**საშახტო საელმავლო წევის**

**ელექტრომომარაგება**

**სალექციო კონსპექტი სამთო ელექტრო მექანიკოსებისათვის**

**(შემოკლებული ჩანაწერი)**

**(კონსპექტის შემდგენელი ზურაბ ქოიავა)**

ჭიათურა 2020წ.

საშახტო საელმავლო წევის ელმომარაგება

სალექციო კონსპექტი

თავი 1. წევის ქსელი

* **1. 1. ზოგადი ცნობები წევის ქსელის მოწყობის შესახებ.**

 საკონტაქტო ელმავლების კვება ხორციელდება წევის ქსელის დახმარებით. ეს უკანას კნელი შედგება მკვებავი და გამაძლიერებელი ხაზისაგან (კაბელებისაგან), საჰაერო საკონ ტაქტო გამტარისაგან, სალიანდაგო გზისა (რკინიგზის) და გამწოვი კაბელებისაგან. მკვებავი და გამაძლიერბელი კაბელების საკონტაქტო გამტართან და გამწოვი კაბელის რელსთან მიერთების წერტილებს, შესაბამისად, ეწოდება მკვებავი და გამწოვი პუნქტები. ელექტრული წევის შემთხვევაში, მათ შორის მიწისქვეშაც, ჩვეულებრივ, მწევი ქვესადგურის დადებით სალტეს მიუერთებენ საკონტაქტო გამტარს (ტროლეის ხაზს), ხოლო უარყოფითს - რელსთან, გამწოვი კაბელების მეშვეობით.

 მიწისქვეშა საელმავლო გადაზიდვების წევის ქსელის კვების სქემა ნაჩვენებია სურ. 1.1-ზე.

 უმეტეს შემთხვევაში ხდება წევის ქსელის სექციონირება, ე.ი. იყოფა ცალკეულ, ერთიმეორისაგან იზოლირებულ უბნებად, რომლებიც ერთ საერთო საკონტაქტო ხაზად ირთვება საუბნე (სექციური) გამთიშის (6) საშუალებით. უბნები ერთიმეორისგან გაიზოლირებულია საუბნე ( სექციური) იზოლიატორით (7). საკონტაქტო ქსელის სექციონირების მიზანია, ქსელის რემონტის გაადვილება და ავარიის შემთხვევაში დაზიანებული უბნის - მუშა (ცალკე კვების მქონე) უბნისგან დამოუკიდებლად გათიშვა; ან/და ერთ-ერთი ხაზის მკვებავი ქვესადგურის დაზიანების შემთხვევაში, მეორეზე გადართვის შესაძლებლობა(როდესაც ცალკეული უბნები იკვებება სხვადასხვა კვების წყაროდან).

 ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების შესაბამისად სექციური გამთიშები და იზოლიატორები დადგმული უნდა იქნას საკონტაქტო ქსელის ყოველი 500 მეტრის შემდეგ. ზოგიერთ შემთხვევაში საკონტაქტო გამტარის ცალკეული უბნები იკვებება დამოუკიდებელი მკვებავი ხაზიდან.

* **1. 2. წევის ქსელის ელმომარაგების სისტემები.**

შახტებსა და მაღაროებში, საკონტაქტო ელმავლებით გადაზიდვების შემთხვევაში, უ.წ. თანახმად, საკონტაქტო ქსელი იკვებება 600 ვოლტამდე ძაბვის მუდმივი დენით. ქვანახშირის შახტებში ძირითადად 250 ვოლტით საკონტაქტო ხაზში - ხოლო ქვესადგურის სალტეებზე 275 ვოლტით; მადნეული წიაღისეულის შახტებსა და მაღაროებში კი 550 ვოლტი ძაბვით საკონტაქტო ხაზში და 600 ვოლტით - ქვესადგურის სალტეებზე.

 მიწისქვეშა გადაზიდვები, ცვლადი დენით სამრეწველო უბანზე და გამმართველებით ელმავალზე, არ არის პერსპექტიული, რამდენადაც მიწის ქვეშ ასეთი სისტემის რეალიზება არ შეიძლება. უ.წ თანახმად მიწის ქვეშ 400 ვოლტ ძაბვაზე მეტი ცვლადი დენის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი, ხოლო ცვლადი დენის ძაბვისა და სიმძლავრის დანაკარგები 2-2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე მუდმივი დენისა. ამ დროს ცენტრალურ მაგისტრალებზე და ღია სამთო სამუშაოების შემთხვევაში, ცალფაზა ცვლადი დენით ელმავლების მუშაობა პროგრესულია, რადგან შესაძლებელია წევის ქსელში ძაბვის მნიშვნელოვნად ამაღლება და შესაბამისად მცირდება საკონტაქტო გამტარებისა და წევის ქვესადგურების რაოდენობა.

თანამედროვე პირობებში შახტებში და მაღაროებში გამოყენებულია წევის ქსელის ელექტრომომარაგების ორი სისტემა:

 ცენტრალიზებული, რომლის დროსაც წევის ქსელი იკვებება ჭაურმიმდებარე ან მაღაროს ეზოს ტერიტორიაზე განლაგებული წევის ქვესადგურიდან, ერთი ან რამდენიმე მკვებავი და გამწოვი კაბელით (სურ. 1.1.). აღნიშნული სქემა ხასიათდება ცალმხრივი კვების უბნების არსებობით. ასეთი კვების დროს უბრალოდ განხორციელებულია წევის ქსელის მოკლე შერთვისაგან დაცვა. ზოგიერთ შემთხვევაში იგი ვერ უზრუნველყოფს საელმავლო ტრანსპორტის ნორმალურ რეჟიმში მუშაობას. განსაკუთრებით ეს იგრძნობა შორი გადაზიდვებისა და მნიშვნელოვანი გამწევი დატვირთვის შემთხვევაში, როდესაც წევის ქსელში ძაბვის ვარდნა აღწევს არასაკმარის მნიშვნელობას. შედეგად მცირდება მოძრაობის სიჩქარე და შესაბამისად გადაზიდვის მწარმოებლურობა. სარელსო ქსელის ცალკეულ წერტილებში პოტენციალთა მნიშვნელოვანი სხვაობის გამოვლენა იწვევს მოხეტიალე დენების გაზრდას.

 დეცენტრალიზებული, რომლის დროსაც წევის ქსელი იკვებება ჰორიზონტის ცალკეულ უბნებზე განლაგებული, ცალკეული წევის ქვესადგურებიდან (სურ.1.2.). ასეთი სქემის შემთხვევაში შესაძლებელია საკონტაქტო ქსელის ცალკეული უბნების ორმხრივი კვება. ამ დროს ერთნაირი დატვირთვის შემთხვევაში, დასაშვები ძაბვის ვარდნით განსაზღვრული გადაზიდვის მანძილი, 4-ჯერ მეტია ვიდრე ცალმხრივი კვებისას. დეცენტრალიზებული ელექტრომომარაგებისას იზრდება გადაზიდვის მუშაობის საიმედოობა, სათადარიგო წევის აგრეგატების არსებობის გამო. ჭაურმიმდებარე (მაღაროს) ეზოში განლაგებული ქვესადგური უნდა იყოს სტაციონალური, ხოლო ფლანგებზე შეიძლება გაკეთდეს გადასაადგილებელი.

 ავტომატიზირებული, ნახევარგამტარული სტაციონარული ან გადასაადგილებელი წევის ქვესადგურების დეცენტრალიზებული კვების სქემის ნაკლოვანებად შეიძლება ჩაითვალოს მხოლოდ, მუდმივად მომსახურე პერსონალის გარეშე, საიმედო მუშაობის უზრუნველყოფა.

1. **3. საკონტაქტო გამტარის ჩამოკიდების წესი.**

 საკონტაქტო გამტარი გამონამუშევრებში ისე უნდა ჩამოიკიდოს, რომ მასზე თავისუფლად ისრიალოს დენმიმღებმა და გაატაროს დენი ელმავლის ძრავებისაკენ. ასე, რომ საკონტაქტო გამტარი უნდა გამოირჩეოდეს კარგი ელგამტარებლობით; ამიტომაც იგი ჩვეულებრივ მზადდება სუფთა, კარგად გაჭიმული სპილენძისაგან. საკონტაქტო გამტარი მზადდება, პროფილური(სურ. 1.3.) ორი სიგრძივი ჭრილით, რომელიც საჭიროა დამჭიმებით გამტარის დასაჭერად. ასეთი ფორმა საკმაოდ მოსახერხებელია მის ასაკიდებლად.

 საკონტაქტო გამტარის ჩამოკიდება ხორციელდება სპეციალური ჩამოსაკიდი დამჭიმებით (სურ.1.4.), რომელიც მზადდება: თითბერის, ბრონზეს, თუჯის და ფოლადისაგან. დამჭიმი შედგება უძრავი (1) და მოძრავი (2) ყბებისაგან. გამტარის დაჭიმვა ხდება ნაჩვენები ყბებით, დამჭიმი ქანჩის საშუალებით (3).

 ჩამოსაკიდი დამჭიმების გამონამუშევარში გამაგრება წარმოებს ორი მეთოდით (სურ.1.5 და 1.6.); ერთ შემთხვევაში საკიდი დამჭიმი ჩაიხრახნება საიზოლაციო ქანჩზე-4 ქანჩდამჭერით-3 (სურ. 1.5.), რომელიც მაგრდება უშუალოდ საზიდი გამონამუშევარის სამაგრზე სახურავის-2 დახმარებით. აკიდების ასეთ მეთოდს ეწოდება მყარი. მეორე შემთხვევაში დამჭიმის თავი ჩაიხრახნება საკიდის საიზოლაციო ქანჩზე, რომელიც მიმაგრებულია გვერდითა სამაგრზე - განივი დამჭერი ბაგირის ან ამჭიმის დახმარებით. ჩამოკიდების ასეთ მეთოდს ეწოდება ელასტიური ან რბილი (სურ.1.6.)

 საკონტაქტო გამტარის ჩამოკიდება უნდა მოხდეს ფოლადის მოთუთიავებული მავთულით, დიამეტრით არანაკლები 5მმ-ისა. საკონტაქტო გამტარის დამჭერები ორივე მხრიდან იზოლირდება დამჭიმებისაგან.

 ელმავალზე დენმიმღების განლაგებისაგან დამოკიდებულებით, საკონტაქტო გამტარი შეიძლება ჩამოკიდებული იყოს, როგორც რელსების შუაში, ასე სალიანდაგო გზის გვერდით.

 პირდაპირი მიმართულების სარკინიგზო ლიანდაგის შემთხვევაში, საკონტაქტო გამტარის აკიდების წერტილებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 5 მეტრს, ხოლო გზის მოხრილ მონაკვეთებში - 2-3 მეტრის შუალედში.

 საზიდ გამონამუშევრებში საკონტაქტო გამტარის ჩამოკიდება უნდა მოხდეს ისე, რომ დაშორება რელსის თავიდან საკონტაქტო გამტარამდე: ისეთ გამონამუშევრებში სადაც ხდება ხალხის მექანიკური გადაყვანა, თუ არსებობს ცალკე გამონამუშევარი ან სპეციალური შიტისებრი ბილიკი ხალხის გადასაადგილებლად, უნდა იყოს არანაკლებ 1,8 მეტრისა ამ პირობების არარსებობის შემთხვევაში, ასევე ბაქნებზე და გადასასვლელ გამონამუშევრებში, სადაც ხალხი მოძრაობს და არის საკონტაქტო გამტარი, მისი აკიდების სიმაღლე უნდა იყოს არანაკლები 2 მეტრისა.

 ჩასასხდომ ბაქნებთან, ასევე ჭაურმიმდებარე ეზოს ტერიტორიაზე, საკონტაქტო გამტარის ქსელი ისე უნდა იყოს მოწყობილი, რომ შეიძლებოდეს მისი გამორთვა 50 მეტრის რადიუსში. ამ მონაკვეთში, ჭაურმიმდებარე ეზოდან ჩასასხდომ ბაქნამდე საკონტაქტო გამტარის აკიდების სიმაღლე რელსის თავიდან უნდა იყოს არანაკლები - 2,2 მეტრისა, ხოლო დანარჩენ ადგილებში - არანაკლები 2 მეტრისა.

 ზედაპირზე, სამრეწველო მოედნებზე საკონტაქტო გამტარის აკიდების სიმაღლე უნდა იყოს რელსის თავიდან არანაკლები 2,2 მეტრისა, თუ საზიდი გზა არ კვეთს საავტომობილო ან ფეხით მოსიარულეთა გზებს. დანარჩენ ადგილებში მოქმედებს საერთო წესები.

 საკონტაქტო გამტარის აკიდების ადგილებში, მაძილი გამტარსა და გამაგრებას შორის არ უნდა იყოს 0,2 მეტრზე ნაკლები.

 გამონამუშევრების რემონტის მიმდინარეობის დროს, აგრეთვე დიდი ზომის მასალების და აღჭურვილობის დატვირთვის პროცესში, საკონტაქტო გამტარი უნდა გამოირთოს სამუშაოს დასრულებამდე.

 დამტვირთავ პუნქტებში, დასატვირთ და განსატვირთ მოედნებზე, გამონამუშევრების კვეთაში, სადაც მოძრაობს ხალხი, ასევე ლავებიდან, სპირაჯოებიდან და სხვა გამონამუშევრებიდან ხალხის გამოსასვლელ ადგილებში, გათვალისწინებული უნდა იყოს გამთიშველები ან შემოღობვები ცეცხლგამძლე, საიზოლიაციო მასალებით.

 საკონტაქტო გამტარის ბაგირთან, კაბელებთან ან მილებთან გადაკვეთის ადგილები ისე უნდა იყოს შესრულებული, რომ არ მოხდეს მათი ერთმანეთთან შეხება (სურ.1.7.).

 სავეტილიაციო ან ხანძარსაწინააღმდეგო კარების გადაკვეთის ადგილებში, საკონტაქტო გამტარი უნდა იყოს გახსნილი ან საიმედოდ გაიზოლირებული. დენის მიწოდების უწყვეტობა უნდა განხორციელდეს მოქნილი კაბელის საიმედოდ იზოლირებული ძარღვით, კვეთით არანაკლები საკონტაქტო გამტარის კვეთისა.

 **1.4. საკონტაქტო ქსელის მონტაჟი და შემადგენლობა.**

 საკონტაქტო ქსელის სამონტაჟო სამუშაოების წარმოების დაწყებამდე, აუცილებელია შემოწმდეს: საზიდი გამონამუშევრის გაბარიტები; აღჭურვილობის, არმატურისა და მასალების არსებობა; სალიანდაგო გზის მზაობა; საზიდი გამონამუშევრის მდგომარეობა და გამაგრება.

 ასეთი შემოწმება საშუალებას გვაძლევს დროულად აღმოვფხვრათ დეფექტები, შევავსოთ და შევცვალოთ არმატურა და მასალები მონტაჟის დაწყებამდე და, შესაბამისად, განსაკუთრებული დაბრკოლების გარეშე შევასრულოთ მონტაჟი და თავისდროულად ავამუშავოთ საელმავლო გადაზიდვები.

 სალიანდაგო გზა უნდა დაიყოს პიკეტებად. პიკეტირების შემდეგ აუცილებელია დაიკვალოს საკონტაქტო გამტარის ჩამაგრების წერტილები, რა დროსაც განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს, გადამყვან ისრებთან მის ჩამაგრებას. ამის შემდეგ მიმდინარეობს ჩასამაგრებელი არმატურისა და საკონტაქტო გამტარის მონტაჟი.

 რამდენადაც მოღუნული გამტარი მიდრეკილია ცვეთისაკენ, ელმავლის დენმიმღების ცემისაგან, ამიტომ საკონტაქტო გამტარი გაკიდების შემდეგ შეძლებისდაგვარად მაქსიმალურად უნდა დაიჭიმოს.

 მონტაჟის დამთავრების შემდეგ უნდა მოხდეს საკონტაქტო გამტარის, როგორც ელექტრული, ისე მექანიკური გამოცდა. ელექტრულ გამოცდაში იგულისხმება მისი იზოლიაციის შემოწმება რკინიგზასთან მიმართებაში, ჩვეულებრივი მეგომმეტრის საშუალებით და რელსების შეპირაპირების შეერთების ვიზუალური დათვალიერება; მექანიკურ გამოცდაში კი შედის სახელდობრ საკონტაქტო გამტარის აკიდების სიმაღლე და მისი სალიანდაგო გზის ღერძიდან გადახრა. ამავდროულად ხორციელდება საკონტაქტო გამტარის მთლიანი დათვალიერება. საკონტაქტო ქსელის მექანიკური გამოცდა ხორციელდება სპეციალური გადასატანი შაბლონით.

 **1.5. წევის ქსელის კვება და სექციონირება.**

როგორც აღვნიშნეთ, მკვებავი კაბელის საკონტაქტო გამტარამდე მისაყვანად და სალიანდაგო ქსელიდან დენის არინებისათვის, აყენებენ მკვებავ და გამწოვ პუნქტებს; მიწისქვეშა პირობებში აღნიშნული მოწყობილობა გამოსახულია 1.8 სურათზე. მკვებავი და გამაძლიერებელი კაბელები უნდა იყოს მოქნილი, ცეცხლგამძლე იზოლიაციით და ისინი საკონტაქტო გამტარს უერთდება ავტომატური ამომრთველის ან სექციური გამთიშის გავლით. უარყოფითი პოლუსის კაბელის ძარღვები უერთდება სალიანდაგო გზას, რელსზე მიდუღებული ან სპეციალური ჭანჭიკისებრი, დამჭიმით.

 მიწის ქვეშ, წევის ქვესადგურიდან შეერთების წერტილამდე კაბელები აკიდებული უნდა იყოს საზიდი გამონამუშევრის გამაგრების ზედა კუთხეში ისე, რომ მოძრავმა შემადგენლობამ ვერ შეძლოს მისი დაზიანება. ჩამოკიდება ხდება ელასტიური სახით, სპეციალური სამარჯვებით (ჩანგლებით, ბრჯენებით, და ა.შ.). კაბელის ჯავშანი უნდა დამიწდეს. მკვებავ ან გამაძლიერბელ პუნქტებზე კაბელები მიიყვანება დამაბოლოებელი ან შემაერთებელი ქუროებით, სუბნე გამთიშის გავლით. საუბნე გამთიში და ქურო უნდა განთავსდეს სპეციალურ წალოში (ნიშა).

 გამთიშის კორპუსი და ქურო უნდა იქნეს დამიწებული.

 საკონტაქტო ქსელის ცალკეული უბნების გამყოფად გამოიყენება საუბნე იზოლიატორები, რომელიც შეიძლება სხვადასხვა სახის იყოს.

 ორმხრივ გამონამუშევარში სკონტაქტო ქსელის მონტაჟი სრულდება ისე, რომ შესაძლებელი იყოს ორივე მიმართულების გამტარის პარალელური მუშაობა, მაგრამ ამავე დროს აუცილებელია განხილულ იქნას თითოელი მიმათულების გამტარის ცალკე, დამოუკიდებლად გათიშვა. ამისათვის გამოიყენება სექციური გამთიშები. ჭაურმიმდებარე ეზოს (მაღაროს ეზოს) ქსელის მონტაჟი უნდა შესრულდეს, როგორც დამოუკიდებელი სექცია, ოღონდ საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელი უნდა იყოს მისი ჩართვა საზიდ ქსელში.

 თავი 2. წევისა და დამმუხტველი ქვესადგურები

**2.1. ზოგადი ცნობები საშხტო ელმავლების გამმართველი მოწყობილობების შესახებ**

საშახტო ელმავლების წევის ძრავების ელ.კვებისათვის, როგორც საკონტაქტო, ასევე აკუმულატორულ ელმავლებში, საჭიროა მუდმივი დენი. პირველ შემთხვევაში ცვლადი დენის მუდმივად გარდაქმნა ხდება წევის ქვესადგურის გამმართველი მოწყობილობით. მეორე შემთხვევაში კი, გამმართველები გამოიყენება აკუმულატორული ბატარეების დასამუხტად.

 დასამუხტი მოწყობილობის მოწყობა ხდება საელმავლო ფარეხის გარდამქმნელი ქვესადგურის კამერაში.

 გარდამქმნელი აგრეგატი (გამმართველი) წარმოადგენს კომპლექტურ დანადგარს, რომელშიც შედიან: ვენტილური ბლოკები გამაგრილებელი სისტემით; გარდამქმნელი ტრანსფორმატორი; საკომუტაციო- დამცავი აპარატურა; გამზომი ხელსაწყოები; ავტომატიკისა და სიგნალიზაციის მოწყობილობა.

 წევისა და დამმუხტველი გარდამქმნელები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან: შესრულების, გამართვის სქემის, გამოყენებული ვენტილებისა და მათი გაცივების საშუალებების, მოკლე შერთვისა და გადატვირთვისაგან დაცვის , ძაბვის რეგულირებისა და ავტომატიზაციის დონის მიხედვით.

 ამა თუ იმ გამმართველის შერჩევა დამოკიდებულია მის დანიშნულებაზე, გათვლილ სიმძლავრეზე, მუშაობის რეჟიმსა და ექსპლუატაციის პირობებზე.

 წევის ან დამმუხტველი გამმართველების მართვის სქემის შერჩევის ძირითად ფაქტორად გვევლინება, გამმართველი ქვესადგურის მომსახურების სისტემა. მუდმივად მომსახურე პერსონალის გარეშე ქვესადგურებში უნდა მოეწყოს ავტომატიზირებული გამმართველები.

 საშახტო საელმავლო ტრანსპორტისათვის, როგორც წესი, გამოიყენება ნახევარგამტარული გამმართველები. ისინი გამოირჩევიან მომსახურების უბრალოებით, დიდხანსგამძლეობით, მაღალი მ. ქ. კოეფიციენტით და ამაღლებული სანიტარულ-ჰიგიენური მაჩვენებლებით.

ნახევარგამტარული გამმართველებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა სახის გამართვის სქემები და ძაბვის რეგულირების მეთოდები. აღნიშნული სქემები წარმოდგენილია 2.1; 2.2; 2.3 და 2.4 სურათებზე.

 **2.2 წევის ქვესადგურები ნახევარგამტარული გამმართველებით**

 შახტებისა და მაღაროების ქვესადგურები ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან დანიშნულებისა და კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით.

 კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით ქვესადგურები შეიძლება იყოს სატრანსფორმატორო ან გარდამქმნელი. სამთო ელექტროსატრანსპორტო საშუალებების ელექტრომომარაგების განმასხვავებელი თავისებურებაა დამატებითი გარდამქმნელის გამოყენება - წევის გარდმქმნელი ქვესადგური (ТПП), რომელიც გათვალისწინებულია საშახტო ელმავლების მუდმივი დენით კვებისათვის.

წევის ქვესადგურები შედგება გარდამქმნელი აგრეგატებისა და ცვლადი და მუდმივი დენის გამანაწილებელი მოწყობილობებისაგან. საშახტო წევის ქვესადგური მონტაჟდება სტაციონალურად - სპეციალურ კამერაში, ან გადასატანი აგრეგატის სახით

 საშახტო წევის ქვესადგურებიდან ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული: АТП-500/275M (სურ. 2.5.); АТП-500/275М1-У5(სურ. 2.6.). АТПШ-1000/275 და АТПШ-500/275, რომლებიც სერიულად არ იწარმოება.

 საშახტო წევის ქსელის კვებისათვის გამოყენებული ნახევარგამტარული გამმართველი აგრეგატების ძირითადი ტექნიკური მონაცემები მოცემულია 2.1 ცხრილში.

 წევის გამმართველი აგრეგატი АТП-500/275М შედგება სამი ძირითდი კვანძის: გამმართველის, დისტანციური მართვისა და მუდმივი დენის ელექტრო კარადებისაგან. გარდამქმნელი ტრანსფორმატორი და მაღალი ძაბვის ჩამრთველი უჯრედი იდგმება განცალკევებით.

 **2.3. დამმუხტავი ქვესადგურები ნახევარგამტარული გამმართველებით**

 საშახტო ელმავლების აკუმულატორული ბატარეების დასამუხტად გამოიყენება ნახევარგამტარული გამმართველი მოწყობილობები, დასამუხტი დენის ავტომატური რეგულირებით.

 ЗУК-ტიპის დამმუხტველი მოწყობილობის პრინციპი, დენის ავტომატური სტაბილიზა ციით, ეფუძნება ძალოვანი მაგნიტური გამაძლიერებლისა და კაჟბადის ვენტილების სამ ფაზა ბოგირის რეგულირებად თვისებებს (სურ. 2.7.). კონსტრუქციულად იგი შესრულებულია კარადის სახით, რომელშიც დადგმულია ძალოვანი ტრანსფორმატორი, მაგნიტური გამაძლიერებელი (МУ), გაჟონვის რელეს ვენტილური ბლოკი, ვენტილატორი ელექტროძრავით და სქემის სხვა ელემენტები. წინა კართან განლაგებულია ელექტროგამზომი ხელსაწყოები და მართვის ღილები.

 ЗУК-155/230M დამმუხტავი მოწყობილობის ელექტრული სქემა ПМВИ მაგნიტური ამამუშავებლით მოცემულია სურ. 2.7-ზე. გამმართველი ბლოკი ВБ იკვებება ძალოვანი Тр ტრანსფორმატორის გავლით, ცვლადი დენის სამფაზა ქსელიდან, ძაბვით 660 ან 380 ვოლტი.

 ძალოვანი ტრანსფორმატორის Тр პირველად გრაგნილზე გათვალისწინებულია განატოლები (გამომყვანები), მკვებავი ქსელის ძაბვის, ნომინალურიდან ხანგრძლივად გადახრის (+10%) კომპენსაციისათვის. მეორად გრაგნილზე - გამომყვანები ძაბვის ცვლილებისათვის, დასამუხტი ბატარეის ტიპის შესაბამისად. გამართული ძაბვის მდორე რეგულირება სწარმოებს მაგნიტური გამაძლიერებლის МУ დამაგნიტების დენის ცვალებადობით, მაგნიტური გამაძლიერებლის ძალოვანი გრაგნილები ჩართულია ძალოვანი ვენტილების წრედში. საკომპენსაციო სისტემა ძაბვის გარეგანი უარყოფითი უკუკავშირით, დამმუხტველი დენის ავტომატური რეგულირებით, შესრულებულია შუალედური გამაძლიერებლის გარეშე. ОУТდენის და ОУН ძაბვის მართვის გრაგნილები ჩართულია მაგნიტური ნაკადის შემხვედრად და იტაცებს მაგნიტური გამაძლიერებლის ექვსივე გულანას. ერთკოჭიანი დენის გრაგნილი ემსახურება მაგნიტური გამაძლიერებლის რეგულირების დიაპაზონის სრულად გამოყენებას. ძაბვის გრაგნილი ჩართულია გამომავალ ძაბვაში, და შედეგად, დასამუხტი ბატარეის ელექტრო მამოძრავებილი ძალის შესაბამისად, დენი ამ გრაგნილში უმჯობესდება. იზრდება მარეზულტირებელი დამამაგნიტებელი ძალა, რაც ხელს უშლის ბატარეის დამუხტვის პროცესში დენის მკვეთრ შემცირებას. ავტომატური რეგულირება უზრუნველყოფს დასამუხტი დენის რეგულირებას +5 -5 პროცენტის სიზუსტით.

 დამმუხტველი მოწყობილობის მოქმედი განსაკუთრებულობა გამოიხატება იმაში, რომ იგი გათვლილია გამმართველი ძაბვის მცირე ფარგლებში (20-25%) რეგულირებაზე. ეს ფარგლები საკმარისია დენის ავტომატური სტაბილიზაციისათვის.

 დასამუხტი მოწყობილობის ჩართვას და გამორთვას ემსახურება მაგნიტური ამამუშავე ბელი - ПМВИ-23, რომელიც იდგმება განცალკევებით. ამამუშავებელი უზრუნველყოფს ავტომატურ გამორთვას, დამმუხტველ მოწყობილობაში დაყენებული მოკლე შერთვის დენის და გადატვირთვის დაცვების ამუშავების შემთხვევაში, ასევე გაჟონვის რელეს - РКУ\_Зар, მოქმედების შემთხვევაში. ასევე მოწყობილობაში გათვალისწინებულია ნახევარგამტარული ვენტილების კომუტაციური გადამეტძაბვისაგან დაცვა, ძალოვანი ტრანსფორმატორის მეორად მხარეზე ჩართული რეზისტორულ-ტევადური RшCш წრედით.

 დამმუხტველი ქვესადგურის ელექტრული სქემა აგრეთვე დამოკიდებულია გამოყენებული დამმუხტველი აგრეგატების ტიპზე და რაოდენობაზე. სხვადასხვა ტიპის ელმავლებისათვის გამოყენებული წევის ბატარეების დასამუხტად გამოიყენება სხვადასხვა სახის დამმუხტველი ქვესადგურები.

 გაზისა და ნახშირის მტვერის მხრივ საშიშ შახტებში მომუშავე დამმუხტველი მოწყობილობის ელკვება ხორციელდება აფეთქებაუსაფრთხო ТСШВ ტიპის ტრანსფორმატორიდან ან გადასაადგილებელი ТСШВП ტიპის სატრანსფორმატორო ქვესადგურიდან. მაღალი ძაბვის გამანაწილებელი უჯრედები იდგმება შახტის ცენტრალურ მიწისქვეშა ქვესადგურში. მათი ჩართვა ხდება დისტანციურად, მართვის ღილაკების დახმარებით, რომლებიც დაყენებულია გარდამქმნელი ქვესადგურის კამერაში. დაბალი მხარის ჩართვა-გამორთვისათვის და დაცვისათვის აყენებენ საფიდერო ავტომატებს - გაჟონვის რელეთი. გადასაადგილებელი ქვესადგურების შემთხვევაში კი ჩვეულებრივ ავტომატურ ამომრთველებს, რომელიც მოთავსებულია კომპლექტურ გადასაადგილებელ ქვესადგურში.

 ზოგიერთი დამმუხტველი მოწყობილობა, ირთვება ქსელში სხვადასხვა ტიპის მაგნიტური ამამუშავებლების საშუალებით.

 კონსტრუქციულად დამმუხტველი გარდამქმნელი ქვესადგური - ბატარეების დასამუხტად და სარემონტო სახელოსნოთი შეადგენს მიწისქვეშა ან მაღაროს სამრეწველო მოედანზე განლაგებული საელმავლო დეპოს კომპლექსს.

 უსაფრთხოების წესების შესაბამისად, ქვანახშირის შახტებში აკუმულატორების დასამუხტი კამერები მუდმივად უნდა ნიავდებოდეს სუფთა ჰაერის ჭავლით.

 გარდამქმნელი ქვესადგურებისა და დასამუხტი კამერების ზომებს იღებენ მიწისქვეშა სამთო გამონამუშევრებისა და სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების შესაბამისი მშენებლობის ნორმებისა და წესების მიხედვით.

 თავი 3. აკუმულატორული ბატარეები

 **3.1. აკუმულატორები**

თხევად გამტარებში მოლეკულები თვითნებურად იშლება შემადგენელ ნაწილებად - დადებით და უარყოფით იონებად. ამავე დროს იონების ერთმანეთთან შეჯახებით კვლავ წარმოიქმნება მოლეკულები და ა.შ. დაუსრულებლად. ამ პროცესს ელექტროლიტური დისოციაცია ეწოდება, ხოლო ხსნარი ელექტრულად ნეიტრალურია, მასში თანაბარი რაოდენობითაა დადებითი და უარყოფითი იონები. მაგრამ თუ თხევად გამტარს მოვათავსებთ დენის წყაროს დადებითი და უარყოფითი პოლუსებისაგან შემდგარ მაგნიტურ ველში, მაშინ დადებითი იონები მიისწრაფვიან უარყოფითი კათოდისაკენ, ხოლო უარყოფითი იონები - დადებითად დამუხტული ანოდისაკენ. სწორე ეს მოწესრიგებული მოძრაობა წარმოადგენს თხევად გამტარში (ელექტროლიტში) ელექტრულ დენს.

 ელქტრული დენის ერთერთ ქიმიურ წყაროს წარმოადგენს - აკუმულატორი.

 აკუმულატორი ეწოდება დენის ქიმიურ წყაროს, რომელსაც აქვს უნარი დააგროვოს (აკუმულირება) ელექტრული ენერგია და საჭიროებისამებრ გასცეს იგი გარე წრედში. აკუმულატორში გარე წყაროდან დენის გატარების დროს ხდება ელ.ენერგიის დაგროვება(ე.წ. დამუხტვა), რა დროსაც ელექტროენერგია გარდაიქმნება ქიმიურ ენერგიად. რომელიმე მომხმარებელზე აკუმულატორის განმუხტვის შემთხვევაში კი პირიქით, ქიმიური ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად.

 ელექტრული ენერგიის ქიმიურ წყაროს წარმოადგენს გალვანური ელემენტიც, ოღონდ აკუმულატორისგან განსხვავებით, განმუხტვის შემდეგ იგი გამოუსადეგარი ხდება.

 ელექტრილიტების გვარეობის მიხედვით აკუმულატორები იყოფა მჟავა და ტუტე აკუმულატორებად. ისინი ფართოდ გამოიყენება სარელსო და არასარელსო ტრანსპორტის მოძრავი შემადგენლობის წევის, სასტარტერო და დამხმარე დენის წყაროს სახით.

 მჟავა აკუმულატორების ჯგუფის ერთადერთი სახე, ტყვიის აკუმულატორებია, რომელთა სვადასხვა სახეები გამოიყენება სასტარტერო თვისებებით, საავტომობილო და სატრაქტორო ტრანსპორტში. ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებში, ტყვიის აკუმულატორები წევის ტრანსპორტში არ გამოიყენება; განსხვავებით ევროპული ქვეყნებისაგან, სადაც პირიქით, ელექტრული წევის ტრანსპორტში, მათ შორის ნაწილობრივ მაღაროს ელმავლებშიც, ფართოდ გამოიყენება ტყვიის - მჟავა აკუმულატორები.

 ტუტე აკუმულატორების ჯგუფი ითვლება რამდენადმე ელექტროქიმიურ სისტემად, რომელთაგან უმეტესი გავრცელება ჰპოვა ნიკელ-რკინის და ნიკელ-კადმიუმის აკუმულატორებმა. ტექნიკისზოგიერთ დარგში გამოყენება ჰპოვა ვერცხლი-თუთიის და ნიკელ-თუთიის აკუმულატორებმა.

 აკუმულატორები, რომლებიც ემსახურება საშახტო ელმავლების ელძრავების კვებას, იწოდება წევის აკუმულატორებად. მათი ტიპის პირობით აღნიშვნაში ასოებს და რიცხვებს აქვს შესაბამისი მნიშვნელობა; მაგალითად: ТНЖШ-500 აღნიშნავს - წევის, ნიკელ-რკინის, შახტური, ნომინალური ტევადობით - 500 ამპერი საათში.

 წევის აკუმულატორები და მათგან დაკომპლექტებული ბატარეები შემდეგ ძირითად მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს: მაღალი საიმედოობა, მუშაობის ხანგრძლივი ვადა, დაბალი ღირებულება, გვერდით განლაგებულ აპარატურაზე უარყოფითი გავლენის არქონა, მომსახურეობის უსაფრთხოება. მათ არ უნდა დაჭირდეთ წყლის ხშირი დამატება, უნდა ჰქონდეთ ჩასასხმელი ნახვრეტების იოლად გასახსნელი სარქველი, ელექტროლიტის ამოშხეფების დაბრკოლება და გამოყოფილი გაზის გამოსვლის უზრუნველყოფა. წევის აკუმულატორები აღჭურვილი უნდა იყოს საკმარისი მექანიკური სიმტკიცით, რათა შეინარჩუნოს მუშაუნარიანობა ტემპერატურის დიდ დიაპაზონში ცვლილების, ნჯღრევისა და დარტყმების შემთხვევებში; უნდა ჰქონდეს მცირე შიგა წინააღმდეგობა, შიგა წრედის გაწყვეტის შემთხვევაში თვითგანმუხტვის დაბალი სიჩქარე, საიმედო გარე წინაღობა, მაღალი სითბოგამცემლობა, სამონტაჟო მომჭერებისა და აკუმულატორებს შორის შეერთების საიმედო სიმაგრე.

 **3. 2. საშახტო ელმავლების აკუმულატორული ბატარეები**

თითოეული ტუტე აკუმულატორი საშუალოდ იძლევა 1,2 ვოლტ ძაბვას, ამიტომ აუცილებელი ძაბვის მისაღებად საჭიროა აკუმულატორებისშეერთდება ბ ა ტ ა რ ე ე ბ ა დ, რისთვისაც აკუმულატორები ერთმანეთთან ჩვეულებრივ ერთდება მიმდევრობით.

 აკუმულატორები, რომელთა დანიშნულებაა საშახტო ელმავლების მუშაობა, იწყობა ბატარეის ყუთში (სურ. 3.1.). ეს უკანასკნელი დამუხტვის პროცესში იმყოფება დასამუხტ კამერაში სპეციალურ დასამუხტ კამერაზე, დამუხტვის დამთავრების შემდეგ კი თავსდება ელმავლის შასზე.

 რამდენადაც, ბატარეის ყუთები დამზადებულია ფოლადის ფირფიტებისაგან, მის შიგა ზედაპირზე (ძრო, გვერდითი კედლები, გადაღობვები და სახურავი) აკუმულატორების ელემენტების მოკლე შერთვისაგან ასარიდებლად, უკეთდება არანაკლები 3მმ სისქის ტუტეგაუმტარი იზოლაციის შრე, ბატარეის ყუთის ნაკვეთურებისაგან გამყოფმა ღობურებმა, არ უნდა გაატაროს ელექტროლიტი ერთი ნაკვეთურიდან მეორეში.

 მაღალი საიმედოობა ძაბვის ქვეშ მყოფი ნაწილების დაზიანების, უცხო სხეულების შეხებისა და შეღწევისაგან, უნდა მიღწეულ იქნას განსაკუთრებული მექანიკური დაცვის საშუალებით. ბატარეების მუშაობის პროცესშიწარმოქმნილი გაზის დაუყოვნებლივ გასაქრობად, თანამედროვე ელმავლებში, ნაცვლად დამცავი ფირფიტებისა, გამოყენებულია სავენტილაციო ხვრეტები (სურ. 3.2.). ყუთის (А) კედელზე მიდუღებულია (В) კოლოფი, ყუთისა და კოლოფის ხვრეტები განლაგებულია შახმატურად. სავენტილაციო ხვრეტებში ჰაერის გავლის შედეგად, ნახშირის მტვერი დაილექება კოლოფში. სავენტილაციო ხვრეტები უკეთდება ასევე ბატარეების ყუთის ძროს, რომლებიც ემსახერება ასევე ელექტროლიტის გამოღვრას.

 ბატარეის ყუთში აკუმულატორების მონტაჟი უნდა შესრულდეს ისეთი სახით, რომ შეუძლებელი იყოს ელემენტთაშორის შეერთების თავისთავადი შესუსტება.

 აკუმულატორების კონსტრუქცია (სურ. 3.3.) იძლევა საშუალებას, ბატარეაში აკუმულა ტორების განლაგებისა ისე, რომ მათ შორის იყოს 10 მმ-იანი საჰაერო შუალედები, განმბჯენი დეტალების გარეშე.

 3.2.1. აკუმულატორული ბატარეების დამუხტვის ხერხები

 სტანდარტების მიხედვით, წევის, ტუტე აკუმულატორების 6 საათიან რეჟიმში დამუხტვა ხდება მათი ტევადობის 0,25-ის ტოლი მუდმივი დენით. ე.ი. დამუხტვის პროცესში აკუმულატორს ენიჭება: Qდამ=1,5Qნომ.5 საათიანი განმუხტვის პროცესში აკუმულატორის გაცემის კოეფიციენტი უნდა იყოს: ტევადობისა - 0,66; ხოლო ენერგიისა - 0,43. დამამზადებელი ქარხნების რეკომენდაციით სასურველია აკუმულატორი დაიმუხტოს 0,28Qნომ - ის ტოლი მუდმივი დენით, რაც თეორიულად გვაძლევს ტევადობის 0,60 და ენერგიის 0,43 გაცემის კოეფიციენტს. პრაქტიკულად კი შახტის პირობებში, სხვადასხვა მიზეზების გამო ენერგიის გაცემის კოეფიციენტი 0,4 - ს არ აღემატება.

 საშახტო ელმავლების აკუმულატორული ბატარეების დასამუხტად გამოიყენება ნახევარგამტარული დამმუხტველი მოწყობილობები - დამმუხტველი დენის ავტომატური სტაბილიზაციით, რაც ხორციელდება გაჯერების დროსელების დახმარებით, ან სპეციალური ტირისტორული სქემებით.

 გამოკვლევებით დგინდება, რომ აკუმულატორული ბატარეების მუდმივი დენით დამუხტვის რეჟიმი არც თუ ისე რაციონალურია, დამუხტვის ბოლო სტადიაში გაზგამოყოფით ენერგიის დანაკარგების ზრდის გამო; თუმცა იგი მინიმალურ დროში ახორციელებს დამუხტვას, რაც ხელსაყრელია ქვანახშირის შახტებისათვის, სადაც ცვლის განმავლობაში აუცილებელია აკუმულატორების სრული დამუხტვა და ბატარეის სამუშაო მზადყოფნაში მოყვანა.

 თანამედროვე პირობებში ტარდება საკვლევი სამუშაოები - წევის ბატარეების დამუხტვის დაჩქარებული რეჟიმის აღმოსაჩენად, აკუმულატორების გაცივების მეთოდის გამოყენებით, რაც უზრუნველყოფს დამუხტვის ოპერაციის მაღალ მწარმოებლურობას.

 დამუხტვის პროცესის ავტომატიზაცია, როგორც სტაბილური დენით - ასევე კლებადი დენით მეთოდის შემთხვევაში, პრაქტიკულად შეიძლება განხორციელდეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც თითოეული ბატარეა იმუხტება ცალკეული გამმართველით. ასეთი დამუხტვა იწოდება ინდივიდუალურად.

 3.2.2. ხელსაწყოები აკუმულატორული ბატარეების მომსახურებისა და გამოცდისათვის

 ელექტრლიტის სიმკვრივის საზომი ხელსაწყოა - არეომეტრი (სურ. 3.4.ა).

 დამმუხტავ ქვესადგურებში ფართო გავრცელება ჰპოვა სიფონურმა, მსხლის ფორმის არეომეტრებმა - რეზინის შარით და ქვედა ნაწილში რეზინის მილაკით (სურ. 3.4.ბ.). მინის ცილინდრის შიგნით მოთავსებულია მცირე ზომის არეომეტრი.

 ელექტროლიტის ტემპერატურის დასადგენად, თერმომეტრს უშუალოდ ჩაუშვებენ ბატარეების ყუთის შუაში განლაგებულ, ერთ-ერთ ელემენტში.

 დამუხტვაზე დასადგმელ ელემენტებში ელექტროლიტის დონის განსასაზღვრად, ჩვეულებრივ სარგებლობენ მინის მილით (სურ. 3.5.). მილს, ზედა ღია ნახვრეტით, ჩაძირავენ ელემენტში ფირფიტებთან შეხებამდე, ელექტროლიტი შედის მასში იმ სიმაღლეზე, რა დონეზეც არის ფირფიტების ზემოთ. მილის ზედა ნახვრეტს ჩაკეტავენ თითით; როდესაც მილს ამოიღებენ ელემენტიდან, მასში ხსნარი რჩება თითქმის იგივე დონეზე და აჩვენებს ელემენტში ელექტროლიტის დონეს - ფირფიტების ზემოთ.

 დამუხტვის დროს, ბატარეის ცალკეული ელემენტის ძაბვის სიდიდის გასაზომად გამოიყენება გადასატანი ვოლტმეტრი (სურ. 3.6. ბ) ორი სკალით (მაგ. 0-3 და 0-30ვ; ან 0-12 და 0-120ვ და ა.შ.).

 ქსელიდან გამორთული, დამუხტული ან განმუხტული აკუმულატორული ბატარეის ძაბვის გასაზომად ასეთი ვოლტმეტრი არ გამოდგება, რადგან იგი ვერ ითვალისწინებს გამორთულ მდგომარეობაში აკუმულატორის შიგნით ძაბვის დანაკარგებს და გვიჩვენებს მხოლოდ ელემენტის ე. მ. ძ-ის ტოლ ძაბვას.

 დატვირთვის ქვეშ ძაბვის გაზომვა ხდება, ვოლტმეტრის პარალელურად, მუდმივი დატვირთვის წინაღობის ჩართვით. მოხერხებული მუშაობისათვის კონსტრუქციულად შემუშავებულია განსაკუთრებული ,,დატვირთვის ჩანგალი'' (ე.წ. ,,ვილკა'')(სურ. 3. 6. ა), რომელიც შედგება ორი, ერთიმეორისგან იზოლირებული, საკონტაქტო დანისაგან და დამაგრებულია ხის სახელურზე. ძაბვის გასაზომად ჩანგალი დანების ბოლოებით ეხება ცალკეული ელემენტის საკონტაქტო მომჭერებს. დატვირთვის წინაღობის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად, ჩართვის ხანგრძლივობა არ უნდა აღემატებოდეს 5 წამს.

 როგორც ცნობილია, აკუმულატორში ძაბვის დაცემა მით მეტია, რაც უფრო დიდია ელემენტის წინააღმდეგობა და რაც ძლიერია დამმუხტავი დენი. თუ აკუმულატორი ფლობს დიდ შიგა წინაღობას, მასში უსარგებლოდ დაიკარგება (აღნიშნული წინაღობის გადალახვაზე) ე. მ. ძ-ის მნიშვნელოვანი ნაწილი; შესაბამისად მუშა ძაბვა განმუხტვის პროცესში იქნება საგრძნობლად დაბალი.

 ასე, რომ ვოლტმეტრის (დატვირთვის ჩანგლით) საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ: თითოეული ელემენტის დამუხტვის საფეხური; ბატარეის გაუმართაობა (მოკლე ჩართვა); ბატარეის და მისი ცალკეული ელემენტების მუშაუნარიანობა - მნიშვნელოვანი დატვირთვის ქვეშ.

 დატვირთვის წინაღობის გარეშე ვოლტმეტრის წრედში ჩართული აკუმულატორის ძაბვის არასაკმარისი მნიშვნელობა მიუთითებს მოკლე ჩართვაზე ან არასწორ პოლუსირებაზე.

 სიმკვრივისა და ძაბვის სიდიდის შემოწმება აკუმულატორული ბატარეის ყველა ცალკეულ ელემენტზე წარმოებს იშვიათად, მაგ. თვეში ერთჯერ; ჩვულებრივ ნორმალურია დამუხტვამდე, დამუხტვის პროცესში ან დამუხტვის შემდეგ შემოვიფარგლოთ ე. წ. ,,საჩვენებელი'' ან საკონტროლო ელემენტების (შერჩევით 4-5 ელემენტის) პარამეტრების გაზომვით. დროის შუალედით რამდენიმე (ხუთი - ექვსი) ციკლის შემდეგ, შერჩეული ელემენტები იცვლება სხვით და ა. შ.

 საშახტო ელმავლებში, აკუმულატორული ბატარეის ნორმალური მუშაობისათვის, მნიშვნელოვანია მისი განმუხტვის საფეხურების კონტროლი. შესაბამისად სასურველია იმ ხელსაწყოს არსებობა, რომელიც ელმავლის მემანქანეს უჩვენებს ბატარეის განმუხტვის საფეხურებს; რადგან მიუხედავად დამამზადებლი ქარხნების მიერ მითითებული გარანტიისა: დამუხტვა-განმუხტვის 1000 ციკლი, რეალურ პირობებში მათი მუშაობის ხანგრძლოვობა შედარებით ნაკლებია.

 ასეთი მოწყობილობა (სურ. 3. 7.) ცნობილია ,,ბატარეის განმუხტვის ინდიკატორი''-ს სახელით და ემსახურება წევის აკუმულატორული ბატარეის განმუხტვის კონტროლს. იგი მონტაჟდება ბატარეის ავტომატის აფეთქებაუსაფრთხო კორპუსში. მოწყობილობის სკალა უნდა მოთავსდეს ბატარეის ავტომატის საცქერი სარკმელის მოპირდაპირე მხარეს. სკალა დაგრადუირებულია დარჩენილი სათადარიგო ენერგიის პროცენტებში.

 როდესაც ელმავლის ძრავის მოსახმარებელი დენი მიაღწევს სიდიდეს, რაც საკმარისია ელძრავის სამი საათით მუშაობისათვის, ხელსაწყო ამოქმედდება და შედეგი აისახება სკალაზე.

 საშახტო ელმავლების აკუმულატორული ბატარეების მოვლის, ექსპლუატაციის, ამოღება-ჩადგმის, დამუხტვისა და განმუხტვის წესები და მეთოდები დაწვრილებით აღწერილია საშახტო ელმავლის მართვის კურსში.