიან და აცნობებენ სადგურის მორიგეს ცისტერნების მზადყოფნის შესახებ.

გამშვებ პარკში ცისტერნების შემადგენლობის დამუშავების ტექნოლოგია ისეთივეა, როგორც ჩვეულებრივი შემადგენლობების.

ვაგონ-ცისტერნების სარქველების შემკეთებელი ზეინკალი, რომელიც ამზადებს ვაგონებს ნავთობპროდუქტებისა და ბიტუმისათვის ვალდებულია:

1. იცოდეს და დაიცვას უსაფრთხოების წესები და ტექნოლოგიური პროცესების მოთხოვნები;
2. შეეძლოს ფერთ, სიბლანტით და სუნით ნავთობპროდუქტების სახეობის განსაზღვრა;
3. იცოდეს მოწამვლავი ნივთიერებების, განსაკუთრებით მეთანოლისა და ეთილირებული ბენზინის ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე და მოწამვლის ნიშნები;
4. შეეძლოს მოწამვლის, დამწვრობისა და ტრამვის დროს დაზარალებულზე პირველი დახმარების აღმოჩენა;



5. დანადგარების, მოწყობილობების, ინსტრუმენტების, დამცავი საშუალებების და სპეც. ტანსაცმლის უწყესივრობების შემთხვევაში სასწრაფოდ აცნობოს თავის უშუალო ხელმძღვანელს ან წარმოების ხელმძღვანელობას. ავარიის ან ისეთ შემთხვევაში, როცა საქმე ეხება ადამიანთა უსაფრთხოებას, შეაჩეროს მუშაობა და შეუდგეს დარღვევების ლიკვიდაციას;

6. უსაფრთხოების ტექნიკისა და საწარმოო სანიტარიის მოთხოვნების ნორმების დარღვევისათვის, რამაც გამოიწვია უბედური შემთხვევა, სარქველების შემკეთებელი ზეინკალი აგებს პასუხს იმ პირების თანაბრად, ვინც ვერ უზრუნველყო ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებები დარღვევის თავიდან ასაცილებლად;

7. სამუშაოს დაწყების წინ ყველა მომუშავემ ბრიგადირთან ერთად უნდა შეამოწმოს ინსტრუმენტები, დამცავი საშუალებები, სპეც. ტანსაცმელი, სამაშველო მოწყობილობები;

8. ინსტრუმენტები დამზადებული უნდა იყოს ისეთი მასალისაგან, რომელიც გამორიცხავს დარტყმების დროს ნაპერწკლის წარმოშობას;

9. სამაშველო სარტყელი და თოკი უნდა იყოს წესიერ მდგომარეობაში. თოკს უნდა ჰქონდეს ერთი-მეორისაგან ნახევარი მეტრით დაშორებული კვანძები.

თოკის სიგრძე უნდა იყოს:

- ოთხღერძიანი ცისტერნის დამუშავების დროს არა ნაკლები 12 მეტრისა;
- რვაღერძიანი ცისტერნის დამუშავების დროს არა ნაკლები 17 მეტრისა;

10. სასუნთქი მოწყობილობების შლანგის სიგრძე უნდა იყოს:

- ოთხღერძიანი ცისტერნის დამუშავების დროს არა ნაკლები 12 მეტრისა.

### 2.3. ვაგონ-ცისტერნების არმატურა

ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური საშიშროების დაცვის პირობების უზრუნველყოფის საქმეში დიდი როლი ენიჭება ვაგონ-ცისტერნების არმატურის ტექნიკურად გამართულ მდგომარეობაში უზრუნველყოფას და მათ სწორ ექსპლუატაციას.

ვაგონ-ცისტერნების ძირითად არმატურას წარმოადგენენ:

- ა) უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმი (ნახ. 20);
- ბ) ჩასასხმელ-ჩასადრომი ხუფი;
- გ) დამცავ-შემშვები სარქველი.

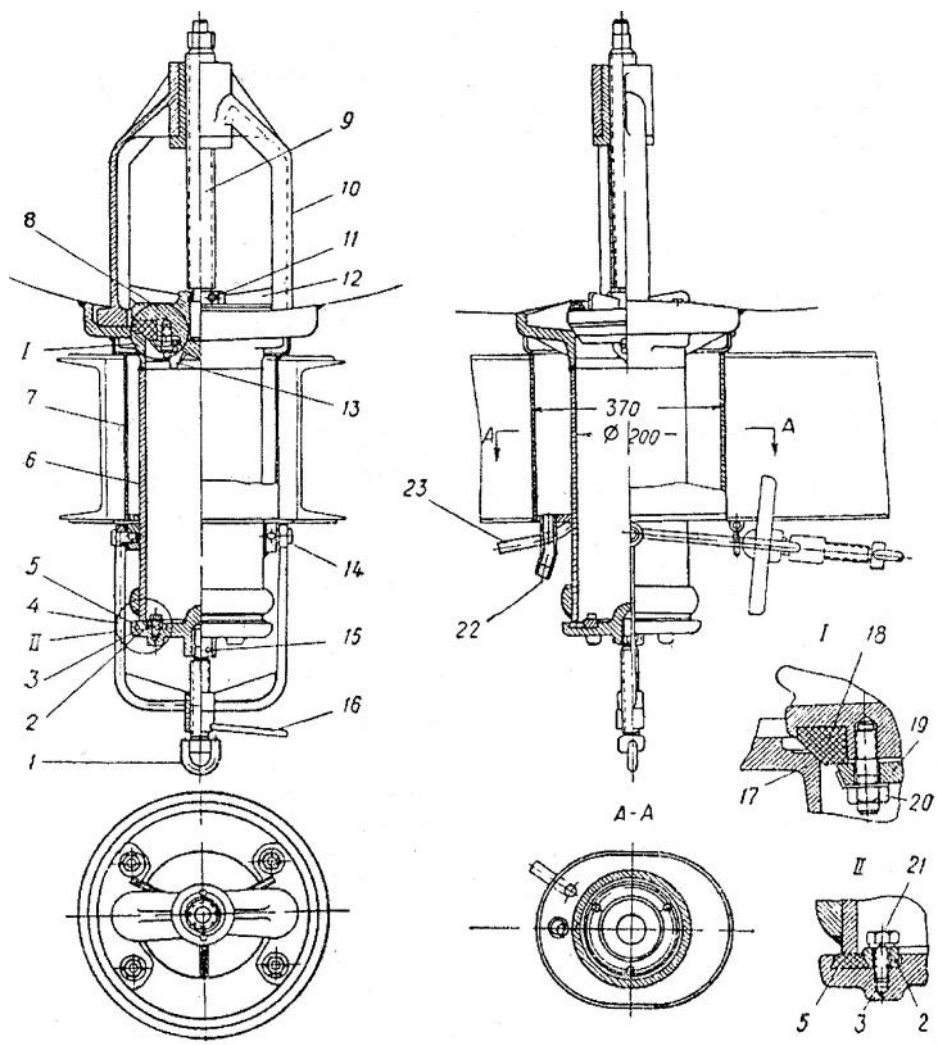
ჩასადრომ-ჩასასხმელი ხუფის (ნახ. 21) დანიშნულებაა უზრუნველყოს გადასაზიდი ტვირთის ჩასხმა და ქვაბში მომსახურე პერსონალის ჩასვლა გასარეცხ-გასაწმენდად ან შესაკეთებლად.

ტემპერატურების ცვლილებების გათვალისწინებით ვაგონ-ცისტერნების ქვაბები განსხვავებულნი იყვნენ ჩასასხმელ-ჩასადრომი სარქველების სხვადასხვა კონსტრუქციებით.

ხუფი ახალი კონსტრუქციის ცისტერნებს ნაკლები ზომისა და მოცულობის უკეთდება. ძველი კონსტრუქციის ცისტერნებში ხუფი გათვალისწინებული იყო როგორც დამატებითი მოცულობა, რომლის დანიშნულებას შეადგენდა ტვირთის დაცვა გადმოღვრისაგან, მისი ტემპერატურული გაფართოების შემთხვევაში. მაგალითად, თუ ტემპერატურის ცვალებადობა ერთი რეისის დროს უდრის 30°C, მაშინ ტვირთის მოცულობა იცვლება: ნავთობპროდუქტებისთვის – 2,15-2,3%; სპირტისათვის – 2,58%; და წყლისთვის – 0,42% და სხვ.

ტვირთის მოცულობის დაცვის უზრუნველსაყოფად, საჭიროა ჩასასხმელ-სადრომი ხუფის მოცულობა შეადგენდეს ქვაბის მოცულობის 2-3%. ახალი კონსტრუქციის ქვაბის დიამეტრის გაზრდის შედეგად, ხუფი უკეთდება მცირე მოცულობის მისი ძირითადი დანიშნულებაა:

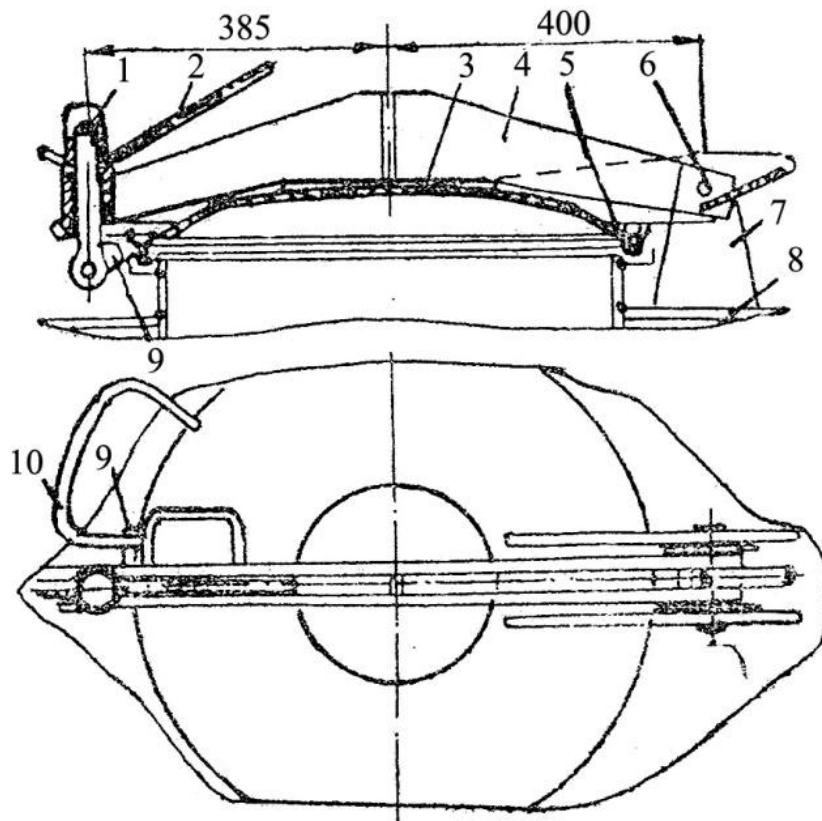
უზრუნველყოს ტვირთის ჩასხმა და ქვაბში მუშის ჩასვლა გასარეცხ-  
 გასაწმენდად, ან შესაკეთებლად. რაც შეეხება ტემპერატურის  
 ცვლილების შედეგად სითხის გაფართოებას, ქვაბს მთლიანად არ  
 ავსებენ, სტოვებენ შეუვსებლად მოცულობის 2%. ასეთმა, არამთლიანდ  
 შევსებული ცისტენების გამოცდამ და შემდეგ, ექსპლუატაციაში  
 მუშაობის პირობებმა, დადებითი შედეგი გამოავლინა: მატარებლის  
 მოძრაობის დროს არავითარ საფრთხეს, ან ქვაბის დაზიანებას ადგილი  
 არ ჰქონია.



ნახ. 20. ცისტერნების უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმი

ხუფის ყელი იხურება სახურავით. თითოეული დამაგრებულია  
 რვა-რვა გადასაწევი ჭანჭიკით. სახურავი ხრახნულად მიმაგრებულია

კრონშტეინებზე, სახურავის ახლისას იგი ბრუნავს კრონშტეინების მიმართ. ქვაბზე, ხუფის ყელებთან ახლოს დატანებულია ორი მილყელი 2, დამცველ-შემშვები სარქველების დასაყენებლად. ქვაბზე ასასვლელად და შიგ ჩასასვლელად დაყენებულია გარე 3 და შიდა 5 კიბეები. ხუფის ყელების გარშემო მოწყობილია შემზღუდველი ფიცარნაგი, მომუშავის დასადგომად.



ნახ. 21. ხუფის სახურავი რიგელური საკეტი

ქვაბში ტვირთის ჩასხმა-ჩამოსხმის ოპერაციების გაადვილებისა და დაჩქარების მიზნით, ჟდანოვის მძიმე მანქანათმშენებელმა ქარხანამ დაამუშავა ხუფის სახურავის ახალი კონსტრუქცია რიგელური საკეტი. ასეთი კონსტრუქციის სახურავის გახსნა-დაკეტვა ძალიან სწრაფად ხდება, რადგან რვა ჭანჭიკის მაგიერ ერთი ჭანჭიკით იკეტება. იგი შედგება სახურავის 3, რიგელის 4 და გადასაწევი ჭანჭიკისაგან 1. რიგელი ერთი ბოლოთი ლილვაკის 6 საშუალებით სახსრულად

უერთდება კრონშტეინს 7, რომელიც ქვაბზეა 8 მიდუღებული, ხოლო მეორე ბოლოთი - ქანჩისა და სახელურის 2 საშუალებით ეჭირება ჭანჭიკზე 1 და ეს დაჭერა გრძელდება მანამ, ვიდრე რიგელის შუა ნაწილი არ დააწვება სახურავს და მტკიცედ არ დაკეტავს. სახურავს წრიულად ჩაყენებული აქვს რგოლი, რომელიც აწვება ყელზე დაყენებულ შემამჭიდროვებელ საფენს 5. რგოლისა და შემამჭიდროვებელი საფენის შეხების სიგანე 6 მმ-ია, ნაცვლად ძველ სახურავებში არსებული 16 მმ-ისა. ასეთი ვიწრო ზოლით დაწოლისათვის ნაკლები ძალა სჭირდება და რიგელის ერთი ჭანჭიკით დაჭერისას სახურავი საკმაოდ მჭიდროდ იკეტება. სახურავის გასახსნელად ქანჩი უნდა მოეშვას, ვიდრე რიგელის შეხებას არ ასცდება, შემდეგ ჭანჭიკი 1 გადაიწევა და რიგელი და სახურავი აიხდება სახელურით 10.

ჩამოსასხმელი მექანიზმით ხორციელდება ვაგონის დაცლა პროდუქტისაგან. ჩამოსასხმელი მოწყობილობები ორ ჯგუფად იყო გაყოფილი: პირველი ჯგუფის მოწყობილობები, ე.წ. ქვევიდან ჩამოსასხმელი, დაყენებული იყო იმ ცისტერნებზე, რომლითაც გადაიზიდება მუქი ფერის ნავთობპროდუქტები; მეორე ჯგუფის მოწყობილობები, ე.წ. ზევიდან გადმოსასხმელი, დაყენებული იყო იმ ცისტერნებზე, რომლითაც ღია ფერის ნავთობპროდუქტები გადაიზიდებოდა. ჩამოსასხმელი მოწყობილობების ორ ჯგუფად დაყოფა გამოწვეული იყო იმით, რომ ქვევიდან ჩამოსასხმელი მოწყობილობების ჰერმეტიკული ჩაკეტვა არასაიმედო იყო. ზევიდან გადმოსასხმელი მოწყობილობები კი ექსპლუატაციაში დიდ დაბრკოლებას იწვევდა, რადგანაც ეს მოწყობილობები მუშაობდა სიფონის პრინციპზე და სჭირდებოდა ტუმბო ან შეკუმშული ჰაერი ქვაბში წნევის შესაქმნელად.

ცისტერნების სწრაფი და შეუფერხებელი დაცლისათვის საჭირო იყო ისეთი ჩამოსასხმელი მოწყობილობების გამოჩახვა, რომლითაც ყველა სახის პროდუქტის ჩამოსხმა შესაძლებელი იქნებოდა ქვევიდან.

ასეთი "უნივერსალური" ტიპის ჩამოსასხმელი მოწყობილობა წარმოდგენილ იქნა ლ. შადურის, ი. ბოიჩენკოსა და ლ. სიგინის მიერ. ამჟამად, საერთო დანიშნულების ყველა ცისტერნა აღჭურვილია ასეთი "უნივერსალური" ტიპის ჩამოსასხმელი მოწყობილობებით.

ამ ხელსაწყოს შტანგის ზედა ბოლო, რომელსაც გაკეთებული აქვს გადასახდელი საბრუნო სახელური, მოთავსებულია ქვაბის ხუფი, ხოლო ქვედა ხრახნიანი ბოლო 9 ჩახრახნილია დგარში. შტანგის ქვედა ნაწილს ჭანჭიკების 11 საშუალებით უერთდება სარქველი 8, რომელსაც ზედა მხარეზე აქვს მიმართული ფრთები 12, რითიც სარქველი აჰყვება დგარს, ასეთი შეერთება შტანგის ბრუნვის დროს სარქველის ასწევს, ან დაუშვებს შემობრუნების გარეშე სარქველის უნაგირში 17 დაცენტრებისათვის მას აქვს ქვედა ფრთები 13, ხოლო სარქველის მჭიდროდ დასახურად დაყენებულია რეზინის რგოლი 18, რომელიც სარქველებზე მიმაგრებულია ლითონის რგოლისა 19 და სარქების 20 საშუალებით.

სარქველი 8 წარმოადგენს ჩამოსასხმელ ხელსაწყოს მთავარ ჩამკეტ ელემენტს. დამატებით საკეტი შედგება სახურავის 3, რეზინის შემამჭიდროებელი რგოლის 5, რომელიც სახურავზე მიმაგრებულია ლითონის რგოლისა 2 და ჭანჭიკების 21 საშუალებით. სახურავი კონკურსის 6 ბოლოზე ეჭირება ხრახნით 1, რომლის წრიულ ღარში გაყრილია ჭანჭიკი 15 და აერთებს ხრახნს სახურავთან. აქაც სახურავის შემობრუნება გამორიცხულია ხრახნის ბრუნვის დროს. ხრახნის საყრდენს წარმოადგენს გადასახსნელი კავი 4, რომელიც ლილვაკების 14 საშუალებით ჩამოკიდებულია კორპუსის 6 ბოლოზე. ხრახნის ბრუნვის გასაადვილებლად გაკეთებული აქვს წრიული სახელური, ხოლო სახურავს დასაცავად თვით გახსნისაგან, დაყენებული აქვს დამჭერი ქანჩი სახელურით 16.

უკანასკნელ ხანებში ხრახნის სატრიალებელი წრიული სახელების მაგიერ ბუნიკზე უკეთდება ნახვრეტი, რომელშიც ჩამოსხმის დროს უყრიან საბრუნ სახელოს.

კორპუსის ბოლოს აქვს სფერული ფორმა წრიული საყრდენი მხარულით, რომელიც გათვალისწინებულია ჩამოსასხმელი მილის მისაერთებლად.

ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს კორპუსს შემოკრული აქვს ორთქლის პერანგი 7, რომელშიც ორთქლის შეშვებით გათბება სარქველის კვანძი (განსაკუთრებით ზამთრის პერიოდში). მილტუჩები 22 და 23 დაყენებულია ორთქლის შესაშვებად და შემათბობელი პერანგიდან კონდენსატის გამოსაშვებად.

ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს გასაღებად საჭიროა მოეშვას ხრახნი 1, შემდეგ კაკვი 4, სახურავი 3 და ხრახნი 1 ერთად შემობრუნდეს და ჩამოიკიდოს ხერხემლის ძელზე ან ქვაბის კედელზე მიდუღებული კავზე (ნახაზზე ნაჩვენებია წყვეტილი ხაზებით), ამის შემდეგ გაიხსნას ხუფის სახურავი: სახელოს საშუალებით დატრიალდება შტანგა 9, რის შემდეგაც სარქველი 8 მოსცილდება საყრდენ უნაგირს 17, აიწევა ზევით და სითხე იწყებს გამოსვლას.

ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს დაკეტვა წარმოადგენს შებრუნებული თანამიმდევრობით.

„უნივერსალური“ ჩამოსასხმელი ხელსაწყოს მნიშვნელოვანი თავისებურებაა სარქველსა და საკეტ-სახურავში რეზინის შემამჭიდროებელი რგოლების გამოყენება. რეზინის რგოლები უზრუნველყოფს ორივე საკეტი ჰერმეტიულობას. ძველი ტიპის ჩამოსასხმელ ხელსაწყოებში, სადაც ლითონის ზედაპირებით ხდებოდა სარქველის დაკეტვა, სრული ჰერმეტიულობა არ მიიღწეოდა და ადგილი ჰქონდა სითხის გაჟონვა, რაც განსაკუთრებით ღია ფერის პროდუქტების გადაზიდვისას, ხანძრისა

და აფეთქების საშუალებას ჰქმნიდა. სწორედ, ან მიზეზით იყო გამოწვეული საერთო დანიშნულების ცისტერნის ორ ჯგუფად დაყოფა ჩამოსასხმელი ხელსაწყოების მიხედვით.

სარქველის და სახურავიშემამჭიდრობელი რგოლები მზადდება ბენზინის ზეთის ნავთობის სხვა პროდუქტების და ცინვაგამძლე რეზინისგან.

მარკის 9-ე ჯგუფის რომელიც გამომუშავებულია TY-1166-68MXI თანახმად

“უნივერსალური” ჩამოსასხმელი ხელსაწყო ძველი კონსტრუქციის ხელსაწყოებისგან იმითაც განსხვავდება რომ მილის დიამეტრი გაზრდილია 160 მმ ნაცვლად აქ მილის დიამეტრი 200მმ-ია. ამასთან, ორთქლის შემათბობელი მოწყობილობა ძალზე აჩქარებს ჩამოსხმის პროცესს, განსაკუთრებით ზამთრის პირობებში.

“უნივერსალური ჩამოსასხმელი მოწყობილობების მნიშვნელოვანი თავისებურებაა სარქველსა და საკეტ-სახურავში რეზინის შემამჭიდროვებელი რგოლების გამოყენება. რეზინის რგოლები უნდა უზრუნველყოფდნენ ორივე საკეტის ჰერმეტიულობას, მაგრამ ნავთობპროდუქტებში არსებული მყარი ნაწილაკების, რეზინის შემამჭიდროვებელი რგოლების გაჭუჭყიანების და ზამთრის პერიოდში ცისტერნების გარეცხვის შემდეგ დარჩენილი წყლის წვეთები გაყინვისას ხდება ჩამოსასხმელი მოწყობილობის ჰერმეტიულობის ნაწილობრივ დარღვევა და ნავთობპროდუქტებით გარემოს დაჭუჭყიანება.

პერიოდული შეკეთებისას და ტექნიკური მომსახურების დროს ჩამოსასხმელი მექანიზმები იხსნება ვაგონებიდან (გარდა ცისტერნის ქვაბის ქვედა შუა ნაწილში მიდუღებული მოწყობილობებისა), ხდება მათი დათვალიერება, შეაკეთებენ ან გამოცვლიან შეკეთებულით ან ახლით. ჩამოსასხმელ მექანიზმებში არსებული რეზინის საფენები მათი ტექნიკური მდგომარეობის მიუხედავად იცვლება ახლით. სარქველები, რომელთაც აღენიშნებათ შენატყლეუჟი, ნიჟარები, ანაგლეჯები მიბრჯენის



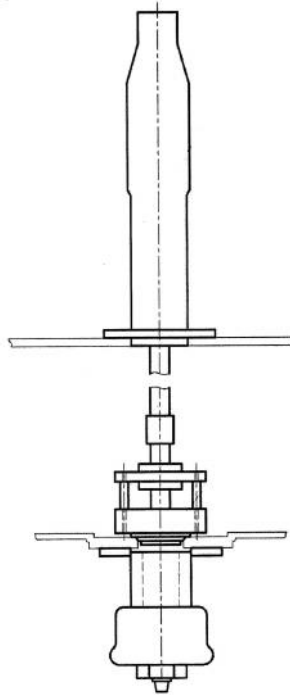
ზედაპირებზე, დამუშავებული ხრახნები იცვლება ახლით. უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმით აღჭურვილი ვაგონცისტერნების სახურავის სარქველში იდგმება ახალი შემამჭიდროებელი საფენი. გაღუნული შტანგები, კორომისლები და სახურავის საყრდენები სწორდება, ბზარების აღდგენა ხდება შედუღების წესით.

“უნივერსალურ” ჩამოსასხმელ მოწყობილობას განიხილავენ როგორც ჰერმეტიულობის დაცვის ორსაფეხურიან სისტემას. ამჟამად, მსოფლიოს რიგ ქვეყნებში მიმდინარეობს ვაგონცისტერნების აღჭურვა სამსაფეხურიანი ჰერმეტიულობის დაცვით, როგორებიცაა: ამერიკული ტიპის ჩამოსასხმელი მექანიზმი (ნახ. 22); ევროპული ჩამოსასხმელი მექანიზმი (ნახ. 23); რუსული უნივერსალური ჩამოსასხმელი მექანიზმი (ნახ. 24) და რუსული ჩამოსასხმელი მექანიზმი სამმაგი დაცვით (ნახ. 25). აღნიშნული ჩამოსასხმელი მექანიზმები ამჟამად გადიან საექსპლუატაციო გამოცდებს და საჭიროა მათზე დაკვირვების წარმოება ინფორმაციის მოსაგროვებლად და შესაბამისი რეკომენდაციების და დასკვნების შესამუშავებლად, დაკვირვებების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს უსაფრთხოებას, კომერციულ, ეკოლოგიურ და ერგონომიკულ მოთხოვნებს.

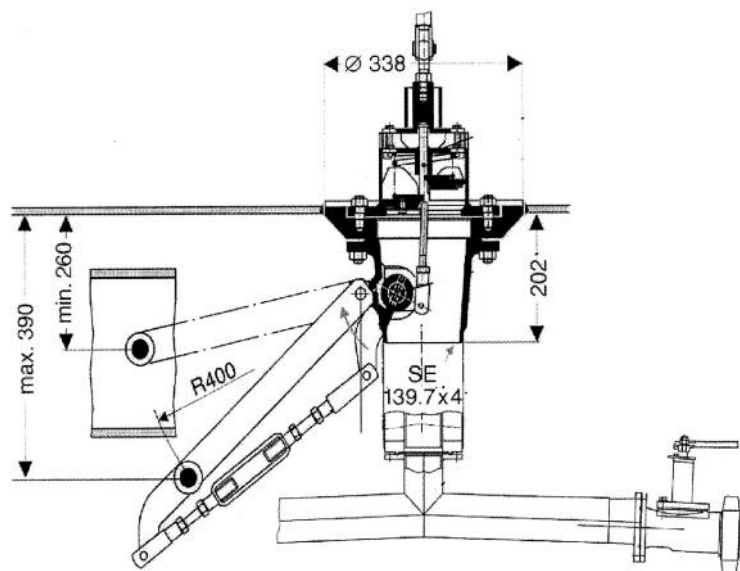
სამსაფეხურიანი დაცვით ჩამოსასხმელი მექანიზმების დანერგვამ ნაწილობრივ გააუმჯობესა ეკოლოგიური პირობები, მაგრამ გართულდა ასეთი ვაგონების მომსახურეობა, ვაგონების მომზადება ჩასხმაზე და გაიზარდა მომსახურეობის დროს დანახარჯები.

”უნივერსალური” ტიპის ჩამოსასხმელი მოწყობილობების მნიშვნელოვანი თავისებურებაა სარქველსა და საკეტ-სახურავში რეზინის შემამჭიდროვებელი რგოლების გამოყენება. რეზინის რგოლები უნდა უზრუნველყოფდნენ ორივე საკეტის ჰერმეტიულობას, მაგრამ ნავთობპროდუქტებში არსებული მყარ ნაწილაკების, რეზინის შემამჭიდროვებელი რგოლების გაჭუჭყიანების და ზამთრის პერიოდში

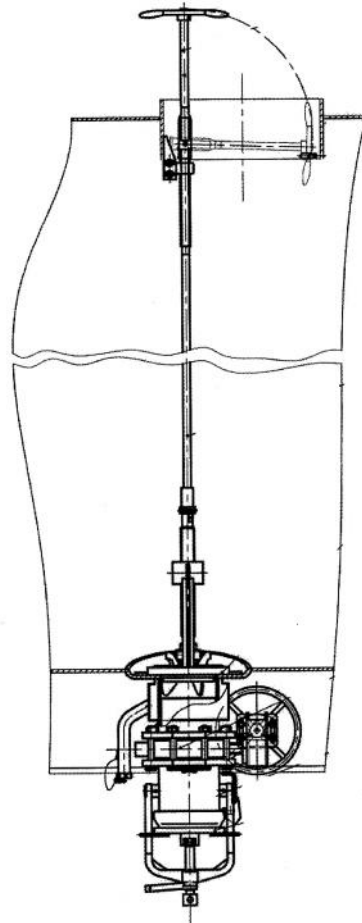
ცისტერნების გარეცხვის შემდეგ დარჩენილი წყლის წვეთების გაყინვისას ხდება ჩამოსასხმელი მოწყობილობების ჰერმეტიკულობის ნაწილობრივ დარღვევა და ნავთობპროდუქტებით გარემოს დაჭუჭყიანება.



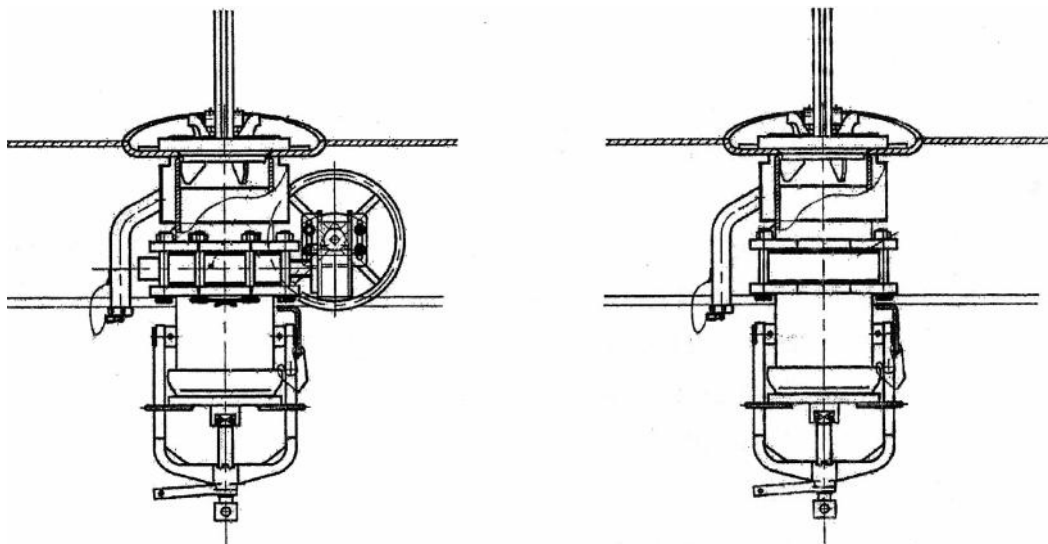
ნახ. 22. ამერიკული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი



ნახ. 23. ევროპული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი



ნახ. 24. რუსული ტიპის ჩამოსასხმელი მექანიზმი



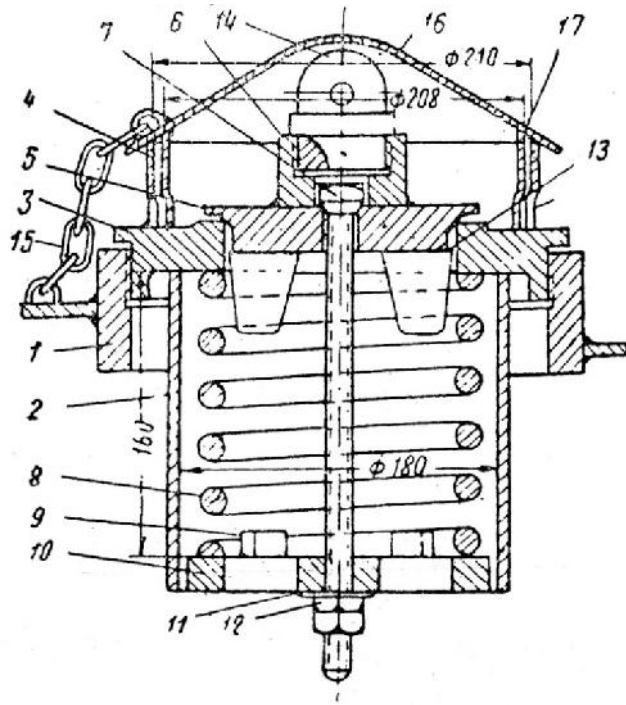
ნახ. 25. რუსული ტიპის სამსაფეხურიანი დაცვის ჩამოსასხმელი მექანიზმი

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ქვაბში წარმოშობილი დასაშვებზე მეტი წნევა, ან გაიშვიათება (ვაკუუმი) ქმნის ქვაბის დაზიანების საშიშროებას. წნევათა რეგულირების მიზნით, ცისტერნის ქვაბები აღჭურვილია დამცველი და შემშვები სარქველებით, ან ორივე სარქველი გაერთიანებულია ერთ ხელსაწყოში, რომელსაც დამცველ-შემშვები სარქველი ეწოდება.

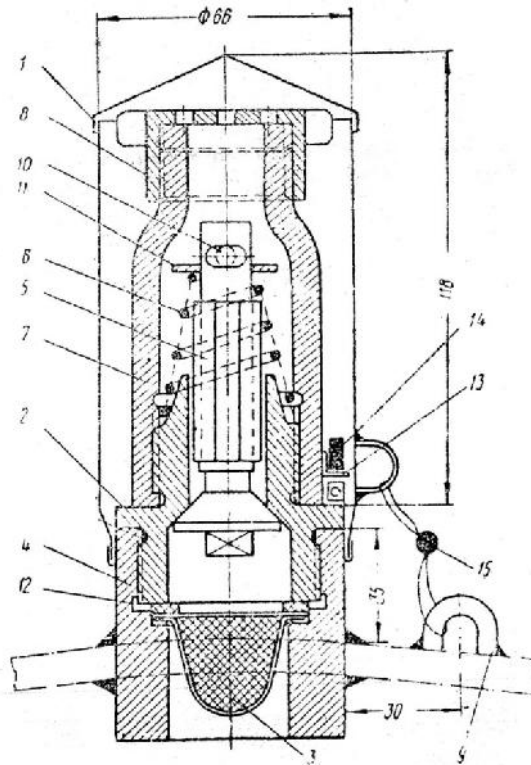
დამცავ-შემშვები სარქველების დანიშნულებაა უზრუნველყოს ვაგონ-ცისტერნების ქვაბში ტექნიკური პირობებით გათვალისწინებული წნევა და ვაკუუმი.

წნევათა რეგულირების მიზნით, ვაგონ-ცისტერნების ქვაბები აღჭურვილია დამცველი (ნახ. 26) და შემშვები სარქველებით (ნახ. 27). თანამედროვე არაბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდ ვაგონ-ცისტერნებში ორივე ეს სარქველი გაერთიანებულია დამცავ-შემშვები სარქველის სახელწოდებით (ნახ. 28) და განთავსებულია ქვაბის ზედა ნაწილში ჩასახმელ-ჩასადრომი ხუფის გვერდით.

დამცველ-შემშვები სარქველის კორპუსი 1 დაყენებულია ქვაბის ზედა ნაწილზე. ქვაბში წნევის აწევისას, როდესაც იგი აღემატება ზამბარის 6 რეგულირების სიმძლავრეს, ზამბარა 6 რეგულირდება საერთო დანიშნულების ცისტერნებისათვის 1,5 კგ/სმ<sup>2</sup> და მყავების ცისტერნებისათვის 2,5-3 კგ/სმ<sup>2</sup>, მაშინ ზამბარა შეიკუმშება, სარქველი 3, რომელსაც აქვს მიმმართველი, აიწევა ზევით, გაიღება ატმოსფეროსთან შემაერთებელი არხი და აირი გამოვა გარეთ. ქვაბის შიგნით წნევა გაუტოლდება ზამბარა 6 სიმძლავრეს, სარქველი 3 დაიკეტება. ქვაბში წნევის შემცირებისას (ვაკუუმი დაიშვება საერთო დანიშნულების ქვაბში 0,2 კგ/სმ<sup>2</sup>, სპეციალური დანიშნულების ცისტერნებში - 0,1-0,3 კგ/სმ<sup>2</sup>) ზამბარა 5 შეიკუმშება, სარქველი ჩაიწევს ქვემოთ და ატმოსფეროდან ჰაერი შევა ქვაბში. დამცველ-შემშვებ სარქველს დადებული აქვს ორი პლომბი.



ნახ. 26. დამცველი სარქველი

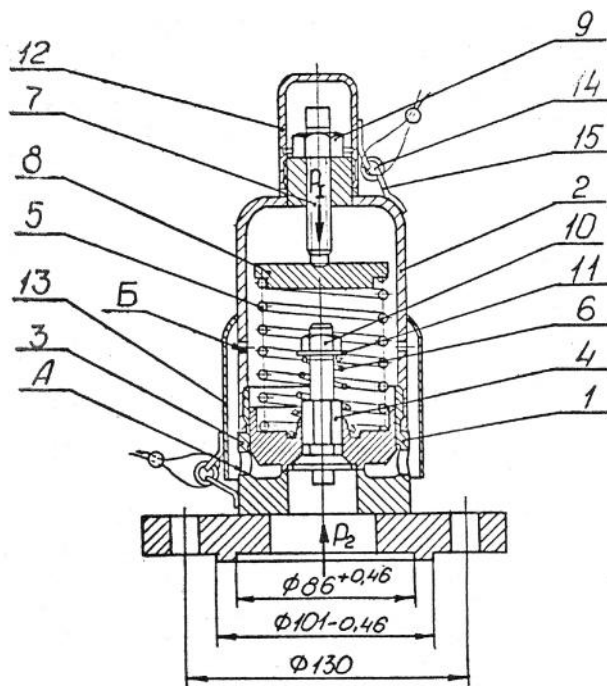


ნახ. 27. შემშვები სარქველი

როგორც აღნიშნული იყო ძირითადი მასა ვაგონისტერნებით გადაზიდული სითხეებისა არის საწვავი. საწვავის უმრავლესობა წარმოადგენს ადვილადაალებად სითხეებს. ადვილადაალებადი სითხე

საშიშია არა მხოლოდ ხანძრების თვალსაზრისით, ასევე ფეთქებად საშიშიც არის. ადვილად აალებად ითვლებიან სითხეები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა შეადგენს  $45^{\circ}$ -ზე დაბალს. სახანძრო უსაფრთხოების ხარისხის მიხედვით თხევადი ტვირთები იყოფა ორ თანრიგად (ჯგუფად). პირველი თანრიგი განსაკუთრებულად საშიში ტვირთები, რომელთა აფეთქების ტემპერატურა არის  $28^{\circ}$ -ზე დაბალი და მეორე თანრიგი - საშიში ტვირთები აფეთქების ტემპერატურით  $28^{\circ} - 45^{\circ}\text{C}$ -მდე. პირველი თანრიგის განსაკუთრებული საშიში ტვირთების ტრანსპორტირება ხდება ვაგონციისტერნებით ჩამოსასხმელი მექანიზმის გარეშე (ასეთი ტვირთების ვაგონიდან დაცლა ხორციელდება ზედა ჩასასხმელი სარქველიდან სპეციალური ტუმბოების საშუალებით).

ახალი კონსტრუქციის ვაგონებში დამცავი და შემშვები სარქველი გაერთიანებულია ერთ მოწყობილობაში (ნახ. 28).



ნახ. 28. დამცავ-შემშვები სარქველი

1. სარქვლის კორპუსი; 2. ხუფი 3 მმ დიამეტრის თანაბრად განაწილებული 12 ნახვრეტით; 3. დამცველი სარქველი; 4. შემშვები სარქველი; 5. დამცველ-შემშვები სარქვლის ზამზარა; 6. დამცველ-შემშვები სარქვლის ზამზარა; 7. მარეგულირებელი ხრახნი; 8. თევზისებური ზამზარა; 9 - 10. ქანჩი; 11. საყელური; 12. ხუფი; 13. დამცავი ხუფი; 14. ზამზარული რგოლი; 15. ყუნწი.

თავისი აგრეგატული მდგომარეობით (აირი, თხევადი, მყარი ნივთიერებები) ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლების გათვალისწინებით საშიში ტვირთები 19433-88 სტანდარტებით (საშიში ტვირთები, კლასიფიკაცია და მარკირება).

არაბლანტი ნავთობპროდუქტები ითვლება ადვილადაალებად სითხეებად და კლასიფიკაციის მიხედვით ისინი მიეკუთვნებიან საშიში ტვირთების მესამე კლასს. ადვილადაალებად ტვირთებს ახასიათებთ ტემპერატურული აფეთქება და ტემპერატურული დუღილი.

ტემპერატურული აფეთქება – ტემპერატურის ის ქვედა ზღვარია, რომლის დროსაც უმცირესი ენერგიის ანთების წყაროსაც კი შეუძლია გამოიწვიოს აფეთქება.

ტემპერატურული დუღილი ეწოდება ტემპერატურას, რომლის დროსაც ხდება ნავთობპროდუქტების ინტენსიური აორთქლება და გაჯერებული ორთქლის წნევა აღწევს ვარცხლისწყლის სვეტის 760 მმ დონეს. ტემპერატურის შემდგომი ზრდის შემთხვევაში გამოყოფილი გაზის კონცენტრაცია და წნევა უფრო იზრდება.

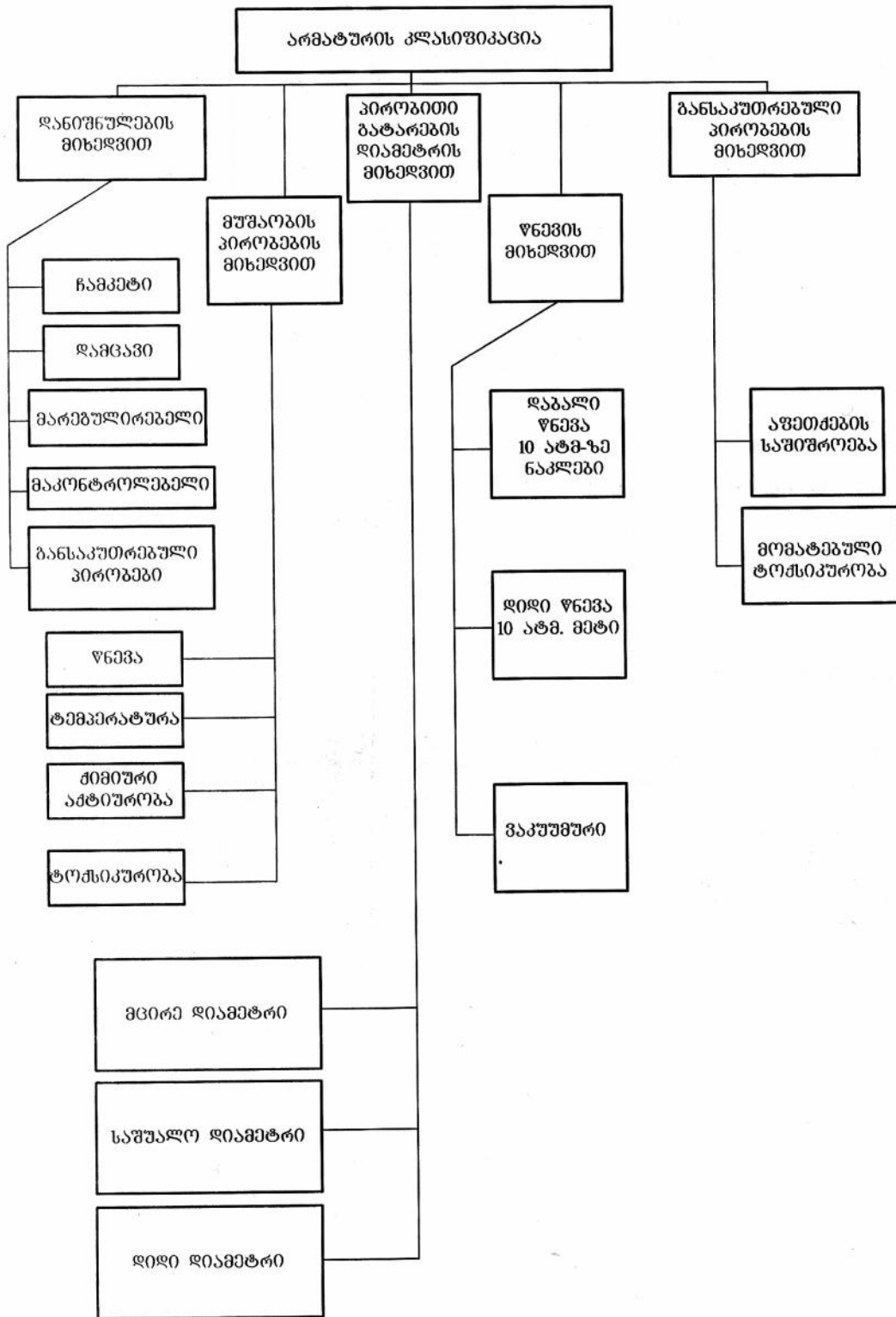
ტემპერატურული აფეთქების ( $T$ ) მნიშვნელობის მიხედვით ადვილადაალებადი სითხეები (ასს) იყოფა სამ ქვეკლასად:

- ქვეკლასი 3.1. – ასს რომელთა  $T$  ნაკლებია  $-18^{\circ}\text{C}$ ;
- ქვეკლასი 3.2. – ასს რომელთა  $T$   $-18 + 23^{\circ}\text{C}$  ფარგლებშია;
- ქვეკლასი 3.3. – ასს რომელთა  $T$   $+23^{\circ}\text{C}$  მეტია და  $+61^{\circ}\text{C}$  ნაკლებია.

გარდა ამისა, ადვილადაალებად სითხეებს შეიძლება გააჩნდეთ ისეთი დამატებითი მახასიათებლები, როგორებიცაა ტოქსიკური სიმწვავე და კოროზიულობა. ამ თვისებების მიხედვით სამივე ქვეკლასი იყოფა ხუთ კატეგორიად:

- პირველი კატეგორია – საშიშროების დამატებითი სახის გარეშე;
- მეორე კატეგორია – მომწამვლელი;

- მესამე კატეგორია – მომწამვლელი, მწვავე და კოროზიული;
- მეოთხე კატეგორია – მწვავე და/ან კოროზიული;
- მეხუთე კატეგორია – მსუბუქმოქმედი.



ნახ. 29. ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი არმატურის კლასიფიკაცია



დუღილის ტემპერატურის ( $T$ ) და აფეთქების ტემპერატურის  $T$  მნიშვნელობების მიხედვით განასხვავებენ ადვილადალეხადი სითხეების საშიშროების სამ ჯგუფს – საფეხურს:

- მაღალი საფეხურის საშიშროება, რომელიც აას-ის  $T$  ნაკლებია  $+35^{\circ}\text{C}$ ;
- საშუალო საფეხურის საშიშროება, როდესაც აას-ის  $T$  მეტია  $+35^{\circ}\text{C}$  და აფეთქების  $T$  ნაკლებია  $+23^{\circ}\text{C}$ ;
- დაბალი საფეხურის საშიშროება, როდესაც  $T$  ნაკლებია  $+61^{\circ}\text{C}$ .

ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი არმატურის კლასიფიკაცია წარმოდგენილია ნახ. 29-ზე.

## 2.4. ვაგონ-ცისტერნების არმატურისადმი წაყენებული მოთხოვნები

არმატურა მიეკუთვნება ვაგონ-ცისტერნების ეფექტურად გამოყენების საექსპლუატაციო მოწყობილობებს და მათ მიმართ ყველა კლასის საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში მიღებულია შემდეგი მოთხოვნები:

1. არმატურა უნდა იყოს დაცული მოტეხვისა და დაზიანებისაგან გადაზიდვების და პროდუქტის ჩასხმა-ჩამოსხმის დროს;
2. არმატურა არ უნდა შედიოდეს რეაქციაში გადასაზიდ ტვირთთან;
3. არმატურამ უნდა უზრუნველყოს ცისტერნის ქვაბის ჰერმეტიულობა ვაგონის გადაბრუნების (ამოტრიალების) შემთხვევაში

4. შემამჭიდროებელი საფენები უნდა იყოს თავსებადი გადასაზიდი ტვირთის მახასიათებლებთან.

ძირითად ნორმატიულ დოკუმენტებს, რომლებიც განსაზღვრავენ საერთაშორისო მოთხოვნებს საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში ვაგონ-ცისტერნების და მისი არმატურის შესახებ წარმოადგენენ:

1. გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის რეკომენდაციები საშიში ტვირთების გადაზიდვების შესახებ;
2. საშიში ტვირთების სარკინიგზო გადაზიდვების საერთაშორისო წესები *RID* (2003 წლის რედაქცია);
3. 19433-88 “საშიში ტვირთები, კლასიფიკაცია და მარკირება”;
4. სტანდარტი *P51659* “1520 მმ-იანი მაგისტრალური რკინიგზების ვაგონ-ცისტერნები”;
5. 1520 მმ სიგანის რკინიგზის (არათვიტმავალი) ვაგონების გაანგარიშების და დაპროექტების ნორმები;
6. სახანძრო უსაფრთხოების წესები საშიში ტვირთების გადაზიდვის დროს;
7. სარკინიგზო ტრანსპორტით ტვირთების გადაზიდვის უსაფრთხოების წესები;
8. *TOH P – 112 – 13 – 95* “შრომის დაცვის ტიპური ინსტრუქცია ნავთობპროდუქტების ცისტერნებში ჩასხმა-ჩამოსხმის ოპერაციების დროს რკინიგზის და ავტონომიურ ესტაკადებზე.

ამ მოთხოვნების გათვალისწინებით და ადრე შესრულებული სამეცნიერო ნაშრომების [31] ანალიზის საფუძველზე საჭიროა ცისტერნების ჩამოსასხმელი მექანიზმის და დამცველ-შემშვები სარქველის ტექნიკური მდგომარეობის ურთიერთკავშირის მნიშვნელობა გადასაზიდი საშიში ტვირთების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის, მოძრავი შემადგენლობების მწყობრიდან გამოსვლის და ეკოლოგიური

უსაფრთხოების გაუმჯობესების საკითხების შესწავლა და მათი სრულყოფის პირობების დამუშავება.

ვაგონ-ცისტერნების ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მექანიზმი და დაცავ-შემშვები სარქველი მიეკუთვნება ვაგონების კვანძების არმატურას. აღნიშნული კვანძების კონსტრუქციებზე ტექნიკური მოთხოვნები კარგად არის წარმოდგენილი ვაგონმშენებლობის ინსტიტუტის ანგარიშში [32, 33, 34, 35, 36, 37].

სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში წარმოქმნილმა საავარიო სიტუაციების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საშიში ტვირთების ტრანსპორტირებისას გადაზიდვების უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით აუცილებელია შესრულებული იქნას შემდეგი სახის ძირითადი ღონისძიებები:

1. საერთაშორისო მოთხოვნების გათვალისწინებით ნორმატიულ-საკანონმდებლო ბაზის შექმნა საშიში ტვირთების სარკინიგზო ტრანსპორტით გადაზიდვების ორგანიზაციის შესახებ მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით ზედამხედველობის და კონტროლის საკითხების გათვალისწინებით;
2. ვაგონ-ცისტერნების საიმედოობის ამაღლება შემდეგი მიმართულებებით:
  - ახალი თაობის სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის დაგეგმარება და მშენებლობა;
  - საერთაშორისო მოთხოვნების გათვალისწინებით ვაგონ-ცისტერნების ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი ისეთი არმატურის წარმოება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტრანსპორტირების პროცესში ცისტერნების ქვაბების მთლიან ჰერმეტიულობას;

- ვაგონ-ცისტერნების ჩამკეტ-დამცავი არმატურის მოდერნიზაცია და თანამედროვე არმატურის შექმნა;
- დამცავ-შემშვები არმატურის ელემენტების ურღვევი კონტროლით (დეფექტოსკოპირება) გასინჯვის საშუალებების თანამედროვე მეთოდების დამუშავება და დანერგვა;
- ვაგონ-ცისტერნების მოდერნიზაცია სპეციალური მოწყობილობების დაყენებით ავარიულ სიტუაციებში ცისტერნების ქვაბების დაცვის და სახანძრო უსაფრთხოების გათვალისწინებით;
- საშიში ტვირთების გადაზიდვების პროცესში ავარიული სიტუაციების შედეგების ლიკვიდაციის დროს გამოყენებული ტექნიკური საშუალებების დამუშავება და სრულყოფა.

აღნიშნული კომპლექსური ღონისძიებების განხორციელება საშუალებას მოგვცემს შევამციროთ საშიში ტვირთების გადაზიდვის პროცესში ავარიული სიტუაციების წარმოქმნის რისკები, უზრუნველყოფილი იყოს გადაზიდვებში მონაწილე ორგანიზაციები ავარიული სიტუაციების ლოკალიზაციაში და მათი შედეგების აღმოფხვრაში.

სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების გადაზიდვის საერთაშორისო წესები “Reglament concernant transport international ferroviare des marchndises dangereses (RID)” განსაზღვრავს:

- საშიში ტვირთები, რომელთა საერთაშორისო გადაზიდვები აკრძალულია;
- საშიში ტვირთები, რომელთა საერთაშორისო გადაზიდვები ნებადართულია და ამ ტვირთების მახასიათებლები:
  - ა) ტვირთების კლასიფიკაცია;
  - ბ) ცისტერნების გამოყენება;

გ) ტრანსპორტირების პირობები და მარკირება;

დ) ცისტერნების და მისი არმატურის კონსტრუქცია და მოთხოვნები გამოცდებზე, როგორებიცაა:

ე) მოთხოვნები არმატურაზე:

- მაქსიმალური მუშა წნევა;
- დასაშვები გაიშვიათება (ვაკუუმი);
- შემშვები სარქველი;
- დამცავი სარქველი.

სარკინიგზო ტრანსპორტით საშიში ტვირთების ტრანსპორტირების პროცესს თან ახლავს დიდი რისკები, რომლებმაც შეიძლება დიდი ზიანი მოუტანოს მოსახლეობას და გარემოს, ეს განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ საშიში ტვირთების ჩატვირთვა და ჩამოცლა ხორციელდება დასახლებულ პუნქტებთან ახლოს.

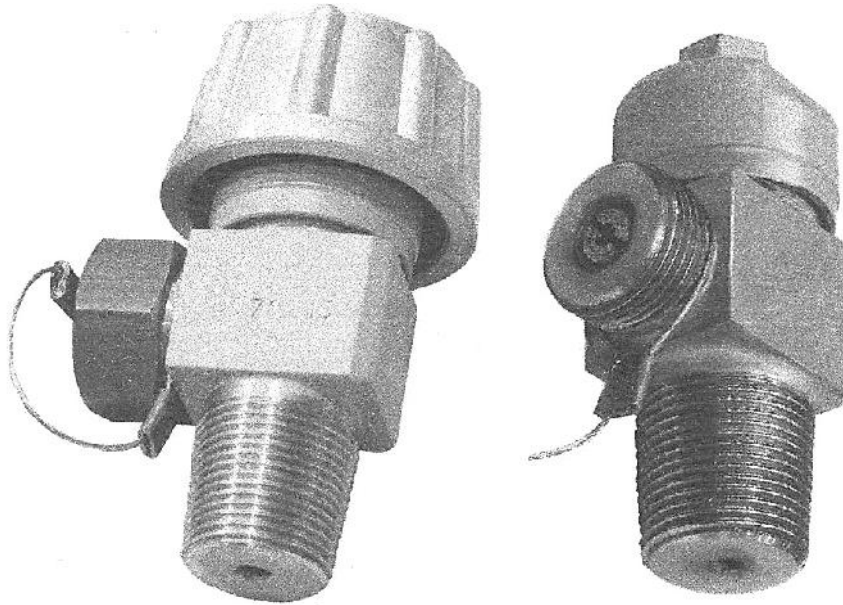
რკინიგზის ცენტრალურ საბჭოში შემავალ სახელმწიფოების ტერიტორიებზე საშიში ტვირთების გამო მომხდარი ინციდენტების ანალიზმა გვაჩვენა, რომ დაფიქსირებული დარღვევების დიდი წილი მოდის სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობის მიზეზით, როგორებიცაა:

- მოძრავი შემადგენლობის არადამაკმაყოფილებელი ტექნიკური მდგომარეობა;
- მოძრავი შემადგენლობის ტექნიკური მომსახურების დაბალი ხარისხი;
- ვაგონ-ცისტერნების და განსაკუთრებით მათი ქვაბების ურღვევი კონტროლით გასინჯვის არაეფექტური საშუალებების გამოყენება;
- ტექნოლოგიური და შრომითი დისციპლინის დარღვევა ცისტერნების საშიში ტვირთების გადაზიდვის მომზადების წინ.

## 2.5. ვაგონმშენებლობაში გამოყენებული დამცავ-შემშვები სარქველები

ვაგონმშენებლობაში დანიშნულების მიხედვით გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის დამცავ-შემშვები არმატურა, როგორებიცაა:

- სილფონური სარქველი (ნახ. 30).



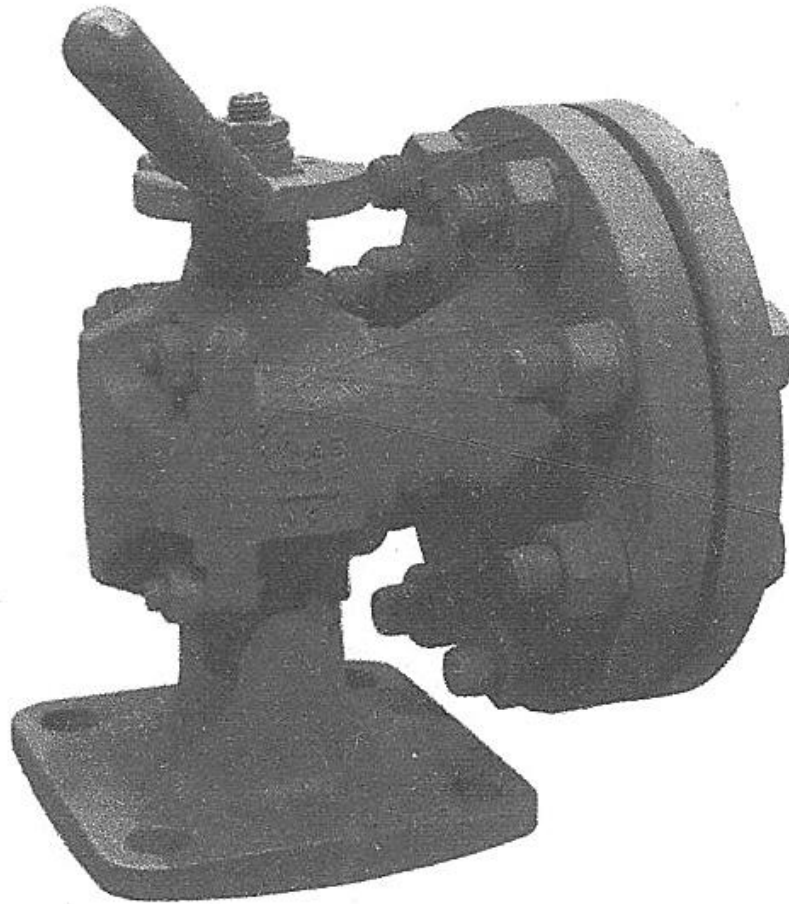
ნახ. 30. სილფონური სარქველი

სილფონური სარქველი გამოიყენება ნავთობქიმიურ, ქიმიურ და სხვა წარმოების დარგებში, ასევე ვაგონ-ცისტერნებში ქვაბების გადასაზიდი პროდუქტების შევსების კონტროლისათვის. სილფონური სარქვლის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 16.

ცხრილი 16

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 491241.006	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	4; 6 მმ	
3	ნომინალური წნევა	40 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	-60 <sup>o</sup> <sub>ც</sub> - +60 <sup>o</sup> <sub>ც</sub>	
5	მსახურების ვადა	15 წელიწადი	
6	მუშაობის ციკლი	3000	

– ბურთულიანი ონკანი (ნახ. 31).



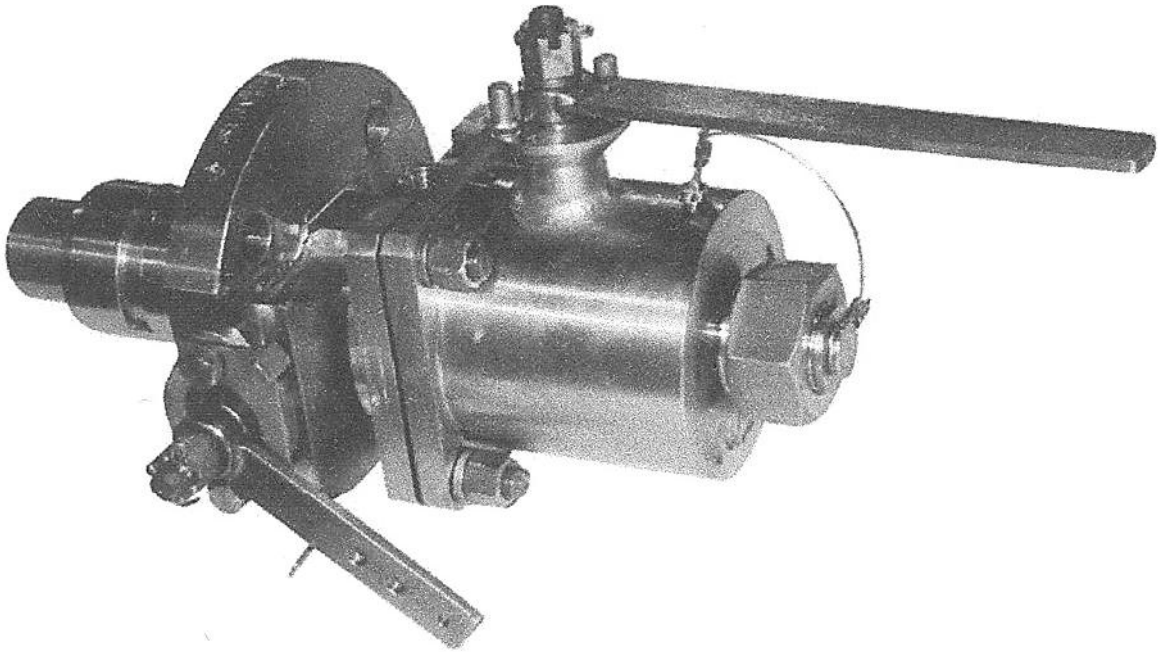
ნახ. 31. ბურთულიანი ონკანი

ბურთულიანი ონკანი გამოიყენება ვაგონ-ცისტერნებზე, როგორც ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობის შემადგენელი ნაწილი და ჩამკეტი მოწყობილობა. ბურთულიანი ონკანის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 17

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 491815.006	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	40 მმ	
3	ნომინალური წნევა	25 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	$-60^{\circ}\text{C} \text{ --- } +65^{\circ}\text{C}$	
5	მსახურების ვადა	15 წელიწადი	
6	მუშაობის ციკლი	3000	

– ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობა (ნახ. 32).



ნახ. 32. ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობა

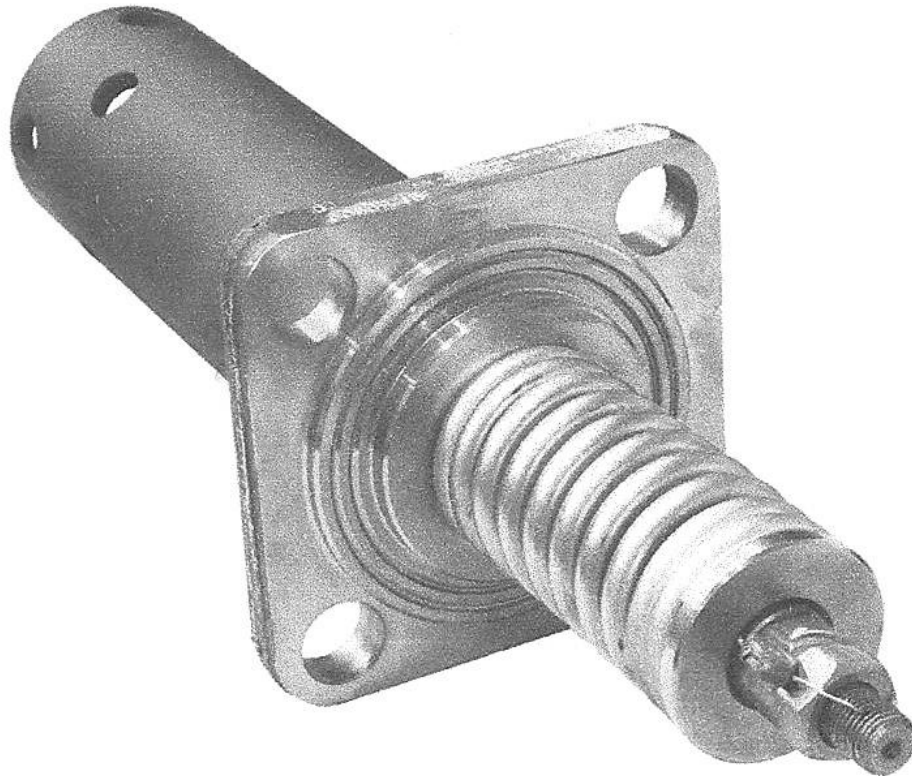
ჩასასხმელ-ჩამოსასხმელი მოწყობილობა გამოიყენება UN T50 ტიპის ამიაკის გადასაზიდ ვაგონ-ცისტერნებზე, როგორც ჩამკეტი მოწყობილობა შენახვისა და ტრანსპორტირების პირობებში და დამცავ საშუალებად ჩამოსხმის დროს. მოწყობილობის ტექნიკური მონაცემები მოცემულია ცხრილში 18.

ცხრილი 18

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 494729.037	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	50 მმ	
3	ნომინალური წნევა	25 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	$-60^{\circ}\text{C} \div +65^{\circ}\text{C}$	
5	მსახურების ვადა	20 წელიწადი	
6	მუშაობის ციკლი	4000	

– ღია ტიპის დამცავი სარქველი დამცავი მემბრანით.





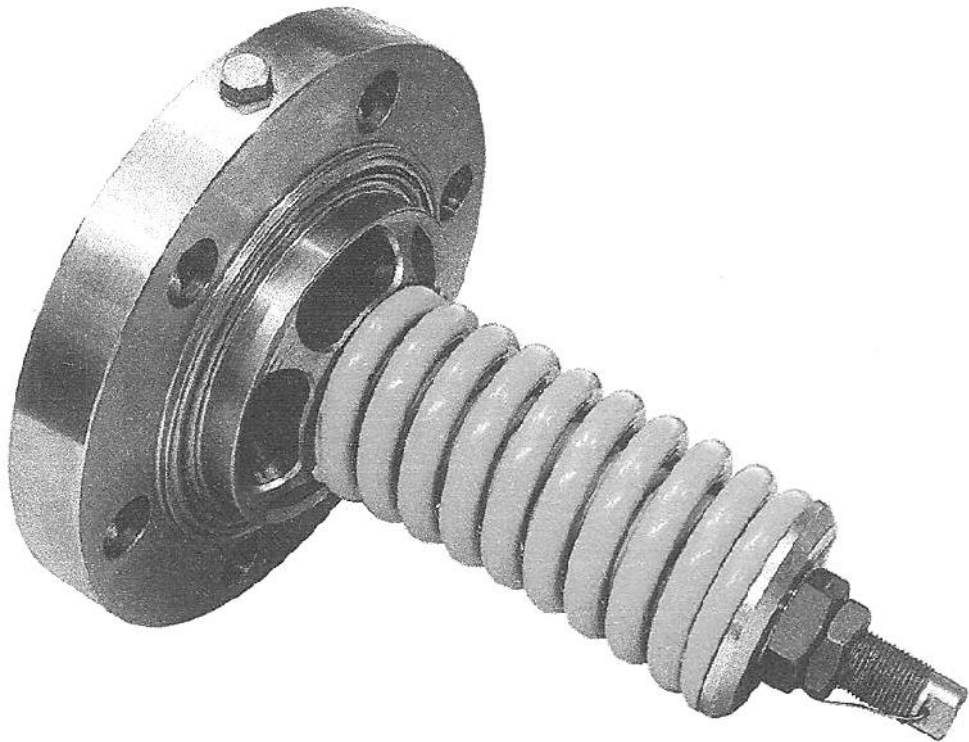
ნახ. 33. ღია ტიპის სარქველი დამცავი მემბრანით

სარქველი გამოიყენება ვაგონ-ცისტერნებზე ცისტერნის ქვაბში წარმოშობილი კრიტიკული წნევების რეგულირებისათვის საჭიროების შემთხვევაში ცისტერნის ქვაბის ატმოსფეროსთან ავტომატური შეერთების მიზნით. სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 19.

ცხრილი 19

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 494145.041	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	32 მმ	
3	ნომინალური წნევა	4 ÷ 25 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	-60 <sup>±</sup> +50 <sup>±</sup>	
5	მსახურების ვადა	40 წელიწადი	მემბრანის 2 წელიწადი
6	მუშაობის ციკლი	850	

– დამცავი სარქველი (ნახ. 34).



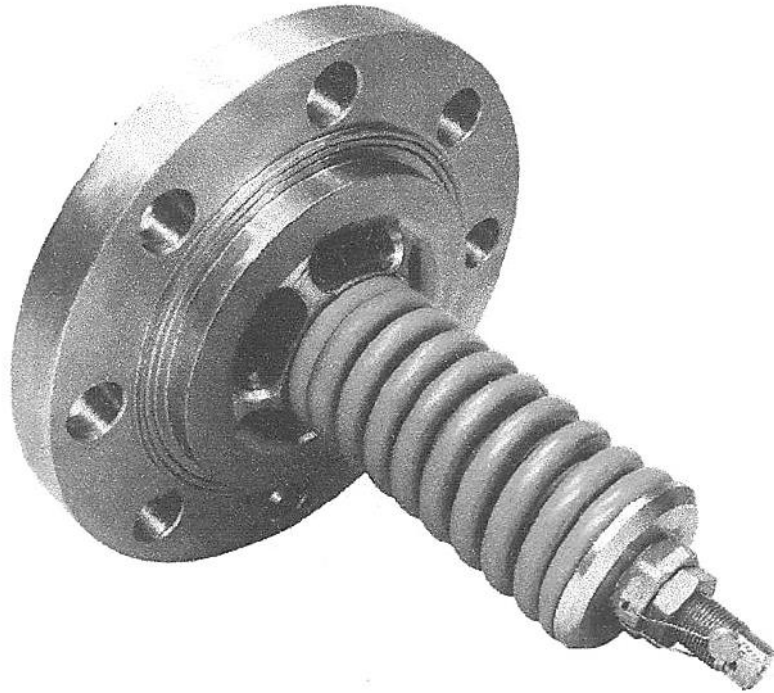
ნახ. 34. დამცავი სარქველი

დამცავი სარქველი გამოიყენება ვაგონ-ცისტერნებზე და კონტეინერ-ცისტერნებზე სხვადასხვა სახის ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირების და შენახვის დროს და ავტომატურად უზრუნველყოფენ ნორმებით გათვალისწინებულ წნევებს რეზერვუარებში. სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 20.

ცხრილი 20

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 494145.014 . 494145.015	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	65 მმ	
3	ნომინალური წნევა	2,5 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	$-60^{\circ}\text{C} \div +50^{\circ}\text{C}$	
5	მსახურების ვადა	30 წელიწადი	
6	მუშაობის ციკლი	850	

– დამცავი სარქველი (ნახ. 35).



ნახ. 35. დამცავი სარქველი

დამცავი სარქველი გამოიყენება ვაგონ-ცისტერნებზე და კონტეინერ-ცისტერნებზე სხვადასხვა სახის ნავთობპროდუქტების ტრანსპორტირების და შენახვის დროს და ავტომატურად უზრუნველყოფენ ნორმებით გათვალისწინებულ წნევებს რეზერვუარებში. სარქველის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 21.

ცხრილი 21

	დასახელება	ტექნიკური პირობები, აღნიშვნა და პარამეტრები	შენიშვნა
1	ტექნიკური პირობები	. 494145.041 . 494145.044	
2	ნახვრეტის ნომინალური დიამეტრი	65 მმ	
3	ნომინალური წნევა	2,5 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	გარემოს ტემპერატურა	$-60^{\frac{55}{\sigma}} \text{ } ^{\circ}\text{C} \text{ } +50^{\frac{1}{\sigma}} \text{ } ^{\circ}\text{C}$	
5	მსახურების ვადა	30 წელიწადი	
6	მუშაობის ციკლი	850	

## 2.6. ცისტერნების ქვაბის გაანგარიშება

ცისტერნის ქვაბის გაანგარიშებისათვის საჭიროა განისაზღვროს ყველა ის დატვირთვა, რომელიც ქვაბზე მოდის და შემდეგ დადგინდეს ძაბვები ქვაბის სხვადასხვა ელემენტებში.

ცისტერნის ქვაბზე მოქმედებს შემდეგი დატვირთვები:

1. შინაგანი წნევა, გამოწვეული:

ა) ქვაბში ჩასხმული თხევადი ტვირთისა და მისი ორთქლისაგან, ან ქვაბი შევსებულია შეკუმშული ან გათხევადებული აირით. ამ შემთხვევაში შინაგანი წნევა  $P_1$  განისაზღვრება დამცველი სარქველის რეგულირებით;

ბ) სითხის ჰიდრავლიკური დარტყმით, გამოწვეული ინერციის  $T_o$  ძალის წარმოშობის შედეგად. ინერციის  $T_o$  ძალა თანაბრად ნაწილდება ფსკერის ვერტიკალურ სიბრტყეზე და ტოლია

$$P_2 = \frac{T_o}{\pi R_1^2}, \quad (1)$$

სადაც  $R_1$  - ქვაბის ცილინდრული ნაწილის რადიუსია;

ინერციის ძალა  $T_o$  განისაზღვრება

$$T_o = T \frac{P_{ტვ}}{G_{ბრ}}, \quad (2)$$

სადაც  $T$  - არის ვაგონზე მოსული გრძივი დატვირთვა, აღებული დატვირთვის I და III რეჟიმიდან;

$P_{ტვ}$  - ქვაბში მოთავსებული ტვირთის წონა;

$G_{ბრ}$  - ცისტერნის ბრუტო წონა;

გ)  $P_3$  - წნევა ქვაბის ჰიდრავლიკური გამოცდით.

ქვაბის გამოცდისას  $P_1$  და  $P_2$  წნევები არ მოქმედებენ, ამიტომ შინაგანი წნევით საანგარიშო ძალის სიდიდე იქნება ან  $P_1 + P_2$  ან  $P_3$ . ქვაბის გაანგარიშების ნორმების თანახმად ღებულობენ  $P_3 \geq P_1 + P_2$ . უნდა გავითვალისწინოთ, რომ  $P_2$  წნევა, რომელიც (1) ფორმულით იყო გამოთვლილი, უდიდეს მნიშვნელობას აღწევს ფსკერის გარშემო

ზონაში, სადაც  $T_o$  ძალა მოქმედებს. ეს ძალა თანდათან მცირდება და ნულს უტოლდება ქვაბის მეორე ბოლოში.  $T_o$  ძალის მიმართულება ხშირად იცვლება, ამიტომ ნებისმიერ განსახილველ კვეთში  $P_{2x}$  წნევა განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$P_{2x} = \frac{L_o - X}{L_o} P_2, \quad (3)$$

სადაც  $L$  არის ქვაბის ცილინდრული ნაწილის სიგრძე;

$X$  - მანძილი ქვაბის ფსკერიდან განსახილველ კვეთამდე, რომელიც იცვლება 0-დან  $\frac{L}{2}$ -მდე.

$P_{\text{შ}}$  აღვნიშნოთ ქვაბის შინაგანი წნევა, რომელიც ტოლია  $P_3$  ან  $P_1 + P_2$ .

2. ქვაბის კედლებზე გარედან ატმოსფერული წნევა ვაკუუმის შემთხვევაში. არსებული ნორმების თანახმად ვაკუუმი მიიღება 0,05 მპა (0,5 კგ/სმ<sup>2</sup>).

3. ვერტიკალური დატვირთვა, გამოწვეული:

ა) ქვაბში მოთავსებული ტვირთის წონით  $P_{\text{ტვ}}$ ;

ბ) ქვაბისა და მასზე დამაგრებული ნაწილების წონით  $P_{\text{კვ}}$ ;

გ) ვერტიკალური დინამიკური დატვირთვით  $P$ , რომელიც ტოლია

$$P_{\text{დ}} = (P_{\text{ტვ}} + P_{\text{კვ}})k_{\text{დ}}, \quad (4)$$

სადაც  $k$  არის ვერტიკალური დინამიკურობის კოეფიციენტი;

ვერტიკალური დატვირთვის ჯამი

$$P_3 = P_{\text{ტვ}} + P_{\text{კვ}} + P_{\text{დ}}, \quad (5)$$

I რეჟიმის დატვირთვისას ვერტიკალური დინამიკური დატვირთვა ძალზე მცირეა, ამიტომ მას მხედველობაში არ ღებულობენ.

4. გვერდითი დატვირთვა (ცენტრიდანული და ქარის).

5. გრძივი დატვირთვა (დარტყმისა და წევის ძალით), მხედველობაში მიიღება უჩარჩო ცისტერნების გაანგარიშებისას. ჩარჩოიან ცისტერნებში, სადაც ქვაბი თავისი ბოლოებით თავისუფლადაა დაყრდნობილი ცისტერნის ჩარჩოზე, ეს დატვირთვა

გადაეცემა ხერხემლის ძელს, ხოლო ნაწილობრივ, ქვაბს შუაში, დამაგრების ზონაში.

ცისტერნის ქვაბის მდგრადობის გაანგარიშებისას ექსპლუატაციის პირობებში მასში წარმოქმნილი ზედმეტი წნევებისაგან მხედველობაში მიიღება შესაძლო წარმოქმნილი წნევის მაქსიმალური სიდიდე, რომელიც აღწევს ქვაბის ფსკერის გარშემო ზონაში, სადაც ინერციის ძალა და ცისტერნაში მოთავსებული ტვირთის წონა მოქმედებს მაქსიმალური სიდიდით. ქვაბში სხვადასხვა ვერტიკალურ კვეთში წნევის სიდიდე განსხვავებულია. განსახილველ კვეთში საანგარიშო წნევა  $P$  განისაზღვრება გამოსახულებით:

$$P_{საან} = \frac{L_{\sigma} - X}{L_{\sigma}} \cdot P_{ჰიდრ} \quad (6)$$

სადაც  $L$  – ცისტერნის ქვაბის ცილინდრული ნაწილის სიგრძეა;

$X$  – მანძილი ქვაბის ფსკერიდან განსახილველ კვეთამდე.

როდესაც  $X = 0$   $P_{საან} = P_{ჰიდრ}$ .

ინერციის ძალით სითხის ჰიდრავლიკური დარტყმით გამოწვეული წნევა ტოლია

$$P_{ჰიდრ} = \frac{T_{\sigma}}{\pi R^2} \quad (7)$$

სადაც  $T$  ინერციის ძალაა და განისაზღვრება ფორმულით

$$T_{\sigma} = T \frac{P_{ტვ}}{G_{გრ}} \quad (8)$$

$T$  არის ვაგონზე მოსული გრძივი დატვირთვა, რომელსაც იწვევს დარტყმისა და წევის ძალები. ვაგონის სიმტკიცეზე გაანგარიშების ნორმებში გრძივი დატვირთვის სამ რეჟიმს განიხილავენ.

შესაბამისი სიდიდეების შეტანის შემდეგ უნდა იყოს დაკმაყოფილებული პირობა

$$P_{ჰიდრ} < 0,15 \text{ მპა}$$

ცისტერნის ქვაბის მდგრადობის განსაზღვრა ვაკუუმის პირობებისათვის წარმოებს მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტით “ნორმების” მოთხოვნების შესაბამისად და იგი იანგარიშება [39]

$$n_{\text{მდგ}} = \frac{P_{\text{კრ}}}{P_{\text{საან}}} \geq [n_{\text{ნორ}}] \quad (9)$$

სადაც  $n_{\text{მდგ}}$  – ვაგონ-ცისტერნის ქვაბის მდგრადობის მარაგის ფაქტიური კოეფიციენტია;

$P_{\text{კრ}}$  – კრიტიკული წნევა;

$P_{\text{საან}}$  – გარე წნევის საანგარიშო სიდიდეა “ნორმების” მოთხოვნების შესაბამისად;

$[n_{\text{ნორ}}]$  – ვაგონ-ცისტერნების ქვაბის მდგრადობის მარაგის დასაშვები კოეფიციენტია, “ნორმების” მიხედვით  $[n_{\text{ნორ}}] = 1,1$ .

$P_{\text{კრ}}$  არის მინიმალური წნევა ვაგონ-ცისტერნის ქვაბში, რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას ქვაბში მყოფი გაზების სწრაფი კონდენსაციის შედეგად; ამ დროს ქვაბის გარსი კარგავს მდგრადობას, ღებულობს დეფორმაციას და საშიშროებას უქმნის მოძრაობის უსაფრთხოებას.  $P$  დადგენილია ცდებით და იანგარიშება ფორმულით:

$$P_{\text{კრ}} = \frac{E \left(\frac{b}{R}\right)^2}{0,83 + 1,1 \frac{L_{\text{ც}}}{R} \sqrt{\frac{R}{b}}} \quad (10)$$

სადაც  $E$  არის ვაგონ-ცისტერნის ლითონის გარსაცმის დრეკადობის მოდული. მისი სიდიდე დამოკიდებულია გარსაცმის მასალაზე და აიღება ცხრილებიდან;

$b$  – ცისტერნის ქვაბის სისქე;

$R$  – ცისტერნის ქვაბის ცილინდრული ნაწილის რადიუსი;

$L_{\text{ც}}$  – ცისტერნის ქვაბის ცილინდრული ნაწილის სიგრძე;

$P_{\text{საან}}$  – გარე წნევის საანგარიშო სიდიდე. აიღება “ნორმების” მიხედვით.

ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების ქვაბების მდგრადობის ასამაღლებლად ვაგონების ქვაბებს კაპიტალური შეკეთების დროს საექსპლუატაციო ვადების გაგრძელებით აძლიერებენ ეგრეთ წოდებული შპანგაუტების დაყენებით, რომლებიც განთავსდება ქვაბის დაბოლოებასთან ახლოს სამარაგო სარტყელის და ჩასასხამ-ჩასაძრომ ხუფს შორის.

## 2.7. დამცავ-შემშვები სარქველების ჰაერის გამტარუნარიანობის ანგარიში

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ექსპლუატაციის პირობებში ვაგონ-ცისტერნების ქვაბში ზედმეტი წნევის ან ვაკუუმის წარმოქმნის თავიდან აცილების მიზნით ცისტერნების ქვაბები აღიჭურვება დამცავ-შემშვები სარქველებით.

არაბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვებმა სარქველებმა უნდა უზრუნველყოს ცისტერნის ქვაბში წნევა არაუმეტეს 1,5 კგ/სმ<sup>2</sup> და ვაკუუმი 0,2 კგ/სმ<sup>2</sup>. აღნიშნული პირობების დაცვისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სარქველების გამტარუნარიანობას.

სარქველების გამტარუნარიანობა იანგარიშება ფორმულით:

$$G = 3,16 - B\alpha F\sqrt{(P_1 + 0,1) + \rho} \quad (11)$$

სადაც  $B$  ითვალისწინებს ჰაერის ფიზიკურ-ქიმიურ მახასიათებლებს, დამოკიდებულია ქვაბში არსებული წნევისა  $P$  და კრიტიკულ წნევაზე  $P_{კრ}$  და თუ დაცულია პირობა  $P \leq P_{კრ}$ ,  $B = 0,77$ ;



$\alpha$  – სტანდარტით აიღება 0,72-ის ტოლი;

$F$  – სარქველის კვეთის ფართობი და იანგარიშება ფორმულით:

$$F = \pi dh \quad (12)$$

სადაც  $d = 32$  მმ,  $h$  სარქველის ჭოკის მაქსიმალური

გადაადგილებაა და ტოლია 0,55 მმ,  $F = 55,29$  მმ<sup>2</sup>;

$P_1$  – სარქველის წინ მაქსიმალური (ჭარბი) წნევაა

$$P_1 = P_{\text{მუშ}} + 0,5 = 1,5 + 0,5 = 2,0 \text{ ატმ};$$

$\rho$  - ჰაერის სიმკვრივე სარქველის წინ, აიღება 4,06 კგ/სმ<sup>3</sup>.

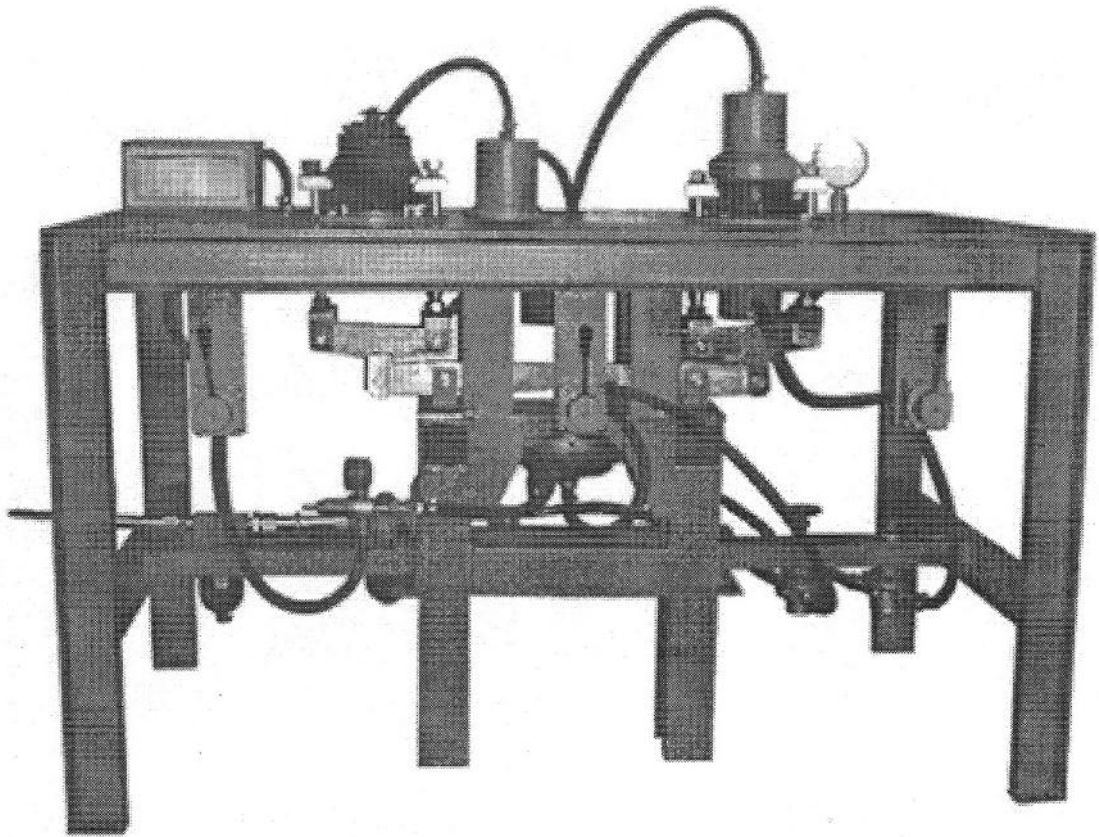
ე.ი. არსებული დამცავ-შემშვები სარქველის გამტარუნარიანობა ტოლი იქნება:

$$G = 3,16 \cdot 0,77 \cdot 55,29 \sqrt{(0,3 + 1) + 4,06} = 123,4 \text{ კგ/სთ.}$$

## 2.8. დამცავ-შემშვები სარქველების მომსახურება ექსპლუატაციაში

ვაგონ-ცისტერნების პერიოდული შეკეთების დროს სახელმძღვანელო დოკუმენტის მოთხოვნების შესაბამისად დამცავ-შემშვები სარქველი მოიხსნება ცისტერნის ქვაბიდან, გაიწმინდება, გაირეცხება და დაიშლება, ხდება დეტალების და კვანძების დათვალიერება, აღმოჩენილი დაზიანებული დეტალები და კვანძები შეკეთდება ან შეიცვლება ახლით. ხდება სარქველის აწყობა და გამოცდა სტენდზე (ნახ. 36). გამოცდის შემდეგ ხორციელდება ტექნიკურად გამართული დამცავ-შემშვები სარქველის მონტაჟი ცისტერნის ქვაბზე. დამცავ-შემშვები სარქველების ტექნიკური მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 22.

ვაგონ-ცისტერნების ქვაბების დამცავ-შემშვები სარქვლების გამოსაცდელი სტენდი გამოიყენება ცისტერნების პერიოდული შეკეთების დროს (სადეპოო, კაპიტალური) სტაციონალურ მდგომარეობაში. როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ამ დროს დამცავ-შემშვები სარქვლები იხსნება ცისტერნის ქვაბიდან, შეკეთდება, გაისინჯება სტენდზე და ვარგისიანობის შემთხვევაში ხდება მათი მონტაჟი ცისტერნის ქვაბზე.



ნახ. 36. დამცავ-შემშვები სარქვლის გამოსაცდელი სტენდი

ცხრილი 22

დამცავ-შემშვები სარქვლების გამოსაცდელი სტენდის ტექნიკური მონაცემები

	დასახელება	დასაშვები ზომები	შენიშვნა
1	სტენდზე მისაწოდებელი შეკუმშული ჰაერის წნევა	4,7 კგ/სმ <sup>2</sup>	
2	დამცავი სარქვლის შესამოწმებლად 3 მმ	1,45–1,55 კგ/სმ <sup>2</sup>	

	დიამეტრის თანაბრად განაწილებულ 12 ნახვრეტის ხუფში ჰაერის წნევა		
3	შემშვები სარქველის შესამოწმებლად 3 მმ დიამეტრის თანაბრად განაწილებულ 12 ნახვრეტის ხუფში ჰაერის წნევა	0,5–0,15 კგ/სმ <sup>2</sup>	
4	კამერის ჩამკეტ მექანიზმებზე ჰაერის წნევა	1,7 კგ/სმ <sup>2</sup>	
5	კამერის მართვა		ხელით
6	სტენდის გაბარიტები	840 × 1500 × 1150	
7	სტენდის წონა	250 კგ	

ექსპლუატაციის პირობებში მატარებელთა მოძრაობის დროს ცისტერნის ქვაბში ზედმეტი წნევის ან წარმოქმნილი ვაკუუმის კონტროლი ხორციელდება შემდეგნაირად:

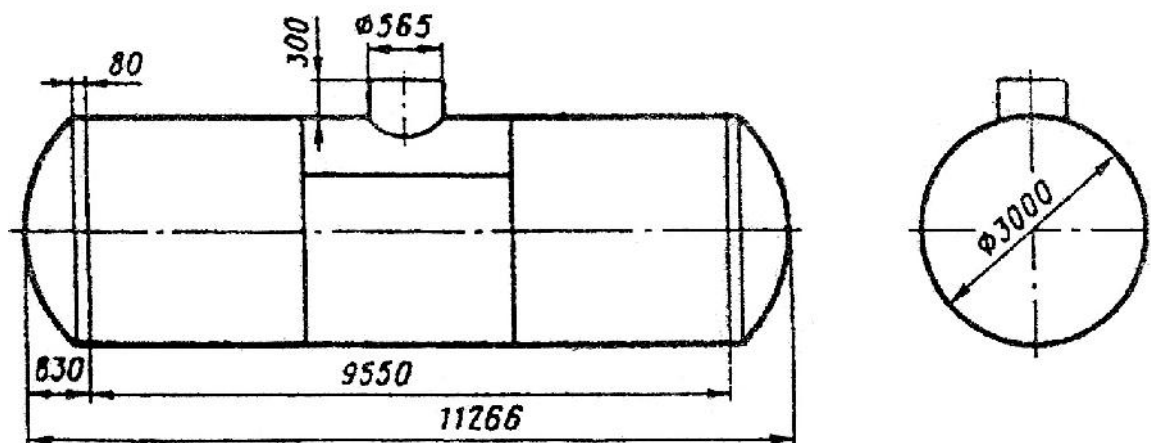
- ცისტერნის ქვაბიდან მოიხსნება ჩასასხმელ-ჩასადრომი ხუფი, დამცავ-შემშვები სარქველი და მათ ადგილზე მონტაჟდება სპეციალური მოწყობილობები წნევის საზომი გადამცემებით;
- წნევის საზომი გადამცემების მაჩვენებლების ანალიზის საფუძველზე კეთდება დამცავ-შემშვები სარქველების ვარგისიანობის დადგენა.

## 2.9. დამცავ-შემშვები სარქველების ფუნქციონირების კვლევა

დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ ნავთობპროდუქტების გადასაზიდ ცისტერნებზე გაზრდილი მოთხოვნებისას, როდესაც ხდება ვაგონების გამრეცხ-გამორთქლი სადგურიდან გამოტანა და მატარებელში ჩართვა ტექნოლოგიური პროცესით გათვალისწინებული პირობების დარღვევით (ჩასადრომი ხუფის დახურვა პროცესით გათვალისწინებულ დროზე ადრე) და კლიმატური პირობების ცვლილებით (გარემოს ტემპერატურის

მკვეთრი დაცემა და ქარის სიჩქარე 15 მ/წმ-ზე მეტი) ზოგიერთ შემთხვევაში დამცავ-შემშვები სარქველის კორპუსში არსებული თანაბრადგანაწილებული 12 3 მმ-იანი ნახვრეტი ვერ უზრუნველყოფს დროულად საჭირო რაოდენობის ჰაერის შეშვებასატმოსფეროდან ცისტერნის ქვაბში, რის შედეგადაც ქვაბში წარმოიქმნება “ნორმებით” დასაშვებზე მეტი ვაკუუმი, რაც იწვევს ცისტერნის ქვაბის დეფორმაციას და იქმნება საშიშროება მატარებელთა უსაფრთხო მოძრაობის კუთხით. ყოველივე ზემოაღნიშნულის თავიდან ასცილებლად საჭიროა დამცავ-შემშვები სარქველის კორპუსში არსებულ 12 ნახვრეტის ოპტიმალური დიამეტრების დადგენა ან ზამბარების გნგარიშება.

ცისტერნის ქვაბში “ნორმებით” დასაშვებზე მეტი წნევების ან ვაკუუმის წარმოქმნის მიზეზების დასადგენად შერჩეულ იქნა 75,7 მ<sup>3</sup> მოცულობის 3000 მმ დიამეტრის 73 ტიპის ცისტერნის ქვაბი (ნახ. 37).



ნახ. 37. 73 ტიპის ცისტერნის ქვაბი

ვაგონ-ცისტერნების ქვაბების დაკალიბრების ცხრილების და სპეციალური მეტრული ჭოკის საშუალებით ჩატარებული იქნა დაკვირვებები ვაგონის ქვაბში სხვადასხვა მოცულობის ნავთობპროდუქტების გადაზიდვის და შენახვის დროს წარმოქმნილი ზედმეტი წნევებისა და ვაკუუმის წარმოქმნის პირობებზე.

როგორც აღნიშნული იყო დაკვირვებები მიმდინარეობდა ცისტერნის ქვაბში გადაზიდვი ნავთობპროდუქტების სხვადასხვა მოცულობებისათვის. პირველ ეტაპზე შესწავლილი იქნა დამცავი და

შემშვები სარქვლის მოქმედება ცისტერნის ქვაბის ნავთობპროდუქტებით 284 სმ-მდე შევსების დროს (არ იყო ცისტერნის ქვაბი შევსებული ქვაბის მოცულობის 2%-ით). ცისტერნის ქვაბის შევსება ხორციელდებოდა სხვადასხვა ტემპერატურის ნავთობპროდუქტებით და ხდებოდა ქვაბის კედლების გარედან გაცივება სხვადასხვა ტემპერატურის ცივი ჰაერით. ექსპერიმენტის პროცესში როგორც დამცველი, ასევე შემშვები სარქველი აკმაყოფილებდა მათდამი წაყენებული ტექნიკური პირობების მოთხოვნებს (შეიმჩნეოდა ნავთობპროდუქტების გაჟონვა ჩასასხმელ-სამრომი ხუფითად). იგივე სურათს ჰქონდა ადგილი ცისტერნის ქვაბის 25%-ით (მეტრული ჭოკის 207 სმ სიმაღლე) და 50%-ით (მეტრული ჭოკის 153 სმ სიმაღლე) არ შევსების დროს.

ცისტერნის ქვაბის 50%-ზე ნაკლებად შევსების დროს სითხის ჰიდრავლიკური დარტყმის პირობებში დამცავი სარქვლის ფუნქციონირება აკმაყოფილებდა მოწყობილობისათვის წაყენებულ ტექნიკურ პირობებს, ხოლო შემშვები სარქველი მოქმედებდა წყვეტილ რეჟიმში, როდესაც ვაკუუმი ქვაბში მიაღწევდა 0,15 ატმოსფეროს, ხდებოდა ატმოსფეროს შეერთება ცისტერნის ქვაბთან. ვაკუუმის 0,15-ზე ნაკლებობის მიღწევასას სარქველი იხურებოდა და შემდეგ იხსნებოდა ვაკუუმის შემდეგი გაზრდისას. ეს პროცესი ხორციელდებოდა ციკლურად და თავის მხრივ იწვევდა ცისტერნის ქვაბის ზედა ოვალურ ნაწილში მიკროდეფორმაციებს. ეს პროცესი განსაკუთრებით შეიმჩნეოდა ცისტერნებიდან ნავთობპროდუქტების გაცხელების მეთოდით ჩამოცლის და ცისტერნების გამრეცხ-გამორთქლი სადგურიდან გამოტანის დროს დახურული ჩასასხმელ-სამრომი ხუფის პირობებში.

თუ მხედველობაში იქნება მიღებული რომ საშუალოდ ცისტერნის ქვაბის გარსაცმის მოცულობითი გაფართოება (შეკუმშვა) ტემპერატურის 1°-ით ცვლილების დროს 1 სთ-ში ტოლია მოცულობის 0,000033-ის, ხოლო ნავთობპროდუქტებისათვის იგივე პირობებში 0,001-ის, ცარიელი ცისტერნის ქვაბისათვის მისი ორთქლით დაცლისა ან გასუფთავების

შემდეგ შემშვები სარქველის ხუფის 12 თანაბრადგანაწილებელი 3 მმ დიამეტრი ნახვრეტები, რომელთა გამტარუნარიანობა შეადგენს 123,4 კვ/სთ-ში, ვერ უზრუნველყოფს ატმოსფეროდან საჭირო რაოდენობის ჰაერის შეშვებას ცისტერნის ქვაბში და ვაკუუმის გამო წარმოიქმნება ცისტერნის ქვაბის დეფორმაციის საშიშროება. შემშვები სარქველის საფეხურებრივი ფუნქციონირების აღმოსაფხვრელად სარქველის კორპუსში 12 თანაბრადგანაწილებელი 3 მმ დიამეტრის ნახვრეტების რაოდენობა გავზარდეთ 14-16-18-მდე, გავზარდეთ ნახვრეტების დიამეტრი 3,2 მმ-მდე, აღნიშნულმა ექსპერიმენტებმა სასურველი შედეგი არ გამოიღო.

ვაგონ-ცისტერნის გარეთა კედელზე და ცისტერნის ქვაბში არსებული ტემპერატურების განსხვავებით წარმოშობილი ტენიანი ჰაერის (ნამის წერტილამდე) გამოწვეული შესაძლო ვაკუუმის წარმოქმნის სიჩქარის განსაზღვრის მიზნით, ტენიანი ჰაერის *id* დიაგრამის გამოყენებით შესწავლილი იქნა ვაგონის ქვაბის შიგა მოცულობიდან სითბოს გადაცემის პროცესი ატმოსფეროზე, ჩაკეტილი ჩასასხმელ-სადრომი ხუფის და ჩაკეტილი ჩამოსასხმელი მექანიზმის პირობებში.

ვაგონის ძარის შიგა და გარე ზედაპირების შემხები ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობა იწვევს სითბოს გადასვლას ერთი ზედაპირიდან მეორეზე. სითბოს გადასვლის სიდიდე დამოკიდებულია ტემპერატურათა სხვაობასა და ძარის კედლების სითბოს გატარების უნარიანობაზე.

ძარის ელემენტების უნარიანობას, რომელსაც შეუძლია ერთი გარემოდან მეორე გარემოს გადასცეს სითბო სხეულში გავლით, სითბოგადაცემა ეწოდება, ხოლო მისი ინტენსივობის ხარისხს – სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი და აღინიშნება  $K$  ასოთი, რომლის განზომილებაა კკალ/მ<sup>2</sup> სთ. გრად.

1 მ<sup>2</sup>-დან 1 სთ განმავლობაში ერთი გარემოდან მეორეზე სითბოს გადაცემის რაოდენობას, როდესაც ტემპერატურათა სხვაობა 1°C, სითბოს გადაცემის კოეფიციენტი ეწოდება.

სითბოს გადაცემის თეორიიდან ცნობილია, რომ 1 სთ განმავლობაში  $F$  ზედაპირიდან გადაცემული სითბოს რაოდენობა  $Q$  დამოკიდებულია სითბოს გადაცემის კოეფიციენტსა  $K$  და ვაგონის შიგა და გარე ტემპერატურათა სხვაობაზე, ე.ი.

$$Q = K(t_{\text{გ}} - t_{\text{გ}})F \text{ კკალ/სთ} \quad (13)$$

ხოლო  $K = \frac{1}{R}$  კკალ/მ<sup>2</sup> სთ გრად.

სადაც  $R$  კედლის თერმული წინაღობაა გრად.მ<sup>2</sup>სთ/კკალ.

სითბოს გადაცემის რთული პროცესის დროს, სითბო ერთდროულად შეიძლება გადაეცეს თბოგამტარობის, კონვექციისა და გამოსხივების საშუალებით. ჩვენს შემთხვევაში ადგილი აქვს კონვექციას.

არათანაბრად გახურებულ საგანში სხეულის ნაწილაკების ურთიერთშეხებით სითბოს გავრცელებას თბოგამტარობა ეწოდება, ხოლო არათანაბრად გახურებულ სითხის ან აირის ნაწილაკების გადაადგილებით, კუთრი წონის სხვაობის შედეგად, სითბოს გავრცელებას კონვექცია. თბური ენერგიის გარდაქმნას სხივურ ენერგიად და ამ სახით მის გადაცემას გარემოში სითბოს გამოსხივება ეწოდება. ჩვენს შემთხვევაში ადგილი აქვს კონვექციას.

ვაგონის ძარის კედლებს, საიდანაც სითბო გადაეცემა ერთი გარემოდან მეორეს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა სახის კონსტრუქციული ფორმა, ბრტყელი, სფერული, ცილინდრული და სხვ. ჩვენ პირობებში ვაგონ-ცისტერნის ძარა განხილულია როგორც ცილინდრული ფორმა, რომლის კედლის სისქე გაანგარიშებისთვის მიღებულია 10 მმ სისქის და კედლის ფართობი შეადგენს  $F = 9,710 \cdot 3 + 6,3 \approx 35,5$  მ<sup>2</sup>.

აღვნიშნოთ ქვაბის კედლის სისქე  $\delta$  მ, კედლის მასალისათვის თბოგამტარობის კოეფიციენტი  $\lambda$  კკალ/მ<sup>2</sup>სთ, კედლის გარე და შიგა

ზედაპირების ტემპერატურა  $\tau_{\beta}$  და  $\tau_{\beta}$  სითბოს მიმღებისა და სითბოგადაცემის კოეფიციენტები  $\alpha_{\beta}$  და  $\alpha_{\beta}$  მაშინ სითბოს ნაკადისათვის  $q$  შეიძლება დაიწეროს სამი განტოლება

$$\left. \begin{aligned} q &= \alpha_{\beta}(t_{\beta} - \tau_{\beta}) \\ q &= \frac{\lambda}{\delta}(\tau_{\beta} - \tau_{\beta}) \\ q &= \alpha_{\beta}(\tau_{\beta} - t_{\beta}) \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

ამ განტოლებებიდან განვსაზღვროთ ტემპერატურის ვარდნა:

$$\left. \begin{aligned} t_{\beta} - \tau_{\beta} &= \frac{q}{\alpha_{\beta}} \\ \tau_{\beta} - \tau_{\beta} &= q \frac{\delta}{\lambda} \\ \tau_{\beta} - t_{\beta} &= \frac{q}{\alpha_{\beta}} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

თუ ამ განტოლებების მარჯვენა და მარცხენა ნაწილებს შევკრებთ მივიღებთ ტემპერატურის სრულ ვარდნას

$$t_{\beta} - t_{\beta} = q \left( \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{\delta}{\lambda} \right) \quad (16)$$

აქედან სითბოს ნაკადი

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{\delta}{\lambda}} (t_{\beta} - t_{\beta}) = K \Delta t \quad (17)$$

სადაც

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{1}{\alpha_{\beta}} + \frac{\delta}{\lambda}},$$

და

$$t = t_{\beta} - t_{\beta}$$

გარე და შიგა ტემპერატურების სხვაობაა.

სითბოს გადაცემის კოეფიციენტები  $\alpha_{\beta}$  და  $\alpha_{\beta}$  თერმული წინაღობის  $R_{\beta}$  და  $R_{\beta}$ -ის შებრუნებული სიდიდეებია.

კონვექციის პირობებში  $\alpha$  კოეფიციენტი იანგარიშება ემპირიული ფორმულით



$$\alpha = 0,032 \left(\frac{\omega}{\omega}\right)^{0,8} \cdot \frac{\lambda}{L^{0,2}} \quad (18)$$

სადაც:  $\omega$  – მატარებლის და ქარის ფარდობითი მოძრაობის სიჩქარეების გეომეტრიული ჯამია მ/წმ;

$\nu$  – ჰაერის კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი  $\text{მ}^2/\text{წმ}$ ,  $t$  გრადუსი ტემპერატურის დროს;

$\lambda$  – ჰაერის სითბოგამტარობის კოეფიციენტი, კკალ/მ სთ გრად.  $t$  გრადუსი ტემპერატურის დროს;

$L$  – ვაგონ-ცისტერნის ქვაბის სიგრძე, მ.

როდესაც ცნობილია ვაგონ-ცისტერნის ქვაბის შიგა და გარე ტემპერატურები, მაშინ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გადაეცემა ცისტერნის ქვაბიდან ატმოსფეროს გამოითვლება ფორმულით:

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{K} - \frac{1}{a_g}} (t_{\theta} - \tau_{\theta}) = \frac{a_g K}{a_g - K} (t_{\theta} - \tau_{\theta}) \quad (19)$$

შესრულებული თეორიული გაანგარიშების და იმის გათვალისწინებით, რომ ნავთობპროდუქტების მოცულობითი გაფართოება (შეკუმშვა) ტემპერატურის  $1^{\circ}$ -ით ცვლილების დროს ტოლია მოცულობის 0,001-ის ჰაერის გარე ტემპერატურის  $-10$ -დან  $+10$  -მდე და ცისტერნის ქვაბში ჰაერის ტემპერატურის  $+60$  -ის არსებობისას ჰერმეტიულად ჩაკეტილი ჩასახმელ-სადრომი ხუფის და ჩამოსახმელი მექანიზმის პირობებში შემშვები სარქველი, რომლის ჰაერის გამტარუნარიანობა არის 123,4 კვ/სთ ვერ უზრუნველყოფს საჭირო რაოდენობის ჰაერის შემშვებას ატმოსფეროდან ცისტერნის ქვაბში წარმოქმნილი ვაკუუმის აღმოსაფხვრელად და იქმნება ცისტერნის ქვაბის დეფორმაციის საშიშროება.

## 2.10. ზამბარების გაანგარიშება

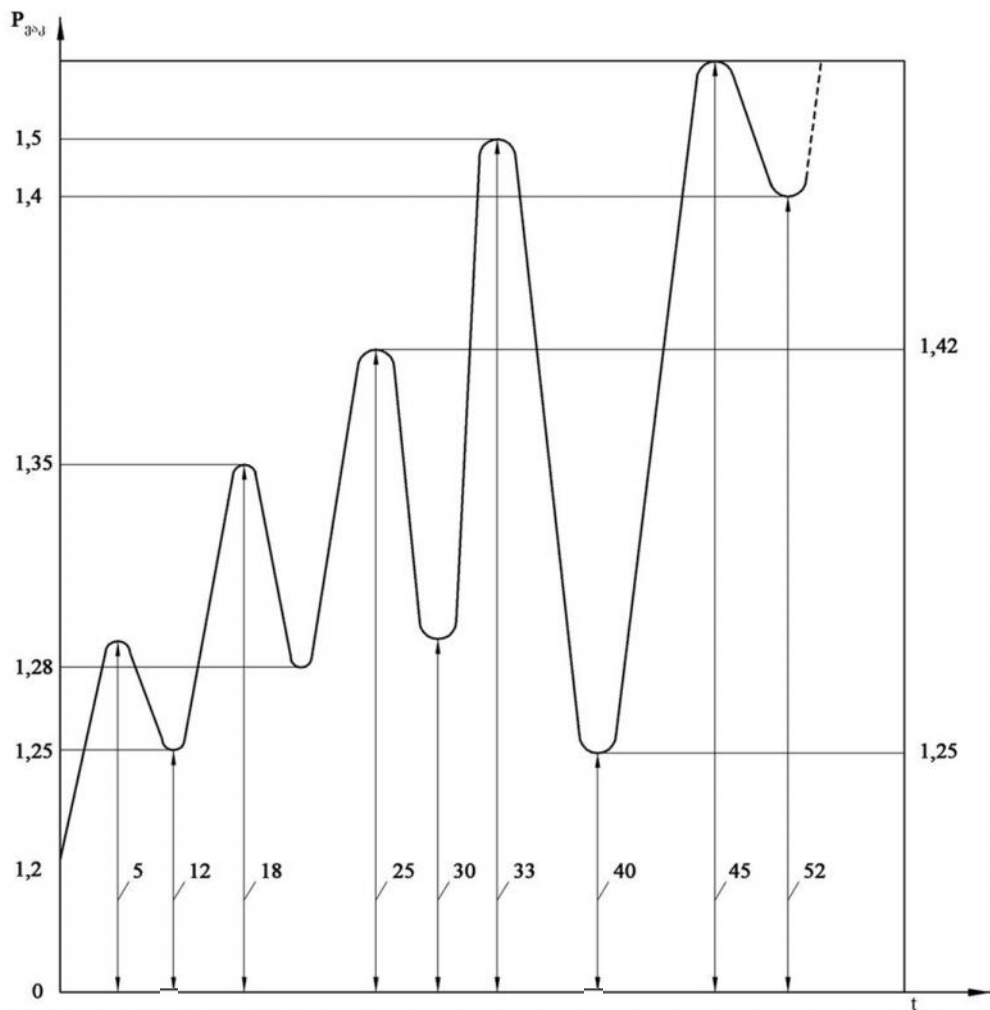
### 2.10.1. ცილინდრული ზამბარის გაანგარიშება

დამცავ-შემშვები სარქველების სპეციალურ სტენდზე გასინჯვის დროს, როდესაც შემშვებ ზამბარას-5, რომელიც განსაზღვრულ წნევაზე რეგულირდება ხრახნის-7 და თევზისებური ზამბარა-3 საშუალებით მოქმედებაში მოყავს შემშვები სარქველი-4. შემშვები სარქველი დაიწევს ქვემოთ და არხის საშუალებით ცისტერნის ქვაბს შეაერთებს ატმოსფეროსთან – ხდება წნევების გათანაბრება. შემშვები სარქველი ღია მდგომარეობაში უნდა იყოს ქვაბის გარეთ არსებული წნევის  $P_{ატმ}$  (ატმოსფერული) და ქვაბში ჰაერის კონდიციონების შემდეგ შემცირებული წნევის  $P_{ქვაბ}$  (ვაკუუმი)  $P_{ატმ} - P_{ქვაბ} = 1,5 \pm 2,0$  მპა ატმოსფერულ წნევამდე გათანაბრებამდე.

ვაგონ-ციტერნების მშენებლობის პროცესში, ვაგონ-ციტერნების მოდერნიზაციისას (კაპიტალური შეკეთება საექსპლუატაციო ვადების გაგრძელებით) სასერტიფიკაციო გამოცდებმა და ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვებების შედეგად მიღებული მონაცემების ანალიზმა აჩვენა, რომ შემშვები სარქველი მოქმედებდა საფეხურებრივი პრინციპით. კერძოდ, შემშვები სარქველის გახსნის შემდეგ (ციტერნის ქვაბში წნევის  $1,5 \pm 2,0$  მპა დაწვევისას) ატმოსფერულ წნევასა და ცისტერნის ქვაბში წნევების  $1,5$  მპა-ით ნაკლებით განსხვავების დროს ე.ი.  $P_{ატმ} - P_{ქვაბ} < 1,5$  მპა ზამბარის ზემოქმედებით შემშვები სარქველი იხურება და ცისტერნის ქვაბში რჩება განსაზღვრული სიდიდის ვაკუუმი. აღნიშნული შემცირებული წნევა გავლენას ვერ ახდენს ქვაბის მდგრადობაზე, მაგრამ ქმნის საწყის პირობას ქვაბის შიგნით არსებული

ტემპერატურისა და გარემოს ტემპერატურის დიდი განსხვავების დროს (+70 ÷ -10°) ქვაბში ჰაერის დაჩქარებული კონდენსაციის გამო.

შემშვები სარქველის საფეხურეობრივი მოქმედების აღმოფხვრის მიზნით შემოთავაზებული მოდერნიზაციის (თევშისებური ზამბარის დამატება) საჭიროების დასაბუთებისათვის საჭიროა კუმშვაზე მომუშავე ცილინდრული ზამბარის და სარქველის გაბარიტული ზომების გათვალისწინებით დამატებითი თევშისებური ზამბარის შერჩევა.



ნახ. 38. შემშვები სარქველის ფუნქციონირების ანალიზი  $P_{გაგ}$  ვაკუუმი ცისტერნის ქვაბში;  $t$  მოქმედების დრო წამებში

ცილინდრული ზამბარის გაანგარიშების დროს ზამბარის შემდეგი ტექნიკური მახასიათებლები:

- ზამბარის სიმაღლე  $H$  მმ;
- ზამარის გარე დიამეტრი  $D$  მმ;

- ზამბარის საშუალო დიამეტრი  $D_{საშ}$  მმ;
- ზამბარის მავთულის დიამეტრი  $d$  მმ;
- მანძილი ზამბარის ხვიებს შორის მმ;
- ზამბარის ხვიების საერთო რაოდენობა  $n_{საერ}$ ;
- ზამბარის ხვიების მუშა რაოდენობა  $n$ ;
- მაქსიმალური წნევა (დატვირთვა)  $P_{მაქ}$  კგ/სმ<sup>2</sup>;
- ზამბარის მასალა (მარკა).

ზამბარის მასალად გამოყენებული იყო ГОСТ 9389 II-5 მარკის ფოლადი, რომლის დიამეტრი  $d = 5$  მმ.

ზამბარის გარე დიამეტრი შერჩეული იქნა სარქველის გაბარიტული ზომების მიხედვით  $D = 50$  მმ. აქედან გამომდინარე ზამბარის საშუალო დიამეტრი ტოლი იქნება  $D_{საშ} = D - \frac{d}{2} \cdot 2 = 45$  მმ.

განგარიშებული იქნა ზამბარის ხვის სიმრუდის კოეფიციენტი განივი ძალის შემოქმედების გათვალისწინებით:

$$K = \frac{4C - 1}{4C - 4} + \frac{0,615}{C} \quad (20)$$

სადაც  $C$  არის ზამბარის ინდექსი და აიღება  $d$  დიამეტრის მიხედვით შესაბამისი ცხრილებიდან, როდესაც  $d = 3 \div 5$   $C = 4 \div 10$ , ვიღებთ  $C=5$

$$K = \frac{4 \cdot 5 - 1}{4 \cdot 5 - 4} + \frac{0,615}{5} = 1,3$$

ზამბარის ხვიებს შორის მანძილი იანგარიშება ფორმულით:

$$t = \frac{\pi(D - d)^2[\tau]}{GKd} + d \quad (21)$$

სადაც  $[\tau]$  – დასაშვები ძაბვა გრეხვაზე, სტანდარტით აიღება 267 კგ/სმ<sup>2</sup>;

$G$  – ფოლადის ძვრის მოდული სტანდარტით  $G = 8000$  კგ/მმ<sup>2</sup>.

$$t = \frac{45^2 \cdot 267}{2546 \cdot 5 \cdot 5} + 5 = 13,4$$

ზამბარის ხვიათა რიცხვი იანგარიშება ფორმულით:

$$n_{საერთო} = \frac{H_1 - d}{t_1} \quad (22)$$

$H_1$ -ის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სარქველის გეომეტრიულ ზომებზე. ჩვენი შემთხვევისთვის  $H_1 = 126,9$  მმ. ცხრილებიდან 5, 6 [40, 41]  $t_1 = 12,83$  ე.ი.

$$n_{საერთო} = \frac{126,9 - 5}{12,83} = 9,5$$

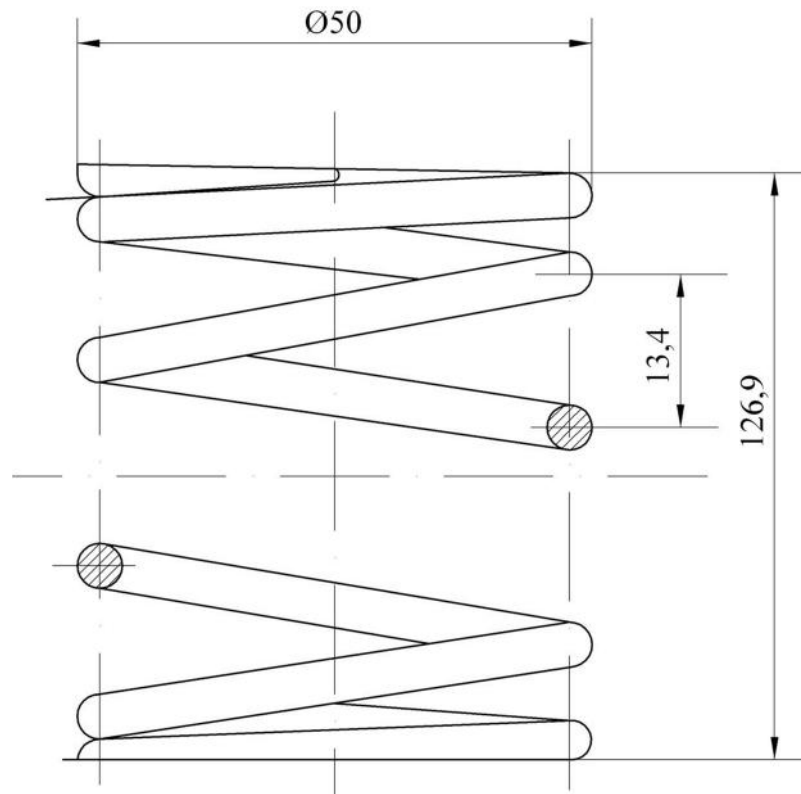
მუშა ხვიების ანგარიშის დროს მხედველობაში ვიღებთ, რომ ზამზარა ზედა და ქვედა ხვიებით გაბრტყელებული და გახეხილი არის  $3/4$ -ით ე.ი.

$$n_{მუშ} = 9,5 - \frac{3}{4} \cdot 2 = 7 \text{ ხვია.}$$

ზამზარის სიგრძე თავისუფალ მდგომარეობაში იანგარიშება ფორმულით:

$$H_0 = n \cdot t + d = 132,3 \text{ მმ}$$

შესრულებული გაანგარიშების შედეგად შერჩეული იქნა ზამზარა ნახ. 39, რომლის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 23.



ნახ. 39. შემშვები სარქველის ზამზარა

ზამბარის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 23

ცხრილი 23

	დასახელება	ზომები	შენიშვნა
1	ზამბარის სიმაღლე, $H$	126,9 მმ	
2	ზამბარის გარე დიამეტრი, $D$	50 მმ	
3	ზამბარის საშუალო დიამეტრი, $D_{avg}$	45 მმ	
4	ზამბარის მავთულის დიამეტრი, $d$	5 მმ	
5	მანძილი ზამბარის ხვიებს შორის, $S$	13,4 მმ	
6	მანძილის ხვიების საერთო რაოდენობა, $n$	9,5	
7	ზამბარის მუშა ხვიების რაოდენობა, $n_{work}$	7	

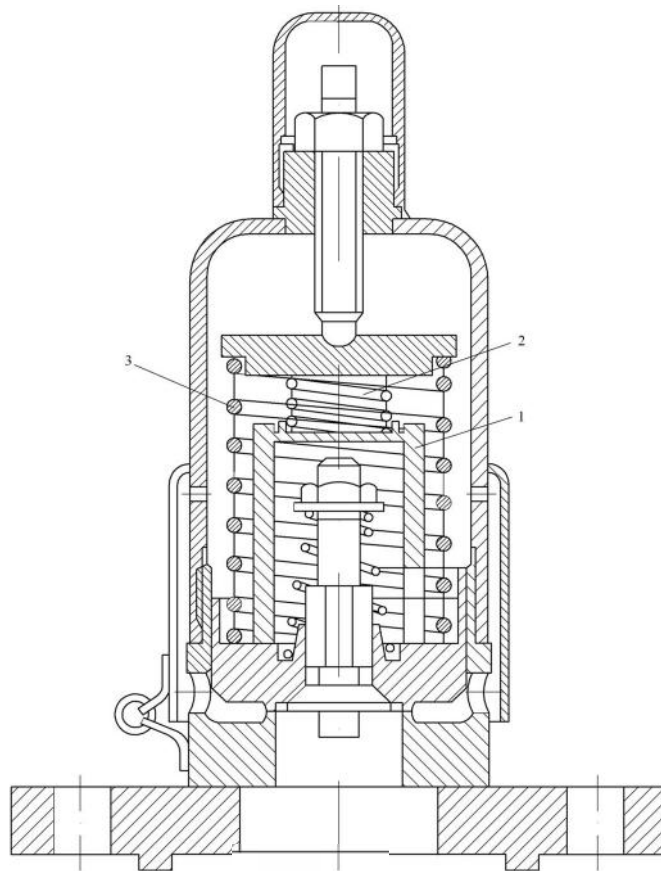
ვაგონების და მისი კვანძების ექსპლუატაციის შესწავლის ორი მეთოდი არსებობს: ექსპერიმენტული და ანალიზური. ექსპერიმენტული მეთოდი დაფუძნებულია უკვე არსებული ვაგონების ძალურ გამოცდაზე ლაბორატორიულ პირობებში, ხოლო ანალიზური მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია არა მარტო არსებული ვაგონის დინამიკური პარამეტრებისა და მახასიათებლების გამოკვლევა, არამედ დაგეგმარების პროცესში მყოფი ვაგონების და მისი კვანძების ოპტიმალური დინამიკის დადგენაც.

ანალიზური მეთოდი ძირითადია ვაგონის ექსპლუატაციის კვლევისას, ხოლო სხვა მეთოდები წარმოადგენს ანალიზური კვლევის შედეგების დამადასტურებელ საშუალებებს. წარმოდგენილი სამუშაოს შესრულების დროს გამოყენებული იყო კვლევის ორივე მეთოდი.

## 2.11. შემშვები სარქველის მოდერნიზაცია

### 2.11.1. შემშვები სარქველის მოდერნიზაცია (პირველი ეტაპი)

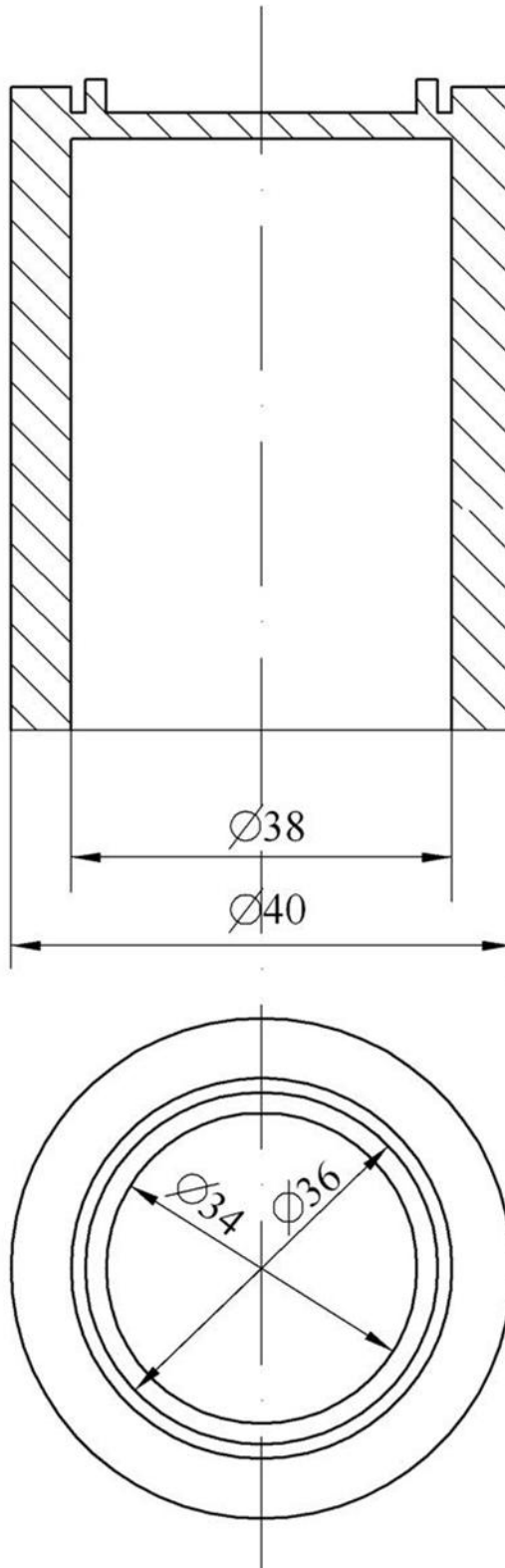
კვლევის I ეტაპზე დამცავ-შემშვებ სარქველში (ნახ. 40) დამატებული იქნა 0,12 ატმოსფერო ვაკუუმზე გაანგარიშებული დამატებითი ზამბარა 3, რომელიც მოთავსებული სპეციალურ ჭიქაში 1 (ნახ. 41). დამატებითი ზამბარის გამოყენების შემთხვევაში, ცისტერნის ქვაბში 0,12 ატმოსფეროს ვაკუუმის წარმოქმნისას დამატებითი ზამბარა 3 შეიკუმშება, გაიხსნება სარქველი და ატმოსფეროს შეაერთებს ცისტერნის ქვაბთან. ვაკუუმის შემდგომი გაზრდის პირობებში მოქმედებაში მოდის ზამბარა 2 და პროცესი გრძელდება ცისტერნის ქვაბში ატმოსფერული წნევის დონეზე გათანაბრებამდე.



ნახ. 40. დამცავ-შემშვები სარქველი

1. სპეციალური ჭიქა; 2. 0,15 ± 0,2 ვაკუუმზე გაანგარიშებული ზამბარა;

3. 0,1 ვაკუუმზე გაანგარიშებული ზამბარა



ნახ. 41. 0,12 ატმ. ვაკუუმზე განგარიშებული დამატებითი ზამზარის მიმართველი ჭიქა



დამატებითი ზამბარის-2 გამოყენების შემთხვევაში ძირითადი ზამბარის-3 მუშა ხვიათა რაოდენობა შემცირებული იყო ექვსამდე. დამატებითი ზამბარის გაანგარიშება შესრულებული იყო ძირითადი ზამბარის ანგარიშის ანალოგიურად.

დაკვირვებების შედეგად აღმოჩნდა, რომ დამატებითი ზამბარის გამოყენების შემთხვევაში ზამბარის მუშა ხვიათა რაოდენობის სიმცირის გამო საჭირო იყო მისი მოთავსება მიმმართველ ჭიქაში. ამ უკანასკნელის განხორციელებამ მოითხოვა დამცავ-შემშვები სარქველების კონსტრუქციული ზომების შეცვლა, რაც თავის მხრივ დაკავშირებულია დიდ ეკონომიკურ დანახარჯებთან და არა რენტაბელურია.

## 2.12. შემშვები სარქვლის მოდერნიზაცია (მეორე ეტაპი)

შემშვები სარქვლის მოდერნიზაციის მეორე ეტაპზე გამოყენებული იყო თევშისებური ზამბარა (ნახ. 42).

შემშვები სარქველების საფეხურებრივი ფუნქციონირების აღმოსაფხვრელად, მოდერნიზაციით გათვალისწინებული ღონისძიებებით (სარქველში დამატებითი თევშისებრი ზამბარის გამოყენებით) შერჩეული იქნა სტანდარტული, II ტიპის, მრავალჯერად დატვირთვაზე მომუშავე, ამაღლებული სიზუსტის, დატვიფრით დამზადებული და მექანიკურად დამუშავებული თევშისებური ზამბარა, რომელიც თავისი ტექნიკური მახასიათებლების მიხედვით უნდა აკმაყოფილებდეს მოთხოვნას:

$$0,6 < \frac{f_m}{S} \leq 1,5 \quad (25)$$

$$\frac{D}{d} = 2,0 \div 3,0 \quad (26)$$

სადაც  $f_m$  – ზამბარის შიგა კონუსის სიმაღლეა, მმ;

$S$  – ზამბარის სისქე, მმ;

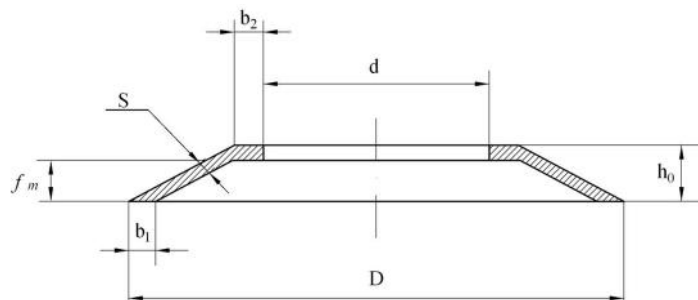
$D$  – ზამბარის გარე დიამეტრი;

$d$  – ზამბარის ზწდა ნაწილის შიგა დიამეტრი.

ზამბარის მაქსიმალური ჩაღუნვა  $\lambda$  არ უნდა აღემატებოდეს ზამბარის შიგა კონუსის 0,8-ს.

$$\lambda \leq 0,8 f_m$$

0,12-0,15 მპა დატვირთვით გაანგარიშებული ზამბარა და ტექნიკური მახასიათებლები წარმოდგენილია ცხრილში 24.



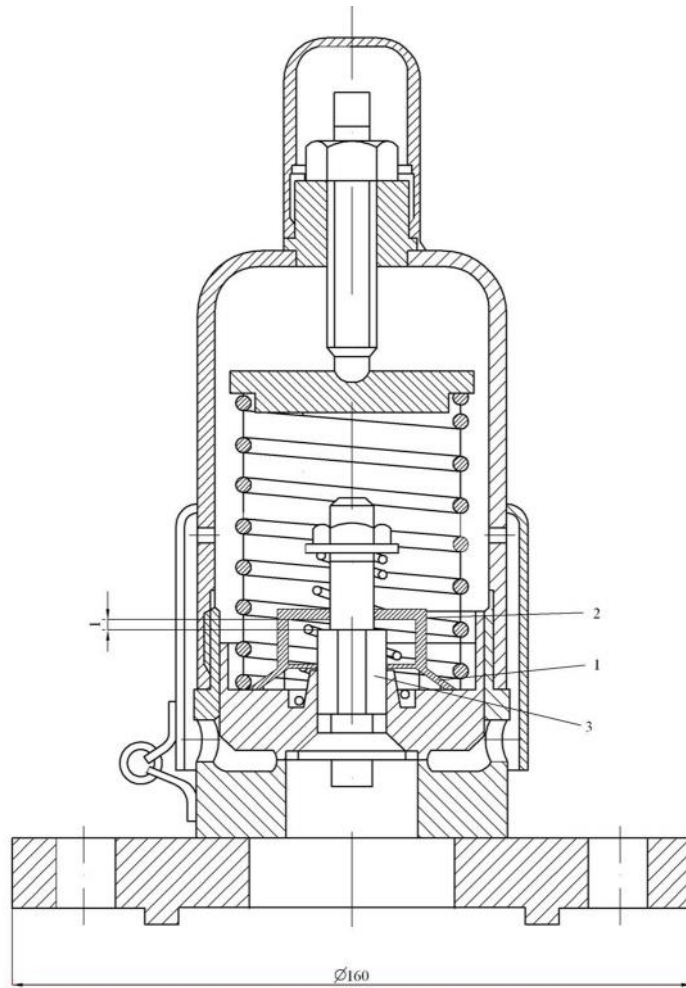
ნახ. 42. თევშისებური ზამბარა

	დასახელება	აღნიშვნა	ზომა	შენიშვნა
1	ზამბარის გარე დიამეტრი	$D$	45 მმ	
2	ზამბარის ზედა შიგა დიამეტრი	$d$	20 მმ	
3	ზამბარის სიმაღლე	$h$	5 მმ	
4	ზამბარის შიგა კონუსი	$f$	4 მმ	
5	ზამბარის საყრდენი ქვედა	$B_1$	3 მმ	
6	ზამბარის საყრდენი ზედა	$B_2$	5 მმ	
7	ზამბარის სისქე	$S$	2,2 მმ	

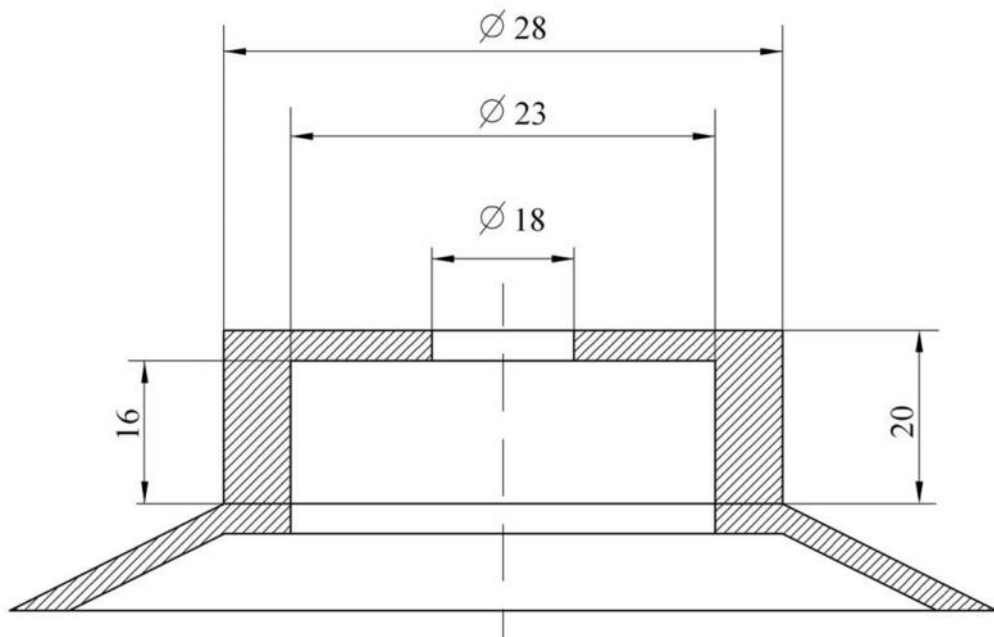
მოდერნიზირებული შემშვები სარქველის (ნახ. 43) შემსრულებელი სარქველის მოქმედებაში მოყვანისთვის მექანიზმში გამოყენებულია დამატებითი თევზისებრი ზამბარის დამწოლი-2. დამატებით თევზისებრი ზამბარის დამწოლისა და შემსრულებელი სარქველის-3 შორის თევზისებრი ზამბარის წინასწარი შეკუმშვისთვის გათვალისწინებულია 1 მმ-იანი ღრეჩო.

ცისტერნის ქვაბში ვაკუუმის წარმოქმნისას, როდესაც ცისტერნის ქვაბში წნევა ნაკლებია ატმოსფერულ წნევაზე 0,12-0,15 მპა-ზე ატმოსფერული წნევის ზემოქმედებით ფუნქციონირებას იწყებს დამატებითი თევზისებრი ზამბარა, ამოიწურება 1 მმ-იანი ღრეჩო, თევზისებრი ზამბარის დამწოლი მოდის შემსრულებელ სარქველთან შეხებაში, შესრულებელი სარქველი დაიწევს ქვემოთ, ცისტერნის ქვაბი უკავშირდება ატმოსფეროს და ხდება ცისტერნის ქვაბსა და ატმოსფეროს შორის წნევების გათანაბრება (აღმოიფხვრება ვაკუუმი).

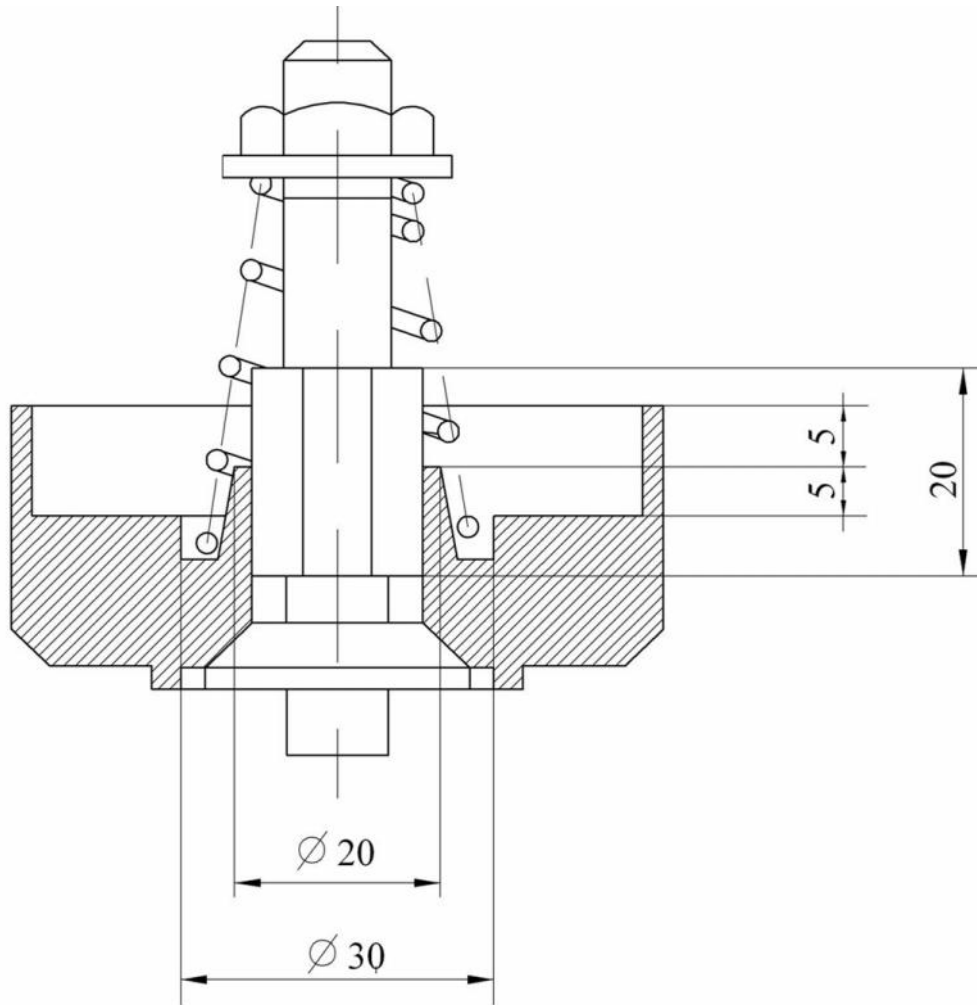
დამატებითი თევზისებრი ზამბარის დამწოლი წარმოდგენილია ნახ. 44.



ნახ. 43. მოდერნიზებული დამცავ-შემშვები სარქველი

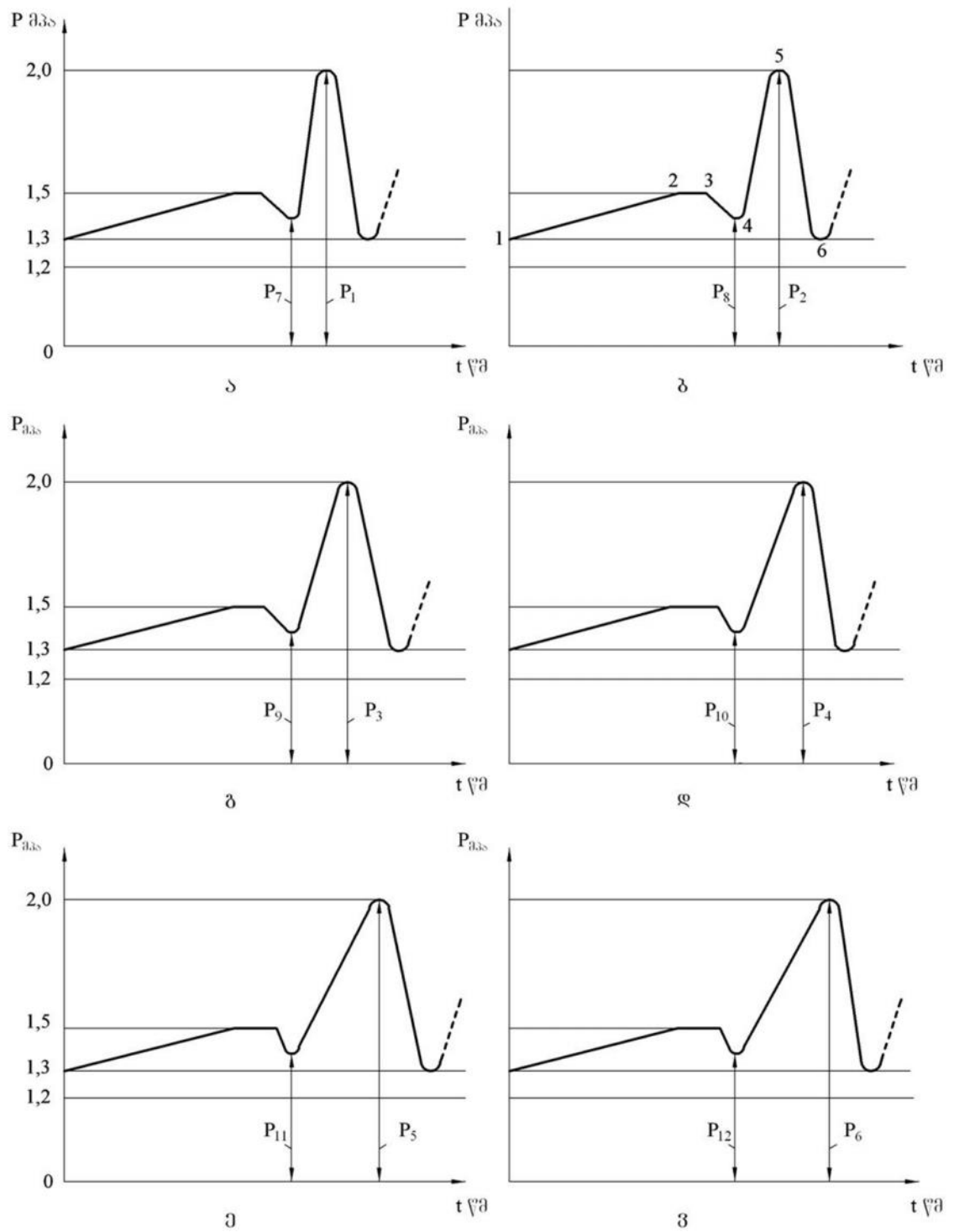


ნახ. 44. თეფისებრი ფამზარა დამწოლით



ნახ. 45. შემსრულებელი სარქველი

იმასთან დაკავშირებით, რომ ნავთობპროდუქტების მოცულობითი გაფართოება (შეკუმშვა) ტემპერატურის  $1^{\circ}$ -ით ცვლილების დროს ტოლია ერთ საათში ქვების მოცულობის 0,001-ის, 73 ტიპის მოცულობა ტოლია  $75,7 \text{ მ}^3$ -ის, კედლის ფართი  $35,5 \text{ მ}^2$ -ის. აქედან გამომდინარე ერთ საათში ჰაერის მოცულობა ქვებში შემცირდება  $75,7 \cdot 0,001 = 0,075$ -ით, ერთ წუთში  $0,075 \cdot 60 = 4,5$ .  $1 \text{ მ}^3$  ჰაერის წონა ტოლია  $1,2 \text{ კგ}$ . ე.ი. ქვებში არსებული ჰაერის წონა შემცირდება  $4,5 \cdot 1,2 = 5,4 \text{ კგ}$ -ით. დამცავ-შემშვები სარქვლის ჰაერის გამტარუნარიანობა შეადგენს  $123,6 \text{ კგ}$  საათში, წუთში  $123,6 : 2 = 61,8 \text{ კგ}$ . ე.ი. სარქვლის ჰაერგამტარობა ვერ უზრუნველყოფს საჭირო რაოდენობის ჰაერის შეშვებას ცისტერნის ქვებში. ჰაერის ამ რაოდენობას ემატება სარქვლების საფეხურებრივი ფუნქციონირებით გამოწვეული ნარჩენი ვაკუუმის არსებობა ქვებში.



ნახ. 46. მოდერნიზირებული შემშვები სარქელის მოქმედების გრაფიკები გარემოს და ქვაბში სხვადასხვა ტემპერატურების შესაძლო არსებობის დროს

დამცავ-შემშვებ სარქველში თევზისებური ზამბარის გამოყენების შედეგად შემშვები სარქელის საფეხურებრივი ფუნქციონირების აღმოფხვრის (მინიმუმამდე დაყვანის) გრაფიკული გამოსახულებები მოცემულია ნახ. 46 ა-ბ-გ-დ-ე-ვ. გაანგარიშებების დროს განხილული იყო ცისტერნის ქვაბში ტემპერატურა  $+60 - +70$  და გარემოს ტემპერატურა  $0 - +5$  დიაპაზონში. გრაფიკზე 0 – 1 მონაკვეთი (მაგალითისთვის ნახაზზე ბ) ქვაბის კედლებზე გადაცემული სითბოს მიერ გამოწვეული ვაკუუმია – დაახლოებით 0,13 ატმოსფერულ წნევამდე. მონაკვეთი 1 – 2 ვაკუუმის ზრდის პროცესია სხვადასხვა სიდიდით, რომელიც დაკავშირებულია ქვაბში არსებულ ტემპერატურასა და გარემოს ტემპერატურებს შორის. მონაკვეთი 2 – 3 მიმდინარეობს თევზისებრი ზამბარას და ზამბარის დამწოლს შორის არსებული 1 მმ-იანი ღრეჩოს ამოვსება. მონაკვეთი 3 – 4 ჰაერის გარკვეული რაოდენობის შეშვება ატმოსფეროდან ცისტერნის ქვაბში. მონაკვეთი 4 – 5 ვაკუუმის ზრდა განსაზღვრულ სიდიდემდე და მონაკვეთი 5 – 6 ჰაერის შეშვება ატმოსფეროდან ცისტერნის ქვაბში თევზისებრი ზამბარის ტექნიკური მონაცემებით განსაზღვრულ ვაკუუმამდე. ამის შემდეგ პროცესი მეორდება ცისტერნის ქვაბში გარკვეული ორთქლის მიღებამდე. ნაწილობრივ აღმოფხვრება შემშვები სარქელის საფეხურებრივი ფუნქციონირება და მინიმუმამდე მცირდება ცისტერნის ქვაბის დაზიანების საშიშროება ქვაბში ნორმაზე მეტი ვაკუუმის მიზეზით.

დაკვირვებების პროცესში დადგინდა, რომ განხილული ტემპერატურული რეჟიმების დროს ცისტერნის ქვაბში ვაკუუმის წარმოქმნის სიჩქარე ინტენსიური იყო ტემპერატურაზე: ცისტერნის ქვაბში  $+70$  და გარემოს ტემპერატურა  $-5$  . ხოლო ნაკლები ცისტერნის ქვაბში  $+60$  და გარემოს ტემპერატურისას  $+10$  .

შემშვები სარქელის საფეხურებრივი მოქმედებით ქვაბში ნარჩენი ვაკუუმის რეგულირების მიზნით სარქველში თევზისებრი ზამბარის

გამოყენება, რომელიც გაანგარიშებულია 0,12-0,15 მპა წნევაზე შესაძლებლობას იძლევა მინიმუმამდე დავიყვანოთ ქვაბში ნარჩენი ვაკუუმი და თავიდან ავიცილოთ შემშვები სარქვლის საფეხურებრივი მოქმედება.



## დასკვნები

1. ვაგონმშენებლობის და სავაგონო მეურნეობის დარგში მომუშავე მეცნიერების მიერ ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების ძირითადი არმატურის და დამცავი მექანიზმების კონსტრუქციებისა და ექსპლუატაციის საკითხებზე შესრულებული ნაშრომების ანალიზის საფუძველზე შესრულებულია სხვადასხვა მახასიათებლების მქონე ადვილადააღებადი და ფეთქებადსაშიში ღია ფერის ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების კვანძების და დეტალების გაანგარიშება.
2. გარემოსა და ცისტერნის ქვაბში ტემპერატურების შესაძლო განსხვავებებისას ექსპლუატაციის პირობებში დაკვირვებების დროს, დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელ სტენდზე ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესწავლილი და დადგენილია დამცავ-შემშვები სარქველების შესაძლო არასაიმედო ფუნქციონირების საკითხები, რომლებიც შეიძლება გამოიწვიოს ცისტერნის ქვაბში ჰაერის დაჩქარებულმა კონდიციონებამ. ამ პირობისათვის შესრულებულია სარქველების ჰაერგამტარიანობის, ცილინდრული ზამბარის გაანგარიშებები. შერჩეულია თეფშისებრი ზამბარის პარამეტრები. დადგენილია გარემოს და ცისტერნის ქვაბში ტემპერატურების განსხვავების კრიტიკული ზღვრები, რომლის დროსაც შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს ცისტერნის ქვაბში გაჯერებული ორთქლის წარმოქმნას.
3. წარმოდგენილია ძირითადი ნორმატიული დოკუმენტები, რომლებიც განსაზღვრავენ საერთაშორისო მოთხოვნებს სარკინიგზო მოძრავი შემადგენლობით საშიში ტვირთების გადაზიდვების პროცესში ვაგონ-ცისტერნების არმატურის ტექნიკური მახასიათებლების შესახებ და ჩამოყალიბებულია ცისტერნების არმატურისადმი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები.

4. შემოთავაზებულია ღია ფერის ნავთობპროდუქტების ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების სრულყოფის გადაჭრის გზები შემშვებ სარქველში სპეციალური დამწოლით აღჭურვილი თეფშისებრი ზამბარის გამოყენებით მატარებელთა მოძრაობის, სახანძრო და ეკოლოგიური პირობების უსაფრთხოების ამაღლების მიმართულებით.
5. შესრულებულია დამცავ-შემშვები სარქველების ჰაერგამტარუნარიანობის ანგარიში ლაბორატორიულ პირობებში ვაგონ-ცისტერნების გამოსაცდელ სტენდზე სარქველების;
6. ჩატარებულია ვაგონ-ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების გამოსაცდელ სტენდზე მოდერნიზირებული შემშვები სარქველების გამოცდები შესაბამისი დასკვნების შემუშავებით.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. საქართველოს სარკინიგზო ტრანსპორტის ტექნიკური ექსპლუატაციის წესები. სარკინიგზო ტრანსპორტის გამომცემლობა. თბილისი, 1999. 193 გვ.
2. საქართველოს სარკინიგზო ტრანსპორტზე მატარებელთა მოძრაობისა და სამანევრო მუშაობის ინსტრუქცია. სარკინიგზო ტრანსპორტის გამომცემლობა. თბილისი, 2000. 347 გვ.
3. Устич П.А. Системы технического обслуживания и ремонта вагонов. М.; 1989 – 153 с.
4. ი. როინიშვილი. სავაგონო მეურნეობა. თბილისი. განათლება. 1971. 316 გვ.
5. . . . . ; , 2003 – 560 .
6. ი. როინიშვილი. ვაგონები (კონსტრუქცია, თეორია და გაანგარიშება) სახელმძღვანელო. თბილისი. გამომცემლობა “განათლება”. 1988. 374 გვ.
7. Лукин В.В. Вагоны общий курс. . ; , 2004. 424 с.
8. Котуранов В.Н. Вагоны. Основы конструирования и экспертизы технических решений. М.; 2005 – 490 с.
9. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм. Албом-справочник 002Н-97 ПКБ ЦВ. М.; 1998 – 283 с.
10. . . . . 1980 – 159 .
11. Третьяков А.В. Управление индивидуальным ресурсом вагонов в эксплуатации. Монография. Санкт-Петербург 2004 – 348 с.
12. საქართველოს რკინიგზა 125 წლისაა. სარკინიგზო ტრანსპორტის გამომცემლობა. თბილისი, 1999. 193 გვ.
13. . . . . – . ; , 1988. – 279 .



29. ვაგონ-ცისტერნებით საშიში ტვირთების ტრანსპორტირებისას საწარმოო უსაფრთხოების ექსპერტიზის ჩატარების წესები. სახელმძღვანელო დოკუმენტი -15-489-02. M.; 2002 – 26 c.
30. -
- . M.; 1996 – 52 c.
31. . . . 2005– 182 c.
32. - . . . 1987 – 10 c.
33. - . . . . 2013 – 8 c.
34. - . . . . 2014 – 8 c.
35. - . . . . 32 106. 2010 – 17 c.
36. - . . . -105. 1989 – 11 c.
37. - . . . - 301. 2009 – 14 c.
38. . . . ., 2003 – 131 .
39. . . . ., 1964 – 243 .
40. . . . . .: 1968 . ., 688 .
41. . . . 1. .: 1976 – 768 .
42. თ. გრიგორაშვილი, მ. გრიგორაშვილი. არაბლანტი ნავთობპროდუქტების გადასაზიდი ცისტერნების დამცავ-შემშვები სარქველების კვლევა. გამომცემლობა “ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა”. 1 (41). თბილისი – 8 გვ.

43. . . . . -  
-  
. . . . . 3-4 (67-68). .  
2017 - 4 .  
44. . . . . -  
-  
. . . . . 1-4 (69-72). . 2018  
- 3 .