

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ბოჭორიშვილი,
ნ. რაზმაძე, ნ. მაჭავარიანი, ა. ნევეროვი

შრომის უსაფრთხოება გზების, ხიდების,
აეროდრომების და სამოქალაქო
გზენაგობის დროს

(IV ნაწილი)

(ელექტრული უსაფრთხოება, წნევის ქვეშ მომუშავე დანადგარების
უსაფრთხო ექსპლუატაცია, სახანძრო პროფილაქტიკა)



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

სახელმძღვანელო „შრომის უსაფრთხოების და უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები გზების, ხიდების, აეროდრომების და სამოქალაქო მშენებლობის დროს“ გამოდის ხუთ ნაწილად და მასში განხილულია შემდეგი საკითხები: პირველი ნაწილი – შრომის კანონმდებლობის საფუძვლები, შრომის უსაფრთხოების ორგანიზაცია. მეორე ნაწილი – შრომის სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები, საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადებანი, საინჟინრო ფსიქოლოგია, მესამე ნაწილი – მეტეოროლოგიური პირობები, სამრეწველო ვენტილაცია, განათება, მაიონიზებული გამოსხივება, ხმაური და ვიბრაცია. მეოთხე ნაწილი – ელექტრული უსაფრთხოება, წნევის ქვეშ მომუშავე დანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია, სახანძრო პროფილაქტიკა. მესამე ნაწილი – მანქანა-მექანიზმების უსაფრთხო ექსპლუატაცია.

სახელმძღვანელო განკუთვნილია სამშენებლო და სატრანსპორტო სპეციალობის სტუდენტებისათვის. იგი შეიძლება გამოიყენოს აგრეთვე შრომის დაცვისა და უსაფრთხოების ტექნიკის სფეროში მომუშავე ინჟინერ-ტექნიკურმა პერსონალმა.

რეცენზენტები: პროფ. ო. გელაშვილი

პროფ. დ. ბურდილაძე

პროფ. ა. ქუთათელაძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008

ISBN 978-9941-14-252-9 (ყველა ნაწილი)

ISBN 978-9941-14-256-7 (მეოთხე ნაწილი)

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

მოდული პირველი. ელექტრული დენის მოძვადება ადამიანის ორგანიზმში

1.1. ელექტრული დენით დაშავების სახეები

ელექტროენერგიის გამოყენებამ მრეწველობის ყველა დარგში მნიშვნელოვნად გაზარდა იმ პირთა რიცხვი, ვინც ელექტროდანადგარებს ემსახურება. ამასთან დაკავშირებით ელექტროუსაფრთხოების საკითხებმა განსაკუთრებული როლი შეიძინა.

საერთო სტატისტიკური მონაცემებით ყველაზე მეტი ტრავმები სოფლის მეურნეობაში, შემდეგ მშენებლობაში, კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო წარმოებებში, ელექტროაღგუ-რებში, რადიოელექტრონიკის საწარმოებში და ა.შ.

წარმოებებში უბედური შემთხვევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ელექტროტრავმები საერთო ტრავმების მხოლოდ 2% შეადგენს. ელექტროენერგეტიკაში, სადაც მომუშავეთა დიდი ნაწილი დაკავებულია ელექტროდანადგარების მომსახურებით, ელექტროტრავმების რიცხვი შედარებით მაღალია (3-3,5%). სულ სხვა სურათია, თუ განვიხილავთ სასიკედილო შემთხვევებს. ამ შემთხვევაში ზოგადად 20-40%, ხოლო ენერგეტიკაში 60%-მდე სასიკედილო შემთხვევებისა მოდის ელექტროტრავმებზე. ამასთან, ელექტროტრავმების 75-80% ხდება 1000 ე-მდე ძაბვის დანადგარების ექსპლუატაციისას. ეს აიხსნება იმით, რომ წარმოებებში ძირითადად 1000 ე-მდე ძაბვის ელექტროდანადგარებია, რომლებზეც ხელი მიუწვდება თითქმის ყველა მომუშავეს, ხოლო 1000 ე-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებთან დაიშვება მხოლოდ მაღალი კვალიფიკაციის პერსონალი, რომელთა რაოდენობა მცირეა.

ზემოთ განხილული სტატისტიკური მონაცემები დამახასიათებელია მსოფლიოს ბევრ ქვეყნისათვის, თუმცა უბედური შემთხვევების აბსოლუტური რაოდენობა ყველა ქვეყანაში სხვადასხვაა.

1.2. ცოცხალ ქსოვილებზე დენის მოქმედება

ელექტრული დენის მოქმედება ცოცხალ ქსოვილებზე არსებითად განსხვავდება სხვა მატერიალური ფაქტორების ზემოქმედებისაგან (ორთქლი, ქიმიური ნივთიერებანი, გამოსხივება და სხვ.). ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენი ახდენს თერმულ, ელექტროლიტურ და მექანიკურ ზემოქმედებას და იწვევს ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესებს, რაც დამახასიათებელია ცოცხალი და არაცოცხალი მატერიისათვის. ამასთან ერთად,

ელექტრული დენი ახდენს ბიოლოგიურ ზემოქმედებას, რაც წარმოადგენს მხოლოდ ცოცხალი ქსოვილისათვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ პროცესს.

დენის თერმული მოქმედება იწვევს დამწვრობას, ასევე სისხლძარღვების, ნერვების, გულის, ტვინისა და სხვა ორგანოების გახურებას მაღალ ტემპერატურამდე, რაც იწვევს მათში სერიოზულ ფუნქციურ დარღვევებს.

დენის ელექტროლიტური მოქმედება ელინდება სისხლისა და სხვა ორგანული სითხეების დაშლით, რასაც თან ახლავს მათი ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობის მნიშვნელოვანი დარღვევა.

დენის მექანიკური (დინამიკური) მოქმედება გამოიხატება ორგანიზმის ქსოვილების დაშლით, გაღელვებით და სხვა დაზიანებებით (მათ შორის კანის, კუნთების, გულის, სისხლძარღვების კედლების, ფილტვების ქსოვილების და სხვ.), რაც ელექტროდინამიკური და უეცარი აფეთქებისმაგვარი ეფექტის შედეგია. ქსოვილებში სითხე და სისხლი შეიძლება ძალიან გახურდეს, რის შედეგადაც იგლიჯება სისხლძარღვები, კუნთები და ა.შ.

დენის ბიოლოგიური მოქმედება ელინდება ორგანიზმის ცოცხალი ქსოვილების აგზნება-გაღიზიანებით, ასევე შიგა ბიოელექტრული პროცესების დარღვევით, რაც პირდაპირაა დაკავშირებული ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციასთან.

როგორც ცნობილია, ცოცხალ ქსოვილებში, და პირველ რიგში კუნთებში (მათ შორის გულის კუნთში), ასევე ცენტრალურ და პერიფერიულ ნერვულ სისტემაში მუდმივად აღიძვრება ელექტრული პოტენციალები – ბიოპოტენციალები, რაც დაკავშირებულია აგზნების პროცესთან, ანუ ცოცხალი ქსოვილის გააქტიურებასთან.

გარე, ანუ ელექტრული დენი, მოქმედებს რა ბიოდენებთან, რომელთა სიდიდეც უმნიშვნელოა, არღვევს მათ ნორმალურ მოქმედებას ქსოვილებზე და ორგანოებზე, თრგუნავს მათ და ამგვარად იწვევს სპეციფიკურ დარღვევებს ორგანიზმში, სიკვდილსაც კი.

ელექტრული დენის მრავალმხრივი მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე იწვევს სხვადასხვა ელექტროტრამეებს. ელექტროტრამეა არის ტრამეა გამოწვეული ელექტრული დენის ან ელექტრული რკალის ზემოქმედებით. პირობითად ელექტროტრამეები შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს: ადგილობრივი ელექტროტრამეები და ელექტრული დარტყმა.

სტატისტიკური მონაცემებით, ადგილობრივ ელექტროტრამეებზე მოდის საერთო ტრამეების 20%, ელექტრულ დარტყმებზე – 25%, ხოლო 55% – შერეული ტრამეებია.

ტრანსმისიის ეს ორი სახეობა, ადგილობრივი ელექტროტრანსმისი და ელექტროლი დარტყმა, ხშირად ერთად გვხვდება, მაგრამ მათი მოქმედება ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, ამიტომ განვიხილოთ ცალ-ცალკე.

1.3. ადგილობრივი ელექტროტრანსმისი

ადგილობრივი ელექტროტრანსმისი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ელექტროლი დამწვრობა; ელექტროლი ნიშნები; კანის მოლითონება; მექანიკური დაზიანება და ელექტროფთვალბა.

ა) ელექტროლი დამწვრობა ყველაზე ხშირია ელექტროტრანსმისში. დაზიანებულია 63%-ს დამწვრობა აღენიშნება, მათგან 23%-ს სხვა ტრანსმისიც ახლავს: ელექტროლი ნიშნები, მოლითონება, ფთვალბა. დაზიანებულია 85% ელექტრომონტორია. დამწვრობა შეიძლება იყოს კონტაქტური და რკალური.

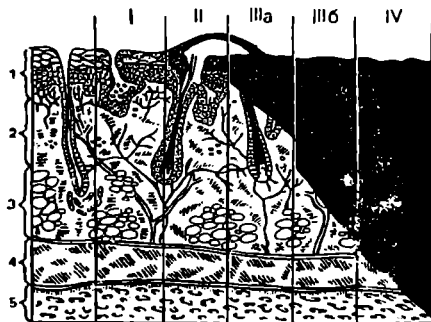
კონტაქტურ დამწვრობას იწვევს დენგამტარ ნაწილებთან უშუალო შეხება, ხოლო რკალურ დამწვრობას – ელექტროლი რკალის ზემოქმედება.

კონტაქტური დამწვრობა ხდება შედარებით დაბალი, 2 კე-მდე ძაბვის ელექტროდანადგარებში. უფრო მაღალი ძაბვების დროს, გეაქვს ელექტროლი რკალი ან ნაპერწკალი და შესაბამისი დამწვრობა. კონტაქტური დამწვრობა, როგორც წესი, კანის დამწვრობაა. მხოლოდ იშვიათ შემთხვევებში, როცა ადამიანის სხეულში გადის დიდი დენი, შეიძლება დაზიანდეს კანქვეშა ქსოვილებიც. გარდა ამისა, შიგა ქსოვილების მიმღე დაზიანებები შესაძლებელია მაღალი სიხშირის დენის მოქმედების დროს, როდესაც კანი შეიძლება უმნიშვნელოდ დაზიანდეს.

კონტაქტური დამწვრობა ძირითადად I და II ხარისხისაა (კანის შეწითლება და ბუშტუკების გაჩენა კანქვეშა). 380 ვ-ზე მაღალი ძაბვის შემთხვევაში უფრო მძიმე დამწვრობა გვხვდება: III და IV ხარისხის ანუ ქსოვილების დაწვა და დანახშირება. (ნახ.1.1.).

რკალური დამწვრობა გვხვდება სხვადასხვა ძაბვის დანადგარებში. ამათგან, 6 კე-მდე ძაბვის დანადგარებში მას იწვევს მოკლე ჩართვა. უფრო მაღალი ძაბვის შემთხვევაში რკალი წარმოიქმნება ელექტროდანადგარის დენგამტარ ნაწილებთან დაუშვებელ მანძილზე მიახლოებისას; მაიზოლირებული საშუალების დაზიანებისას (შტანგა, ძაბვის მაჩვენებელი და სხვ.), რითაც ადამიანი ეხება დენგამტარ ნაწილებს; საკომუტაციო აპარატურაზე მდარი ოპერაციების ჩატარებისას და ა.შ. ყველა ამ

შემთხვევაში აღიძვრება მძლავრი რკალი, რაც იწვევს ფართო დამწვრობას და ასევე დენის გაელასაც ორგანიზმში ათუელობით ამკურამდე სიდიდით, როდესაც დაზიანება უმძიმესია და როგორც წესი, მთავრდება სიკვდილით.



ნახ. 1.1. დამწვრობის კლასიფიკაცია.

1 - ეპიდერმისი; 2 - დერმა; 3 - კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი; 4 - კუნთები; 5 - ძვალი. რომელიც ციფრები აღნიშნავს დამწვრობის ხარისხს (I, II, III და IV), შავად აღნიშნულია დაზიანების სიღრმე.

ელექტრულ რკალს შეუძლია გამოიწვიოს სხეულის უმეტესი ნაწილის დიდ სიღრმეზე დაწვა, დანახშირება და ზოგჯერ უკუაღო დაწვაც კი. დიდი დენი კი, რომელიც გადის ორგანიზმში, იწვევს მძიმე დამწვრობებს შესვლისა და გამოსვლის ადგილებში. დენის გაელის გზაზე მყოფი ქსოვილები სიმხურვალის გამო იწვეება და ნახშირდება. ამასთან ერთად, გულის ფიბრილაცია არ ხდება, რასაც ახსნა ჯერ ეერ მოეძებნა. სიკვდილი ასეთ შემთხვევებში, როგორც წესი, დგება სუნთქვის დამბლის ან სხეულის ძალიან დიდი ნაწილის დაწვის გამო.

ბ) ელექტრული ნიშნები კანზე მკვეთრად გამოხატული ნაცრისფერი ან ღია ყვითელი ფერის ლაქებია. ჩვეულებრივ, მათ აქვთ წრიული ან ოვალური ფორმა 1-5 მმ ზომით და ცენტრში ჩაღრმავებით. გვხვდება, აგრეთვე კანქვეშ ნაკაწრის, პატარა ტრილობის, მეჭეჭის, სისხლჩაქცევის სახით.

კანის დაზიანებული ნაწილი კოურის მაგვარად მაგრდება, მისი ზედა შრე კვდება, ხდება მშრალი და არაანთებითია.

ჩვეულებრივ, ელექტრული ნიშნები უმტკივნეულოა და მათი მკურნალობა მშვიდობიანად მთავრდება – დროის გასვლასთან დაკავშირებით კანს ზედა ფენა სცილდება და მის ადგილს იკავებს კანი ჩვეულებრივი ფერით, ელასტურობით და მგრძნობელობით (განსხვავებით სიღამწერის მიხედვით ფორმებისა). ელექტრული ნიშნები აღენიშნება დენით დაშავებულთა დაახლოებით 10 %-ს.

გ) **კანის მოლითონება** არის ზედა ფენებში ლითონის პაწაწინა ნაწილაკების შეჭრა (ელექტრული რაკლის მოქმედებით ლითონი დნება). ასეთი შემთხვევები გვაქვს მოკლე ხართვის დროს, გამოთქმულების ამოროვისას და ა.შ. დამდნარი ლითონის პაწაწინა შესეფები დინამიკური ძალების მოქმედებით გამოიტყორცნება ყველა მიმართულებით დიდი სისქარით. F წილაკებს აქვს მაღალი ტემპერატურა და სით'ოს მცირე მარაგი, ამიტომ არ წყავს ტანსაცმელს, ზიანდება მხოლოდ სხეულის შიშველი ნაწილი – ხელები ან სახე. კანის დაზიანებული უბანი ხორკლიანია. დაზარალებული შეიგრძნობს ტკივილს და კანის დაჭიმულობას, რაც აიხსნება კანქვეშ უცხო სხეულის შეჭრით.

გარკვეული დროის შემდეგ დაზიანებული კანი ძერება, ეს უბანი იღებს ნორმალურ სახეს და ელასტურობას, ტკივილი ქრება. მხოლოდ თვალის დაზიანებისას მკურნალობა რთულია და დიდხანს გრძელდება. იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება მხედველობის დაკარგვაც. ამიტომ ის სამუშაოები, სადაც მოსალოდნელია ელექტრული რაკლის წარმოქმნა, უნდა შესრულდეს დამცავი სათვალის გამოყენებით, ამასთან ტანსაცმელი, სახელოს ჩათვლით, უნდა იყოს შეკრული.

კანის მოლითონება აღენიშნება ელექტრული დენით დაშავებულთა 10%-ს. უმრავლეს შემთხვევაში მას თან ახლავს რაკლური დამწვრობაც, რომელიც ბევრად უფრო რთულ დაზიანებას წარმოადგენს, ვიდრე კანის მოლითონება.

მუდმივი დენის შემთხვევაში კანის მოლითონება შესაძლებელია ელექტროლიზის შედეგად, რაც გულისხმობს დენგამტარ ნაწილებთან ხანგრძლივ და მჭიდრო შეხებას. ამ შემთხვევაში ლითონის ნაწილაკები კანში ხედება ელექტრული დენის მეშვეობით, რომელიც ამავედროულად შლის ქსოვილებში მყოფ ორგანულ სითხეებს და წარმოქმნის ძირითად და მჟაუურ იონებს. ლითონი, შედის რა რეაქციაში მჟაუურ იონებთან, წარმოქმნის შესაბამისად მარილებს, ეს კი კანს აძლევს სპეციფიკურ შეფერილობას. მაგ. მწვანე ფერი ნიშნავს იმას, რომ კანქვეშ შეტანილია სპილენძი, ცისფერ-მწვანე – თითბერი, ხოლო მონაცრისფრო-ყვითელი – ტყვია. მოლითონების ეს ფორმა მკურნალობის შედეგად უკეალოდ ქრება.

დ) მექანიკური დაზიანება არის კუნთების მკვეთრი უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვების შედეგი, რასაც იწვევს ადამიანის სხეულში გამაღალი დენი. ამ დროს შეიძლება გაიგლიჯოს კანი, მყესები, სისხლძარღვები, ნერვული ქსოვილები, ასევე შესაძლებელია ამოვარდნილობა და მოტეხილობა. იგულისხმება, რომ მექანიკურ ელექტროტრავმად არ ჩაითვლება ანალოგიური ტრავმები, გამოწვეული ადამიანის სიმაღლიდან ჩამოვარდნით, რამეზე დაეარდნით და ა.შ.

მექანიკური დაზიანება ხდება 1000 ვ-მდე ძაბვის ელდანადგარებში დენის ხანგრძლივი მოქმედების დროს. ეს ტრავმები მძიმეა, მოითხოვს სერიოზულ მკურნალობას და გეხედება იშვიათად – დაშავებულთა 1%-ში. ასეთი დაზიანებები ყოველთვის თან ახლავს ელექტრულ დარტყმას. ზოგჯერ მათ თან სდევს სხეულის კონტაქტური დამწვრობა.

ე) ელექტროფთალმია. ცნობილია, რომ ელექტრული რკალი წარმოადგენს ხილული, ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი გამოსხივების ძლიერ წყაროს. ულტრაიისფერი სხივების ძლიერი ნაკადი აზიანებს თვალს, იწვევს თვალის გარე გარსის – რქოვანასა და კონიუნქტივის ანთებას. ულტრაიისფერი სხივები თვალის უჯრედების მიერ შთაინთქმება და იწვევს მათში ქიმიურ რეაქციებს.

თვალისათვის მავნებელია, აგრეთვე, ინფრაწითელი სხივებიც, მაგრამ მხოლოდ ახლო დისტანციაზე, ანდა ხანგრძლივი დროით მოქმედებისას.

ელექტროფთალმია ვითარდება დასხივებიდან 4-8 სთ-ის შემდეგ. მას ახასიათებს: თვალის შეწითლება, ანთება, ცრემლდენა, თვალიდან ჩირქოვანი გამონადენი, ქუთუთოების სპაზმა და მხედველობის ნაწილობრივი დაკარგვა. დაზარალებული შეიგრძნობს თავის ტკივილს და ძლიერ ტკივილს თვალებში, რომელიც მზის შუქზე ძლიერდება. ანუ მას აღენიშნება ე.წ. „სინათლის შიში“, მძიმე შემთხვევებში ირღევეა რქოვანა გარსის გამჭვირვალობა, ვიწროდება გუგა.

ჩვეულებრივ, დაავადება გრძელდება რამოდენიმე დღე. რქოვანა გარსის დაზიანების მკურნალობა უფრო რთული და ხანგრძლივია.

ელექტროფთალმია დენით დაშავებულთა დაახლოებით 3%-ს აღენიშნება. მისი პროფილაქტიკაა დამცავი სათვალეები. სათვალე იცავს თვალს როგორც ულტრაიისფერი და ინფრაწითელი სხივებისაგან, ასევე გამძნარი ლითონის მცირე ნაწილაკებისაგან.

14. ელექტრული დარტყმა

ელექტრული დარტყმა არის ადამიანის ორგანიზმში დენის გაელის შედეგად ცოცხალი ქსოვილების აგზნება, რაც ვლინდება კუნთების უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვებით. ამ დროს ირღევეა გულის, ფილტვების, ნერვული სისტემის ნორმალური მუშაობა. ყველაზე სუსტი ელექტრული დარტყმა იწვევს დენის შესვლისა და გამოსვლის წერტილებში ოდნავ შესამჩნევ კრუნჩხვით შეკუმშვებს. უარეს შემთხვევაში იგი იწვევს გულისა და ფილტვების ფუნქციონირების დარღვევას, სოკოჯერ მათ შეწყვეტასაც კი, რასაც თან სდევს გულის გაჩერება და სიკვდილი. ამასთან, შესაძლოა გარე ადგილობრივი დაზიანებები არც კი გაჩუქვინდეს.

ელექტრული დარტყმები პირობითად შეიძლება დაიყოს ხუთ ჯგუფად:

- I. კუნთების ოდნავ შესამჩნევი კრუნჩხვითი შეკუმშვები;
- II. კუნთების კრუნჩხვითი შეკუმშვები ძლიერდება, ახლავს აუტანელი ტკივილი გრძნობის დაკარგვის გარეშე;
- III. კუნთების კრუნჩხვითი შეკუმშვები გრძნობის დაკარგვით, ამ დროს გული მუშაობს და სუნთქვა შენარჩუნებულია;
- IV. გრძნობის დაკარგვა, გულის ან სუნთქვის ფუნქციის (ან ორივე ერთად) დარღვევა;
- V. კლინიკური სიკვდილი, რომლის დროსაც სუნთქვა და სისხლის მიმოქცევა აღარ არსებობს.

დენის მოქმედების შედეგი დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე, მათ შორის დენის სიდიდესა და მოქმედების ხანგრძლივობაზე, მის სიხშირეზე, ადამიანის ინდივიდუალურ თვისებებზე, რასაც განვიხილავთ შემდგომ. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა და მოდებული ძაბვა მნიშვნელოვნად მოქმედებს დაზიანების სიმძიმეზე, მაგრამ იმდენად, რამდენადაც განსაზღვრავენ ორგანიზმში გამავალი დენის სიდიდეს (ომის კანონი).

ის ელექტრული დარტყმაც კი, რომელიც არ იწვევს სიკვდილს, იწვევს ურთულეს ცვლილებებს ორგანიზმში, რაც შეიძლება გამოვლინდეს რამდენიმე საათში, დღეში ან თვეში.

ამგვარად, ელექტრული დარტყმის შედეგად ხდება უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვები, რასაც მოყვება გულ-სისხლძარღვთა დაავადებები – გულის არითმია, სტენოკარდია, მაღალი ან დაბალი არტერიული წნევა და სხვ. ასევე ნერვული დაავადებები – ნევროზი, ენდოკრინოლოგიური დარღვევები და ა.შ. ხშირად

დაზარალებულებს აღენიშნებათ გაფანტულობა, მეხსიერებისა და ყურადღების შესუსტება. თუ ეს ყველა სიმპტომი არ ვლინდება, მაინც თვლიან, რომ ელექტრული დარტყმა აქვეითებს ორგანიზმის წინააღმდეგობის უნარს დაავადებებისადმი, პირველ რიგში გულ-სისხლძარღვთა და ნერვული დაავადებისადმი.

ელექტრულ დარტყმას ღებულობს დენით დაშავებულთა 80%, ამასთან, მათ უმრავლესობას (55%) ახლავს ადგილობრივი ელექტროტრამეები, პირველ რიგში დამწვრობა. დანარჩენ შემთხვევაში მხოლოდ კანზე ჩანს დენის შესვლისა და გამოსვლის წერტილები, რაც ტრამეად არ ჩაითვლება.

ელექტრული დარტყმა დიდ საშიშროებად ითვლება დაზარალებულისთვის. სასიკვდილო შემთხვევების 85-87% გამოწვეულია ელექტრული დარტყმით. სასიკვდილო შემთხვევათა 60-62% შერეული ტრამეის შედეგია, მაგრამ სიკვდილს ასეთ შემთხვევებში ძირითადად იწვევს ელექტრული დარტყმა.

ა) სასიკვდილო შემთხვევები. სიკვდილი არის ადამიანის ორგანიზმის გარე სამყაროსთან ურთიერთობის მთლიანი დაკარგვა: ფიზიოლოგიური პროცესების (აზროვნება, სუნთქვა, გულისცემა) შეწყვეტა და გარე გამღიზიანებლებზე რეაქციის არქონა. უფრო ფართო გაგებით, სიკვდილი ეს არის ნივთიერებათა ცვლის შეუქცევადი შეწყვეტა, რასაც თან ახლავს ცილების დაშლა.

სიკვდილს აქვს ორი ძირითადი ეტაპი: კლინიკური და ბიოლოგიური სიკვდილი.

კლინიკური სიკვდილი არის ორგანიზმის ხამოკლე გარდამავალი მდგომარეობა სიცოცხლიდან სიკვდილში, რომელსაც ადგილი აქვს გულისა და ფილტვების ფუნქციონირების შეწყვეტისთანავე.

კლინიკური სიკვდილის დროს ადამიანს სასიცოცხლო ნიშნები არ აღენიშნება, სუნთქვა არ აქვს, გული არ მუშაობს, მტკივნეულ გამღიზიანებლებზე რეაქცია არა აქვს, თვალის გუბები მკვეთრად გადაიდებულია და სინათლეზე არ რეაგირებს. ვინაიდან ქსოვილები ჯერ არ არის დაშლილი და ცოცხალია, ადამიანი აგრძელებს სიცოცხლეს. ამ დროს ადამიანის სხეულში სხვადასხვა ორგანოთა ფუნქციები თანდათან ქრება. პირველ მომენტში ნივთიერებათა ცვლა თუმცა უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც მიმდინარეობს. ეს საშუალებას გვაძლევს გადავარჩინოთ იგი.

პირველად ილუპება თავის ტვინის უჯრედები (ნეირონები), რომლებიც უკანაგაბობას ვერ იტანენ. ეს დაკავშირებულია ცნობიერების და აზროვნების დაკარგვასთან. ასეთ დროს შესაძლებელია გულის ამუშავება, მაგრამ ცოტა ხანში

დასარალებული ან დაიდუქება, ან თუ იგი გადარჩება, ფსიქიურად არასრულფასოვანი დარჩება.

კლინიკური სიკედილის ხანგრძლივობა განისაზღვრება დროის მონაკვეთით გულისა და სუნთქვის ფუნქციის შეწყვეტის მომენტიდან თავის ტვინის ქერქის უჯრედების სიკვდილამდე. უმეტესობისათვის ეს დრო 4-6 წუთია, ხოლო ჯანმრთელი ადამიანის დენისაგან შემთხვევითი დაზიანებისას შესაძლებელია იყოს 7-8 წუთი. ავადმყოფი ადამიანის შემთხვევაში, რომელსაც აწუხებს გული, ფილტვები და სხე. შესაძლებელია კლინიკური სიკედილი გრძელდებოდეს რამოდენიმე წამი. თოვრიულად მისი გადარჩენაც შესაძლებელია.

ბიოლოგიური (ნამდვილი) სიკედილი არის შეუქცევადი მოვლენა, რომელიც ხასიათდება უჯრედებში და ქსოვილებში ბიოლოგიური პროცესების შეწყვეტით და ცილოვანი სტრუქტურების დაშლით. იგი კლინიკური სიკედილის პერიოდის გასელისთანავე დგება.

ელექტრული დენით დაშავების შემთხვევაში ბიოლოგიური სიკედილის მიზეზები შეიძლება იყოს გულის ფუნქციის შეწყვეტა, სუნთქვის შეწყვეტა და ელექტრული შოკი. შესაძლოა, აგრეთვე, ამ სამი ფაქტორიდან ორის ან სამივეს ერთდროული არსებობა.

გულის ფუნქციონირების შეწყვეტა მეტად საშიშია, რადგან დასარალებულისთვის სიცოცხლის დაბრუნება ასეთ შემთხვევაში ძალიან რთულია, ვიდრე სუნთქვის შეწყვეტის ან შოკის დროს.

დენის მოქმედება გულის კუნთზე არის პირდაპირი, თუ იგი გულში გაედინება და რეფლექტორული, ანუ ცენტრალური ნერვული სისტემიდან. ორივე შემთხვევაში გული შეიძლება გაჩერდეს, ანდა განიცადოს ფიბრილაცია. ფიბრილაციას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს არტერიის რეფლექტორული სპაზმის შედეგადაც, დენით დაზიანებისას ფიბრილაციას უფრო ხშირად აქვს ადგილი, ვიდრე გულის სრულ გაჩერებას.

ბ) გულის ფიბრილაცია არის გულის კუნთის უჯრედების (ფიბრილების) ქაოსური არათანაბარი შეკუმშვები, რის შედეგადაც გული ვეღარ ახდენს სისხლის გადასროლას ძარღვებში.

ნორმალური ფუნქციონირებისათვის გული მუშაობს რიტმულად: იესება სისხლით, იკუმშება და გადაისვრის სისხლს არტერიებში, ასეთი მუშაობა უზრუნველყოფილია კუნთის მოდუნებით, შემდეგ კი ყველა ბოჭკოს ფიბრილების ერთდროული შეკუმშვით. თავის მხრივ, ეს შეკუმშვა პასუხია ნერვულ იმპულსზე, ე.წ. სინუსოიდურ კვანძზე, ამასთან თითოეულ იმპულსს შეესაბამება ერთი შეკუმშვა.

თუ გულის მუშაობას დაემატება გამდიზიანებელი, იგი უპასუხებს შეკუმშვით. ეს შეკუმშვა იქნება არარითმი და არათანაბარი, ე.ი. ელექტრული დენის მოქმედების შედეგად გულის კუნთის უჯრედები-ფიბრილები იკუმშება არათანაბრად და არარითმულად ანუ ადგილი აქვს გულის ფიბრილაციას.

გულის ფიბრილაცია ფიქსირდება დენის გაელის შემდეგ გზაზე: „ხელი-ხელი“ ან „ხელი-ფეხები“ ცეცხლი დენის შემთხვევაში, როდესაც დენის ძალა 50 მა-ს აღემატება 50 კც სიხშირისას რამდენიმე წამის განმავლობაში. 50 მა-ზე დაბალი და 5 ა-ზე მაღალი სიდიდის დენი იგივე სიხშირის დროს ფიბრილაციას არ იწვევს.

ფიბრილაციის დროს სუნთქვა 2-3 წთ უწყვეტია. ამ დროს ადამიანს შეუძლია რამდენიმე სიტყვის წარმოთქმა. თუმცა დროის გასვლით საერთო მდგომარეობა მძიმდება, ფიბრილაცია გრძელდება, გული ტუმბოსავით ვეღარ მუშაობს. სისხლის მიმოქცევის დარღვევა იწვევს ორგანიზმის ჟანგბადით შიმშილს და სუნთქვა წყდება. შედეგად მივიღებთ კლინიკურ სიკედილს.

ჩვეულებრივ, ფიბრილაცია გრძელდება ცოტახანს, მალე გული ჩერდება.

სუნთქვის შეწყვეტას იწვევს დენის უშუალო მოქმედება გულის მიდამოებში იმ კუნთებზე, რომლებიც უშუალოდ მონაწილეობენ სუნთქვის პროცესში.

ადამიანი განიცდის სუნთქვის გაძნელებას უკვე 20-25 მა დენის გაელისას. დროის გასვლით დგება ასფიქსია (ხრჩობა) ანუ ავადმყოფური მდგომარეობა ორგანიზმში ჟანგბადის უკმარისობის და ნახშირორჟანგის დაგროვების გამო.

ასფიქსიის დროს თანდათან იკარგება ცნობიერება, მგრძნობელობა, რეფლექსები, შემდეგ სუნთქვა წყდება, მერე კი გული გაჩერდება ან განიცდის ფიბრილაციას. დგება კლინიკური სიკედილი.

ამ შემთხვევაში გულის ფუნქციონირების შეწყვეტა გამოწვეულია არა დენის გულზე უშუალოდ მოქმედებით, არამედ ორგანიზმისთვის ჟანგბადის მიწოდების შეწყვეტით.

ცხადია, რომ სუნთქვის შეწყვეტა შეიძლება გამოიწვიოს შედარებით მცირე დენმა (20-50 მა), თუ ის რამდენიმე წუთი მოქმედებს. 50 მა – 5 ა სიდიდის დენი მაშინვე იწვევს გულის ფიბრილაციას ან გაჩერებას, ამასთან სუნთქვის შეწყვეტაც შესაძლებელია. თუმცა ასეთი დენის მოქმედებისას პირველადია გულის ფიბრილაცია ან გაჩერება. ეს ხდება უფრო ადრე, ვიდრე სუნთქვის დაშლად. 5 ა-ზე მეტი სიდიდის დენის შემთხვევაში, ჩვეულებრივ, ჯერ სუნთქვა წყდება.

გ) ელექტრული შოკი – ეს არის თავისებური მძიმე ნერვულ-რეფლექტორული რეაქცია პასუხად ორგანიზმის ელექტროდენით მოჭარბებულ გაღიზიანებაზე, რომელსაც თან სდევს სისხლის მიმოქცევის, სუნთქვის, ნივთიერებათა ცვლის და სხვა დარღვევები.

შოკის დროს მცირე ხნით დგება აგზნების ფაზა, როდესაც დაზარალებული რეაგირებს გამღიზიანებლებზე, შეიგრძნობს ტკივილს, წნევა მაღლა იწევს და ა.შ. ამის მოყვება დამუხრუჭების ფაზა, ნერვული სისტემის გამოფიტვა, როცა წნევა ეცემა, პულსი ხშირდება, სუნთქვა იშვიათდება, გვაქვს დეპრესია – დათრგუნული მდგომარეობა და სრული უგრძნობელობა გარემოს მიმართ შენარჩუნებული ცნობიერებით.

შოკური მდგომარეობა გრძელდება წამის მეათედებიდან ერთ დღე-ღამემდე. ამის შემდეგ შესაძლებელია ადამიანი დაიღუპოს სასიცოცხლოდ არსებითი ფუნქციების შეწყვეტის გამო, ანდა შესაძლებელია გამოჯანმრთელება აქტიური სამკურნალო ჩარევის შედეგად.

1.5. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა. ცოცხალი ქსოვილი, როგორც ელექტრული დენის გამტარი.

ადამიანის სხეული ელექტრულ დენს ატარებს, მაგრამ ცოცხალი ქსოვილის გამტარებლობა ჩვეულებრივი გამტარებისაგან განსხვავდება ფიზიკური, ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესებით, რაც ცოცხალ მატერიას ახასიათებს. ამის შედეგად, ადამიანის სხეულის წინააღობა არის ცვლადი სიდიდე, რომელიც არაწრფივადაა დამოკიდებული ბევრ ფაქტორზე, მათ შორის კანის მდგომარეობაზე, ელექტრული ქსელის პარამეტრებზე, ფიზიოლოგიურ ფაქტორებზე და გარემო პირობებზე.

ცოცხალ ქსოვილებში თავისუფალი ელექტრონები არ არის, ამიტომ იგი ვერ იქნება ლითონური გამტარის მსგავსი, ეინიდან ლითონში დენი წარმოადგენს თავისუფალი ელექტრონების მოწესრიგებულ მოძრაობას.

ადამიანის სხეულის ქსოვილები შეიცავს წყალს (მასის 65%), ამიტომ ცოცხალი ქსოვილი შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ელექტროლიტი, ანუ ხსნარი, რომელიც დენის გაელისას ქიმიურად იშლება, ანუ ამ დროს ადგილი აქვს იონურ გამტარებლობას. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ცოცხალ ქსოვილში ელექტრული მუხტის გადატანა ხდება არა თავისუფალი ელექტრონებით, როგორც ლითონურ გამტარებშია, არამედ დამუხტული ატომებით ან ატომთა ჯგუფებით – იონებით იმგვარად, როგორც ელექტროლიტებში ხდება.

ცოცხალ ქსოვილში ხდება ენერგიის უჯრედთა შორის მიგრაცია, ანუ ელექტრონული აგზნების ენერგიის რეზონანსული გადატანა აგზნებულსა და აუგზნებელ უჯრედებს შორის. ამიტომ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ცოცხალ ქსოვილს აქვს, აგრეთვე, უჯრედულ-ხერეღური გამტარებლობა, რაც ახასიათებს ნახევარგამტარებს, რომლებშიც მუხტების გადატანა ხდება ელექტრონებით და ხერეღების საშუალებით.

ამგვარად, ადამიანის სხეული შეიძლება განვიხილოთ, როგორც განსაკუთრებული გამტარი, რომელსაც აქვს ცელადი წინაღობა და გარკვეული ზომით ნახევარგამტარებისა და ელექტროლიტების თვისებები.

1.6. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობა

ადამიანის სხეულის ქსოვილებისათვის დამახასიათებელია სხედასხვა ელექტრული წინაღობა. 50 კვ სიხშირის ცელადი დენის შემთხვევაში ხვედრითი ჯამური წინაღობის (ომი. მ) სიდიდეები მოყვანილია ქვემოთ:

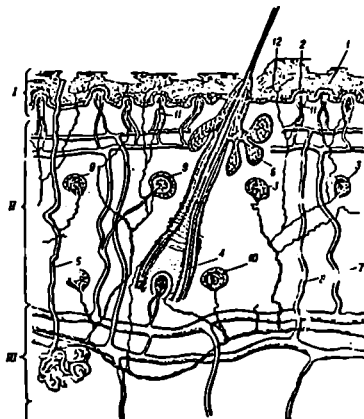
მშრალი, დაუზიანებელი კანი	$3 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^4$
ძელები	$10^4 - 2 \cdot 10^6$
ცხიმოვანი ქსოვილი	30 - 60
კუნთები	1,5 - 3
სისხლი	1 - 2
ზურგის ტვინის სითხე	0,5 - 0,6

ამ მონაცემებით, კანს, სხვა ქსოვილებთან შედარებით, აქვს ძალიან დიდი ელექტრული წინაღობა, რაც მთლიანად სხეულის წინაღობასაც განაპირობებს.

კანის აგებულება რთულია. იგი ორი ძირითადი შრისაგან შედგება: გარე შრე - ეპიდერმისი და შიგა შრე - დერმა (იხ. ნახ. 1.2).

კანის გარე შრე - ეპიდერმისი, თავის მხრივ, შედგება ხუთი შრისაგან, რომელთაგან ყველაზე ზედა შრე არის ბევრად სქელი, ვიდრე ყველა სხვა შრე ერთად აღებული, და მას ეწოდება რქოვანა. რქოვანას ელექტრული წინაღობა ყველაზე მაღალია ($10^5 - 10^6$ ომი. მ) კანის შიგა შრე - დერმა შედგება შემაერთებული და ელასტიური ქსოვილის მტკიცე ბოჭკოებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან გადაგრეხილია და ქმნის მტკიცე ბადეს. ამ ბოჭკოებს შორის გადის სისხლძარღვები, ლიმფური ძარღვები, ნერვული დაბოლოებები და თმის ბუდე. აქვეა ოფლის, მარილის გამომყოფი და ცხიმოვანი ჯირკვლებიც. დერმა, ეპიდერმისაგან განსხვავებით, მთლიანად ცოცხალი

ქსოვილისაგან შედგება. მისი ელექტრული წინააღობა უმნიშვნელოა – ბეერჯერ მცირეა ეპიდერმისის წინააღობაზე.



ნახ. 1.2. კანის აგებულება (ჭრილში)

I – გარე შრე – ეპიდერმისი; II – შიგა შრე – დერმა; III – კუნთოვანი ქსოვილი.
1 – რქოვანა გარსი; 2 – ნაზარდი შრე; 3 – ბადურა შრე; 4 – თმა; 5 – საოფლე ჯირკვლები; 6 – ცხიმოვანი ჯირკვლები; 7 – არტერიული სისხლძარღვი; 8 – ვენური სისხლძარღვი; 9 – სიცივის რეცეპტორი; 10 – სითბოს რეცეპტორი; 11 – აღქმის რეცეპტორი; 12 – მგრძნობიარე ნერვული დაბოლოებები.

სხვადასხვა ადამიანის ელექტრული წინააღობა არ არის ერთნაირი, ხოლო ერთიადიმავე ადამიანისათვის წინააღობა სხვადასხვა დროს და სხვადასხვა პირობებში განსხვავებულია. მშრალი, დაუზიანებელი კანისთვის (ძაბვა 15-20 ე) წინააღობა დიდ საზღვრებში იცვლება – $(3 \pm 100) \cdot 10^3$ ომია, მთელი ეპიდერმისის მოცილებებისას – 500-700 ომამდე, ხოლო მთლიანად კანის მოცილებებისას წინააღობა ფაქტიურად კანქვეშა ქსოვილების წინააღობას უტოლდება და შეადგენს 300-500 ომს.

ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა პირობითად შეიძლება ჩაეთვალოთ სამი შემადგენლის ჯამად: ორი ერთმანეთის ტოლი ეპიდერმისის და ერთი შიგა ქსოვილების წინააღობა. შიგა ქსოვილების წინააღობა, თავის მხრივ, დერმისა და კანქვეშა ქსოვილების წინააღობისაგან შედგება.

1.7 ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობის დამოკიდებულება კანის მდგომარეობაზე

ადამიანის კანის და ამის შედეგად მთელი სხეულის ელექტრული წინაღობა მკვეთრად მცირდება რქოვანა გარსის დაზიანების, დატენიანების, მკვეთრი ოფლიანობისა და გაჭუჭყიანების დროს.

კანის რქოვანას დაზიანება (ჭრილობა, ნაკაწრი და სხვა მიკროტრამები) მკვეთრად ამცირებს სხეულის წინაღობას თითქმის შიგა ქსოვილების წინააღმდეგ (500-700 ომი), რაც ზრდის დაშაეების საშიშროებას.

კანის დატენიანება მკვეთრად ამცირებს მის წინააღობას. მშრალი ხელების დასველება მარიალიანი წყლით 30-50%-ით, ხოლო დისტილირებული წყლით 15-35%-ით ამცირებს კანის ელექტრულ წინააღობას. ეს აიხსნება იმით, რომ კანზე მოხვედრისას ტენი ხსნის კანის ზედაპირზე არსებულ მინერალურ ნივთიერებებს, ცხიმოვან მუჟაებს და კანი ხდება უფრო მეტად ელექტროგამტარი. ხანგრძლივი დატენიანებისას რქოვანა შრე ფხვიერდება, გაჟერდება ტენით და მისი წინააღობა მცირდება. ამგვარად, მუშაობა სველი ხელებით, ან ისეთ პირობებში, როცა მოსალოდნელია კანის დატენიანება, ზრდის საშიშროებას.

ოფლის გამოყოფა განპირობებულია საოფლე ჯირკვლებით, რომლებიც მდებარეობს კანის შიგა, ქვედა ფენაში. ადამიანის კანის 1 სმ²-ზე დაახლოებით 500 საოფლე ჯირკვალია. ოფლი კარგად ატარებს ელექტრულ დენს, რადგანაც მის შედგენილობაშია წყალი და მასში გახსნილი მინერალური მარილები, ასევე, ნივთიერებათა ცვლის პროდუქტები. ის კანის ზედაპირზე გამოიყოფა წერილი მილაკებით, რომლებიც მთელ კანს ფარავს. ტემპერატურის ზრდით ოფლიანობა მატულობს, ფართოვდება მილაკები, ოფლი ასეველებს მთელ კანს და წინააღობა მკვეთრად ეცემა. აქედან გამომდინარეობს, რომ ისეთ პირობებში მუშაობისას, როცა ხდება ძლიერი ოფლის გამოყოფა, დენით დაშაეების საშიშროება იზრდება.

კანის გაჭუჭყიანება სხვადასხვა ნივთიერებით, განსაკუთრებით დენგამტარი ლითონური ან ნახშირის მტერით, იწვევს წინააღობის შემცირებას იმგვარადვე, როგორც დატენიანება. ამგვარად, ხარატის, მუშახტის და სხვა პროფესიის მუშების საქმიანობა კანის გაჭუჭყიანების გამო უფრო საშიშია, ვიდრე სუფთა, მშრალი ხელებით მომუშაეთათვის.

1.8 ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობის დამოკიდებულება ელექტრული წრედის პარამეტრებზე

ადამიანის ელექტრული წინააღობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული სხეულთან ელექტროდების შეხების ადგილზე, დენის სიდიდეზე, მოდებულ ძაბვაზე, დენის სახესა და სიხშირეზე, ელექტროდების ფართზე, დენის მოქმედების ხანგრძლივობაზე და სხვა ფაქტორებზე.

ელექტროდების შეხების ადგილი იმითია მნიშვნელოვანი, რომ კანის წინააღობა სხედასხვაა – რქოვანა შრეს ყველგან ერთნაირი სისქე არ აქვს, საოფლე ჯირკვლები განლაგებულია არათანაბრად, კანის სისხლძარღვები სისხლით არაერთნაირად მარაგდება და სხვ.

ყველაზე მცირე წინააღობა აქვს სახის და ყელის კანს, მაჯას, მტევნის ზედა მხარეს, ილიყებს და სხვ.

დენის სიდიდის ზრდა იწვევს კანის გახურებას და გაღიზიანებას. ეს, თავის მხრივ, რეფლექტორულად იწვევს ტვინიდან სწრაფ საპასუხო რეაქციას – კანის სისხლძარღვების გაფართოებას, სისხლით გაძლიერებულ მომარაგებას, ოფლის გამოყოფის მომატებას და ამ ადგილებში ელექტრული წინააღობის შემცირებას.

ძაბვის ზრდა მკვეთრად ამცირებს ელექტრულ წინააღობას. აქ ცნობილი ომის კანონი ირღვევა – შემცირება ბევრად მეტია, ვიდრე ამას ფორმულა $\left(R = \frac{U}{I}\right)$ გეიწევნებს.

აშშ-ს გამოკვლევებით, XX საუკუნის დასაწყისში ელექტროსკამზე დასჯილთა შემთხვევებში, რამოდენიმე ეოლტის დროს ადამიანის წინააღობამ შეადგინა 40 კომი, 110 ვ-ზე – 10 კომი, ხოლო 2000 ვ-ზე – 200 ომი, ანუ წინააღობა მკვეთრად შემცირდა.

საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისია რეკომენდაციას აძლევს შემდეგ სიდიდეებს (სიხშირე 50 კც, წრედი „ხელი-ფეხები“), რომლებიც ცხრილი 1.1-შია მოყვანილი:

ცხრილი 1.1

ძაბვა U, (ვ)	25	50	250	>250
წინააღობა R, (ომი)	2500	2000	1000	650

ჩვენთან საანგარიშო წინაღობად მიღებულია: 1000 ომი – 50 ე-ზე მეტი ძაბვის შემთხვევაში და 6000 ომი – 36 ე ძაბვის დროს.

ძაბვის უმნიშვნელო ზრდით წინაღობის მკვეთრი შემცირება განპირობებულია დენის სიდიდის მნიშვნელოვანი ზრდით და რქოვანა გარსის გარღვევით. გაზრდილი ძაბვა დენის სიდიდეს ზრდის პირდაპირპროპორციულზე მეტად. რქოვანა გარსი ირღვევა, თუ ელექტრული ველის დაძაბულობა მასში ზღერულს გადააჭარბებს ($E_{\text{ზღ}}=500-2000$ ვ/მმ). რქოვანა გარსის გარღვევა შესაძლებელია 50 ე და მეტი ძაბვის დროს. გერმანიაში ჩატარებული ცდებით დამტკიცდა, რომ ძაბვა 200 ე-ის ფარგლებში ყოველთვის იწვევს რქოვანა გარსის გარღვევას.

დენის სახე და სიხშირე. ცდები აჩვენებს, რომ ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობა მკვეთრად დენის დროს უფრო მეტია, ვიდრე ცვლადი დენის შემთხვევაში. ეს განსხვავება მნიშვნელოვანია დაბალი, 10 ე-დე ძაბვის დროს, ხოლო 40-50 ე-დან ისინი თითქმის თანაბარია.

ელექტროდების ფართი უშუალოდ მოქმედებს ადამიანის ელექტრულ წინაღობაზე – ფართის ზრდით წინაღობა მცირდება. ამასთან, დენის სიხშირის ზრდით 10-20 კჰც-მდე ელექტროდების ფართს პრაქტიკულად მნიშვნელობა აღარ აქვს.

დენის გავლის ხანგრძლივობა ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან ძლიერდება სისხლით მომარაგება, ოფლის გამოყოფა და სხვ. ცდები გვიჩვენებს, რომ უმნიშვნელო (20-30 ე) ძაბვებზე 1-2 წთ მოქმედებისას წინაღობა მცირდება 10-40%-ით, საშუალოდ კი 25%-ით.

მაღალი ძაბვის და შესაბამისად დიდი დენის დროს წინაღობა ძალიან სწრაფად მცირდება. მაგ: XX ს-ში აშშ-ში ელექტრულ სკამზე გაზომვებმა აჩვენა, რომ თუ ძაბვა 1600 ე-ია, წინაღობა არის 800 ომი. 50 წმ-ის შემდეგ ეს მნიშვნელობა მცირდება 516 ომამდე, ანუ 35%-ით.

1.9. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობის დამოკიდებულება ფიზიოლოგიურ ფაქტორებზე და გარემო პირობებზე

ადამიანის სხეულის ელექტრულ წინაღობაზე, ზემოთ ჩამოთვლილების გარდა, ნაკლებად ზემოქმედებს სხვა ფაქტორებიც.

სქესი და ასაკი. როგორც წესი, ქალების ელექტრული წინაღობა მამაკაცებთან შედარებით ნაკლებია, ბავშვების – მოზარდებთან შედარებით, ახალგაზრდებისა –

საშუალო ასაკთან. რაც შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ადამიანთა ერთ ნაწილს აქვს ნაზი და თხელი კანი, სხვებს კი სქელი და უხეში.

ფიზიკური გაღიზიანება წარმოიშევა ადამიანისათვის მოულოდნელად. მაგ. ჩხელეტა, დარტყმა, სინათლე, ბგერა და ა.შ. რასაც შეუძლია რამოდენიმე წუთით შეამციროს სხეულის ელექტრული წინაღობა 20-30%-ით.

ჟანგბადის პარციალური წნევის აწევა და დაწევა პაერში ნორმასთან შედარებით შესაბამისად ამცირებს ან აღიდებს ადამიანის წინააღობას. ამდენად, დახურულ შენობაში, სადაც ჟანგბადის პარციალური წნევა დაბალია, ელექტროდენით დაშაყების საშიშროების პირობები მეტია, ვიდრე ღია პაერზე.

გარემოს ტემპერატურის აწევა ($30-40^{\circ}\text{C}$) ანუ თბური დასხივება ადამიანში იწვევს ელექტრული წინააღობის შემცირებას იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ამ პირობებში იგი იმყოფება მცირე ხნით (რამდენიმე წთ) და თუ მას არ აქვს ჭარბი ოფლიანობა. აიის ერთერთი მიზეზი შეიძლება იყოს სისხლით მძლავრი მომარაგების შედეგად კანის სისხლძარღვების გაფართოება, რაც ორგანიზმის საპასუხო რეაქციაა იბურ ზემოქმედებაზე.

1.10. დენის მნიშვნელობის გაელენა დაზიანების შედეგზე

ადამიანის ძირითად დამაზიანებელ ფაქტორს წარმოადგენს მის სხეულში გამაჟალი დენის სიდიდე. ამ სიდიდის მატება ზრდის უარყოფით ზემოქმედებას. დაზიანების ხარისხზე მოქმედებს, აგრეთვე, დენის გაელის ხანგრძლიეობა, ცელადი დენის სიხშირე და სხვა ფაქტორები.

შეგრძნებადობის დენი. ადამიანი შეიგრძნობს 50 კც სიხშირის 1,1 მა სიდიდის ცელად დენს და 6 მა სიდიდის მუდმივ დენს, რაც იწვევს მსუბუქი კაიილის ან ჩხელეტის შეგრძნებას ცელადი დენის შემთხვევაში და კანის გახურებას მუდმივი დენის დროს. ამ სიდიდის დენს ეწოდება ზღერული შეგრძნებადობის დენი, რომლის მნიშვნელობაც ადამიანებისათვის სხვადასხვაა. ცხრილი 1.2-ში მოცემულია 50 კც სიხშირის ცელადი დენის ზღერული შეგრძნებადობის მინიმალური მნიშვნელობის ალბათობა

შეგრძნებადობის ალბათობა, %	99,9	50	10	5	1	0,1
ზღერული შეგრძნებადობის დენი, მა	1,59	1,11	0,91	0,86	0,76	0,63

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 0,63 მა დენს შეიგრძნობს 1000-დან მხოლოდ 1 ადამიანი, ხოლო 1,59 მა-ს კი – 999. შეგრძნებადობის ზღერის ეს მნიშვნელობები ძალაშია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა დენის გაელის გზებია „ხელი-ხელი“, ან „ხელი-ფეხები“. სხვა შემთხვევებში ეს მნიშვნელობები იცვლება.

შეგრძნებადობის დენს არ შეუძლია ადამიანის დაშავება. ამ თვალსაზრისით იგი უსაფრთხოა, თუმცა ხანგრძლივი მოქმედებისას ჯანმრთელობას აზიანებს: ადამიანი აღარ არის თავის თავში დარწმუნებული, უშეებს შეცდომებს, რაც მასა და მის გარშემო მყოფ დენგამტარ ნაწილებთან მომუშავე პერსონალს გარკვეულ საფრთხეს უქმნის.

უსაფრთხო დენი ხანგრძლივად (რამდენიმე საათი) გაედინება ადამიანის ორგანიზმში და არ იწვევს გართულებებს. იგი ბევრად ნაკლებია ზღერული შეგრძნებადობის დენზე. მის სიდიდეს ზუსტად ეერ განესაზღვრავთ, მაგრამ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ 50 კვ სიხშირის ცველადი დენის შემთხვევაში ეს არის 50-75 მკა და მუდმივი დენის დროს – 100-125 მკა. ასეთი სიდიდის დენი გამოიყენება მედიცინაში.

„დამჭერი“ დენი. შეგრძნებადობის ზღვარს ზემოთ დენის სიდიდის ზრდით ადამიანს ეწყება კრუნჩხვები და აქვს მტკივნეული შეგრძნება. 3-5 მა-ს შეიგრძნობს მთელი მტევანი, 8-10 მა-ზე ტკივილი მატულობს და მოიცავს მთელ ხელს, ამას ემატება ხელის და მხრის კუნთების უნებლევ კრუნჩხვითი შეკუმშვები. დაახლოებით 15 მა-ზე ტკივილი ძლიერდება, კრუნჩხვითი შეკუმშვები იმდენად ძლიერია, რომ ადამიანს არ შეუძლია სადენს ხელი დამოუკიდებლად გაუშვას, პირიქით, უფრო უჭერს და ამგვარად ხდება მასზე მიჯაჭვული. ასეთ დენს ეწოდება „დამჭერი“ დენი. „დამჭერი“ დენის მინიმალურ მნიშვნელობას ზღერული დამჭერი დენი ეწოდება. იგი ითვლება უსაფრთხოდ, მაგრამ ხანგრძლივი მოქმედების შედეგად ადამიანის წინაღობა ქვეითდება, მატულობს ტკივილი და ადგილი აქვს ფილტვებისა და გულის მუშაობის დარღვევას. ზოგ შემთხვევაში შესაძლოა სიკვდილი.

მუდმივი დენის შემთხვევაში „დამჭერი“ დენი არ არსებობს, ანუ დენის ნებისმიერი სიდიდის დროს ადამიანს შეუძლია თავისით გაშალოს ხელი, დააგდოს სადენი და დაიხსნას თავი დენისაგან. თუმცა, გაშვების მომენტში აღიძვრება ძლიერი ტკივილი და

ერუნჩეა, როგორც აღინიშნებოდა ცვლადი დენის შემთხვევაში. მუდმივი დენისათვის ეს მნიშვნელობა მერყეობს 50-80 მა-მდე, რაც შეიძლება ჩაითვალოს პირობითად „დამჭერი“ დენის მნიშვნელობად.

„დამჭერი“ დენის ზღვრული სიდიდე ეველასათვის სხვადასხვაა, მაგრამ მაინც პირობითად მიღებულია შემდეგი სიდიდეები (ცხრილი 13), რაც გეინვენებს „დამჭერი“ დენის ალბათობის დამოკიდებულებას ცვლადი დენის მნიშვნელობაზე (სიხშირით 50 ჰც).

ცხრილი 13

„დამჭერის“ ეფექტის ალბათობა, %	99,9	50	10	5	1	0,1
ზღვრული „დამჭერი“ დენი, მა	24,6	14,9	10,9	9,8	7,7	5,3

ამგეარად, ცხრილი 3-ის მიხედვით, 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში 1000-დან 999 ადამიანისათვის „დამჭერი“ დენის სიდიდეა 24,6 მა და მხოლოდ ერთისთვის – 5,3 მა.

„დამჭერი“ დენის სიდიდე სხვადასხვაა კაცების, ქალებისა და ბავშვებისათვის. 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში მისი მიახლოებითი მნიშვნელობებია: კაცები – 16 მა; ქალები – 11 მა; ბავშვები – 8 მა. მუდმივი დენის შემთხვევაში, შესაბამისად: 80 მა; 50 მა; 40 მა.

დენი, რომელიც აღემატება ზღვრულ „დამჭერ“ დენს, იწვევს კუნთების გაძლიერებულ ერუნჩეებს და ძლიერ ტკივილს, რაც გადაეცემა სხეულის უფრო დიდ ნაწილს. 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენი 25-50 მა სიდიდით მოქმედებს არა მხოლოდ ხელის, არამედ სხეულის, მათ შორის გულმკერდის კუნთებზე, რის გამოც სუნთქვა ძნელდება. ხანგრძლივი დროის განმავლობაში დენის მოქმედებით შესაძლოა სუნთქვა შეწყდეს და ადამიანი გაიგუდოს. ამ სიდიდის დენი ერთდროულად იწვევს სისხლძარღვების შევიწროებას, წნევის მომატებას და გულის მუშაობის გართულებას. შედეგია – გრძნობის დაკარგვა, ზოგჯერ – გულის გაჩერება.

ფიბრილაციური დენი. 50 ჰც სიხშირის 50 მა-ზე მეტი სიდიდის დენი, რომელიც ადამიანის ორგანიზმში გადის იმავე გზით („ხელი-ხელი“ ან „ხელი-ფეხები“) მოქმედებს გულის კუნთზე ღრმად, რაც საშიშია სიცოცხლისათვის, რადგანაც დროის მოკლე მონაკეთში (1-3 წმ) ხდება ფიბრილაცია ან გულის სრული გაჩერება. წყდება სისხლის მიმოქცევა და შესაბამისად, გვაქვს ჟანგბადის უკმარისობა, რაც, თავის მხრივ, გამოიწვევს სუნთქვის შეწყვეტას და სიკვდილს. გულის ფიბრილაციის გამომწვევ დენს

უწოდებენ ფიბრილაციურ დენს, ხოლო მის უმცირეს მნიშვნელობას – ზღერულ ფიბრილაციურ დენს.

50 პკ. სიხშირეზე ფიბრილაციური დენის საშუალო მნიშვნელობაა 100 მა. მუდმივი დენის შემთხვევაში ზღერული ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობაა 300 მა, ხოლო ზედა ზღვარი – 5 ა.

ზღერული ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობა დიდ საზღვრებში იცვლება, რადგანაც დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე – პირველ რიგში ადამიანის მასაზე, დენის სახესა და სიხშირეზე, მისი მოქმედების ხანგრძლივობაზე.

გულის ფიბრილაციის ალბათობის დამოკიდებულება ზღერული ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობაზე მოცემულია ცხრილ 1.4 -ში

ცხრილი 14

გულის ფიბრილაციის ალბათობა, %	9,99	50	10	5	1,0	0,1
ზღერული ფიბრილაციური დენი, მა						
ცელადი, 50 პკ სიხშირით	367	157	111	100	83	67
მუდმივი	1600	681	428	158	358	290

თუ დენის გავლის გზა ზემოთ მოხსენიებულისაგან განსხვავებულია, მაშინ ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობაც მეტნაკლებად სხვადასხვაა. მაგალითად, თუ ადამიანი უშუალოდ მკერდით ეხება დენგამტარ ნაწილებს, გულის ფიბრილაცია დგება 100 მა-ზე ნაკლები დენის გავლისას, რადგანაც თითქმის მთელი დენი გადის გულში.

5 ა-ზე მეტი სიდიდის დენი, როგორც ცელადი, ასევე მუდმივი, იწვევს გულის მომენტალურ გაჩერებას ფიბრილაციის გარეშე. თუ დენის მოქმედების ხანგრძლივობა 1-2 წამს არ აღემატება და გული არ დაზიანდა (გახურება, დამწვრობა), დენის გამორთვის შემდეგ მას შეუძლია დამოუკიდებლად ფუნქციონირება.

პრაქტიკაში არის შემთხვევები, როცა რამდენიმე ამპერის ან რამდენიმე ათეული ამპერის გავლის შემდეგ ადამიანები გადარჩნენ, მაგრამ ისინი დაინვალიდნენ.

დიდი დენის თუნდაც ხანმოკლე მოქმედებისას გულის გაჩერებასთან ერთად ხდება სუნთქვის დამბლა, თანაც, გამორთვის შემდეგ სუნთქვის დამოუკიდებელი აღდგენა შეუძლებელია, საჭიროა სასწრაფო დახმარება ხელოვნური სუნთქვის გამოყენებით.

დადგენილია, რომ დიდი დენის მოქმედების დროს, ისევე როგორც 50 მა-მდე დენის მოქმედებისას, სიკვდილი გამოწვეულია სუნთქვის გაჩერებით.

დიდი დენის რამდენიმე წამზე მეტი ხნით მოქმედება იწვევს არა მხოლოდ გულის გაჩერებას და სუნთქვის შეწყვეტას, არამედ ღრმა და ფართო დამწვრობას, შიგა ორგანოების და ქსოვილების სტრუქტურის დარღვევას, რაც, აგრეთვე, მთავრდება სიკვდილით.

1.11. დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გავლენა დაშავების შედეგებზე

უბოლური შემთხვევების ანალიზმა და აგრეთვე ცხოველებზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ დაშავების შედეგები მძიმდება დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გაზრდით. ეს აიხსნება იმით, რომ დროის გაზრდით ცოცხალ ქსოვილზე დენის მოქმედება მატულობს და იზრდება ალბათობა, რომ დენის გავლა კარდიოციკლის ყელაზე სუსტ, მგრძნობიარე T ფაზას დაემთხვევა (იხ. ნახ. 1.3)

დენის მნიშვნელობის ზრდა დროის გაზრდით განპირობებულია ადამიანის ელექტრული წინაღობის შემცირებით, რაც უკვე განხილული იყო ზემოთ.

დენის მოქმედების შედეგები გამოიხატება ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციის დარღვევით, სისხლის შედგენილობის შეცვლით, ქსოვილების დაზიანებით გახურების გამო, გულის და ფილტვების მუშაობის დარღვევით.

დენის მოქმედების ხანგრძლივობის ზრდით ეს უარყოფითი ფაქტორები გროვდება და მათი ერთობლივი უარყოფითი ზემოქმედება ორგანიზმზე ძლიერდება.

გულში დენის გავლის მომენტის დამთხვევა კარდიოციკლის T ფაზასთან მდგომარეობს შემდეგში: გულის მოქმედების ყოველი ციკლი ორი პერიოდისაგან შედგება: დიასტოლა, როდესაც გულის პარკუჭები მოდუნებულია, იესება სისხლით და სისტოლა, როდესაც გული იკუმშება და გადაისერის სისხლს არტერიებში.

იმპულსური დენის მოქმედება გამოწვეულია კონდენსატორის განმუხტვით. ძაღლებზე და მაიმუნებზე ჩატარებულმა ცდებმა აჩვენა, რომ იმპულსური დენი 1 მკწმ-ის განმავლობაში ამპლიტუდით 30-75 ა უმეტეს შემთხვევაში არ იწვევს სიკვდილს. უფრო ხანგრძლივი იმპულსი იწვევს გულის გაჩერებას და სუნთქვის შეწყვეტას.

იმპულსური დენის შემთხვევაში დაშავების შედეგს განსაზღვრავს, აგრეთვე, ადამიანის ორგანიზმში დენის გავლის გზა. იმპულსური დენის მოქმედებით გულზე, ფილტვებზე და ზურგის ტერფზე სიკვდილი დგება თენის უმნიშვნელო სიდიდის დროსაც კი.

1.12. დენის გავლის გზის გავლენა დაშავების შედეგებზე

პრაქტიკა და ცდები გვიჩვენებს, რომ დაშავების შედეგს არსებითად განაპირობებს ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის გავლის გზა. თუ დენის გავლის გზაზე აღმონდება ისეთი სასიცოცხლო ორგანოები, როგორიცაა გული, ფილტვები, თავის ტვინი, საშიშროება იზრდება, რადგან დენის შემოქმედება ამ ორგანოებზე ჰერდაპირია. თუ დენი სხვა მიმართულებით გადის, მაშინ სასიცოცხლო ორგანოებზე იგი არაპირდაპირ – რეფლექტორულად მოქმედებს. ამ შემთხვევაში მნიშვნელობა აქვს მოდების წერტილში კანის გარე გარსის – ეპიდერმისის მდგომარეობას.

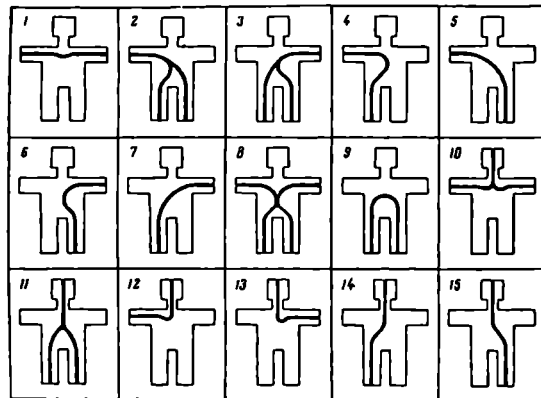
ადამიანის ორგანიზმში დენის გავლის გზა სხვადასხვაა. მათგან პრაქტიკაში ძირითადად ეხედებით 15 მიმართულებას, რომელსაც დენის მარყუჟსაც უწოდებენ (იხ. ნახ. 14).

ყველაზე გავრცელებული გზაა „მარჯვენა ხელი-ფეხები“. თუ აღვრიცხავთ მხოლოდ იმ შემთხვევებს, როცა ადამიანმა შრომისუნარიანობა დაკარგა 3 სამუშაო დღით და მეტით, მაშინ ყველაზე გავრცელებული აღმონდება გზა „ხელი-ხელი“, რომელიც გვხვდება 40% შემთხვევებში, „მარჯვენა ხელი-ფეხები“ 20%-ში, ხოლო სხვა გზები – უფრო ნაკლებ შემთხვევებში.

ყველაზე საშიშად ითვლება მარყუჟი „თავი-ხელები“ და „თავი-ფეხები“, როდესაც დენი გადის თავისა და ზურგის ტვინის გავლით. საბედნიეროდ ასეთი მარყუჟები იშვიათია. საშიშია, ასევე „მარჯვენა ხელი-ფეხები“, რადგანაც ძალიან ხშირია.

ნაკლებად საშიშად მიჩნეულია „ფეხი-ფეხი“ მარყუჟი, რომელიც ბიჯური ძაბვით არის გამოწვეული. ამ შემთხვევაში გულში უმნიშვნელო დენი გადის. ცხოველებზე ჩატარებულმა ცდებმა დააფიქსირა ამ გზის ყველაზე ნაკლები საშიშროება. თუმცა

დენის რეფლექტორული (არაპირდაპირი) ზემოქმედების გამო შესაძლებელია უარესი შედეგიც.



ნახ. 1.4. ადამიანის ორგანიზმში დენის გავლის გზები (დენის მარყულები)

1 - ხელი-ხელი; 2 - მარჯვენა ხელი-ფეხები; 3 - მარცხენა ხელი-ფეხები; 4 - მარჯვენა ხელი - მარჯვენა ფეხი; 5 - მარჯვენა ხელი - მარცხენა ფეხი; 6 - მარცხენა ხელი - მარცხენა ფეხი; 7 - მარცხენა ხელი - მარჯვენა ფეხი; 8 - ორივე ხელი - ორივე ფეხი; 9 - ფეხი-ფეხი; 10 - თავი-ხელები; 11 - თავი-ფეხები; 12 - თავი-მარჯვენა ხელი; 13 - თავი-მარცხენა ხელი; 14 - თავი-მარჯვენა ფეხი; 15 - თავი-მარცხენა ფეხი.

ბიჯური ძაბვის მცირე მნიშვნელობაც კი (50-80 ე) იწვევს ფეხის კუნთების უნებლიე კრუნჩხვით შეკუმშვებს, რასაც მოყვება ადამიანის მიწაზე დაეარდნა. ამ შემთხვევაში იგი ბიჯური ძაბვის ზემოქმედების ქვეშ აღარ იმყოფება, მის სხეულში დენი გაედინება უფრო საშიში გზით, ძირითადად ხელებიდან ფეხებში და ძაბვაც ბევრად აღემატება ბიჯურს.

1.13. დენის სახეობისა და სიხშირის გავლენა დაშაგების შედეგებზე

ცვლადი დენი. მოსალოდნელი იყო, რომ სიხშირის ზრდა გამოიწვევდა საშიშროების ზრდასაც, რადგანაც ეს გამოიწვევდა ადამიანის ელექტრული წინააღობის შემცირებას. სინამდვილეში აღმოჩნდა, რომ ზემოთაღნიშნული მართებულია მხოლოდ 0-50 კც სიხშირულ დიაპაზონში. სიხშირის შემდგომი ზრდით, დენის ზრდის მუხედვად, საშიშროება მცირდება და 450-500 კკც შემთხვევაში პრაქტიკულად ქრება. ანუ დენი 450-500 კკც და მეტი სიხშირით არ იწვევს სასიკედილო დაზიანებას გულის, ფილტვების, სხვა სასიცოცხლო ორგანოთა ფუნქციის დარღვევის გამო. თუმცა ეს დენები ინარჩუნებენ დამწვრობის საშიშროებას როგორც ელექტრული რკალის წარმოქმნის, ასევე ორგანიზმში პირდაპირი გავლის გამოც. ცხოველებზე დაკვირვებებმა აჩვენა, რომ ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობა 50-100 კც სიხშირეზე ერთნაირია. 200 კც სიხშირეზე ფიბრილაციური დენი დაახლოებით 2-ჯერ იზრდება, ხოლო 400 კც-ზე 3-ჯერ და მეტად.

მუდმივი დენი დაახლოებით 4-5-ჯერ უსაფრთხოა 50 კც სიხშირის ცვლად დენზე. რასაც ზღერული „დამჭერი“ დენის მნიშვნელობა გვიჩვენებს (10-15 მა ცვლადი დენის და 50-80 მა – მუდმივი დენის შემთხვევაში). ასევეა ძაბვის მნიშვნელობების გათვალისწინებითაც: ადამიანი, რომელსაც ხელებში ცილინდრული ელექტროდები უჭირავს, უძლებს (ტკივილით) 21-22 ვ-ს 50 კც სიხშირის ცვლადი დენის დროს და 100-105 ვ-ს – მუდმივი დენის შემთხვევაში.

მუდმივი დენი იწვევს კუნთების უფრო სუსტ შეკუმშვას, ვიდრე იმავე სიდიდის ცვლადი დენი. მხოლოდ ჩართვისა და გამორთვის მომენტში გრძნობს ადამიანი ხანმოკლე ტკივილს კუნთების უეცარი კრუნჩხვების გამო. ზემოთაღნიშნული მართებულია 500 ვ ძაბვამდე. უფრო მაღალი ძაბვის შემთხვევაში მუდმივი დენი უფრო საშიშია, ვიდრე 50 კც სიხშირის ცვლადი დენი.

სხვადასხვა სიხშირის დენების განსხვავებული მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე აიხსნება იმით, რომ ადამიანი ელექტროლიტის მსგავსი გამტარია. დენის მოქმედებით მასში მიმდინარეობს ელექტროლიტური დისოციაცია, ანუ მოლეკულების დაშლა დადებით და უარყოფით იონებად. ეს იონები გადაადგილდებიან მოპირდაპირე მუხტის ელექტროდებისაკენ. ეს, რატომუნდა, არღვევს უჯრედის ნორმალურ მდგომარეობას და ბიოქიმიურ პროცესებს ორგანიზმში. ცვლადი დენის შემთხვევაში იონები გადაადგილდებიან ხან ერთი, ხან მეორე მიმართულებით. დაბალი სიხშირის (50 კც-მდე)

დროს ეს იონები უფრო ნელა მოძრაობენ და მიაღწევენ რა უჯრედის გარსს, იქ ყოვნდებიან. სავარაუდოა, რომ ეს დაყოვნება უფრო საშიშია ორგანიზმისთვის მუდმივი დენის მოქმედებასთან შედარებით. მაღალი სიხშირის შემთხვევაში იონი სრულ „გარბენს“ ვერ ასრულებს და ვერ აღწევს უჯრედის გარსამდე, რადგან პოლარობა სწრაფად იცვლება.

სიხშირის შემდგომი ზრდით იონების „გარბენის“ მანძილი მკვეთრად მცირდება და შეიძლება ისეთი მომენტიც დადგეს, როცა იონების მოძრაობა პრაქტიკულად შენერდება და ამგვარად, უჯრედს დაშლის საშიშროება არ ემუქრება. ეს შესაძლებელია 450-500 კპც სიხშირის დროს.

1.14. ადამიანის ინდივიდუალური თვისებების გაელენა დაშავების შედეგებზე

ჯანმრთელი და ფიზიკურად ძლიერი ადამიანები უფრო ადვილად გადაიტანენ ელექტრულ დარტყმას, ვიდრე ავადმყოფები და სუსტები. განსაკუთრებით მგრძნობიარე არიან დენის მიმართ ავადმყოფები, რომლებსაც აწუხებთ გულ-სისხლძარეთა სისტემის, შინაგანი სეკრეციის, ფილტვების, ნერვული დაავადებები.

განვითარებული ქვეყნების შესაბამის ნორმებში ხშირად გვხვდება მტკიცებულებები, რომ ადამიანის ფსიქიკური მდგომარეობა დაშავების მომენტში ისეთივე მნიშვნელოვანია, როგორც მისი ელექტრული წინაღობა. ალკოჰოლიკები, ნევრასთენიკები, ისტერიული ადამიანები, ეპილეპტიკები, მეღანქოლიკები შეიძლება დაიღუპონ უმნიშვნელო სიდიდის დენითაც, რაც ჯანმრთელებისათვის უსაფრთხოა.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ფსიქიკურ მომზადებას დენით მოსალოდნელი დაშავებისათვის. მოულოდნელი დენის დარტყმა უმნიშვნელო სიდიდის შემთხვევაშიც კი ბევრად უფრო საშიშია, ვიდრე მოსალოდნელი. მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, მომუშავის მორალურ მდგომარეობას, ყურადღების უნარსა და კონცენტრაციას, დაღლილობას და სხვ.

ადამიანის კვალიფიკაციას დიდი მნიშვნელობა აქვს დენით დაშავების შედეგებზე. როგორც წესი, რიგითი ადამიანი უფრო მძიმე მდგომარეობაში აღმოჩნდება ხოლმე, ვიდრე გამოცდილი ელექტროტექნიკოსი.

ამ გარემოებათა გათვალისწინებით, ტექნიკური უსაფრთხოების წესები ითვალისწინებს მოქმედ ელექტროდანაღვარებთან მომუშავე პერსონალის სპეციალურ სამედიცინო შემოწმებას სამუშაოზე მიღების წინ და შემდეგ გამოკვლევას წელიწადში

1-2-ჯერ. ეს კეთდება არა მხოლოდ მათთვის, არამედ სხვა პირთა უსაფრთხოებისათვისაც. მაგალითად, მხედველობის მანკის გამო ადამიანმა შეიძლება ვერ გაარჩიოს ფერადი სიგნალი, მეტყველების განუვითარებლობის გამო ვერ გასცეს ზუსტი ბრძანება. აღარაფერს ეიტყვიან ზემოთ მოყვანილ სერიოზულ დაავადებებზე.

1.15. ელექტრული დენის უსაფრთხოების სტანდარტები

დღეისათვის მოქმედებს ელექტროუსაფრთხოების შემდეგი სტანდარტები: სახსტანდარტი 12.1.000-80 შუსს. ელექტროუსაფრთხოება. შეხების ძაბვისა და დენის ზღერული დასაშეები დონეები.

სტანდარტები მოიცავს საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარებს მუდმივი და ცვლადი დენით (სიხშირე 50 და 400 კც) და აღგენს ადამიანისათვის შეხების ძაბვის და მის ორგანიზმში გაშეალი დენის ზღერულ დასაშეებ ნორმებს.

ნორმალური (უეარო) რეჟიმისათვის მიღებულია შემდეგი ნორმები (იხ. ცხრილი 1.5).

ცხრილი 1.5

დენის სახე და სიხშირე	უდიდესი დასაშეები მნიშვნელობები	
	შეხების ძაბვა, U _{შეხ} , ვ	ორგანიზმში გამეალი დენის ძალა I _{აღ} , მა
ცვლადი, 50 კც	2	0,3
ცვლადი, 400 კც	3	0,4
მუდმივი	8	1,0

დაცვის ღონისძიებების და საშუალებების პროექტირების დროს ეს სტანდარტები უნდა შესრულდეს. დენის გავლის გზად მიღებულია „ხელი-ხელი“ ან „ხელი-ფეხები“. დენის მოქმედების ხანგრძლიეობა არ უნდა აღემატებოდეს დღე-ღამეში 10 წთ-ს.

მაღალი ტემპერატურის (25°C-ზე მეტი) და ტენიანობის (მეტი 75%) შემთხეევაში ეს ნორმები სამჯერ მცირდება.

საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარები ეწოდება დანადგარებს, რომლებსაც იყენებენ საცხოვრებელ ბინებში, კომუნალურ და საზოგადოებრივ ყველა ტიპის

შენიშვნებში, როგორცაა თეატრები, კინოთეატრები, კლუბები, სკოლები, საბავშვო ბაღები, მაღაზიები, სააუდიტორიოები და სხვ.

ცხრილ 1.6-ში მოცემულია შეხების ძაბვის (U_{შხ}) და ორგანიზმში გამავალი დენის (I_{აღ}) მაქსიმალური დასაშვები მნიშვნელობები ავარიული რეჟიმისათვის 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულ და იზოლირებულ ნეიტრალიდან და 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის იზოლირებულნე-იტრალიანი ქსელებისათვის.

1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ჩამიწებულნეიტრალიანი საწარმოო ელექტროდანადგარების ავარიული რეჟიმისათვის შეხების ძაბვის დასაშვები მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილი 1.7-ში. (სიხშირე 50 ჰც).

ცხრილი 1.6

დენის მოქმედების ხანგრძლივობა, წმ	0,1-მდე	0,2	0,5	0,7	1,0	1-5
შეხების ძაბვის დასაშვები მნიშვნელობა, U _{შხ} , ვ	500	400	200	130	100	65

1000 ვ-მდე ძაბვის (50 ჰც სიხშირის) საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარების ავარიული რეჟიმის შემთხვევაში შეხების ძაბვის (U_{შხ}) და ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის (I_{აღ}) დასაშვები მნიშვნელობები აიღება ცხრილი 1.7-დან.

ცხრილი 1.7

ნორმირებულ მნიშვნელობა	დენის მოქმედების ხანგრძლივობა, წმ											
	0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>1,0
U _{შხ} , ვ	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	12
I _{აღ} , მა	220	200	100	70	55	50	40	35	30	27	25	2

შეხების ძაბვისა და ორგანიზმში გამავალი დენის დასაშვები მნიშვნელობების კონტროლი წარმოებს ამ სიდიდეების გაზომვით ისეთ ადგილებში, სადაც შეიძლება მოხდეს ქსელში ჩართვა და წრედის შეკერა მისი მეშვეობით.

დენის სახე და სიხშირე	ნორმირებული სიდიდე	დენის მოქმედების ხანგრძლივობა t, წმ											
		0,01-0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	>1,0
ცვლადი, 50 ჰც	ს _{შგ} , ვ	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	ი _{აღ} , მა	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6
ცვლადი, 400 ჰც	ს _{შგ} , ვ	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	36
	ი _{აღ} , მა	650	500	500	330	250	200	170	140	130	110	100	8
მუდმივი	ს _{შგ} , ვ	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	40
	ი _{აღ} , მა	650	500	400	350	300	250	240	230	220	210	200	150-
გასწორებული ორი ნახევარპერიოდულობის	ს _{შგ} , აბკლ, ვ	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	-
	ი _{აღ} , აბკლ, მა	650	500	400	300	270	230	220	210	200	190	180	-
გასწორებული ერთი ნახევარპერიოდულობის	ს _{შგ} , აბკლ, ვ	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	-
	ი _{აღ} , აბკლ, მა	650	500	400	300	250	200	190	180	170	160	150	-

**1.16. ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა.
ადამიანის გათავისუფლება დენის მოქმედებისაგან**

ელექტრული დენით დაშავებულთათვის პირველი დახმარება ორი ეტაპისაგან შედგება: დაშავებულის გათავისუფლება დენის მოქმედებისაგან და პირველადი სამედიცინო დახმარების აღმოჩენა ექიმის მოსვლამდე.

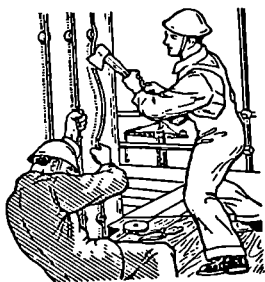
ძაბვის ქვეშ მყოფი დაზარალებული სხივად დამოუკიდებლად ვერ ითავისუფლებს თავს. ეს ხდება კუნთების უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვისას, კიდურების ან სხვა ორგანოთა დამბლის, ნერვული სისტემის დაზიანების შედეგად, როდესაც იგი ვეღარ გადაადგილდება მძიმე მექანიკური ტრამის ან გონების დაკარგვის გამო. მისი გათავისუფლება შესაძლებელია რამდენიმე გზით, მათგან პირველია ელექტროდანადგარის სწრაფი გამორთვა.

ელექტროდანადგარის გამორთვა ხდება უახლოესი ამომრთველის გათიშვით, მცველების ამოხრახნით, შტეფსელის გამორთვით და ა.შ. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ თუ დაზარალებული გარკვეულ სიმაღლეზეა, შეიძლება გამორთვისას იგი ჩამოვარდეს, ხოლო, ამორთვისას შესაძლოა შუქი ჩაქრეს, ამიტომ საჭიროა ეიქონიოთ ფარანი, სანთელი და ა.შ. ხოლო თუ გვაქვს ავარიული განათება, ჩაერთოთ იგი.

თუ სწრაფი ამორთვა შეუძლებელია დაშორების ან მიუდგომლობის გამო, შეიძლება წრედი გაეთიშოთ სადენის გადაჭრით ან დაშავებული მოვაცილოთ სადენს. მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია ძაბვაზე, გამორთვის პირობებზე, გამოსართავად საჭირო საშუალებათა არსებობაზე და უმთავრესად დამხმარის კვალიფიკაციაზე. ყველა შემთხვევაში საჭიროა დაშავებულის სწრაფი გათავისუფლება და ზრუნვა, რომ თვითონ დამხმარე არ აღმოჩნდეს ძაბვის ქვეშ.

1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელში ზოგჯერ შეიძლება გამტარის გადაჭრა მშრალი ხისტარიანი ცულით ან ინსტრუმენტით, რომელსაც იზოლირებული სახელური აქვს. შეიძლება გამოვიყენოთ არაიზოლირებულსახელურიანი მჭრელი იარაღებიც, თუ გვეცმება რეზინის ხელთათმანები და ფეხსაცმელი (იხ. ნახ. 1.5). მოკლე ჩართვის ან ელექტრული რკალის წარმოქმნის თავიდან ასაცილებლად თითოეული სადენი ცალ-ცალკე უნდა გადაიჭრას, რათა არ მოხდეს დამხმარის დაწვა ან თვალის დაზიანება.

შეიძლება დაზარალებულის გამოთრევა მშრალ ტანსაცმელზე ხელის ჩაგდებათ. ამ შემთხვევაში არ უნდა შეეხებოდეს მის სხეულს და ჩამიწვეულ საგნებს. უნდა ეიმოქმედოთ ერთი ხელით, მეორე ხელი უნდა იყოს ჯიბეში ან ზურგზე (იხ. ნახ. 1.6).



ნახ. 1.5. სადენის გადატრა
მშრალი ხისტარიანი ცულით



ნახ. 1.6. დაზარალებულის
გამოთრევა მშრალ ტანსაცმელზე
ხელის ჩაყვლით

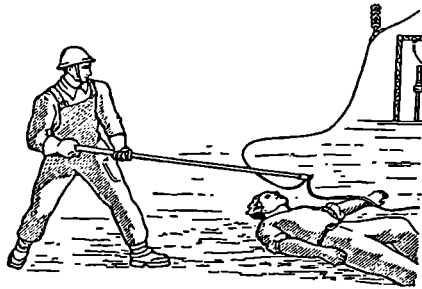
თუ ტანსაცმელი დასველებულია და აუცილებელია დაზარალებულთან შეხება, უნდა გვეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანები, ხოლო ჩათი არკონისას ხელზე უნდა დავიხვიოთ მშრალი ქსოვილი (მაგ. შარფი, პიჯაკის ან პალტოს სახელო და ა.შ.), ასევე, შესაძლებელია დაზარალებულზე დავადგოთ პიჯაკი, ლაბადა, რეზინის ხალიჩა ან უბრალოდ მშრალი ქსოვილი, თუ მოხერხდება, იატაკისაგან იზოლაციისათვის უნდა ჩაეიცვათ რეზინის ბოტები ან უბრალოდ დავდგეთ მშრალ ტანსაცმელზე, ხეზე და ა.შ., რაც დენს არ ატარებს.

თუ დაზარალებული კრუნჩხვითი შეკუმშვების გამო ხელს უჭერს გამტარს, უნდა გავეუსნათ ხელი თითოეული თითის ცალ-ცალკე გახსნით. ამ შემთხვევაში დამხმარეს უნდა ეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანი, ბოტები და იდგეს დიელექტრიკულ სადგარზე.

სადენის გადაგდება დაშავებულიდან შეიძლება მშრალი ჯოხით, ფიცრით ან სხვა დენგამტარი საგნით.

1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში აუცილებელია დიელექტრიკული ხელთათმანის და ბოტების ჩაცმა და მოქმედება მაღალი ძაბვისთვის განკუთვნილი სპეციალური შტანგით და მარწუხებით (იხ. ნახ. 1.7). დიელექტრიკული ბოტები აუცილებელია ბიჯური ძაბვისაგან დასაცავად.

ელექტროდანადგარის ავტომატური გამორთვა შესაძლებელია მოკლე ჩართვის მოწყობით ან ფაზის ჩამიწებით. ეს მოსახერხებელია მაღალი ძაბვის შემთხვევაში, რადგანაც ეს ელექტროდანადგარები აღჭურვილია სწრაფმოქმედი სარელეო დაცვით. თუმცა ეს მოქმედებები საშიშია და უნდა მიემართოს მხოლოდ უკიდურეს შემთხვევაში. მაგ. საპაერო ხაზებზე, როცა დაშორების გამო დაშავებულს სწრაფად ეერ გაეთავისუფლებთ.



ნახ. 1.7. დაზარალებულის გათავისუფლება 1000 ე-ზე მაღალი ძაბვის ქსელში

მოკლე ჩართვა და ჩამიწება საპაეო ხაზებზე შესაძლებელია მათზე ჩამამიწებელი გამტარის გადაგდებათ. სასურველია შესაბამისი სიგრძის სპილენძის არაიზოლირებული მოქნილი სადენი. შეიძლება ნებისმიერი ჩვეულებრივი არაიზოლირებული სადენის გამოყენებაც. გადაგებული გამტარის კვეთი უნდა იყოს საკმარისი, რომ არ დაიწვას მოკლე ჩართვის დენით. სპილენძის შემთხვევაში კვეთი უნდა იყოს: 1000 ე-მდე – 16 მმ² და 1000 ე-ზე ზემოთ – 25 მმ². გადაგდების წინ გამტარის ერთი ბოლო საიმედოდ ჩამიწდება, მეორე ბოლოზე კი პატარა ტვირთს ამაგრებენ. გადაგდება ისე უნდა მოხდეს, რომ გამტარი არ შეეხოთ ადამიანებს, მათ შორის დაზარალებულს და დამხმარეს. თუ დაშავებული ეხება ერთ სადენს, ხშირად საკმარისია მხოლოდ ამ სადენის ჩამიწება.

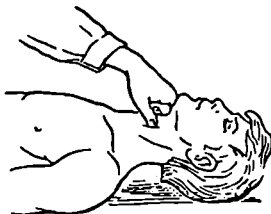
1.17. პირველადი სამედიცინო დახმარება

ელექტროდანადგარებთან მომუშავე პერსონალს უნდა შეეძლოს დაშავებულისათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა. ეს უნდა მოხდეს მისი დენისაგან გათავისუფლებისთანავე. მისი სხვა ადგილზე გადაყვანა ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც საშიშროება კვლავ არსებობს, ანდა არსებული პირობები ცუდია (მაგ. სიბნელე, წვიმა, სივიწროვე და სხვ.).

პირველადი დახმარების ღონისძიებები დამოკიდებულია დაზარალებულის მდგომარეობაზე, რის გასაგებადაც იგი უნდა დაეაწვინოთ ზურგზე და შეუუმოწმოთ სუნთქვა და პულსი.

დაშავებული სუნთქავს, თუ მისი სხეული მკერდის მიდამოებში თანაბრად მოძრაობს ზემოთ და ქვემოთ. სუნთქვის დარღვევა ადვილი შესამჩნევია. ამ დროს დაშავებულის მკერდი არათანაბრად მოძრაობს და საჭიროა ხელოვნური სუნთქვა.

გულის შეკუმშვები მიუთითებს იმაზე, რომ გული მუშაობს. ამის შესამჩნევად უნდა მოვესმინოთ მას მკერდის მარცხენა ნახევარზე ყურის დადებით ან შევახოწმოთ პულსი ყველაზე შესამჩნევ ადგილას – საძილე არტერიასთან ან სხვაგან, მაგ. ხელზე. საძილე არტერიასთან ყველაზე სუსტი პულსიც კი ისინჯება, ხოლო თუ აქაც არ ისინჯება, გული აღარ იკუმშება (იხ. ნახ. 1.8). ამ შემთხვევაში დაშავებულის თვალის გუგები გაფართოებულია. სუნთქვისა და გულისცემის შემოწმება უნდა მოხდეს სწრაფად – 15-20 წმ-ში.



ნახ. 1.8 პულსის შემოწმება საძილე არტერიაზე

თუ დაზარალებული გონებაზეა, უნდა დაეაწვინოთ მშრალ სადგარზე (საფენზე), ზემოდან დაეფაროთ ტანსაცმელი, დაველოდოთ ექიმს, დაეაკირდეთ სუნთქვასა და გულისცემას. მან არ უნდა იმოძრაოს, არ უნდა გააგრძელოს მუშაობა იმიტომ, რომ დენის მოქმედება შეიძლება გვიანაც გამოვლინდეს, რამდენიმე წუთის, საათის და დღის შემდეგ. თუ ექიმის გამოძახება შეუძლებელია, იგი საკაცით უნდა გადავიყვანოთ საავადმყოფოში.

თუ დაზარალებული უგონოდაა, მაგრამ პულსი და სუნთქვა აღენიშნება, უნდა დაეაწვინოთ მოხერხებულად, გაეუხსნათ ქაბარი, ტანსაცმელი, მივაწოდოთ სუფთა ჰაერი, ნიშადურიანი ბამბა მიუტანოთ ცხვირთან, სახეზე ვასხუროთ წყალი, დაუზილოთ და გაეუბოთ სხეული. იგი უნდა იყოს მშვიდ გარემოში ექიმის მოსვლამდე.

თუ დაზარალებული ცუდად სუნთქავს, მაგრამ პულსი ისინჯება, სასწრაფოდ უნდა ჩაეუტაროთ ხელოვნური სუნთქვა.

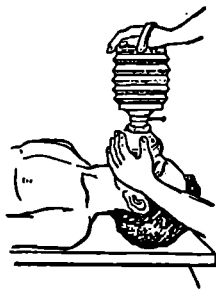
თუ სასიცოცხლო ნიშნები არ აღენიშნება, ანუ როცა არც პულსია, არც გულისცემა, თვალის გუგები გაფართოებულია და არ რეაგირებს სინათლეზე და მტკივნეულ გამაღიზიანებელზე, ეს ნიშნავს კლინიკურ სიკედილს. ამ დროს დაუყონებლივ საჭიროა ხელოვნური სუნთქვა და გულის მასაჟი. დროული და სწორი პირველი დახმარება გადარჩენის საწინდარია. ძირითადად, დრო კლინიკური სიკედილიდან ბიოლოგიურ სიკედილამდე 4-5 წთ-ია, მაგრამ ყოფილა შემთხვევებიც,

როცა ეს დრო უფრო მეტია. ამიტომ ექიმის მოსვლამდე მას პირველადი დახმარება არ უნდა შეეუწყვიტოს. ბიოლოგიური სიკვდილის არსებობას დაადგენს მხოლოდ ექიმი.

1.18. ხელოვნური სუნთქვა

ხელოვნური სუნთქვის დანიშნულებაა ორგანიზმისათვის ჟანგბადის მიწოდება. გარდა ამისა, იგი რეფლექტორულად მოქმედებს სასუნთქ ცენტრზე თავის ტვინში, რაც ეხმარება დაზარალებულს ბუნებრივი სუნთქვის აღდგენაში.

ხელოვნური სუნთქვა შეიძლება ჩატარდეს აპარატით ან ხელით. აპარატი შეიძლება იყოს ავტომატური ან არაავტომატური (ხელის). ნახაზ 1.9-ზე მოცემულია ხელის პორტატული აპარატი.



ნახ. 1.9. ხელოვნური სუნთქვა აპარატით

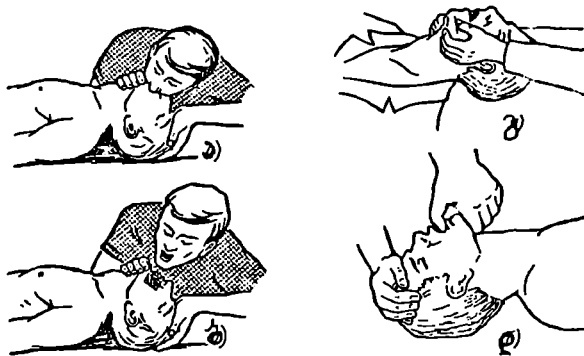
აპარატის შეკუმშვით ადამიანს ჰაერი მიეწოდება 0,25-1,5 ლ მოცულობით. აპარატს აქვს სარქველი, რითაც შესაძლებელია იგი მიუერთოთ ჟანგბადის ბალიშს. ამ შემთხვევაში დაშაებულს მივაწვდით ჟანგბადით მდიდარ ჰაერს. როდესაც აპარატი გაიშლება, ამ დროს ხდება პასიური ამოსუნთქვა და ჰაერი გამოვა სპეციალური სარქველით.

ავტომატური აპარატები უფრო სრულყოფილია, ვიდრე ხელის პორტატული აპარატი. ხელით ჩატარებული ხელოვნური სუნთქვა უფრო ძნელია და ნაკლებად ეფექტური. ყველაზე უფრო გავრცელებულია მეთოდი „პირიდან პირში“ ჰაერის ჩაბერვით. ამ შემთხვევაში დაზარალებულს პირზე აფარებენ დოლბანდს, ცხვირსახოცს ან გამოიყენებენ სპეციალურ მილს.

დაშაებულს უნდა შეეუხსნათ ტანსაცმელი, დაეწვინოთ იატაკზე ან მაგიდაზე ზურგზე. თავქვეშ ამოუდოთ ერთი ხელი, მეორეთი გადაეუწიოთ თავი ისე, რომ

ნიკაპი და ყელი ერთ ხაზზე იყოს, თავქვეშ ამოუდგომო ტანსაცმელი, გაეუსინჯოთ პირის ღრუ, რომ არ ჰქონდეს სისხლი და ნერწყვი, თუ აქვს პროთეზი, მოვაშორეთ იგი. პირი გამოუქუწმინდოთ ცვირსახოცით ან პერანგის სახელოთი. ამ მომენტში იგი ღრუებით გვერდზე უნდა გადავაბრუნოთ.

დამხმარე ღრმად ჩაისუნთქავს და მერე დაშავებულს ჩაბერავს პირში. ამ დროს მან უნდა მოიცვას მთელი პირი, ხოლო ცხვირი დაფაროს ლოყით ან ხელი მოუჭიროს. შემდეგ იგი მოცილდება დაზარალებულს, ხელახლა ჩაისუნთქავს და ისევ ჩაბერავს. პატარა ბავშვებს ერთდროულად ბერავენ პირში და ცხვირში (იხ. ნახ. 1.10).



ნახ. 1.10 ხელოვნური სუნთქვა „პირიდან-პირში“ ჩაბერვით
ა – ჩასუნთქვა; ბ – ამოსუნთქვა; გ, დ – ქვედა ყბის გამოწვევა

თუ ხელოვნური სუნთქვა არ იძლევა ეფექტს, შესაძლოა ქვედა ყბის გამოწვევა წინ ისე, რომ ქვედა კბილები ზედას წინ აღმოჩნდეს (ნახ. 1.10 გ,დ).

ხანდახან კრუნჩხვების გამო პირის გახსნა შეუძლებელია. ასეთ შემთხვევაში ტარდება ხელოვნური სუნთქვა „პირიდან ცხვირში“.

ზრდასრულ ადამიანს წუთში 10-12-ჯერ უტარდება ხელოვნური სუნთქვა, ე.ი. ყოველი 5-6 წამში, ბავშვებს – 15-18-ჯერ, ანუ ყოველ 3-4 წმ-ში.

ხელოვნური სუნთქვა უნდა გაგრძელდეს მანამ, სანამ დაშავებულს არ აღუდგება ღრმა, რიტმული დამოუკიდებელი სუნთქვა.

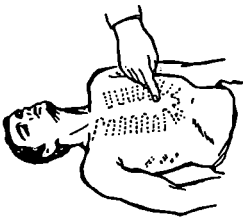
1.19. გულის მასაჟი

გულის მასაჟის მიზანია დაშავებულის ორგანიზმში სისხლის მიმოქცევის ხელოვნური შენარჩუნება და გულის ნორმალური შეკუმშვების აღდგენა.

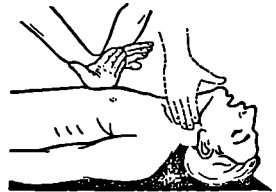
სისხლის მიმოქცევა აუცილებელია იმისათვის, რომ ყველა ორგანოსა და ქსოვილს მიეწოდოს ჟანგბადი, რაც მიიღწევა ხელოვნური სუნთქვით. ასე, რომ გულის მასაჟთან ერთად აუცილებელია ხელოვნური სუნთქეაც.

გულის ნორმალური შეკუმშვების აღდგენა ხდება გულის კუნთების (მიოკარდის) მექანიკური გაღიზიანებით. ამ დროს წნევა არტერიებში საკმარისია იმისათვის, რომ სისხლი მიეწოდოს ყველგან (10-13 კპა ანუ 80-100 მმ ვწყ.სე.).

გულის მასაჟის ჩასატარებლად (ხელოვნურ სუნთქვასთან ერთად) დაშავებული უნდა დაეაწეინოთ ზურგზე მაგარ ზედაპირზე, გაეუხსნათ ტანსაცმელი, გაეუშელოთ მკერდი. დამხმარე დგება დაშავებულის ერთ-ერთ მხარეს ისე, რომ ადვილად დაიხაროს მასზე. დაწოლა ხდება გულის ქვედა მესამედზე (ნახ. 1.11). დამხმარე მასზე ადებს ერთი ხელის გულის ქვედა ნაწილს, ზემოდან მეორე ხელს სწორი კუთხით და აწეობს მას. თითები გაშლილია და არ ეხება დაშავებულს (იხ. ნახ. 1.12).



ნახ. 1.11. დაზარალებულის მკერდზე დაწოლის ადგილი გულის მასაჟის დროს

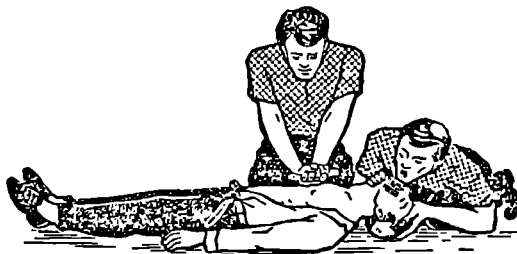


ნახ. 1.12. ხელების მდებარეობა და პულისის შემოწმება საძილე არტერიაზე გულის მასაჟის დროს.

დაწოლა ხდება სწრაფი ბიძგით. ამ დროს მკერდის ქვედა მესამედი უნდა ჩაიზნიქოს 3-4 (მსუქნებისათვის 5-6) სმ-ზე. რბილ ქსოვილზე დაწოლა არ შეიძლება, რადგან შეიძლება დაეზიანოთ ღვიძლი. დაწოლა ხდება დაახლოებით წამში ერთხელ. ბავშვებისათვის მასაჟი ტარდება მხოლოდ ერთი ხელით, წამში 2-ჯერ. ხელი მკერდს არ უნდა მოვაშოროთ. გულის მასაჟის პარალელურად ტარდება ხელოვნური სუნთქეაც.

თუ დამხმარე ორია, მაშინ ერთი ატარებს გულის მასაჟს, მეორე – ხელოვნურ სუნთქვას. ისინი ერთმანეთს შეენაცვლებიან ყოველ 5-10 წთ-ში. ყოველ ერთ ღრმა

ჩაბერვას უნდა მოეყვას 5-ჯერ დაწოლა გულზე. თუ ეს შედეგს არ იძლევა, ყოველ ორ ჩაბერვას უნდა მოეყვას 15 დაწოლა. ჩასუნთქვის (ჩაბერვის) დროს დაწოლა არ შეიძლება (იხ. ნახ. 1.13).



ნახ. 1.13. გულის მასაჟსა და ხელოვნურ სუნთქვას ატარებს ორი ადამიანი

თუ დამხმარე ერთია, მაშინ ყოველ ორ ღრმა ჩაბერვას მოეყვება 15-ჯერ დაწოლა გულზე, შეძლებ ისევ ორი ჩაბერვა და ა.შ.

მასაჟის ეფექტურობაზე მიუთითებს პულსი საძილე არტერიასზე, ასევე, გუგერის შევიწროება, სუნთქვის აღდგენა, სილურჯის შემცირება. ამას აკვირდება პიროვნება რომელიც ხელოვნურ სუნთქვას ატარებს. ყოველ ორ წუთში მასაჟი წყდება 2-3 წმ-ით და მოწმდება პულსი. თუ პულსი არ ისინჯება, მასაჟი გრძელდება. თუ სხვა ფუნქციები აღდგა, მაგრამ პულსი არ არის, ეს მიუთითებს გულის ფიბრილაციაზე. ამ შემთხვევაში პირველი დახმარება გრძელდება ექიმის მოსვლამდე ან გზაშიც მისი საავადმყოფოში გადაყვანისას, სადაც ჩაუტარებენ გულის ელექტრულ დეფიბრილაციას.

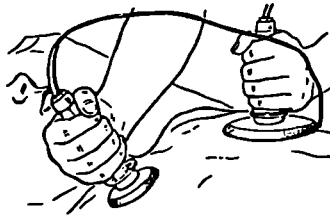
120. გულის ელექტრული დეფიბრილაცია

ფიბრილაციის მდგომარეობაში მყოფ გულს არ შეუძლია დამოუკიდებლად დაუბრუნდეს ნორმალურ ფუნქციონირებას. უფრო მეტიც, ჰიპოქსიის (უანგბადის უმარისობა) ზრდის გამო გული შეუმშებებს უნარს სწრაფად კარგავს და რამდენიმე წუთში ფიბრილაციას ცვლის გულის გაჩერება. ამ დროს გულის ფუნქციის აღდგენა ბევრად ძნელია, ვიდრე ფიბრილაციის დროს.

ჰიპოქსიის გამო გულის გაჩერება რომ გამოვრიცხოთ, საჭიროა დაშავებულს მყისვე ჩაუტარდეს გულის მასაჟი და ხელოვნური სუნთქვა.

გულის დეფიბრილაცია არის ფიბრილაციის საწინააღმდეგო პროცესი, ანუ გულის ნორმალური, ბუნებრივი მუშაობის აღდგენა, რაც მიიღწევა დიდი დენის

მოკლევადიანი იმპულსების ზემოქმედებით დაშავებულის გულზე. ამ შემთხვევაში ძლიერი ელექტრული გამაღიზიანებლებით ხდება გულის კუნთის ეველა უჯრედის ერთდროული აგზნება და შესაბამისად გულის შეკუმშვა ისეთნაირად, როგორც ბუნებრივი ერთჯერადი შეკუმშვაა. ამის შემდეგ მისი რიტმული შეკუმშვები შეიძლება აღდგეს. დეფიბრილაციას აწარმოებენ სპეციალური აპარატით – დეფიბრილატორით. დეფიბრილატორში ხდება მუდმივი დენის კონდენსატორის განმუხტვა გულის გავლით. თანამედროვე დეფიბრილატორების ორივე ელექტროდი ერთნაირია და წარმოადგენს ლითონის დისკს იზოლირებული სახელურით. ელექტროდებს ათავსებენ გულმკერდზე: ერთს მარჯვნივ, მეორეს კი პირდაპირ გულზე. განმუხტვის ღილაკი მდებარეობს ერთ-ერთ სახელურზე (იხ. ნახ. 1.14).



ნახ. 1.14. დეფიბრილატორის ელექტროდების განლაგება მკერდზე

დეფიბრილაციისათვის მომზადებისას არ უნდა შეეწყვიტოთ გულის მასაჟი და ხელოვნური სუნთქვა. დეფიბრილატორი ირთება ელექტრულ ქსელში. კონდენსატორის განმუხტვა ხდება ღილაკზე ხელის დაჭერით მაშინვე, როგორც კი დაეადებთ ელექტროდებს. წარმატებული დეფიბრილაციის შემთხვევაში დაშავებულის პულსი მაშინვე აღდგება. ხანდახან პულსი აღდგება 2-4 წუთში, რის დროსაც კვლავ კეთდება ხელოვნური სუნთქვა და გულის მასაჟი.

ელექტრული დეფიბრილაცია უნდა ჩაატაროს მხოლოდ კვალიფიციურმა ექიმმა.

121. დენის განდინება მიწაში. ზოგადი ცნობები

მიწაში დენის განდინება ხდება მხოლოდ კონტაქტში მყოფი გამტარის მეშვეობით. ასეთი კონტაქტი შეიძლება იყოს შემთხვეითი ან წინასწარგანსაზღერული.

გამტარს ან გამტართა ჯგუფს, რომელიც მიწასთან კონტაქტში იმყოფება, ეწოდება ჩამამიწებელი. ერთეულ გამტარს, რომელიც მიწასთან კონტაქტშია, ეწოდება ერთეული ჩამამიწებელი ან ჩამამიწებელი ელექტროდი, ან უბრალოდ ელექტროდი.

ჩამამიწებელს, რომელიც შედგება რამდენიმე პარალელურად შეერთებული ელექტროდისაგან, ეწოდება ჯგუფური ანუ რთული ჩამამიწებელი.

დენის მიწაში განდინების მიზეზები შემდეგია: ელექტროდანადგარის ჩამამიწებელ კორპუსზე დენგამტარი ნაწილების მოკლე ჩართვა, სადენის მიწაზე დაეარდნა, მიწის გამოყენება გამტარად და სხვ. ყველა ამ შემთხვევაში ხდება პოტენციალის (ანუ მიწის მიმართ ძაბვის) მკვეთრი შემცირება. ეს მოვლენა უსაფრთხოების თვალსაზრისით კარგია, თუმცა პოტენციალის შემცირებასთან ერთად გვაქვს უარყოფითი მოვლენებიც, როგორცაა ჩამამიწებელზე პოტენციალის წარმოშობა, მას კი ლითონური ნაწილები უკავშირდება, ასევე, მიწის ზედაპირზე განდინების ადგილის ირგვლივ პოტენციალის წარმოშობა, რამაც შეიძლება დიდ მნიშვნელობას მიაღწიოს.

პოტენციალთა სხვადასხვაობა, ცვლილებები და მათგან შექმნილი საშიშროება დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე: მიწაში გამავალი დენის მნიშვნელობაზე, ელექტროდების კონფიგურაციაზე, ზომებზე, რაოდენობაზე, ურთიერთგანლაგებაზე, გრუნტის კუთრ წინაღობაზე. ამ ფაქტორებზე ზემოქმედებით შესაძლებელია პოტენციალის შემცირება უსაფრთხო მნიშვნელობამდე.

1.22. დენის განდინება მიწაში ერთეული ჩამამიწებლით

ერთეული ჩამამიწებლი შეიძლება იყოს სხვადასხვა ტიპის: სფეროსებური (განთავსებული მიწაში და მიწის ზედაპირზე), ლეროსებური (მიწაში და ზედაპირზე), რგოლური, წრიული ფირფიტა და სხვ. მათი ელექტრული წინაღობები სხვადასხვაა.

ერთეული ჩამამიწებლიდან ყველაზე გავრცელებულია სხვადასხვა კვეთის ლეროვანი ჩამამიწებელი.

ნებისმიერი ფორმის ჩამამიწებლისათვის პოტენციალი გამოითვლება ფორმულით:

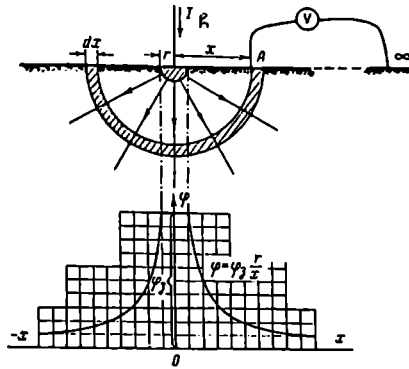
$$\varphi = \frac{I_z \cdot \rho}{2\pi L X}$$

სადაც: I_z არის მიწაში ჩამამიწებლით გამავალი დენი,

ρ – გრუნტის ხვედრითი წინაღობა;

X – მანძილი ჩამამიწებლიდან გაზომვის წერტილამდე.

უნდა აღინიშნოს, რომ მიწის პოტენციალი ნებისმიერი ფორმის ჩამამიწებლიდან 20 მ დაშორებით პრაქტიკულად ნულის ტოლია (ნახ. 1.15).



ნახ. 1.15. პოტენციალის გაერცელება მიწის ზედაპირზე ნახევარსფერული ჩამამიწებლის გარშემო.

ჩამამიწებლით მიწაში გამავალი დენი გადალახავს წინააღმდეგობას, რომელსაც ეწოდება დენის განდინებისადმი ჩამამიწებლის წინაღობა, ანუ უბრალოდ განდინების წინაღობა. იგი შედგება სამი მდგენელისაგან: თვით ჩამამიწებლის წინაღობა, გარდამავალი წინაღობა ჩამამიწებელსა და გრუნტს შორის და გრუნტის წინაღობა. პირველი ორი მდგენელი მესამესთან შედარებით უმნიშვნელოა, ამიტომ შესაძლებელია მათი უგულებელყოფა და ძირითადად წარმოადგენს გრუნტის წინაღობა. იმ შემთხვევაში, თუ ჩამამიწებელი საკმაოდ განფენილია, მას აქვს საკმაო წინაღობა და იგი მხედველობაში მიიღება.

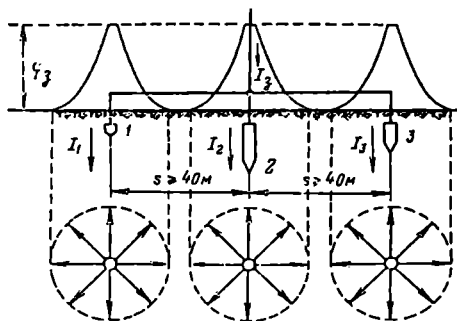
როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ყველა ტიპის ჩამამიწებლისათვის არსებობს ზოგადი ფორმულა, მაგრამ ამასთანავე, გვაქვს სპეციალური ცხრილი, სადაც ყველა ტიპს აქვს შესაბამისი ფორმულა პოტენციალის გამოსათვლელად ელექტროსტატიკური ანალოგიის მეთოდით. ჩათვლილია, რომ გრუნტი ერთგვაროვანია.

1.23. დენის განდინება მიწაში ჯგუფური ჩამამიწებლით

ელექტროუსაფრთხოების მოთხოვნებით ჩამიწებას უნდა ჰქონდეს მცირე წინაღობა. ამისათვის ერთეული ჩამამიწებლის გეომეტრიულ ზომებს ზრდიან ანდა იყენებენ რამდენიმე პარალელურად შეერთებულ ელექტროდს, რომლებსაც ერთად ეწოდება ჯგუფური ჩამამიწებელი.

ლითონის ხარჯისა და სხვა მანუქებლებით ჯგუფური ჩამამიწებლის გამოყენება უფრო ეკონომიურია. ამასთან ერთად, რამდენიმე ელექტროდის გამოყენებით შესაძლებელია დენის განდინების ტერიტორიაზე პოტენციალის მრუდის გასწორება, რაც უსაფრთხოების თვალსაზრისით ძალზე მნიშვნელოვანია. ამიტომ პრაქტიკაში, როგორც წესი, იყენებენ ჯგუფურ ჩამამიწებულს.

ელექტროდებს შორის დიდი დაცილებებისას (>40 მ) თითოეული ელექტროდის ირგვლივ დამოუკიდებელი პოტენციალის მრუდია, ისინი ერთმანეთს არ კვეთენ, ამასთან ყველას პოტენციალი ტოლია, მაშინაც კი, თუ ელექტროდებს სხვადასხვა ზომები აქვთ, ე.ი. მათში სხვადასხვა სიდიდის დენი გაედინება (ნახ. 1.16).



ნახ. 1.16. ჯგუფური ჩამამიწებლის პოტენციალის მრუდები და დენის განდინების ველები, როცა ელექტროდებს შორის მანძილი $S \geq 40$ მ.
1, 2, 3 – ელექტროდები.

ელექტროდებს შორის მცირე დაცილებებისას (<40 მ), დენების განდინების ველები ერთმანეთს ედება, პოტენციალის მრუდები გადაიკვეთება და გეპალკეს ჯამური პოტენციალის მრუდს (ნახ. 1.17).

რადგანც ჯგუფური ჩამამიწებლის ელექტროდები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, მათ აქვთ ერთნაირი პოტენციალი, რომელსაც ეწოდება ჯგუფური ჩამამიწებლის პოტენციალი $\phi_{\text{ჯგ}}$.

თუ ჩამამიწებლებს შორის დაცილება >40 მ და ისინი ერთნაირია, ჯგუფური ჩამამიწებლის წინააღობა გამოითვლება ფორმულით:

$$R_{\text{ჯგ}} = R_0/n \quad (1.1)$$

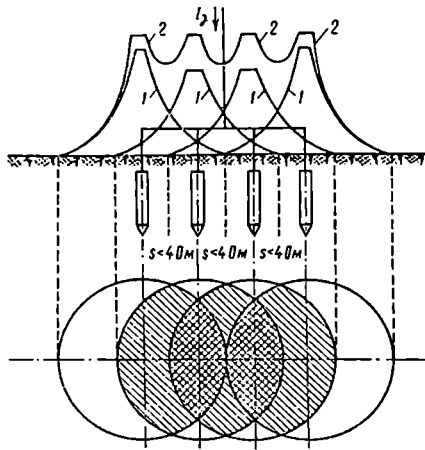
ხოლო პოტენციალი:

$$\phi_{\text{გ}} = I_{\text{გ}} \cdot R_0/n$$

სადაც: R_0 არის ერთი ელექტროდის წინააღობა, ომი;

I_0 – ჩამამიწებელში გამავალი დენი, ა;

n – ჩამამიწებლის რაოდენობა.



ნახ. 1.17. ჯგუფური ჩამამიწებლის პოტენციალის მრუდი და დენის განძინების ველი, როცა ელექტროდებს შორის მანძილი $S < 40$ მ.

1. ელექტროდების საკუთარი პოტენციალის მრუდები;
2. ჯამური პოტენციალის მრუდი.

თუ ჩამამიწებლებს შორის მანძილი ნაკლებია 40 მ-ზე, ჯგუფური ჩამამიწებლის წინააღობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R_{\text{ჯგ}} = R_0 / n \quad (1.2)$$

ხოლო პოტენციალი:

$$\varphi_{\text{პ}} = \varphi_{01} + \sum_{i=1}^n \varphi_i \quad (1.3)$$

სადაც: φ_{01} არის I ელექტროდის საკუთარი პოტენციალი, ხოლო φ_i – I ელექტროდის პოტენციალზე დადებული ერთ-ერთი უახლოესი პოტენციალი; η – გამოყენების კოეფიციენტი, აიღება ცხრილიდან და დამოკიდებულია ელექტროდების ფორმაზე, ზომებზე, რაოდენობაზე, დაცილებაზე.

რთული ჩამამიწებლის შემთხვევაში (კუბურა, ბადე, მართკუთხა ცხურა და სხვ.) ჩამამიწებლის წინააღობა გამოითვლება სხვა ფორმულებით, სადაც გათვალისწინებულია ბადის კონფიგურაცია და სხვა ფაქტორები.

1.24. შეხების ძაბვა

შეხების ძაბვა $U_{\text{შხ}}$ ეწოდება დენის წრედის ორ წერტილს შორის ძაბვას, რომლებსაც ერთდროულად ეხება ადამიანი და გამოითვლება ფორმულით:

$$U_{\text{შხ}} = I_{\text{აღ}} \cdot R_{\text{აღ}} \quad (1.4)$$

სადაც: $I_{\text{აღ}}$ არის ადამიანის სხეულში გამავალი დენია „ხელი-ფეხები“ გზით, ა;

$R_{\text{აღ}}$ – ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა, ომი.

დამცავი ჩამიწების ან დანულების სონაში ერთ წერტილს, რომელსაც ადამიანი ეხება, აქვს ჩამიწების პოტენციალი $\varphi_{\text{ჩ}}$, მეორეს კი – საძირკვლის პოტენციალი, სადაც ადამიანი დგას $\varphi_{\text{საძ}}$. ადამიანის ხელსა და ფეხებს შორის აღიქმება შეხების ძაბვა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

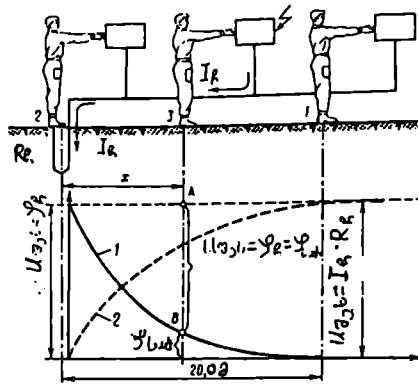
$$U_{\text{შხ}} = \varphi_{\text{ჩ}} - \varphi_{\text{საძ}}$$

$$\text{ან} \quad U_{\text{შხ}} = \varphi_{\text{ჩ}} \cdot \alpha_1 \quad (1.5)$$

სადაც: α_1 არის შეხების ძაბვის კოეფიციენტი, ან უბრალოდ შეხების კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს პოტენციალის მრუდის ფორმას და ერთზე ნაკლებია.

ერთეული ჩამამიწებლის შემთხვევაში ჩამამიწებლის სიახლოვეს მეოფ დანადგარის კორპუსს აქვს იგივე პოტენციალი, რაც ჩამამიწებლს $\varphi_{\text{ჩ}}$. რაც უფრო შორსაა ადამიანი ჩამამიწებლიდან, მით მეტია შეხების ძაბვა და პირიქით. პრაქტიკულად 20 მ მანძილზე და მეტზე შეხების ძაბვა აღწევს მაქსიმუმს და უტოლდება ჩამიწების პოტენციალს $U_{\text{შხ}} = \varphi_{\text{ჩ}}$, ამასთან $\alpha_1 = 1$. ეს არის შეხების ყველაზე საშიში შემთხვევა. როდესაც ადამიანი დგას უშუალოდ ჩამამიწებელზე, $U_{\text{შხ}} = 0$ და $\alpha_1 = 0$. ეს არის ყველაზე უსიფათო შემთხვევა, როცა ადამიანი, მიუხედავად იმისა, რომ ჩამიწების პოტენციალის $\varphi_{\text{ჩ}}$ გავლენის ქვეშაა, არ განიცდის შეხების ძაბვის ზემოქმედებას. სხვა შემთხვევებში, როდესაც ჩამამიწებლამდე მანძილი 0-20 მ-ია, შეხების ძაბვა იზრდება 0-დან $\varphi_{\text{ჩ}}$ -მდე, ხოლო α_1 -0-დან 1-მდე (ნახ. 1.18).

ჯგუფური ჩამამიწებლის შემთხვევაში ცალკეულ ჩამამიწებლებში დენის განდინების ელემები ერთმანეთს ედება, ამიტომ მიწის პოტენციალი ნებისმიერ წერტილში ნულისაგან განსხვავდება, ანუ $U_{\text{შხ}} < \varphi_{\text{ჩ}}$ და $\alpha_1 < 1$.



ნახ. 1.18. შეხების ძაბვა ერთეული ჩამამიწებლის შემთხვევაში

1 – პოტენციალის მრუდი; 2 – შეხების ძაბვის ცვლილების მრუდი X მანძილის ცვლილებით.

როგორც ერთეული ჩამამიწებლის შემთხვევაში, შეხების ძაბვა ნულის ტოლია მაშინ, როცა ადამიანი ეხება რა ჩამამიწებულ კორპუსს, დგას უშუალოდ ჯგუფურ ჩამამიწებელში შემაველ ერთ-ერთ ელექტროდზე. შეხების ძაბვა მაქსიმალური იქნება ელექტროდებიდან გარკვეულ მანძილზე მათი ფორმისა და ურთიერთგანლაგების გათვალისწინებით. შეხების ძაბვის მაქსიმუმი აღინიშნება, როგორც წესი, ელექტროდებიდან ყველაზე დაშორებულ წერტილში. შეხების კოეფიციენტები აიღება ცხრილიდან.

ადამიანის სხეულში გამავალი დენი გადალახავს იმ წინააღობასაც, რაზეც ადამიანი დგას, ანუ იმ უბანს, რასაც ფეხი ეხება (მიწა, იატაკი, საძირკველი). ამ წინააღობას ეწოდება გარდამავალი წინააღობა. რეალურად ეს წინააღობა ნულის ტოლი არ არის და ხანდახან მნიშვნელოვან სიდიდესაც აღწევს. შეხების ძაბვა ადამიანის გარდამავალ წინააღობაში ძაბვის ვარდნის გათვალისწინებით გამოითვლება ფორმულით:

$$U_{\text{შხ}} = \varphi_{\text{ჩ}} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \quad (1.6)$$

სადაც: α_1 – შეხების კოეფიციენტი; α_2 – შეხების ძაბვის კოეფიციენტი ადამიანის გარდამავალ წინააღობაში ძაბვის ვარდნის გათვალისწინებით:

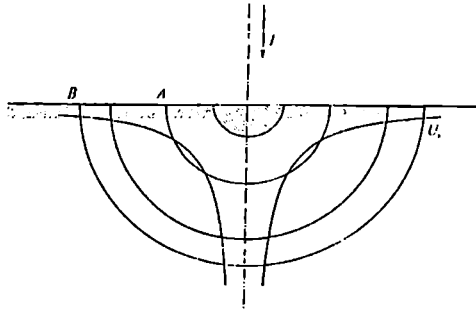
$$\alpha_2 = \frac{R_{\text{არ}}}{R_{\text{არ}} + 1,5\rho} \quad (1.7)$$

სადაც: ρ არის გრუნტის კუთრი წინააღობა.

1.25. ბიჯური ძაბვა

ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის პროცესში იზოლაციის დაზიანების ან შიშველი სადენის მიწასთან შეხების გამო დენი იწვევს განდინებას მიწაში და ნაწილდება მასში რადიალური მიმართულებით (ნახ. 1.19). თუ ადამიანი აღმოჩნდა მიწაში დენის განდინების წერტილის სიახლოვეს, იგი შეიძლება აღმოჩნდეს ბიჯური ძაბვის ქვეშ. ამის მიზეზია ის გარემოება, რომ მიწაში დენის განდინების ზონაში ნიადაგის იმ წერტილებს, რომლებსაც ერთდროულად ეხება ადამიანის ფეხები, გააჩნიათ სხვადასხვა პოტენციალები.

მიწაში დენის განდინების დროს წარმოიქმნება ე.წ. განდინების ზონა – მიწის მონაკვეთი, რომლის სასაღერებში შეიმჩნევა მნიშვნელოვანი ძაბვა, წარმოქმნილი განდინების დენის მიერ (ნახ. 1.19). დენი განედინება მიწაში არსებული ღეროს პერტიკალურად.



ნახ. 1.19. მოკლედშერთვის დროს დენის მიწაში განდინების სქემა

მიწის ზედაპირზე ძაბვა მცირდება საყრდენიდან დენის ხაზის დაცილებასთან ერთად. ღერძთან ახლოს დენის განდინების ზონაში ძაბვის განაწილების მრუდს აქვს ციცაბო კლება. დენის განდინებას ხშირად გამოსახავენ გრაფიკით, რომლის პერტიკალზე გადაიზომება ძაბვის მნიშვნელობა ვოლტებში ან ფარდობითი სიდიდეები

$$\frac{U_x}{U_0}$$

სადაც U_0 არის ძაბვა მიწის ზედაპირზე განსახილველ წერტილში, ვოლტ;

U_x – საყრდენზე, მოკლედ ჩართვის ადგილზე, ღერძებზე არსებული მთლიანი ძაბვა, ვოლტ.

მიწაში (საფუძველში) დენის განდინების დროს მიწის (საფუძვლის) ზედაპირზე წარმოიქმნება ელექტრული პოტენციალების ეელი ფ. რაც უფრო შორსაა მიწაზე არსებულ მოკლედნართვის წერტილი, მით უფრო მცირეა პოტენციალების სიდიდე. დენის განდინების ზონაში ელექტრული პოტენციალი ნაწილდება ჰიპერბოლური კანონით (ნახ. 1.20):

$$\varphi = \frac{K}{X}$$

K არის მუდმივი სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია გრუნტის წინააღმდეგობაზე და მოკლედნართვის განდინების დენის სიდიდეზე;

X – მანძილი მოკლედნართვის წერტილიდან მიწამდე.

ჩვეულებრივად განდინების დენის ზონა 20 მ-ია, რადგანაც ამ ზონის იქით ელექტრული პოტენციალების სიდიდე პრაქტიკულად უმნიშვნელოა და შეიძლება გაუტოლოთ ნულს.

პოტენციალთა სხვაობას ორ წერტილს შორის, რომლებზეც ერთდროულად დგას ადამიანი, ეწოდება ბიჯური ძაბვა. ბიჯური ძაბვა არის ადამიანის წინააღმდეგობაში ძაბვის ეარდნა და გამოითვლება ფორმულით:

$$U_{\text{ბიჯ}} = I_{\text{ად}} \cdot R_{\text{ად}} \quad (1.8)$$

სადაც: $U_{\text{ბიჯ}}$ არის ბიჯური ძაბვა, ვ;

$I_{\text{ად}}$ – ადამიანის სხეულში გამავალი დენი „ფეხი-ფეხი“-ის გზით, ა;

$R_{\text{ად}}$ – ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღმდეგობა, ომი (ნახ. 1.21).

ჩამამიწებელთან ან მიწაზე დაგდებულ შიშველ სადენთან ახლოს მდებარე ფეხის პოტენციალი მეტია, მეორე ფეხთან შედარებით. ეს პოტენციალები გამოითვლება ფორმულით:

$$\varphi_1 = \frac{I \cdot \rho}{2\pi x} \quad \text{და} \quad \varphi_2 = \frac{I \cdot \rho}{2\pi(x+a)} \quad (1.9)$$

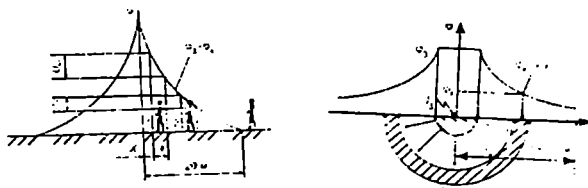
სადაც: I არის მიწაში განდინების დენი;

ρ – გრუნტის კუთრი წინააღმდეგობა;

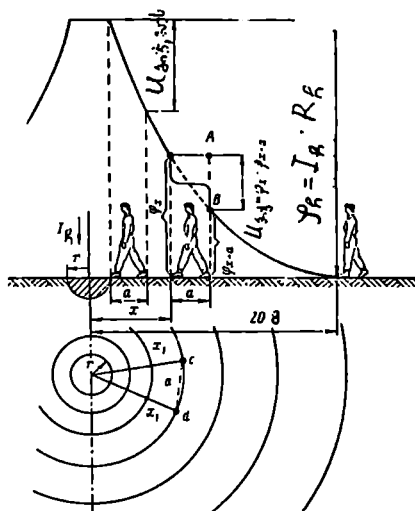
x – მანძილი მიწაში დენის განდინების წერტილიდან უახლოეს ფეხამდე;

a – ადამიანის ბიჯის სიგრძე

ფეხებს შორის მანძილს ბიჯი ეწოდება, ფეხის ტერფებს შორის პოტენციალთა სხვაობას კი – ბიჯური ძაბვა.



ნახ. 1.20 ბიჯური ძაბვის წარმოქმნის სქემა



ნახ. 1.21. ბიჯური ძაბვა ერთეული ჩამამიწებლის შემთხვევაში

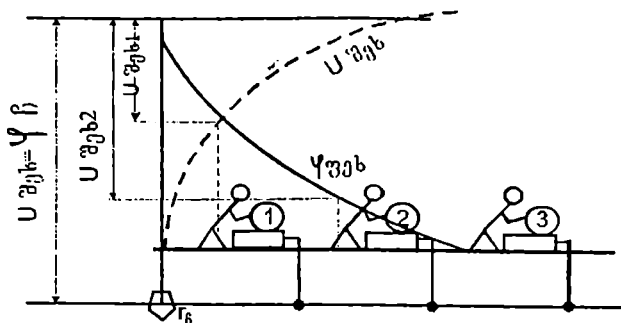
ზედა ფორმულების გათვალისწინებით, ბიჯური ძაბვის გამოსათვლელი ფორმულა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$U_{bij} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{Ipa}{2\pi x(x+a)} \quad (1.10)$$

ყველაზე საშიშია ჩამამიწებელთან ახლოს დგომა. რაც უფრო ეშორებით მიწაში დენის განდინების წერტილს, მით უფრო მცირდება ბიჯური ძაბვა და 20 მ მანძილზე პრაქტიკულად ნულის ტოლია. ბიჯური ძაბვის გათვლის დროს ბიჯის სიგრძე 0,8 მ ტოლად მიიღება.

ბიჯური ძაბვის ქვეშ ადამიანის მოხვედრისას წრედი იკერება შედარებით უსაფრთხო „ფეხი-ფეხი“ გზით, მაგრამ 80 ვ-ზე მეტი ბიჯური ძაბვის დროს იწყება ფეხის კუნთების კრუნჩხვები, ადამიანი შეიძლება დაეცეს მიწაზე, რის გამოც გაიზრდება მის სხეულზე მოდებული ძაბვა და შესაბამისად საფრთხეც. ამის გამო

დაუშვებელია ხალხის მიახლოება მიწაზე დაგდებულ ხაღუნთან 4-5 მ რადიუსით დახურულ სოთაესებში და 8-10 მ-ით – ღია მოედანზე.



ნახ. 1.22 შეხების ძაბვა

განვიხილოთ ელექტრული დენის გადინება მიწასთან შერთვის დროს (შეხების ძაბვა), როდესაც იზოლაციის დაზიანებისას წარმოიქმნება მოკლედ შერთვის დენი და რომელიც ელექტროდანადგარის კორპუსის და ლითონური ჩამამიწებლის საშუალებით გაედინება მიწაში (ნახ. 1.22). ცხადია, ამ დროს ყველა დანადგარი, რომლებსაც გააჩნიათ ლითონური კაეშირი ამ კორპუსთან, მიიღებს მიწის მიმართ პოტენციალს, რომელიც ჩამამიწებლის პოტენციალის ტოლია:

$$\varphi_{ჩამ} = I_{გვ} \cdot R_{ჩამ} \quad (1.11)$$

სადაც $I_{გვ}$ მიწასთან მოკლედ შერთვის დენია; $R_{ჩამ}$ – ჩამამიწებლის წინაღობა.

1.22 ნახაზზე მოცემულია ელექტროდანადგარების 1., 2., 3 კორპუსები, რომლებიც მიერთებული არიან ჩამამიწებელთან. თუ მიწაზე მდგომი ადამიანი ხელით ეხება დანადგარის კორპუსს, მაშინ მისი ხელი მიიღებს ჩამამიწებლის პოტენციალს ($\varphi_{ჩამ}$), ხოლო ფეხები – ნიადაგის ზედაპირის პოტენციალს ($\varphi_{ფ}$). ამის გამო ადამიანის ხელსა და ფეხებს შორის აღიმკრება პოტენციალთა სხვაობა, რომელსაც შეხების ძაბვა ეწოდება და იგი გამოისახება ფორმულით

$$U_{შუბ} = \varphi_{ჩამ} - \varphi_{ფ} \quad (1.12)$$

ნახაზზე მრუდი 1 გვიჩვენებს ელექტროდანადგარის კორპუსზე მოკლედ შერთვისას გრუნტის ზედაპირზე პოტენციალების განაწილებას, ხოლო მრუდი 2 – შეხების ძაბვის ცვლილებას ჩამამიწებლიდან მოცილების დროს. თუ ადამიანი, რომელიც ეხება დანადგარს, დგას უშუალოდ ჩამამიწებელთან, მაშინ ფეხებისა და ხელის პოტენციალები ერთნაირია და შეხების ძაბვა ნულის ტოლია. ჩამამიწებლიდან

მოცილების დროს შეხების ძაბვა იზრდება და აღწევს მაქსიმუმს, თუ ადამიანი ეხება იმ დანადგარის კორპუსს, რომელიც იმყოფება მიწაში დენის გადინების სონის გარეთ, ე.ი. ჩამამიწებლიდან 20 მეტრის მანძილზე. შეხების ძაბვა იანგარშება ფორმულით

$$U_{\text{შეხ}} = I_{\text{გზ}} \cdot R_{\text{ჩამ}} \quad (1.13)$$

ჯგუფური ჩამამიწებლის შემთხვევაში, ისევე როგორც ერთეული ჩამამიწებლის დროს, ბიჯური ძაბვის მაქსიმუმი გვაქვს უშუალოდ ჩამამიწებელთან. ანუ, როდესაც ადამიანი ერთი ფეხით უშუალოდ ჩამამიწებელზე ან მიწაზე დგას, რომლის ქვეშაც მდებარეობს ჩამამიწებელი, მეორე ფეხით კი – ელექტროდიდან ბიჯის მანძილზე. ყველაზე უსაფრთხოა ჩამამიწებლებს შორის შუაში დგომა, ვინაიდან აქ ფეხების პოტენციალი ერთნაირია, შესაბამისად, მათ შორის სხვაობა კი ნულის ტოლი.

უფრო რთული გაითვალისწინებ, ისევე როგორც შეხების ძაბვის შესახებ, გაითვალისწინება ადამიანის გარდამავალ წინააღმდეგობაში ძაბვის ვარდნა (პოპოვიციენტი).

1.26. ჩამამიწებელი მრავალფენიან გრუნტში

როდესაც ვიხილათ მიწაში დენის განდინებას, ვთვლით, რომ ნიადაგი ერთგვაროვანია, ანუ მას ნებისმიერ წერტილში ერთნაირი კუთრი წინააღმდეგობა აქვს. სინამდვილეში გრუნტი არ არის ერთგვაროვანი, იგი მრავალი შრისაგან შედგება. შრეებს აქვთ სხვადასხვა შედგენილობა, სტრუქტურა, ფორიანობა, სიმკვრივე, წასატეხადობა, ტენიანობა და სხვ. ამიტომ მათი კუთრი წინააღმდეგობა სხვადასხვაა. ჩვეულებრივ, მიწის ზედა ფენებს დიდი კუთრი წინააღმდეგობა აქვთ, ვიდრე ქვედას, იშვიათად არის პირიქით. ანგარიშის გამარტივების მიზნით თვლიან, რომ გრუნტის ორი ფენა აქვს – ზედა და ქვედა შესაბამისი კუთრი წინააღმდეგობით ρ_1 და ρ_2 .

მრავალფენიან გრუნტში ჩამამიწებლის წინააღმდეგობა დამოკიდებულია მის გეომეტრიულ ზომებზე, კონსტრუქციაზე, ჩაღრმავებაზე და გრუნტის ექვივალენტურ კუთრი წინააღმდეგობაზე. გრუნტის კუთრი წინააღმდეგობა განისაზღვრება სპეციალური საცდელი ელექტროდით.

ორფენა გრუნტის ექვივალენტური კუთრი წინააღმდეგობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\rho_{\text{შეხ}} = \frac{l}{\Delta l_1 / \rho_1 + \Delta l_2 / \rho_2} \quad (1.14)$$

სადაც $\rho_{\text{შეხ}}$ არის ორფენა გრუნტის ექვივალენტური კუთრი წინააღმდეგობა, ომი-მ;

l – ელექტროდის სიგრძე, მ;

ΔI_1 და ΔI_2 – ელექტროდის ნაწილების სიგრძე ზედა და ქვედა ფენებში, მ;
 ρ_1 და ρ_2 – ზედა და ქვედა ფენებისათვის გრუნტის კუთრი წინაღობა.

ცხრილების დახმარებით შესაძლებელია განისაზღვროს სხეადასხვა ტიპის ჩამამიწებლის საანგარიშო წინაღობა ორფენა ნიადაგში. ჯგუფური ჩამამიწებლის შემთხვევაშიც გვაქვს შესაბამისი ცხრილები, რის დახმარებითაც ვიანგარიშებთ საანგარიშო წინაღობას.

1.27. გრუნტის ელექტრული წინაღობა

გრუნტი ელექტრული დენის ცუდი გამტარია. თუ შევადარებთ ლითონებს, მაგ. სპილენძს, გრუნტის გამტარობა 5,7 მილიარდჯერ ნაკლებია სპილენძის გამტარობაზე. თუმცა იმის გამო, რომ მიწის ზედაპირი, რაშიც დენი გაედინება, ძალიან დიდია, იგი დენის გაელას უმნიშვნელო წინააღმდეგობას უწევს.

გრუნტი წარმოადგენს დისპერსიულ ფოროვან სხეულს, რომელიც შედგება მყარი, თხევადი და აიროვანი ნაწილებისაგან.

გრუნტის ელექტრული წინაღობა ხასიათდება ჯამური კუთრი წინაღობით ρ , ანუ იმ კუბის წინაღობით, რომლის წიბო 1 მ-ია. მისი განზომილებაა ომი-მ (შესაძლოა ომი-სმ).

გრუნტის კუთრი წინაღობა დიდ საზღვრებში იცვლება: ათიდან ათასეულებით ომი-მ-მდე, რადგანაც იგი ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ეს ფაქტორებია: გრუნტის ტენიანობა, ტემპერატურა, სახეობა, შემკერივების ხარისხი, წელიწადის დრო.

ნებისმიერი შედგენილობის მშრალ გრუნტს დიდი კუთრი წინაღობა აქვს (10^4 ომი-მ და მეტი). ე.ი. პრაქტიკულად იგი დენს არ ატარებს. გრუნტის დატენიანებით მისი წინაღობა მკვეთრად მცირდება, რადგანაც წყალი და ყველანაირი მარილების წყალხსნარები დენგამტარია.

ტენიანობის ზრდა 15-20%-მდე (მასის მიხედვით) მკვეთრად ამცირებს გრუნტის კუთრ წინაღობას. ტენიანობის შემდგომი ზრდა ნაკლებად მოქმედებს წინაღობის ცვლილებაზე. 70-80%-დან კი ოდნავ იზრდება, რაც აიხსნება წყალში მარილების კონცენტრაციის შემცირებით.

ტენიანი გრუნტი წარმოადგენს ელექტროლიტს. მისი ტემპერატურის მატებით კუთრი წინაღობა მცირდება, რადგან ტემპერატურის ზრდა იწვევს წყალში გახსნილი მოლეკულების დისოციაციის გაზრდას, ანუ ხსნარში იონების რიცხვი იზრდება, რაც ზრდის დენგამტარობას. ეს კანონზომიერება ძალაშია იქამდე, სანამ წყალი დაიწყებს

აორთქლებას. ინტენსიური აორთქლება ხდება ჩამამიწებელში დიდი ღუნების გაგლისას ნიადაგის გახურების შედეგად. გამოშვრალი გრუნტი კი ხასიათდება დიდი კუთრი წინაღობით. 0°C-ზე კუთრი წინაღობა ნახტომისებურად იცვლება. ამ ტემპერატურის ყინულს ბევრად მეტი აქვს წინაღობა, ვიდრე იგივე ტემპერატურის წყალს. გრუნტში არსებული ყინული არადენგამტარია. გრუნტის ტემპერატურის შემდგომი შემცირება 0°C-ის ქვემოთ კუთრი წინაღობის მკვეთრ ზრდას არ იწვევს – იგი ნელა იზრდება.

გრუნტი შეიძლება იყოს სხვადასხვა სახის: თიხა, თიხნარი, ქვიშა, ქვიშნარი, შავმიწა, ტორფნარი და ა.შ. მშრალ მდგომარეობაში იგი ღკნს არ ატარებს. დატენიანებისას გვაქვს სხვა სურათი: გრუნტში არსებული ხსნადი ნივთიერებების შემცველობა პირდაპირ მოქმედებს მის წინაღობაზე: რაც მეტია ასეთი ნივთიერებები (მჟავები, მარილები, ყუჩუები), მით ნაკლებია კუთრი წინაღობა. მნიშვნელობა აქვს დისპერსულობას, ანუ გრუნტის დაქუციატების ხარისხს: წვრილდისპერსიულ გრუნტებში შეკავშირებული წყალი მეტია და შესაბამისად წინაღობაც მეტია. თიხოვანი გრუნტი კარგად იჭერს წყალს, მკერივია, აქვს შედარებით მცირე კუთრი წინაღობა, ჩამიწების მოსაწყობად კარგი გრუნტია. ქვიშიანი გრუნტი ცუდად აკავებს წყალს და ტენს, აქვს დიდი კუთრი წინაღობა და არ არის ხელსაყრელი ჩამიწების მოსაწყობად.

გრუნტის შემკერივება პირდაპირ მოქმედებს მის წინაღობაზე: რაც მეტია სიმკერივე, ანუ რაც უფრო დატკეპნილია იგი, მით ნაკლებია კუთრი წინაღობა. ამის გათვალისწინებით, ჩამიწების მოწყობისას გრუნტს კარგად ტკეპნიან, რაც იძლევა ლითონის ეკონომიას. კარგად იტკეპნება შავმიწა, თიხა, ცუდად კი ქვიშა.

გრუნტის კუთრი წინაღობის ცვლილებას იწვევს წელიწადის დროების ცვალებადობა, რადგანაც ტემპერატურა და ატმოსფერული მოქმედებები იწვევს გრუნტში ცვლილებებს. მიჩნეულია, რომ გრუნტის კუთრი წინაღობის მკვეთრი შემცირება ხდება გაზაფხულზე და შემოდგომაზე, როცა დამდნარი თოვლი და წვიმები მასში ტენიანობას ზრდის. კუთრი წინაღობა იზრდება ზამთარში (როცა მიწა იყინება) და ზაფხულში (წყალი აორთქლდება). ანგარიშებში გაითვალისწინება სეზონურობის კოეფიციენტი.

ჩამამიწებელ მოწყობილობათა პროექტირებისას საჭიროა გრუნტის კუთრი წინაღობის ცოდნა კონკრეტულად იმ ადგილას, სადაც იგი ეწყობა. ამისათვის იგი უნდა გაიზომოს.

ერთგვაროვანი გრუნტის კუთრი წინაღობა იზომება ერთჯერადი ზონდირებით. საკონტროლო ზონდს – ღეროსებრ ელექტროდს დიამეტრით 4-5 სმ წვეტიანი

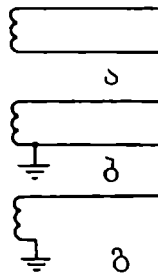
ბოლოთი ნაუშევებენ ვერტიკალურად რეკომენდებულ ხიდრმესე, მეორე ბოლო მიწის ზემოთ უნდა იყოს, გასომავენ წინააღობას, შემდეგ ფორმულით იანგარიშებენ კუთრ წინააღობას. დიდი სიზუსტისათვის ზონდს 3-4 ადგილზე ნაუშევებენ და აიღებენ წინააღობის საშუალო მნიშვნელობას, რითაც შემდეგ იანგარიშებენ კუთრ წინააღობას. არსებობს გასომეის სხვა მეთოდებიც – სხვადასხვა ხელსაწყოებით.

1.28. სხვადასხვა ქსელებში დენით დაშაგების საშიშროების ანალიზი.

ზოგადი ცნობები

დენით დაშაგების ყველა შემთხვევას განაპირობებს მთელი რიგი ფაქტორები, როგორიცაა: ადამიანის ქსელში წართვის სქემა, ქსელის ძაბვა, თვით ქსელის სქემა, მისი ნეიტრალის რეჟიმი, დენგამტარი ნაწილების მიწისაგან იზოლაციის ხარისხი, დენგამტარი ნაწილების მიწის მიმართ ტევალობა და ა.შ.

ცვლადი დენის ქსელები შეიძლება იყოს ერთფაზა ან სამფაზა. ერთფაზა ქსელები იშვიათად გვხვდება (ნახ. 1.23).



ნახ. 1.23. ერთფაზა ქსელები

ა – ორსადენიანი მიწისაგან იზოლირებული; ბ – ორსადენიანი ჩამიწებული გამტარით; გ – ერთსადენიანი.

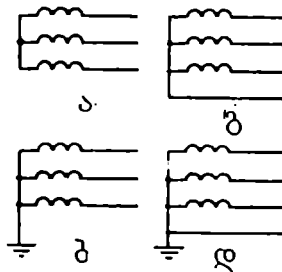
ერთფაზა ქსელები ძირითადად დაბალ ძაბვაზე გამოიყენება. ასეთი ძაბებია: 12, 24, 36 და 42 ვ. გამოყენების არეალი კი ასეთია: ხელის გადასატანი ლამპარები, ელექტროფიცირებული ინსტრუმენტები და მათი ანალოგიური მომხმარებლები. ასეთ შემთხვევაში იყენებენ ორსადენიან ქსელს.

უფრო მაღალ ძაბვაზე – 127, 220, 380 ვ-ზე და ზემოთ ერთფაზა ქსელები გამოიყენება შედულების ტრანსფორმატორის, გამოსაცდელი დანადგარების და სხვა მომხმარებლის კვებისათვის.

ერთსადენიან ერთფაზა ქსელებს იყენებენ ელექტროფიცირებულ ტრანსპორტში, გამოსაცდელ მოწყობილობებში და სხვ.

სამფაზა ქსელები ფართოდაა გამოყენებული. განასხევენ ოსოლირებულნე-იტრალიან და ჩამიწებულნეტრალიან სამფაზა ქსელებს (ნახ. 1.24).

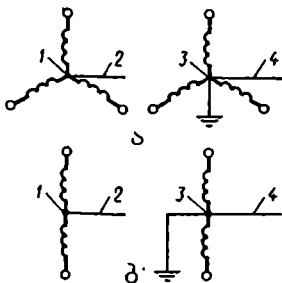
ნეიტრალი ანუ კეების წყაროს გრაგნილის ნეიტრალური წერტილი არის წერტილი, რომლის ძაბვა გრაგნილის ყველა მიმართულებით ერთია.



ნახ. 1.24. სამფაზა ქსელების სქემები

ა - სამსადენიანი ოსოლირებული ნეიტრალით; ბ - სამსადენიანი ჩამიწებული ნეიტრალით; გ - ოთხსადენიანი ოსოლირებული ნეიტრალით; დ - ოთხსადენიანი ჩამიწებული ნეიტრალით.

ჩამიწებულ ნეიტრალურ წერტილს ეწოდება ნულოვანი წერტილი. ნეიტრალი შეიძლება იყოს მიწისაგან ოსოლირებული ან მიწასთან უშუალოდ მიერთებული, ანუ ჩამიწებული. ნეიტრალურ წერტილთან მიერთებულ გამტარს ეწოდება ნეიტრალური გამტარი (ნახ. 1.25).

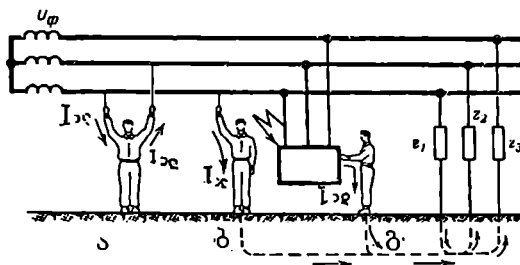


ნახ. 1.25. ნულოვანი და ნეიტრალური წერტილები

კვების წყაროს ან კნერგიის მომხმარებლის გრადენილების გამტარები – სამფაზა (ა) და მიმდევრობით შეერთებული ერთფაზა (ბ).

1 – ნეიტრალური წერტილი; 2 – ნეიტრალური გამტარი; 3 – ნულოვანი წერტილი; 4 – ნულოვანი გამტარი.

ადამიანის სამფაზა ქსელში ჩართვის სქემა ძირითადად ორგვარია: ელექტრული ქსელის ორ ფაზას შორის, ანდა ერთ ფაზასა და მიწას შორის, ანუ ორპოლუსა და ერთპოლუსა შეხება (ნახ. 1.26).



ნახ. 1.26. შეხება სამფაზა ქსელის სადენებთან.

ა – ორპოლუსა შეხება; ბ, გ – ერთპოლუსა შეხება. r_1, r_2, r_3 – სადენების სრული ელექტრული წინაღობა მიწის მიმართ.

ორპოლუსა შეხება უფრო იშვიათია, მაგრამ უფრო სახიფათო, რადგან ასეთ შემთხვევაში ადამიანი იმყოფება დენის წყაროს სრული ძაბვის ქვეშ, რომელიც ფაზურ ძაბვას $\sqrt{3}$ -ჯერ აღემატება. ასეთი შეხების დროს ადამიანს მიწისაგან იზოლაცია (რეზინის ბოტები, დიელექტრიკული ხალისა და სხვ) ვერ იცავს.

ერთფაზა მიწისაგან იზოლირებულ ქსელში ნორმალური მუშა რეჟიმის დროს რაც უფრო საიმედოა გამტარის იზოლაცია მიწის მიმართ, მით უფრო ნაკლებია საშიშროება გამტართან ერთფაზა შეხებისას და რაც მეტია იზოლაციის წინაღობა, მით საშიშია ადამიანის შეხება გამტართან. ავარიულ რეჟიმში გამტარის მიწასთან მოკლე ჩართვისას ადამიანი, ეხება რა გამართულ სადენს, აღმოჩნდება თითქმის სრული ძაბვის ქვეშ, მიუხედავად იზოლაციის წინაღობისა, ამიტომ დაშავების საშიშროება ბევრად მეტია, ვიდრე იგივე ქსელში ნორმალური რეჟიმის დროს.

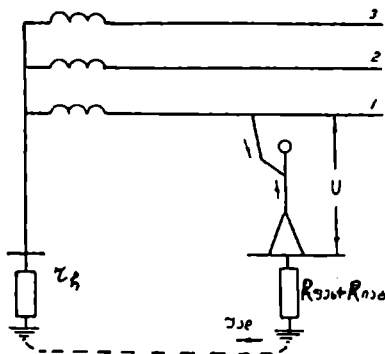
ერთფაზა ქსელში ჩამიწებული გამტართან ადამიანის ჩაუმიწებელ გამტართან შეხებისას იგი იმყოფება სრული ძაბვის ქვეშ, ხოლო მის ორგანიზმში გამავალი დენი უდიდესია. იზოლაციის წინაღობა მცირეა და მხედველობაში არ მიიღება. დიდი როლი ენიჭება მაიზოლირებელ იატაკს და ფეხსაცმელს.

ჩამოწმებულ გამტართან შეხებას უსაფრთხოდ მიიჩნევენ, რადგან მისი ძაბვა მიწის მიმართ უმნიშვნელოა. სინამდვილეში ეს ეოველთვის ასე არ არის. ნორმალურ პირობებში შეხების ძაბვა უმნიშვნელოა და ქსელის ძაბვის 5% შეადგენს. გამტარებს შორის მოკლე ჩართვის დროს დენი მკვეთრად იზრდება და ძაბვა გამტარებში თითქმის ქსელური ძაბვის 100%-ია. ცხადია, რომ შეხების ძაბვა პროპორციულად იზრდება დენის ზრდით და მოკლე ჩართვისას შეიძლება მიადწიოს ადამიანისათვის საშიშ მნიშვნელობას.

129. სამფაზა ქსელებში ერთოლუსა შეხება

უენგამტარ ნაწილებთან ერთოლუსა შეხებისას ადამიანის სხეულში გამაჟალი დენის სიდიდე დამოკიდებულია ქსელის ძაბვაზე, ნეიტრალის რეჟიმზე, იზოლაციას წინააღობაზე, ფაზების მიწის მიმართ ტევადობაზე და ა.შ.

ჩამოწმებულნეიტრალიან ქსელში ადამიანის ფაზურ სადენთან ერთოლუსა შეხებისას შეიკერება დაშაეების შემდეგი წრედი: ადამიანის სხეული-ფეხსაცმელი-იატაკი-მიწა-ნეიტრალის ჩამამიწებელი-ნეიტრალი (ნახ. 1.27).



ნახ. 1.27. ერთოლუსა შეხება სამფაზა ჩამოწმებულნეიტრალიან ქსელში.

ადამიანის სხეულში გამაჟალი დენის სიდიდე $I_{ად}$ გამოითვლება ფორმულით:

$$I_{ად} = \frac{U_{\phi}}{R_{ად} + R_{\text{ფეხ}} + R_{\text{იატაკ}} + r_k} \quad (1.15)$$

სადაც: U_{ϕ} არის ქსელის ფაზური ძაბვა;

$R_{ად}$ - ადამიანის წინააღობა;

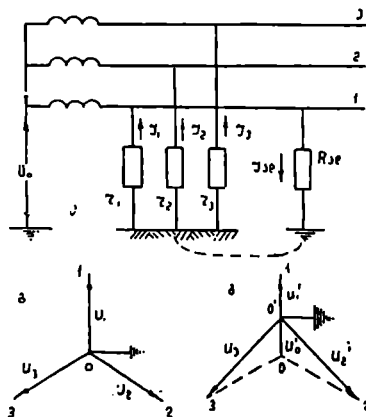
$R_{\text{იატაკ}}, R_{\text{ფეხ}}$ - იატაკის და ფეხსაცმლის წინააღობები;

r_n – ნეიტრალის წამოწების წინააღობა.

რაც მეტი იქნება ამ წინააღობათა ჯამი, მით ნაკლები დენი გაეა ადამიანის ორგანიზმში.

ასეთ შემთხვევაში ადამიანის სხეულში გამავალი დენის სიდიდე არ არის დაშოკებული ქსელის ტევადობაზე და იზოლაციის აქტიურ წინააღობაზე მიწის მიმართ, რადგან ისინი დაშუნტულია ნეიტრალის მიწასთან შემაერთებელი სადენით და მიწასთან მცირე განდინების წინააღობის მქონე ჩამამოწებლით.

იზოლირებულნეიტრალიან გაუერცობელ ქსელში ფაზების ტევადობები იმდენად მცირეა, რომ შეგვიძლია უგულებელვყოთ. ერთ-ერთი ფაზის გარღვევის შემთხვევაში წრედი შეიკერება ადამიანის სხეულისა და დანარჩენი ორი ფაზის მიწის მიმართ იზოლაციის გავლით (ნახ. 1.28).



ნახ. 1.28. ერთპოლუსა შეხება სამფაზა იზოლირებულნეიტრალიან გაუერცობელ ქსელში.

ფაზების იზოლაციის წინააღობა და ადამიანის სხეულის წინააღობა ეარსკვლავურად ჩართული არასიმეტრიული დატვირთვაა, რომელშიც ნულოვან წერტილს წარმოადგენს მიწა. ვექტორული დიაგრამა (ნახ. 1.28-ბ) გვიჩვენებს, რომ თუ იზოლაციის წინააღობები r_1, r_2, r_3 მიწის მიმართ სიმეტრიულია, ნულოვანი წერტილის (მიწის) პოტენციალი ემთხვევა ნეიტრალის პოტენციალს. ადამიანის პირველ ფაზასთან შეხებისას წინააღობის სიმეტრიულობა დაირღვევა და ვექტორული დიაგრამა შეიცვლება (ნახ. 1.28-გ). ამ შემთხვევაში ადამიანის სხეულში გამავალი დენის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$I_{\text{ა}} = \frac{3U_{\text{ა}}}{2R_{\text{ა}} + r} \quad (1.16)$$

სადაც: $r = r_1 + r_2 + r_3$

ამგვარად, ერთ ფაზასთან შეხებისას ადამიანის სხეულში გაძევალი დენის სიდიდე დამოკიდებულია დანარჩენი ორი ფაზის იზოლაციის წინააღობაზე. ამ წინააღობის ზრდით დენი მცირდება.

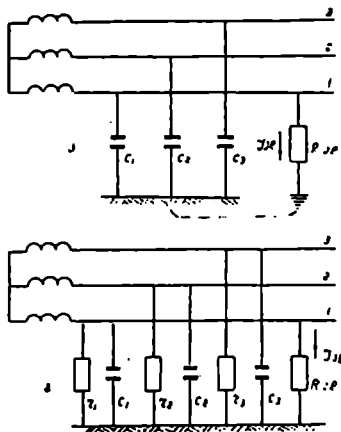
ერთპოლუსა შეხება სახიფათოა მაშინაც, როდესაც იზოლაციის წინააღობა დიდია, მაგრამ ფაზებს გაანინათ მიწის მიმართ მნიშვნელოვანი ტევადობა (ნახ. 1.26.).

ტევადობის სიდიდე დამოკიდებულია ქსელის კონსტრუქციაზე (საკაბელო თუ საჰაერო) და მის სიგრძეზე.

საკაბელო ქსელებს, ასევე მაღალი ძაბვის საჰაერო ქსელებსაც (>1000 ვ-ზე) დიდი ტევადობა აქვთ.

ტევადობის ზრდა დაშვების საფრთხეს მნიშვნელოვნად ზრდის.

ზემოთგანხილული ქსელების ანალიზის შედეგად ვასკენით, რომ ერთპოლუსა შეხების დროს ადამიანის სხეულში უფრო ნაკლები დენი გადის იზოლირებულ-ნეიტრალიან ქსელში. მაგრამ, თუ ადამიანი ეხება ერთ ფაზას, ხოლო სხვა რომელიმე ფაზა მიწასთან მოკლედ ჩართულია, მაშინ იზოლირებულ-ნეიტრალიან ქსელებში ხიფათი მეტია, რადგან ადამიანი აღმონდება არა ფაზური, არამედ ხაზური ძაბვის ქვეშ.



ნახ. 1.29. ერთპოლუსა შეხება სამფაზა ქსელებში დიდი ტევადობით
 ა – იზოლაციის წინააღობები უსასრულოდ დიდია და უგულებელყოფილია,
 ბ – იზოლაციის წინააღობები გაითვალისწინება ტევადობასთან ერთად.

130. ქსელის სქემისა და ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა

ქსელის სქემის და შესაბამისად ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა ხდება ტექნოლოგიური მოთხოვნებითა და უსაფრთხოების პირობების შესაბამისად. ჩვენს ქვეყანაში 1000 ე-მდე ძაბვის ქსელში ძირითადად ორი სახის სქემა გავრცელებული: სამსადენიანი ქსელი იზოლირებული ნეიტრალით და ოთხსადენიანი ქსელი ჩამოწებული ნეიტრალით.

ტექნოლოგიური მოთხოვნებით უპირატესობა ენიჭება ოთხსადენიან ქსელს, რადგან იგი საშუალებას იძლევა ორი მუშა ძაბვა გამოიყენოთ – ხაზური და ფაზური. ოთხსადენიანი ქსელებიდან შეიძლება იკეცებოდეს ძალური დატვირთვა, რომელიც ჩაიროვება ფაზურ სადენებს შორის 380 ვ ძაბვაზე და ასევე გამანათებელი მოწყობილობა ფაზურ და ნულოვან გამტარებს შორის, ანუ ფაზურ 220 ვ ძაბვაზე.

უსაფრთხოების მოთხოვნებით, ნორმალური რეჟიმის პირობებში უფრო უსაფრთხოა იზოლირებულნეიტრალიანი ქსელები. ამიტომ იმ ობიექტებზე, სადაც შესაძლებელია იზოლაციის მაღალი დონის შენარჩუნება და გამტართა ტევადობა მიწის მიმართ უმნიშვნელოა, უნდა გამოყენებულ იქნას იზოლირებულნეიტრალიანი ქსელები. ასეთია შედარებით მოკლე ქსელები, სადაც არ არის აგრესიული გარემო და მათ სპეცპერსონალი აკონტროლებს (გადასაადგილებელი დანადგარებისათვის, შახტებში მუშაობისას და ა.შ.).

ჩამოწებულნეიტრალიანი ქსელები გამოიყენება იქ, სადაც გამტარების იზოლაციის კონტროლი გაძნელებულია (ტევადობის, აგრესიული გარემოს, დიდი სიგრძის გამო), როცა ძნელია იზოლაციის დაზიანების გამოვლენა ან ტევადური დენები მიწასთან მოკლე ჩართვისას აღწევენ მნიშვნელოვან, ადამიანისათვის საშიშ სიდიდეებს. ასეთი ქსელების მაგალითებია მსხვილი სამრეწველო ობიექტები, საქალაქო და სასოფლო ქსელები და სხვ.

1000 ვ ძაბვის ზემოთ ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა ხდება როგორც ტექნოლოგიური, ასევე უსაფრთხოების მოსაზრებებით. ორივე მოსაზრებით, 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ქსელებში უმჯობესია ჩამოწებული ნეიტრალი, ანუ ჩამოწება მცირე წინააღობის მეშვეობით, მიუხედავად იმისა, რომ ასეთ ქსელებში გამტარების მიწის მიმართ დიდი ტევადობის გამო მათი იზოლაციის დაცვითი როლი მთლიანად იკარგება და ადამიანისათვის ერთნაირად საშიშია შეხება როგორც იზოლირებულნეიტრალიანი, ისე ჩამოწებულნეიტრალიანი ქსელის გამტართან.

საშიშროების შესამცირებლად ფაზის მიწასთან მოკლე ჩართვისას ნორმები ითვალისწინებს 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ქსელებში იზოლირებული ნეიტრალით მიწასთან სწრაფი მოკლე ჩართვის მოქმედებას. იმ ობიექტებზე, სადაც მიწასთან მოკლე

ჩართვის ალბათობა დიდია, ხაზები აღკვეთილია მიწასთან მოკლე ჩართვისაგან დამცავი ამორთვით.

131. დამცავი ჩამიწება. დანულება. დამცავი ამორთვა.

დამცავი ჩამიწების მოქმედების პრინციპი. ჩამამიწებელ მოწყობილობათა ტიპები

ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის პროცესში იზოლაციის დაზიანების გამო მათი კორპუსები და სხვა არადენგამტარი ლითონის ნაწილები შეიძლება აღმოჩნდნენ ძაბვის ქვეშ. უსაფრთხოებისათვის საჭიროა დამცავი მოწყობილობების გამოყენება, ასეთია: დამცავი ჩამიწება, დანულება და დამცავი ამორთვა.

დამცავი ჩამიწება წარმოადგენს ელექტროდანადგარების არადენგამტარი ნაწილების მიწასთან წინასწარგანზრახულ შეერთებას ჩამამიწებელი სადენებითა და ჩამამიწებლებით. ჩამამიწებლებს ლითონური ელექტროდების სახით ათავსებენ მიწაში და მათ უნდა აკონდუტ მიწაში განდინების მცირე წიხაღობა. მიწის ექვივალენტი შეიძლება იყოს მდინარის ან ზღვის წყალი, ქვანახშირის ბუნებრივი ფენები და სხვ. დამცავი ჩამიწება განსხვავდება მუშა ჩამიწებისა და მესამერიდებისაგან.

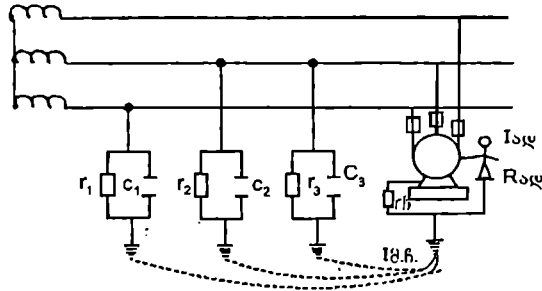
დამცავი ჩამიწების დანიშნულებაა ელექტროდანადგარების კორპუსთან ან სხვა ლითონურ ნაწილებთან შეხებისას, რომლებიც მოკლე ჩართვის ან სხვა მიზეზის გამო აღმოჩნდნენ ძაბვის ქვეშ, დენით დაშვების საშიშროების მოცილება, ანუ შეხების ძაბვისა და ბიჯური ძაბვის მინიმალურ უსაფრთხო მნიშვნელობამდე დაყვანა. ეს მიიღწევა ჩამამიწებელი მოწყობილობის პოტენციალის შემცირებით, ასევე ჩამიწებული მოწყობილობისა და ადამიანის ქვეშ საძირკელის პოტენციალის გათანაბრებით.

დამცავი ჩამიწება ძირითადად გამოიყენება 1000 ვ-მდე ძაბვის ცვლადი დენის ქსელში იზოლირებული ნეიტრალით და 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ქსელში ჩამიწებული ნეიტრალით. ნახ. 130-ზე მოცემულია დამცავი ჩამიწების სქემა.

როდესაც ჩამიწება არ არსებობს, კორპუსს აქვს ფაზური ძაბვა მიწის მიმართ და მასთან შეხება ისევე საშიშაა, როგორც დენგამტარ ნაწილებთან. კორპუსის მიწასთან შეერთება იწვევს ძაბვების გადანაწილებას და მას ექნება ძაბვა: $U_{ჩამ} = I_{ჩამ} \cdot R_{ჩამ}$. ე.ი. ძაბვა კორპუსზე მოკლე ჩართვის დენისა და ჩამიწების წინააღობის ნამრავლის ტოლია. ადამიანის სხეულში გამავალი დენი გამოითვლება ფორმულით:

$$I_{\text{არ}} = \frac{I_{\text{არ}} r_{\text{ფ}}}{R_{\text{არ}}} \quad (1.17)$$

ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ადამიანის სხეულში გამავალი დენის ($I_{\text{ად}}$) შესამცირებლად უნდა შევამციროთ ჩამიწების წინაღობა ($r_{\text{ფ}}$).



ნახ. 1.30. დამცავი ჩამიწება

ამასთან, ადამიანი და ჩამიწების წინაღობა აღმოჩნდებიან პარალელურად ჩართულები და მიწაში გამავალი დენიც ორ შტოში გაივლის: ადამიანში და ჩამიწების წინაღობაში. მცირე ჩამიწების წინაღობის შემთხვევაში ადამიანში უსაფრთხო დენი გაივლის, რაც მოცემულია ნორმებში.

„ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების“ თანახმად, ნორმებით მიღებულია, რომ 1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელებში დამცავი ჩამიწების წინაღობა $r_{\text{ფ}} \leq 4$ ომი. 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის ელდანადგარებში მიღებულია: თუ მოკლე ჩართვის დენი $I_{\text{მკ}} < 500$ ა, $r_{\text{ფ}} \leq \frac{250}{I_{\text{მკ}}}$ მაგრამ არაუმეტეს 10 ომისა. თუ $I_{\text{მკ}} > 500$ ა, $r_{\text{ფ}} \leq 0,5$ ომი.

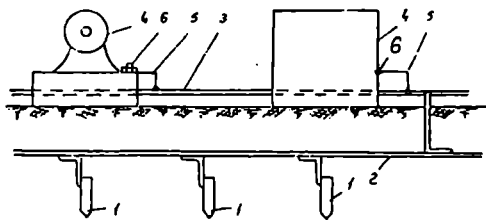
კონსტრუქციულად ჩამამიწებელი მოწყობილობა შედგება ჩამამიწებლებისაგან, რომლებიც მიწაშია ვერტიკალურად განლაგებული და ერთმანეთთან შეერთებულია ზოლოვანით. ჩამამიწებლები წარმოადგენს ფოლადის მილებსა და კუთხოვანებს.

ჩამამიწებლები შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური. ჩამამიწებელ მოწყობილობაზე დანახარჯების შემცირების მიზნით პირველ რიგში გამოიყენებენ ბუნებრივ ჩამამიწებლებს. ესენია: მიწის ქვეშ გაყვანილი ლითონის მილები და კონსტრუქციები, შენობის არმატურა, კაბელების ტყეის გარსაცმები. აკრძალულია ამ მიზნით წვადი სითხეების და გაზის მიღგაყვანილობის გამოყენება, აგრეთვე ისეთი მიღგაყვანილობის გამოყენება, რომელიც დაფარულია ანტიკოროზიული საიზოლაციო მასალებით.

პრაქტიკულად ბუნებრივი ჩამამიწებლის წინააღობა, როცა აღებულია განშტოებული წყალგაყვანილობის კსელი, არ აჭარბებს 2 ომს. მიწაში ჩამონტაჟებული ვერტიკალური მიღგაყვანილობის (არტეზიული ჭა, ნაბურღი, შურფი) წინააღობა არაუმეტეს 1 ომი. თუ ბუნებრივი ჩამამიწებლის წინააღობა აკმაყოფილებს ნორმებს, მაშინ 1000 ემდე ძაბვის დანადგარებში ხშირ შემთხვევაში ხელოვნური ჩამიწების მოწყობა აღარ არის საჭირო.

1.32. ჩამიწების მოწყობა და ანგარიში

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, დამცავი ჩამიწება შედგება ჩამამიწებლის ჯგუფისა და შემეერთებული ზოლოვანასაგან, რომლებიც უშუალოდ მიწაშია, ასევე, ჩამიწების მაგისტრალისგან, რომელსაც პარალელურად უერთდება მანქანა-დანადგარების კორპუსები შემეერთებული სადენებით (ნახ. 1.31).



ნახ. 1.31. ჩამიწების მოწყობა

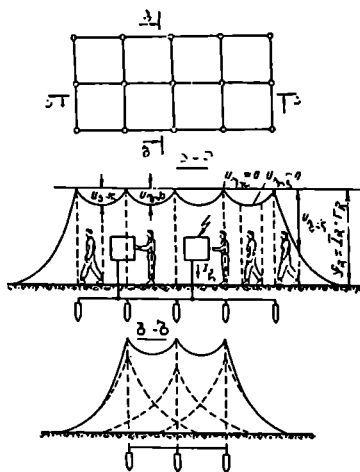
1 – ჩამამიწებლები; 2 – ზოლოვანა; 3 – ჩამამიწებლის მაგისტრალი; 4 – მანქანა-დანადგარები; 5 – შემეერთებული სადენები; 6 – ჭანტიკური შეერთება ან შედუღება.

ხელოვნურ ჩამამიწებლად იყენებენ 40×40 და 60×60 მმ ზომის კუთხოვანებს, ფოლადის მილებს დიამეტრით 3,5 სმ, არანაკლებ 100 მმ² კვეთის ფოლადის სალტებს. ვერტიკალური ჩამამიწებლის სიგრძე 2,5-3 მ-დეა.

ზოლოვანი ფოლადი გამოიყენება ვერტიკალური ჩამამიწებლის დასაკავშირებლად და დამოუკიდებელ ჰორიზონტალურ ჩამამიწებლად. მისი კვეთი 4×12 მმ და მეტია. წრიული ფოლადის დიამეტრი კი $\geq$ 8 მმ. ნახაზ 1.32-ზე მოცემულია კონტრულური ტიპის ჩამამიწებელი მოწყობილობა.

ანგარიშის დროს განისაზღვრება: ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობა; გრუნტის საანგარიშო კუთრი წინააღობა; ამოირჩევა ჩამამიწებლის ტიპი და

განლაგება; ვერტიკალური ჩამამიწებლების რიცხვი და მათი შემაერთებელი ზოლოვანას სიგრძე. ჩამამიწებლის წინაღობის ზუსტი მნიშვნელობა გაიზომება ადგილზე დამონტაჟების შემდეგ, თუ იგი არასაკმარისია, დაუმატებენ ვერტიკალურ ჩამამიწებლებს.



ნახ. 1.32. კონტურული ჩამამიწებელი მოწყობილობა.

$U_{\text{შეხ}}$, $U_{\text{ბიჯ}}$ – შეხების და ბიჯური ძაბვებია; $\Phi_{\text{ჩ}}$ – ჩამამიწებლის პოტენციალი; $I_{\text{ჩ}}$ – ჩამამიწებლით მიწაში გამაგალი დენი; $r_{\text{ჩ}}$ – ჩამამიწებელი მოწყობილობის დენის განდინებისადმი წინაღობა.

ჩამიწების გაანგარიშების დროს წარმოებს ჩამამიწებლის რაოდენობისა და მათი შემაერთებელი ზოლოვანას სიგრძის განსაზღვრა, გეგმაზე მათი განლაგების ჩვენებით. გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს იმ მიზნით, რომ ჩამამიწებელი მოწყობილობის საერთო წინაღობა არ აღემატებოდეს ნორმით დასაშვებს.

ჩამამიწებლის წინაღობა დამოკიდებულია:

იმ გრუნტის თვისებებსა და მდგომარეობაზე, რომელშიც განლაგებულია ჩამამიწებლები;

ელემენტების ტიპზე, რომლებისგანაც დაშაადებულია ჩამამიწებელი და მათი ჩამარხვის სიღრმეზე;

ჩამამიწებელი ელემენტების რაოდენობასა და მათ ურთიერთგანლაგებაზე.

იმ შემთხვევაში, თუ იზოლაციის გარღვევის გამო ელექტროდანადგარს არა აქვს მოწყობილი დამცავი ჩამიწება, ლითონურ ნაწილთან შეხება ქსელის ერთ-ერთ

ფასთან შეხების ტოლფასია, ხოლო თუ მოწყობილია დამცავი ჩამოწება, მიწის მიმართ ამ ნაწილების ძაბვა მცირდება, ამიტომ მასთან შეხებისას ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის სიდიდე უსაფრთხოა მისი ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისათვის. კორპუსი, რომელსაც მოწყობილი აქვს დამცავი ჩამოწება, ერთ-ერთი ფაზის გარღვევისას აღმოჩნდება ძაბვის ქვეშ, რომელიც ტოლია

$$U_{\text{შეხ}} = I_{\text{ნაი}} R_{\text{ნაი}} \quad (1.18)$$

თუ ადამიანი შეეხება ასეთ კორპუსს, იგი აღმოჩნდება შეხების ძაბვის სუპოქმედების ქვეშ, რომელიც ტოლი იქნება

$$U_{\text{შეხ}} = \alpha \cdot U_{\text{ნაი}} \quad (1.19)$$

სადაც α შეხების კოეფიციენტი, რომელიც იცვლება 0-დან 1-მდე, ჩამოწების ადგილიდან დაშორების მიხედვით.

მაშასადამე ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენის სიდიდე შეგვიძლია განვსაზღვროთ ფორმულით

$$I_{\text{აფ}} = \frac{U_{\text{შეხ}}}{R_{\text{აფ}}} = \frac{\alpha \cdot U_{\text{ნაი}}}{R_{\text{აფ}}} = \frac{\alpha \cdot I_{\text{ნაი}} \cdot R_{\text{ნაი}}}{R_{\text{აფ}}} \quad (1.20)$$

ამრიგად, შეხების ძაბვა და ადამიანის ორგანიზმში გამავალი დენი შეიძლება მნიშვნელოვნად შევამციროთ მცირე წინაღობის მქონე ჩამამიწებლის გამოყენების და შეხების კოეფიციენტის შემცირებით.

ელექტროდანაგარის მიმართ ჩამამიწებლის განლაგების შესაბამისად გამოიყენება გამოტანილი (ნახ. 1.14) და კონტურული (ნახ. 1.15) დამცავი ჩამიწებები. გამოტანილი ჩამიწების დროს ჩამამიწებლები ეწეობა ჩასამიწებელი მოწყობილობიდან გარკვეულ მანძილზე, ხოლო კონტურული ჩამამიწებლის დროს ჩასამიწებელი მოწყობილობის ირგვლივ ვერტიკალურად ეწეობა ე.წ. ჩამამიწებელი კონტური ერთიმეორესთან სარტყლით შეერთებული ჩამამიწებლების საშუალებით.

ვერტიკალურ ჩამამიწებელ ელექტროდებად გამოიყენება 3...5 სმ-ის დიამეტრის ფოლადის მილები და 40×4 მმ-დან 60×6 მმ-მდე ზომის ფოლადის კუთხოვანები, სიგრძით 2,5...3 მ.

ვერტიკალური ელექტროდების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად გამოიყენება ფოლადის ზოლოვანა, კვეთით არანაკლები 12×4 მმ, ან არანაკლები 6 მმ დიამეტრიც მრგვალი კვეთის ფოლადი.

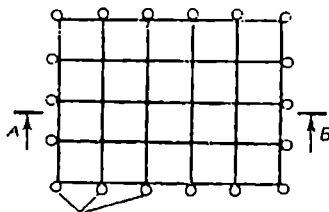
ჩამამიწებელი მოწყობილობების გაანგარიშება წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით (დამცავი ჩამიწება 1000 ელ-მდე).

განისაზღვრება ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობის დასაშვები მნიშვნელობა $R_{\text{ნაშ}}$ მუშა ძაბვის სიდიდის, ნეიტრალის რეჟიმისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით;

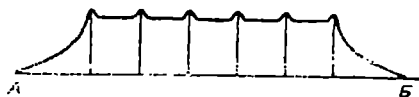
განისაზღვრება გრუნტის საანგარიშო კუთრი წინააღობა მოცემული ადგილმდებარეობის კლიმატური ზონის გათვალისწინებით;

შეირსევა ჩამიწების ტიპი და ხდება გეგმაზე ჩამამიწებლების წინასწარი განლაგება;

განისაზღვრება ვერტიკალური ჩამამიწებლების რაოდენობა და ჩამამიწებელი ზოლოვანას სიგრძე (ნახაზები 1.33, 1.34, 1.35, 1.36, 1.37).

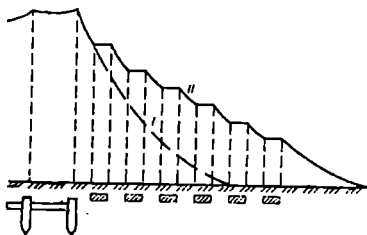


ნახ. 1.33 ვერტიკალური ელექტროდები (ღერძები)



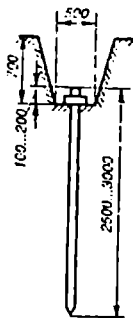
ნახ. 1.34 ჩამიწების კონტურის შიგნით პოტენციალების გათანაბრება:

გ – გეგმის ხედი; დ – პოტენციალის მრუდის ფორმა.

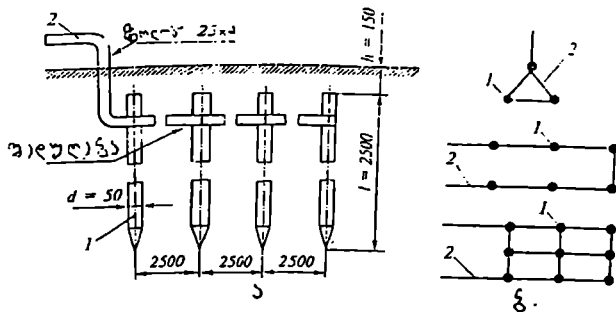


ნახ. 1.35 ე. პოტენციალის მრუდის ცვალებადობა კონტურის გარეთ:

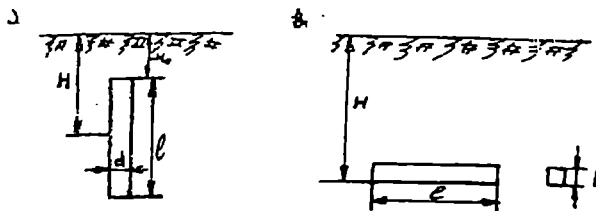
I – გათანაბრების გარეშე; II – გათანაბრების დროს.



ნახ. 1.35 ე. თხრილში ღერძული ჩამიწების მოწყობა



1.36 ჩამამიწებელი მოწყობილობის სქემა: ა) კონტურზე განლაგებული ჩამამიწებელი მოწყობილობა; ბ) პორისონტალური ფოლადის ზოლოვანა; 1 - ვერტიკალური ჩამამიწებელი; 2 - პორისონტალური ფოლადის ზოლოვანა.



ნახ. 1.37 გრუნტში ჩამამიწებლის განლაგება: ა) ვერტიკალური ჩამამიწებელი (ღეროსებრი ელექტროდი); ბ) პორისონტალური ჩამამიწებელი (ზოლოვანი ელექტროდი)

დაპროექტების სანიტარული ნორმების შესაბამისად დადგენილია ჩამამიწებელი მოწყობილობების მაქსიმალური წინააღობის შემდეგი მნიშვნელობები: 1000 ვლ-ზე მაღალი ძაბვის ჩამიწებულ ნეიტრალიან ელექტროდანადგარებში $R_{\Sigma} \leq 0,5$ ომს; 1000 ვლ-მდე მაღალი ძაბვის ოსოლირებულ ნეიტრალიან ელექტროდანადგარებში ჩამამიწებელი მოწყობილობის წინააღობა არ უნდა აღემატებოდეს

$$R_{\Sigma} = \frac{250}{I_{\Sigma}} \text{ ან } R_{\Sigma} = \frac{125}{I_{\Sigma}} \text{ ომს}$$

უენასკენი გამოსახულება გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ ერთი და იგივე ჩამამიწებელი გამოიყენება 1000 ვლ-მდე ძაბვის დანადგარებში; 1000 ვლ-მდე ძაბვის ოსოლირებულ ნეიტრალიან ელექტროდანადგარებში ჩამიწების წინააღობა არ უნდა აღემატებოდეს 10 ომს 100 კვა-ზე ნაკლები სიმძლავრის დროს და 40 ომს – დანარჩენ შემთხვევაში.

1000 ვლ-მდე ძაბვის ჩამიწებულ ნეიტრალიან ქსელში დამცავი ჩამიწება არაუფექტურია, ვინაიდან მიწასთან ერთფაზა შერთვისას მოკლედ შერთვის დენი არ არის საკმარისი დამცავი საშუალებების ასამოქმედებლად (დრობადი მცველები, დაცვის ავტომატები) და არ არის უსრუნველყოფილი ქსელის დაზიანებული უბნის ავტომატური ამორთვა. ასეთ ელექტროდანადგარებში დამცავი ჩამიწების მოწყობისას კორპუსზე მოკლედ შერთვისას წარმოქმნილი, მიწაში მოკლედ შერთვის დენი ტოლი იქნება

$$I_{\Sigma} = \frac{U}{R_0 + R_{\Sigma}} \quad (1.21)$$

სადაც U ფაზური ძაბვა; R_0 – ნეიტრალის ჩამამიწებლის წინააღობა; R_{Σ} – დამცავი ჩამიწების წინააღობა.

თუ ასეთი დენი გაიედის ხანგრძლივად კორპუსის ჩამამიწებელში, ჩამიწებულ დანადგარზე მოდებული პოტენციალი

$$U_{\Sigma} = I_{\Sigma} \cdot R_{\Sigma} = \frac{U \cdot R_{\Sigma}}{R_0 + R_{\Sigma}}, \quad (1.22)$$

ფაზური ძაბვის ნახევრის ტოლი იქნება, როდესაც $R_{\Sigma} = R_0$, ხოლო როდესაც $R_{\Sigma} > R_0$, კიდევ უფრო მეტ სიდიდეს მიაღწევს, ე.ი. ასეთ ქსელში დამცავი ჩამიწება ეერ უსრუნველყოფს საიმედო დაცვას ელექტრული დენით დაზიანებისაგან.

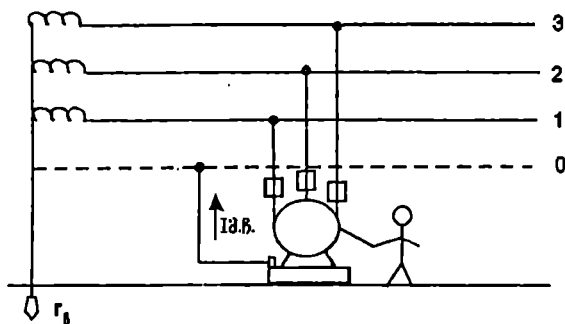
1.33. დანულება

დანულება ეწოდება ელექტროდანადგარების ლითონის კორპუსების წინასწარგანზრახულ მიერთებას მრავალჯერ ჩამიწებულ ნულოვან დამცავ სადენთან.

იგი გამოიყენება 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამოწვეულნიტრალიან ქსელებში და უსრუნველყოფს ქსელის დაზიანებული უბნის ავტომატურ გათიშვას და მომუშავეთა ხაიმედლო დაცვას.

დანადგარის დანულებულ კორპუსზე ძაბვის გარდვევა გადაიქცევა ხედოენერ მოკლე ჩართვად, რის შედეგადაც ამოქმედდება მაქსიმალური დენური დაცვა და დაზიანებული უბანი გაითიშება (ნახ. 1.38).

დანულებული სადენის კეითი ისე უნდა შეირჩეს, რომ რომელ უბანზეც უნდა მოხდეს ნულოვანი სადენის შეხება გამტარ ნაწილებთან, მოკლე ჩართვის დენი 2,5-ჯერ მაინც უნდა აღემატებოდეს ყველაზე ახლომდებარე დნობადი მცველის ნომინალურ დენს ან 1,5-ჯერ – ავტომატური ამომრთველის ამოქმედების დენს. ამ შემთხვევაში ნულოვანი სადენის სრული გამტარებლობა ფაზური სადენის გამტარებლობის არანაკლებ 50% უნდა იყოს.



ნახ. 1.38 დანულება

წარმოქმნილი მოკლე ჩართვის დენი იანგარიშება შემდეგი გამარტივებული ფორმულით:

$$I_{\text{შ}} = \frac{U_{\text{ფ}}}{R_{\text{ფ}} + r_{\text{გ}}} \quad (1.21)$$

სადაც: $U_{\text{ფ}}$ არის ქსელის ფაზური ძაბვა, ვ;

$R_{\text{ფ}}$ და $r_{\text{გ}}$ შესაბამისად ფაზური და ნულოვანი სადენების წინაღობები, ომი.

თუ მოკლე ჩართვის დენი არ აკმაყოფილებს ზემოთ მოყვანილ პირობებს, მაშინ დაცვა არ იმოქმედებს და ადამიანი ელექტროდანადგარის კორპუსთან შეხებისას აღმოჩნდება ძაბვის ქვეშ.

ქსელეებში ჩამოწებული ნეიტრალით დაუშვებელია დან'ულების ნაცვლად მხოლოდ დამცავი ჩამოწების მოწყობა. ეს აიხსნება იმით, რომ გარღვევისას აგარიული დენის სიდიდე შეიძლება არასაკმარისი აღმოჩნდეს მცველის გასადნობად ან ავტომატის ამოსართავად.

ელექტროდანადგარებში, რომელთა ექსპლუატაციის პირობები ქმნის ნულოვანი სადენის გაწვევების შესაძლებლობას, საჭიროა მოეწყოს ნულის განმეორებითი ჩამოწება (საპაერო ხასუები, სამშენებლო მოუდნების ელმომარაგება და სხე.). ნულოვანი სადენის განმეორებითი ჩამოწების დანიშნულებაა შეამცროს ძაბვა იმ დანადგარების კორპუსებზე, რომლებიც დაცვის გარეშე აღმოჩნდნენ.

ქსელეების ექსპლუატაციის დროს საჭიროა ნულოვანი სადენის, მუშა და განმეორებითი ჩამოწების სადენების მთლიანობის შემოწმება.

დანულების მოწყობის გაიაფების და გამარტივების მიზნით ნებადართულია დამანულებელ სადენებად გამოყენებულ იქნას კაბელების ლითონური გარსაცმები, შენობის ფოლადის კონსტრუქციები და ელექტროგაყვანილობის ფოლადის მიღები.

ქსელის აგარიული უბნის საიმედო ამორთვისათვის აუცილებელია, რომ მოკლედ შერთული წრედის დენი აღემატებოდეს დამცავი ავტომატის დაყენების დენს ან დნობადი მცველის ნომინალურ დენს

$$I_{\text{გ}} \geq K I_{\text{н}} \quad (1.22)$$

სადაც K არის კოეფიციენტი, რომელიც არ უნდა იყოს 3-ზე ნაკლები დნობადი მცველების გამოყენებისას, 100 ა-მდე დამცავი ავტომატების გამოყენებისას $K=1,4$, სხვა ავტომატებისათვის $K=1,25$.

ამავე დროს, ყველა შემთხვევაში ნულოვანი სადენის სრული გამტარობა არ უნდა იყოს ფაზური სადენის გამტარობის 50%-ზე ნაკლები.

მოკლედ შერთვის დენის საანგარიშო მინშენელობა განისაზღვრება ტოლობით

$$I_{\text{გ}} = \frac{U_{\text{г}}}{Z / 3 + R_{\text{г}} + R_{\text{ф}}} \quad (1.23)$$

სადაც $Z/3$ არის ტრანსფორმატორის გრავნილის წინალობა, ომი (აიღება ცხ. 1.1); $R_{\text{г}}$ - ფაზური სადენის აქტიური წინალობა, ომი; $R_{\text{ф}}$ - ნულოვანი სადენის აქტიური წინალობა, ომი.

გამტარების აქტიური წინალობა განისაზღვრება ფორმულით

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1.24)$$

ხაღაც ρ არის გამტარის მასალის ხვედრითი წინაღობა, ომი. მმ² (სპილენძისათვის $\rho=0,0184$; ალუმინისათვის $\rho=0,0285$); l – გამტარის სიგრძე, მ; S – გამტარის განიეკვეთი, მმ².

ცხრილი 1.9

ტრანსფორმატორის სიმძლავრე, კვა	25	40	63	100	160	250	400	630	1000
$Z/3$, ომი	1,040	0,650	0,413	0,260	0,164	0,104	0,095	0,043	0,027

თუ დამანულებელ გამტარად გამოყენებულია ფოლადის ზოლოვანი, მისი წინაღობა განისაზღვრება ტოლობით

$$R_{\text{ზოლ}} = R_{\text{ზოლ}} \cdot l \quad (1.25)$$

ხაღაც $R_{\text{ზოლ}}$ არის 1 კმ სიუადის ფოლადის ზოლოვანის წინაღობა. იგი აიღება 1.2 ცხრილიდან დენის სიმკერისა და ზოლოვანას სორტიმენტის მიხედვით; l – ზოლოვანის სიგრძე, კმ.

ამასთან, ურთიერთინდუქციის წინაღობას მხედველობაში არ ვიდებთ.

მოკლედ შერთვის დენის სიდიდის განსაზღვრის შემდეგ საჭიროა განესაზღვროთ ფარდობა მოკლედ შერთვის დენის, ღნობადი მცველის ან დამცავი ავტომატის ნორმალურ დენთან

$$K_{\text{ფ}} = \frac{I_{\text{ფ}}}{I_{\text{ფ}}} \quad (1.26)$$

ფოლადის ზოლოვანის ხვედრითი წინაღობა ცველადი დენის შემოხეევაში (ომი/კმ)

ცხრილი 1.10

ზოლოვანას სორტიმენტი, მმ	განიეკვეთი, მმ	დენის სიმკერეე, ა/მმ			
		0,5	1,0	1,5	2,0
20×4	80	5.24	4.2	3.48	2.97
30×4	120	3.66	2.91	2.38	2.04
30×5	150	3.38	2.56	2.08	-
40×4	160	2.80	2.24	1.81	1.54
50×4	200	2.88	1.79	1.45	1.24
50×5	250	2.10	1.60	1.28	-
60×4	240	1.91	1.50	1.22	1.04
60×5	300	1.77	1.34	1.08	-

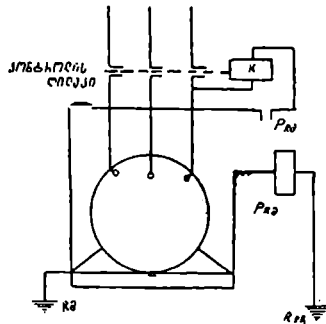
ფარდობის ანგარიშის შემდეგ თუ მივიღებთ, რომ დაკმაყოფილებულია ზემოთ მოყვანილი პირობა, შეიძლება ნაითვალის, რომ დამცავი დანულება სწორად არის გაანგარიშებული.

1.34. დამცავი ამორთვა

დამცავი ამორთვის დანიშნულებაა დაზიანებული ელექტროდანადგარის ავტომატური ამორთვა ქსელიდან. საფრთხე წარმოიშება მიწასთან მოკლე ჩართვის, იზოლაციის წინააღობის შემცირების, არასრულყოფილი ჩამოწებისა და დანულების გამო.

დამცავი ამორთვის სქემებში ძირითადი ორგანოა მგრძნობიარე ელემენტი—გადამწოდი, რომელიც რეაგირებს კორპუსის ძაბვაზე მიწის მიმართ, ნულოვანი თანმიმდევრობის ძაბვაზე, ფაზების მიწასთან მოკლე ჩართვის დენზე და ა.შ. აქედან გამომდინარე, არსებობს დამცავი ამორთვის განსხვავებული სქემები.

ყველაზე მარტივად ითვლება სქემა, რომელიც რეაგირებს ძაბვაზე კორპუსისა და მიწას შორის (ნახ. 1.39).

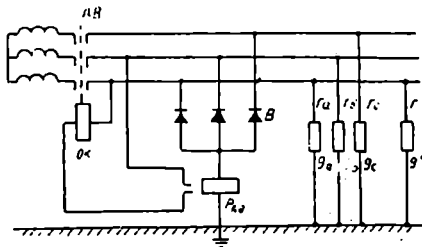


ნახ. 39. კორპუსსა და მიწას შორის ძაბვაზე მორეაგირე დამცავი ამორთვის სქემა.

ასეთი ტიპის სქემებში გადამწოდს წარმოადგენს ძაბვის რელე P , რომელიც ჩართულია კორპუსსა და დამხმარე ჩამამიწებელს $R_{დ.წ.}$ შორის. როდესაც ძაბვა კორპუსსა და მიწას შორის მიაღწევს სახიფათო მნიშვნელობას, რელე ამოქმედდება და თავისი ნორმალურად დაკეტილი კონტაქტით კვებას შეუწყვეტს კონტაქტორის კოჭას. კონტაქტორი გამოირთვება და მოიხსნება სახიფათო ძაბვა კორპუსიდან. ასეთი

სქემის უარყოფითი მხარეებია: დამხმარე ჩამამწვების საჭიროება, არაშერწყეითობა, ადამიანის დაუცველობა შიშველ ხაღუნთან შეხებისას.

იზოლირებილნიეტრალიან ქსელეში ხშირად იყენებენ ვენტილურ სქემას (ნახ. 1.35). თუ ადამიანი შეეხება რომელიმე ფაზას, მის სხეულში გაბაჟალი დენი იკერება რელეს გრაგნილის გაველით. როდესაც ეს დენი მიაღწევს სახიფათო მნიშვნელობას, რელე ამოქმედდება და თავისი ნორმალურად დაკეტილი კონტაქტით გამორთავს ქსელის ავტომატს.



ნახ. 1.40. დამცავი ამორთვის ვენტილური სქემა.

1.35. ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციისას უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, დაცვის ღონისძიებები

საწარმოებში უბედურ შემთხვევათა უდუდესი ნაწილი ხდება ელექტროშედულებზე მუშაობის დროს, ცუდად დარეგულირებული ელექტრომოწყობილობების, გაუმართავი ჩამრთველებისა და დამცველების გამოყენებისას, ღია და დახურული ელექტროგამტარების შეხებისას. ამიტომ წარმოების პირობებში ადამიანის ელექტრული დენით დაზიანებისაგან დაცვაედ საჭიროა განხორციელდეს დაცვის სხვადასხვა ღონისძიებები. მათ მიეკუთვნება: შემოღობვა, ბლოკირება, დენგამტარი ნაწილების იზოლაცია მიწისაგან და სხვ.

შემოღობვა და ბლოკირება იცავს ადამიანს ძაბვის ქვეშ მყოფ ელექტრომოწყობილობებთან შემთხვევებისაგან. მაღალი ძაბვის ქვეშ მყოფი ელექტრომოწყობილობების ყველა ნაწილი, რომლებიც იატაკიდან 2,5 მ-ზე დაბლაა, შემოიღობება, მიუხედავად იმისა, იზოლირებულია თუ არა. შემოღობვებისათვის გამოიყენება დამცავი ფარები. ზოგიერთ შემთხვევაში ელექტრულად საშიშ მოწყობილობებს ათავსებენ ყუთებში, კარადებში და ა.შ. ყველა ეს მოწყობილობა ჩაკეტილი უნდა იყოს, ანდა ჰქონდეს ბლოკირება, რომელიც წინააღმდეგობას გაუწევს ყუთებისა და კარადების გაღებას, როდესაც მათში მოთავსებული ელექტრომოწყობილობები ძაბვის ქვეშაა.

ბლოკირება არის 3 სახის: ელექტრული, მექანიკური და ელექტრომექანიკური. ელექტრომექანიკური მოწყობილობა ერთდროულად ახორციელებს ელექტროწრდის ამორთვას ან მექანიკურ ამორთვას შემოდოების მოხსნის ან .კარების გაღების შემთხვევაში.

ბლოკირებას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს, როდესაც ელექტროშედულებას აწარმოებენ ქვაბებში, ცისტერნებში, რეზერვუარებში, ნესტიან შენობებში, სადაც მუშაობის შესრულებისას შემდუღებელი შეიძლება მოხედეს 75 ვლ ძაბვის ქვეშ, განსაკუთრებით ელექტროდის გამოცვლის დროს.

უსაფრთხოებისათვის ასეთ მოწყობილობებთან მუშაობისას გამოიყენება ბლოკირება, რომელიც უსრუნველყოფს წრდის ავტომატურ გამორთვას უკმი სვლის დროს.

ძირითადი დამცავი საშუალებებია: 1000 ვლ-ზე დანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანები და დიელექტრიკული სახელურუანი ხელსაწყოები, აგრეთვე დენის მარწუხები; 1000 ვლ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში – მაიზოლირებული შტანგები, მაიზოლირებული და დენსაზომი მარწუხები და ძაბვის მანქანებლები.

დამატებითი მაიზოლირებული დამცავი საშუალებები ემსახურება ძირითადი საშუალებების დამცავი მოქმედების გაძლიერებას და გამოიყენება მათთან ერთად.

დამატებითი დამცავი საშუალებებია: დიელექტრიკული ფეხსაცმელი, მაიზოლირებული სადგარები, რეზინის ხალიჩები, რეზინის ჩექმები, ბოტები, ხოლო 1000 ვლ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანები. უნდა გვახსოვდეს, რომ მაიზოლირებული შტანგები და მარწუხები, საზომი მარწუხები, ძაბვის მანქანებლები და დიელექტრიკული ხალიჩები შეიძლება გამოვიყენოთ დახურულ სათაესებში, ხოლო ღია მოედნებზე – მხოლოდ მშრალ ამინდში.

დიელექტრიკული ხელთათმანები არის ადამიანის ძირითადი დამცავი საშუალება 220 ვლ ძაბვის დროს, ხოლო უფრო მაღალი ძაბვის შემთხვევაში დამცავი საშუალებებია მაიზოლირებული შტანგები და მარწუხები. დიელექტრიკული ხელთათმანები უნდა იყოს ისეთი ზომის, რომ მათი ჩაცმა შეიძლებოდეს შალის ხელთათმანებზე, რათა ღია ადგილებში მუშაობისას, განსაკუთრებით ზამთარში, ადამიანი დაცული იყოს ხელის მოყინვისაგან.

იზოლაციის წინააღობის გაზომვა. ელექტროდანადგარის გამტარების იზოლაცია დროთა განმავლობაში ირღევეა მათზე მოქმედი მრავალი ფაქტორის (მუდმივი ტენიანობა, მტვერი, მჟავური ორთქლი, აგრეთვე ჰაერის მაღალი ტემპერატურა) გავლენის გამო. არსებული წესების თანახმად, იზოლირებულ გამტარებს შორის გაუონის დენი არ უნდა აღემატებოდეს 0,001 ამპერს, ხოლო იზოლაციის წინააღობა

გასრდილი საშიშროებისას – არანაკლებ 1000 ომს. საიზოლაციო დანადგარები აუცილებლად უნდა შემოწმდეს წელიწადში ორჯერ.

იზოლაციის წინააღობას ზომავენ მეგამეტრით.

სამფაზიან მოწყობილობებში ნორმალური იზოლაციის დროს ეოლტმეტრი ყველა ფაზას უნდა უჩვენებდეს თანაბარ 220 ველ ძაბვას. ის ეოლტმეტრი, რომელიც მიერთებულია დაზიანებულ ფაზასთან, აჩვენებს ძაბვის ნაკლებ მნიშვნელობას, იზოლაციის დაზიანების ხარისხის მიხედვით, ხოლო სხვა ეოლტმეტრები აჩვენებს მომატებულ ძაბვას. მთლიანი მოკლედ ჩართვის შემთხვევაში დაზიანებულ ფაზასთან შეერთებული ეოლტმეტრი აჩვენებს 0-ს, ხოლო დანარჩენები – სრულ მუშა ძაბვას. დაკვირვებების გასაადვილებლად ხშირად იყენებენ სმოვან, მნათ და კომბინირებულ მოწყობილობებს. კომბინირებული დენის მაძიებელი, რომელიც მუშაობს როგორც ხმოვან, ისე მნათ რეჟიმში, ძალზე მოსახერხებელი და საიმედოა.

სიგნალიზაცია. ელექტროხელსაწყოებთან მომუშავე ადამიანის დენისაგან დაცვისათვის გამოიყენება სიგნალიზაცია, რომელიც იცავს მას ძაბვის ქვეშ მყოფ დანადგარების ნაწილებთან შეხებისაგან. სიგნალიზაციას ახორციელებენ უსაფრთხოების ლამპების საშუალებით, რომლებსაც ათავსებენ კოლოფში დიდი ძაბვის ქვეშ მყოფ მოწყობილობასთან და აღნიშნავენ, რომ ყველა ნაწილიდან დანადგარებში ძაბვა მოხსნილია.

დამცავი საშუალებები სიმაღლეზე, საყრდენებზე, სახლის სახურავზე მუშაობისას გამოიყენება სპეციალური ქამრები, კიბეები და ამწევი მოწყობილობები. დამცავ ქამრებს ცდიან 2,4 კილონიუტონი (კნ) ძაღის ქვეშ ყოველ 3 თვეში ერთხელ. მას უნდა ჰქონდეს დიდი მექანიკურ სიმტკიცე, რათა დაიცვას ადამიანი ჩამოვარდნისაგან. მუშაობის დაწყების წინ უნდა შემოწმდეს ქამარი და ჯაჭვი. დამცავი სათვალეები გამოიყენება ელექტრორკალისაგან თვალის დასაცავად, აგრეთვე გამდნარი ლითონის და გაზების თვალის არეში მოხვედრისაგან.

იზოლირებულ სახელურიანი ხელსაწყოები გამოიყენება ძაბვის ქვეშ მუშაობის დროს. ჭანჭიკისაგან უნდა იყოს პლასტმასის ან ხის სახელურით, ბრტყელტუნას სახელური უნდა იყოს ებონიტით ან პლასტმასით დაფარული. საერთოდ, ყველა დამცავი საშუალება უნდა შემოწმდეს გარკვეული დროის შემდეგ და აღინიშნოს შემოწმების თარიღი. დაზიანების შემთხვევაში ხელსაწყო მოიხსნება ექსპლუატაციიდან.

ელექტრომოწყობილობასთან მუშაობის დროს ელექტრული დენით დაზიანების უსაფრთხოებას უსრუნველყოფს დამცავი ჩამოწება, დანულება და ამორთვა.

**1.36. საწარმოო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედებისაგან დაცვა
ზემაღალი ძაბვების ელექტროდანადგარებში. ელექტრომაგნიტური ველის
ბიოლოგიური ზემოქმედება**

ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედება ჯანმრთელობაზე. ელექტროენერგეტიკული დანადგარების ექსპლუატაციის პროცესში, ზემაღალი ძაბვის (>330 კე) საპერო ელექტროგადამცემი ხაზების და ღია გამანაწილებელი მოწყობილობების ზემოქმედებით მომსახურე პერსონალს შეიძლება გაუუარესდეს ჯანმრთელობა. სუბიექტურად ეს გამოიხატება მომუშავეთა თვითშეგრძნების გაუარესებაში. ისინი უჩივიან ადვილად დაღლას, მოდუნებას, თავის ტკივილს, ცუდ ძილს, გულის ტკივილს და ა.შ.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა დაადგინა, რომ ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალის ჯანმრთელობის გაუარესება განპირობებულია ელექტრომაგნიტური ველით, რომელიც წარმოიშეება ამ დანადგარების დენმიმცემი ნაწილების ირგვლივ.

ელექტრომაგნიტური ველი 330 კე-ზე ნაკლები ძაბვის დანადგარებშიც წარმოიქმნება, მაგრამ ნაკლები ინტენსივობის, ამიტომ ბიოლოგიურ ობიექტებზე მისი ზეგავლენა უარყოფითი არ არის.

საწარმოო სიხშირის ინტენსიური ელექტრომაგნიტური ველი იწვევს ცენტრალური ნერვული და გულ-სისხლძარღვთა სისტემების დარღვევას, აგრეთვე, პერიფერიული სისხლის მიმოქცევის მოშლას. ამ დროს თავს იჩენს ჭარბი გადაღლა, ქვეითდება მომუშავის მოძრაობის სიზუსტე, იცვლება სისხლის წნევა და პულსი, ჩნდება ტკივილები გულში, რომელსაც თან ახლავს გულისცემის სიხშირის გაზრდა, არითმია და ა.შ.

ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების ეფექტი ბიოლოგიურ ობიექტზე ფასდება ელექტრომაგნიტური ენერგიის რაოდენობით, რომელიც შთაინთქმება ამ ველში მყოფი ობიექტით.

ელექტრომაგნიტური ველი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ორი ველი: ელექტრული და მაგნიტური. შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ელექტროდანადგარებში ელექტრული ველი წარმოიქმნება დენგამტარ ნაწილებზე ძაბვისას, ხოლო მაგნიტური – როდესაც დენი გაივლის ამ ნაწილებში.

დაშეგებულია, რომ მცირე სიხშირეზე (მათ შორის 50 კე-ზე) ელექტრული და მაგნიტური ველები არ არიან დაკავშირებული, ამიტომ მათი ზემოქმედება ბიოლოგიურ ობიექტებზე ცალ-ცალკე განიხილება.

რეალური პირობებისათვის ჩატარებულმა გამოთვლებმა აჩვენა, რომ საწარმოო სიხშირის ელექტროდანადგარებში აღმოცენებული ელექტრომაგნიტური ველის ნებისმიერ წერტილში ადამიანის მიერ შთანთქმული მაგნიტური ველის ენერგია თითქმის 50-ჯერ ნაკლებია ელექტრული ველის ენერგიაზე. ამასთან, საძიებო ხაზებისა და ღია გამანაწილებელი მოწყობილობების ზონებში ძაბვით 750 კე-მდე მაგნიტური ველის მანუ ზემოქმედება ბიოლოგიურ ობიექტებზე მელაქნდება დაძაბულობის ბერად მეტი მნიშვნელობის დროს.

ამის საფუძველზე გაკეთდა დასკვნა, რომ სამრეწველო სიხშირის ელექტროდანადგარებში ელექტრომაგნიტური ველის უარყოფითი ზემოქმედება განპირობებულია ელექტრული ველით, ხოლო მაგნიტური ველი უმნიშვნელო ზეგავლენას ახდენს და შეიძლება მისი უგულებელყოფა.

ელექტრული ველი სამრეწველო სიხშირის ელექტროდანადგარებში კოველ მოცემულ მომენტში განიხილება, როგორც ელექტროსტატიკური ველი, ანუ შესაძლებელია მას მიუყენოთ ელექტროსტატიკის კანონები. ეს ველი წარმოიქმნება ორ ელექტროდს (სხეულებს) შორის, რომელთაც გაანრიათ სხედასხვა ნაწილები და რომლებზეც ძალოვანი ხაზები იწეება და მთაერდება.

ელექტროდანადგარების ველი არათანაბარია, ე.ი. მისი დაძაბულობა ცვალებადობს ძალური ხაზების გასწვრივ. ამასთანავე, იგი წვეულებრივ არასიმეტრიულია, ვინაიდან აღმოცენდება ორ სხედასხვა ფორმის ელექტროდს შორის, მაგ. დენგამტარ ნაწილებსა და მიწას ანდა ლითონური ჩამამიწებლის კონსტრუქციებს შორის.

ელექტროგადამცემი საძიებო ხაზების ველი, ამის გარდა, შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც ბრტყელპარალელური, ანუ მისი ფორმა პარალელურ სიბრტყეებში ერთნაირია. ამ სიბრტყეებს ველის სიბრტყეები ეწოდება. მოცემულ შემთხვევაში ველის სიბრტყეები ხაზის ღერძის პერპენდიკულარულია.

ელექტრული ველის ბიოლოგიური ზემოქმედების მექანიზმი. ითვლება, რომ ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფუნქციების რეგულაციის დარღვევა განპირობებულია ველის ზემოქმედებით ნერული სისტემის სხედასხვა მონაკვეთზე. ამასთან, ცენტრალური ნერული სისტემის აგზნებადობის მომატება შედეგია ველის რეფლექტორული მოქმედებისა, ხოლო დამამუხრუჭებელი ეფექტი – თავის და ზურგის ტვინის სტრუქტურებზე ველის პირდაპირი ზემოქმედების შედეგი. ითვლება, რომ თავის ტვინის ქერქი, ასევე შუალედური ტვინი, ძალიან მგრძნობიარეა ელექტრული ველის ზემოქმედებისადმი. ასევე მიჩნეულია, რომ ძირითადი მატერიალური ფაქტორი, რომელიც იწვევს აღნიშნულ ცვლილებებს ორგანიზმში,

არის სხეულში ინდუცირებული დენი, ხოლო თვით ელექტრული ველის ზემოქმედება მნიშვნელოვნად მცირეა.

ელექტრული ველი ბიოლოგიურ ზემოქმედებასთან ერთად განაპირობებს განმეხტვას ადამიანსა და მისგან განსხვავებული პოტენციალის ლითონურ საგნებს შორის.

თუ ადამიანი უშუალოდ დგას მიწაზე ან დენგამტარ ჩამოწებულ საფუძველზე, მისი სხეულის პოტენციალი პრაქტიკულად ნულის ტოლია, მაგრამ თუ იგი იზოლირებულია მიწისაგან, მაშინ აღმოჩნდება პოტენციალის ქვეშ, რომელიც ხანდახან რამდენიმე კილოვოლტსაც აღწევს.

მიწისაგან იზოლირებული ადამიანის შეხებას ჩამოწებულ ლითონის საგანთან თან ახლავს განმეხტვის დენის გაელა მასში, რაც გამოიწვევს მტკივნეულ შეგრძნებას. განსაკუთრებით პირველ მომენტში. ხშირად შეხებას თან ახლავს ნაპერწკალიანი განმეხტვა. ასეთივე შედეგია მიწასთან უშუალო კონტაქტში მყოფი ადამიანის შეხებისას მიწისაგან იზოლირებულ ლითონურ საგნებთან.

თუ შეხება ხდება ღიდი სიკრძის (მილგაყვანილობები, მავთულის შემოღობეები ხის დეარებზე და სხვ.), ან ღიდი ზომის (ხის შენობის სახურავი და სხვ.) მიწისაგან იზოლირებულ ლითონის საგნებთან, ადამიანის სხეულში გამავალი დენი ხშირად სიცოცხლისათვის საშიშ მნიშვნელობებს აღწევს.

137. ელექტრული ველის დაძაბულობა. ადამიანის სხეულის მეშვეობით მიწაში გამავალი დენი.

სამრეწველო სისშირის ელექტროდანადგარების სიახლოვეს სიერცის სხედასხვა წერტილში ელექტრული ველის დაძაბულობა სხვადასხვაა. ეს დამოკიდებულია სხედასხვა ფაქტორზე: ელექტროდანადგარის ნომინალურ ძაბვაზე; მანძილზე დენგამტარი ნაწილებიდან ველის დაძაბულობის განსაზღვრის წერტილამდე; მიწის ზემოთ განლაგებული დენგამტარი ნაწილების და ჩვენთვის საინტერესო წერტილის სიმაღლეზე და სხვ.

დაძაბულობის გაზომვა შეიძლება სპეციალური ხელსაწყოთი, ხოლო საპაერო ხაზების სიახლოვეს – გამოთვლებით.

ცვლადი დენის მოქმედი ელექტროდანადგარების ახლოს, ანუ მათ მიერ შექმნილი ელექტრული ველის არეში მყოფი ადამიანის სხეულის მეშვეობით მუდმივად გადის დენი მიწაში. ამასთანავე, თუ ადამიანი არ არის იზოლირებული მიწისაგან, ე.ი. დგას დენგამტარი ფეხსაცმლით უშუალოდ მიწაზე ან გამტარ საპირკველზე, დენი გაედინება მიწაში ადამიანის შეხების მთელი ფართით. თუ ადამიანი იზოლირებულია

მიწისაგან (დგას მშრალ ფიცარზე, აცვია რეზინის ფეხსაცმელი და სხვ.) მიწაში დენი გადის ადამიანის სხეულსა და მიწას შორის ტვედური კავშირის გამო.

ორივე შემთხვევაში დენის მნიშვნელობა პრაქტიკულად ერთნაირია იმ პირობით, რომ ადამიანი დგას ერთსა და იმავე ადგილზე მიწასთან ახლოს.

ადამიანის სხეულში გამავალი დენის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ელექტროდანადგარის ნორმალურ ძაბვაზე, ადამიანის ადგილმდებარეობაზე დენგამტარი ნაწილების და მიწის მიმართ და რიგ სხვა ფაქტორებზე. ერთიდაიმავე დანადგარისათვის ეს დენი შეიძლება სხვადასხვა მნიშვნელობის იყოს.

ელექტროგადამცემ საპაეო საყრდენებზე ასკლისას ადამიანში გამავალი დენი ღიდ საზღვრებში იცვლება, როდესაც ადამიანი დგას მიწაზე 500 კე ძაბვის ხაზის საყრდენთან, მასში გაივლის რამდენიმე მიკროამპერი დენი. საყრდენზე ასვლისას, ანუ სადენთან მიახლებისას, დენი იზრდება და როდესაც ადამიანი იმეფება საყრდენზე სადენის დონეზე ანუ უშუალოდ კიდურა სადენის ზემოთ ტრავერსზე, მასში გამავალი დენი აღწევს 500-600 მკა.

საყრდენთან ახლოს დენის სიმცირე აიხსნება წამოწყებული საყრდენის ეკრანილების მოქმედებით. თუ ადამიანი დგას საყრდენიდან შორს, მაგ. შუა მალში, მაშინ 500 კე ხაზის ქვეშ ადამიანის სხეულში გამავალი დენი აღწევს 100-150 მკა-ს

138. ჰიგიენური ნორმატივები

სამრეწველო სიხშირის ელექტრული ველის უარყოფითი ზემოქმედების ხარისხი ადამიანის ორგანიზმზე შეიძლება შეფასდეს ადამიანის მიერ შთანთქმული ელექტრული ველის ენერგიის სიდიდით, ასევე დენით, რომელიც გაედინება ადამიანის სხეულის გაელთ მიწაში და ველის დაძაბულობით იმ წერტილში, სადაც იმყოფება ადამიანი. ყველა ეს სიდიდე ერთმანეთთან დაკავშირებულია უბრალო მათემატიკური დამოკიდებულებებით, ამიტომ სულ ერთია, რომელ მათგანს გამოვიყენებთ ნორმირებისთვის.

მიზანშეწონილია, რომ ელექტრული ველის ორგანიზმზე ზემოქმედების გამოკვლევისას, ასევე შესაბამისი გათვლებისას გამოვიყენოთ ადამიანის სხეულში გამავალი დენის მნიშვნელობა. სამრეწველო სიხშირის ელექტრულ ველში მყოფი ადამიანის უსაფრთხოების კრიტერიუმად მიღებულია ველის დაძაბულობა ადამიანის ყოფნის ადგილზე. ამასთანავე, მხედველობაში მიიღება ის, რომ ადამიანის სხეულში გამავალი დენის სიდიდე, ისევე როგორც მის მიერ შთანთქმული ენერგია, დამოკიდებულია სხეულის მდებარეობაზე ველის წყაროს მიმართ. ადამიანის სხეულის მდგომარეობის შეცვლისას (შებრუნება, დახრა და ა.შ.) იცვლება დენის

სიდიდე 1,5-2-ჯერ, ხოლო ენერგია – 2-4-ჯერ, პრაქტიკულად ადამიანზე ეელის ბიოლოგიური ზემოქმედების ინტენსივობის შეეცვლელად. გარდა ამისა, წარმოების პირობებში გაცილებით ადვილია ეელის დაძაბულობის გაზომვა, ვიდრე ადამიანის სხეულში გამავალი დენისა და მის მიერ შთანთქმული ენერგიისა.

დენის დასაშვები მნიშვნელობა. ელექტრული ეელის ზეგავლენით ადამიანის სხეულში გამავალი დენის სიდიდე აღწევს 50-60 მკა, ხოლო ელექტრული ეელის დაძაბულობა ადამიანის სიმძლავრეზე – დაახლოებით 5 კვ/მ.

ელექტრული განმუხტვის დროს ადამიანის შეხებისას განსხვავებული პოტენციალის ლითონურ ნაწილებთან, წარმოქმნილი დენი არ აღემატება 50-60 მკა-ს და იგი არ განიცდის ტკივილს.

დაცვის საშუალებების გარეშე საწარმოო სიხშირის ელდანადგარების ელექტრულ ეელში ადამიანის ყოფნის ხანგრძლივობა დადგენილია ნორმებით (იხ. ცხრ. 1.13).

საწარმოო სიხშირის ელექტროდანადგარების ეელში ადამიანის ყოფნის დროის ნორმები 1 დღე-ღამეში

ცხრილი 1.11

№	ელექტრული ეელის დაძაბულობა კვ/მ, ჩათვლით	ადამიანის ეელში ყოფნის დასაშვები დრო, წთ
1	5-მდე	შეუზღუდავი
2	5-10	≤180
3	10-15	≤90
4	15-20	≤10
5	20-25	≤5

კუნტები 2-5 ძალაშია მაშინ, თუ დანარჩენი დროის განმავლობაში ადამიანი იმოყვება ისეთ ადგილებში, სადაც ელექტრული ეელის დაძაბულობა ≤5 კვ/მ.

ეს ნორმები სავალდებულოა პერსონალისთვის, რომელიც ემსახურება 330 კვ და მეტი ძაბვის სამრეწველო სიხშირის ელექტროდანადგარებს.

თუ ეელის დაძაბულობა 25 კვ/მ-ს აღემატება, ასეთ პირობებში ხანგრძლივი სამუშაოები ტარდება დამცავი საშუალებებით – მაეკრანებელი კოსტიუმით ან მაეკრანებელი მოწყობილობით.

არეს, რომელშიც ელექტრული ეელის დაძაბულობა აღემატება 5 კვ/მ-ს, ეწოდება ელექტრული ეელის ზონა.

ელექტრული ველის დაძაბულობის განსაზღვრა სამუშაო ადგილზე, ასევე, ველის გაეფენის საზღვრების დაგენა ხდება სპეციალური ხელსაწყოთა – დაძაბულობის გამზომის მეშვეობით.

სამუშაო ადგილზე დაძაბულობა იზომება შემდეგ შემთხვევებში: დანადგარის ექსპლუატაციაში მიღებისას, ელექტროდანადგარების კონსტრუქციის, მაკრანებული მოწყობილობის, დენმიმცემი ელემენტების შეერთების სქემების და დანადგარის მუშაობის შეცვლისას; ახალი სამუშაო ადგილების შექმნისას და ბოლოს, მიმდინარე სანიტარული ზედამხედველობისას.

დაძაბულობის გაზომვა უნდა ხდებოდეს მთელ ზონაში, სადაც შეიძლება იმოქმედებდეს მომუშავე. დაძაბულობის მნიშვნელობა, ჩვეულებრივ, ყველაზე მეტია ადამიანის სიმაღლის დონეზე.

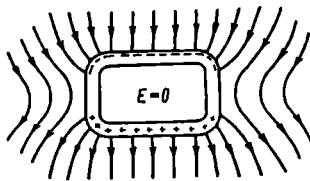
139. მაკრანებული კოსტუმები

სამრეწველო სიხშირის ზემაღალი ძაბვის ელექტრულ ველში და საპროტექტო გადამცემ ხაზებთან მუშაობისას ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებად გამოიყენება მაკრანებული კოსტუმები.

დაცვის პრინციპი. კოსტუმის დამცავი თვისებები დაფუძნებულია ელექტროსტატიკური ეკრანირების პრინციპზე. როგორც ცნობილია, ელექტრულ ველში შეტანილ გამტარ სხეულში ხდება ელექტრონების მოკლევადიანი გადაადგილება – გადაჯგუფება, რომლის შედეგად სხეულის ზედაპირზე წარმოიქმნება მუხტები. ამასთან, სხეულის იმ მხარეზე, რომელიც მიმართულია ველის წარმომქმნელი გარე მუხტებისაკენ, გროვდება გარე მუხტების საწინააღმდეგო ნიშნის მუხტები, ხოლო მეორე მხარეს კი – გარე მუხტების ნიშნის მქონე.

ველი, რომელიც იქმნება გამტარი სხეულის შიგნით, გარე ველის თანატოლი და საწინააღმდეგო ნიშნის მატარებელია. ამის შედეგად სხეულის შიგნით დაძაბულობა ხდება ნულის ტოლი მიუხედავად იმისა, ის მთლიანია თუ ღრუ (ნახ. 141).

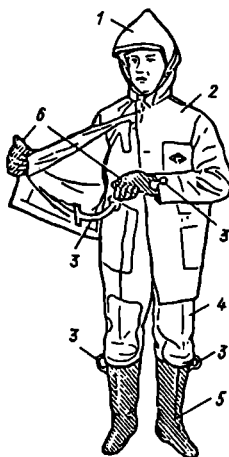
ამდენად, იმისათვის, რომ დავიცვათ რომელიმე სხეული ელექტრული ველის ზემოქმედებისაგან, საკმარისია იგი მოვათავსოთ თხელ ლითონურ გარსაცმში (ეკრანში).



ნახ. 1.41. ელექტროსტატიკური ეკრანი.

ცდებით დადგენილია, რომ ეკრანი შეიძლება იყოს არა მარტო მთლიანი, არამედ ბადისებურიც. თუ ბადის წნულები არ არის ძალიან იშვიათი, მაშინ ელექტრული ველის ძალოვანი ხაზები (დაძაბულობის ხაზები) ჩაერთებიან მის მიერთებულ და შიგნით ველარ შეაღწევენ. ეკრანიერების საიმედოობისათვის და მასზე აღმოცენებული პოტენციალის მოსაშორებლად ეკრანს ამიწებენ.

კოსტუმის კონსტრუქცია. მაეკრანებელი კოსტუმი (ნახ. 1.42) მზადდება სპეციალური დენგამტარი ქსოვილისაგან, რომელშიც ჩვეულებრივ ძაფებთან ერთად გვაქვს მაისოლირებელი მიკრომაფთულები, განლაგებული ბადისებურად. ასევე, გამოიყენება მოლითონებული ქსოვილი – ჩვეულებრივი ბამბის ქსოვილი, რომლის ზედაპირზე დატანილია ლითონის თხელი ფენა.



ნახ. 1.42. მაეკრანებელი კოსტუმი

1 – დენგამტარი ქსოვილის კაპიუშონი, მიკერებული ქურთუკზე; 2 – დენგამტარი ქსოვილის ქურთუკი; 3 – კოსტუმის ცალკეულ ელემენტებს შორის

ელექტრული კაეშირის განმახორციელებელი გაპტარები; 4, 5, 6 – დენგაპტარი ქსოვილის შარვალი, ნექშები და ხელთათმანები.

მაეკრანებელი კოსტუმის ყველა დეტალი – ქაღი, ქეროქი, ხელთათმანები, შარვალი და ფეხსაცმელი, უფრო ზუსტად მათი დენგაპტარი ელემენტები უნდა იყოს ერთმანეთთან საიმედოდ დაკავშირებული სპეციალური გაპტარებით (ნახ. 34, 3).

კოსტუმი იცმევა თეთრეულზე, რათა ადამიანის სხეული იზოლირებული იყოს მისგან. საჭიროების შემთხვევაში კოსტუმზე შეიძლება სხვა ტანსაცმლის – თბილი ქურთუკის, ხალათის, პალტოს ჩაცმა.

გამოყენების პირობები. მაეკრანებელი კოსტუმები გამოიყენება ისეთ სამუშაოებზე, როგორიცაა: ღია გამანაწლებელი მოწყობილობების დათვალიერება, კეთილმოწყობა და გაწმენდა; საპარო ხაზების სარემონტო, სამონტაჟო და სხვა სამშენებლო სამუშაოები; იზოლატორების შემოწკება საპარო ხაზების ჯგერებზე და ა.შ. მაეკრანებელი კოსტუმის გამოყენება ასევე სავადდებულაო ხანმოკლე სამუშაოების დროს, თუ საჭირო ხდება დანადგარებზე ან მათ კონსტრუქციებზე ასვლა. ეს განპირობებულია იმით, რომ დანადგარზე ან კონსტრუქციაზე მაეკრანებელი კოსტუმის გარეშე ასვლისას განმუხტვის დენი იჭვეკის მტკინეულ შეგრძნებას და შიშს, რაც შეიძლება გახდეს პერსონალის ჩამოყარდნის მიზეზი.

ელექტრულ ველში მომუშავეთა დამცავი საშუალებების გარეშე ყოფნის დრო შეიძლება დაზუსტდეს გამოთვლებით და გასომეებით.

კოსტუმები, ანუ მათი დენმიმწოდებელი ელემენტები მუშაობისას უნდა იყოს ჩამიწებული.

თუ ადამიანი მუშაობისას ეხება ჩამიწებულ საგნებს, მაეკრანებელ კოსტუმს აქვს სპეციალური ჩამიწება იმის მიხედვით, ადამიანი მიწისაგან იზოლირებულია თუ არა. კოსტუმით მუშაობა შეიძლება დიდხანს, მაგრამ არ უნდა დაირღვეს მომუშავის თერმორეგულაცია.

მაეკრანებელი კოსტუმის წესრიგში ყოფნა მოწმდება პერიოდულად ყოველ 2 თვეში. საჭიროა შემოწმდეს კოსტუმის ყველა ელემენტის ელექტრული კაეშირის საიმედოობა. კომბინიზონი, რომელიც დამზადებულია იზოლირებული მიკროსადენით, უნდა შემოწმდეს ომმეტრით, რათა გაირკვეს გაღვანური კაეშირი ლითონური ქსოვილის ზედა და ქვედა ნაწლებს შორის; ფეხსაცმლეში – კაეშირი ლითონის ძირებსა და გამოყვანს შორის. თუ ფეხსაცმლის ძირი გამტარი რეზინისაა, მაშინ გამოიყენება 2500 ვ ძაბვის მეგაომმეტრი, ამასთანავე, წინაღობა არ უნდა აღემატებოდეს 50 კ.ომს.

1.40. მაეკრანებელი მოწყობილობები

მაეკრანებელი მოწყობილობები (ეკრანები) მათი კონსტრუქციის და ზომების, ასევე განლაგების ადგილის და პირობების მიხედვით წარმოადგენს საწარმოო სიხშირის ზემაღალი ძაბვების მოქმედ ელექტროდინამიკურებთან მომუშავეთა ელექტრული ველის ზემოქმედებისაგან ინდივიდუალური ან კოლექტიური დაცვის საშუალებას.

დაცვის პრინციპი. მაეკრანებელი მოწყობილობების დამცავი თვისებები ემყარება ჩამოწეული ლითონური საგნის ირგვლივ ელექტრული ველის დაძაბულობის შესუსტებას და ამ ველის გამრუდების ეფექტს.

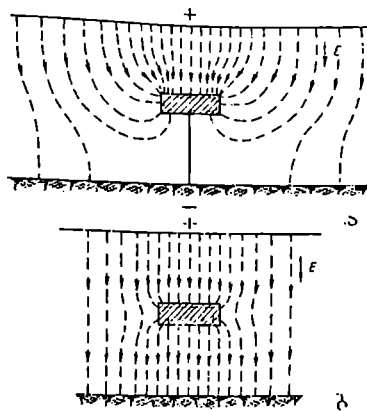
თუ ელექტრულ ველში შევიტანთ ჩამოწეულ ლითონურ საგანს, მოხდება მასზე ინდუცირებული მუხტების გამოყოფა და მიწაში ერთი ნიშნის მუხტების ჩადინება. საგანზე ღარჩენილი მუხტები განაწილდება მის ზედაპირზე, მაგრამ არათანაბრად. ამის შემდეგ შეტანილი საგნის ირგვლივ წარმოიქმნება გამრუდებული ელექტრული ველი (ნახ. 1.43, ა). საგნის იმ მხარეს, რომელიც მოექცევა ინდუცირებული გამტარისაკენ, ველის დაძაბულობა მკვეთრად იზრდება, ხოლო მეორე მხარეს – ძალზე მცირდება.

შესაბამისი ზომების, ფორმების და განლაგებისას მაეკრანებელი მოწყობილობის დასაცავ სივრცეს შეიძლება ჰქონდეს მცირე დაძაბულობა და საკმარისი ზომები, რათა მუშაობა ამ ზონაში იყოს უსაფრთხო.

დიდი მნიშვნელობა აქვს მაეკრანებელი მოწყობილობის ჩამოწებას, ვინაიდან გარემოში, რომელიც შემოსაზღვრულია ჩამოწეული ლითონური საგნით, იქმნება პრაქტიკულად იგვე ველი, ცოტა შეცვლილი, ვიდრე იყო მასში საგნის შეტანამდე (ნახ. 1.43, ბ). ამდენად, ჩამოწეულ საგანს არ ექნება ეკრანირების ეფექტი.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ჩამოწეული ეკრანისაგან განსხვავებით, რომლის პოტენციალი ნულის ტლია, ჩამოწეულ ეკრანს შეიძლება ჰქონდეს მაღალი პოტენციალი და ამდენად, იგი წარმოადგენს საშიშროებას ადამიანისათვის.

კონსტრუქცია და განლაგება. მაეკრანებელი მოწყობილობა დანიშნულების მიხედვით შეიძლება იყოს სტაციონარული და გადასატანი, მისი დანიშნულებაა ელექტრულ ველში დაძაბულობის შემცირება, მათ შორის დასაცავ გარემოში 5 კვ/მ-მდე.



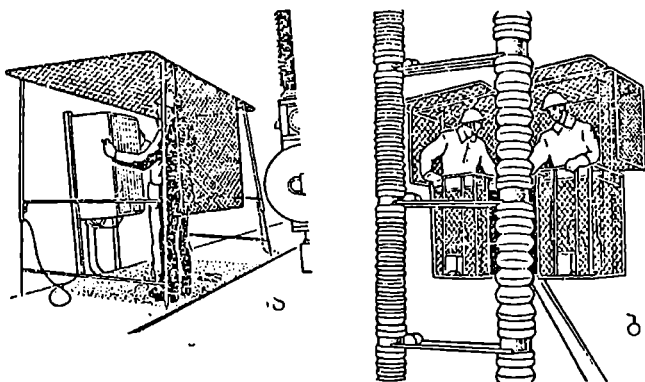
ნახ. 1.43. ელექტრული ველის გამრუდება მასში ჩამოწებული (ა) და საუქმიწებელი (ბ) ლითონური საგნის შეტანით

სტაციონარული მაგერანებელი მოწყობილობები (ეკრანები) არის ელექტრო-დანადგარის კონსტრუქციის აუცილებელი ნაწილი და იცავს პერსონალს საექსპლუატაციო სამუშაოების (დანადგარის დათვალიერება, ოპერატიული გადართვა და ა.შ.), ასევე ამომრთველების მიმდინარე და კაპიტალური შეკეთების დროს. ეკრანები მზადდება ლითონის ბრტყელი ფარების სახით. ეს შეიძლება იყოს წინაფრა, ფარდული, ტიხარი, შეკიდული ფარი და სხვ. მათი ზომები უნდა იყოს საკმარისი აღამიანის დასაცავად.

გადასატანი (მოძრავი) მაგერანებელი მოწყობილობები იცავს მომუშავეებს საექსპლუატაციო, სარემონტო, სამონტაჟო სამუშაოთა იმ უბნებზე, სადაც შეიძლება სტაციონარული ეკრანების გამოყენება. მათ ამზადებენ გადასატანი წინაფრების, ფარების, ტიხრების, ფარდულების და სხვათა სახით იმავე მასალისაგან, სტაციონარული ეკრანების მაგვარად (ნახ. 1.44).

როგორც დროებითი, ასევე მუდმივი ეკრანების დამონტაჟება ხდება შემდეგი საიზოლაციო მანძილის დაშვებით დენმიმეყან ნაწილებამდე: 400-500 კვ დანადგარებში – 4,5 მ, ხოლო 750 კვ – 6 მ-მდე.

ამავე დროს, სტაციონარული ეკრანი ხელს არ უნდა უშლიდეს მანქანა-დანადგარების მოძრაობას, ხოლო დროებითი ფარები და ტიხრები უნდა განლაგდეს დასაცავ ზონასთან ახლოს, რაც გაზრდის ეკრანიერების ეფექტს და საიზოლაციო მანძილს ძაბვის ქვეშ მყოფ დენგამტარ ნაწილებამდე.



ნახ. 1.44. ა – დროებითი (გადასატანი) მაეკრანებელი წინაფრა;
 ბ – საკიდელების ეკრანირება ბადურა ფარით.

დაცვის ზონის შესაქმნელად დიდი მნიშვნელობა აქვს მაეკრანებელი მოწყობილობების ჩამოწვებას. ის უნდა იყოს განსაკუთრებულად საიმედო. სტაციონარულ ეკრანებში შეერთება ჩამამოწვებელ მოწყობილობასთან ხდება შედუღებით ან ჭანჭიკებით ფოლადის გამტარების, ხოლო დროებითის კი – სპეციალური გამტარების გამოყენებით, რომლებზეც გათვალისწინებულია ჩამამოწვებელი მომჭერები. ჩამამოწვებლის წინააღობა არ უნდა აღემატებოდეს 10 ომს.

1.41. მაღალი ძაბვის საჰაერო ელექტროგადამცემ ხაზებთან მუშაობის უსაფრთხოება. ძაბვის ქვეშ მუშაობის თავისებურებანი

რეალური პირობები ზოგჯერ მოითხოვს ელექტროენერგიით უწყვეტ მომარაგებას, ამიტომ მუშაობა საჰაერო ხაზებზე შეიძლება წარმოებდეს ძაბვის ქვეშ.

ძაბვის ქვეშ მუშაობის თავისებურებები შემდეგშია: 1) შეკეთებისას ელექტროგადამცემი ხაზები ფუნქციონირებს, რის გამოც მომხმარებელს ენერგია უწყვეტად მიეწოდება; 2) მომუშავე პერსონალი საიმედოდაა იზოლირებული მიწისაგან და შეუძლია არაიზოლირებული ინსტრუმენტებით ან შიშველი ხელით შეეხოს ძაბვის ქვეშ მყოფ ხაზურ სადენებს.

დღეიანდელ დღეს ძაბვის ქვეშ მუშაობა შესაძლებელია საჰაერო ხაზებზე ნებისმიერი ძაბვით – 1-დან 750 კვ ჩათვლით. ხანდახან კი ღია გამანაწილებელ

მოწყობილობებშიც. ასეთი სამუშაოებია: იზოლაციორების და არმატურის შეცვლა; სადენების გაწმენდა; სადენების დათვალიერება მოძრავი შეკიდული მომკერების გახსნით; ხაზის გარკვეულ მონაკვეთზე სადენის შეცვლა ან რემონტი; სადენებში საკონტროლო-გამოსომი აპარატების ჩართვა და ა.შ. გამორთვის გარეშე სრულდება, აგრეთვე, სხვა სამუშაოებიც: ლითონური და ანტიხეპტირებული ხის ბჯენის შეღებვა; ბჯენების გასწორება; ხის ბჯენების ცალკეული დეტალების შეცვლა და ა.შ.

განხილული მეთოდი ეკონომიურია, რადგან ენერგია მუდმივად მიეწოდება მომხმარებელს, ასევე, არ ხდება ენერგიის დაკარგვა, რასაც ადგილი აქვს გათიშვის დროს.

გაუთიშავი ხაზების შეკეთებისას საჭიროა ნაკლები შემკეთებლები, კინაიდან სხვადასხვა უბნებზე სამუშაოები შეიძლება ჩატარდეს სხვადასხვა დროს და არა ერთდროულად, როგორც ეს ხდება გათიშული ხაზების რემონტისას.

ელექტრული სქემა. ძაბვის ქვეშე მყოფ სადენთან ადამიანის უშუალო შეხებისას ძუშაობის მეთოდს საფუძვლად უდევს ადამიანის მიწისაგან იზოლაციის პრინციპი. ცდები აჩვენებს, რომ ადამიანს შეუძლია შეეხოს ცვლადი დენის (50 ჰც სიხშირით) არაიზოლირებულ სადენს ძაბვით 500 ვ-მდე სტანდარტულ, ფაიფურის იზოლაციორზე დგომის დროს. ამ დროს მას არ აქვს უსიამოვნო შეგრძნება. 1000 ვ ძაბვის დროს სადენთან შეხება უსიამოვნო შეგრძნებას იწვევს, 1000-4000 ვ ფაგლებში კი – მტკივნეულ შეგრძნებას და შეხების ადგილის გახურებას, რასაც იწვევს ხელისა და სადენს შორის ნაპერწკალი. ძაბვის შემდგომი ზრდით ნაპერწკლის სიმძლავრე და შესაბამისად ტკივილიც იზრდება. 8-10 კე-ზე შეუძლებელია სადენთან შეხება. ასეთი შეგრძნება ადამიანს აქვს სადენთან შეხებისა და ხელის ალების მომენტში, მაგრამ ძაბვის შემდგომი ზრდით იგი შეიგრძნობს ორგანიზმში გამავალ დენს, ტკივილს და შესაძლებელია დაშავდეს.

ასეთ შემთხვევაში ადამიანში გადის მაიზოლირებელი მოწყობილობის როგორც გამტარობის და ტევადური დენები, ასევე ტევადური დენი „ადამიანი-მიწა“, რომლის სიდიდეც ძაბვის ზრდით იზრდება.

ადამიანის დასაცავად მაიზოლირებელ მოწყობილობაზე იდება ლითონის ფურცელი, რაზეც დგება ადამიანი, ეს ფურცელი გამტარით უერთდება ხაზურ სადენს. ამგვარად, ადამიანის სხეული ამ სადენით შუნტირებულია, რაც იძლევა იმის საშუალებას, რომ გამტარობისა და ტევადური დენები ადამიანის გეერდის ავლით გაივლოს.

ეს სქემა გამოიყენება ქსელის გამორთვის გარეშე ძუშაობის ჩასატარებლად, თუმცა მას მაინც აქვს ნაკლი – ადამიანში მაინც გაედინება ტევადური დენი – „ადამიანი-მიწა“.

ტევადური დენის „აღამიანი-მიწა“ შეზღუდვა. ცდები აჩვენებს, რომ აღამიანი არ აღიქვამს ამ დენის მოქმედებას 110 კე-მდე, თუ მისი მნიშვნელობა 0,5-0,6 ა-ია.

უფრო მაღალი ძაბვა საშიშია აღამიანისათვის, რადგან 110 კე-ზე ზემოთ დენი შეგრძნების დენს აღემატება. ასეთ დროს აღამიანი ტევადური დენის („აღამიანი-მიწა“) გაელენით განიცდის უსიამოვნო, ხანდახან მტკივნეულ შეგრძნებას, რაც შეიძლება გახდეს უბედური შემთხვევის მიზეზი, ვინაიდან იგი ვერ იცავს თავს, კარგავს ორიენტაციას და იწყებს არასწორ მოქმედებებს.

უბედური შემთხვევების გამოსარიცხად საჭიროა ტევადური დენების შემცირება ისეთ მნიშვნელობამდე, როცა აღამიანი მას ვეღარ შეიგრძნობს. ამ მიზნით გამოიყენება 5-10 მგომი წინაღობის რეზისტორები, რაც იძლევა საშუალებას, რომ წრედის აქტიური წინაღობა მკვეთრად გაიზარდოს და დენი შემცირდეს. ჩვეულებრივ, რეზისტორი იდგმება შტანგაში, რის საშუალებითაც მაშუნტირებელი გამტარი ედება ხაზურ სადენს. სამუშაო მოედანზე პოტენციალის გადატანის შემდეგ რეზისტორი დაიშენდება სპეციალური მოწყობილობით, ე.ი. დენი მასში არ გაივლის.

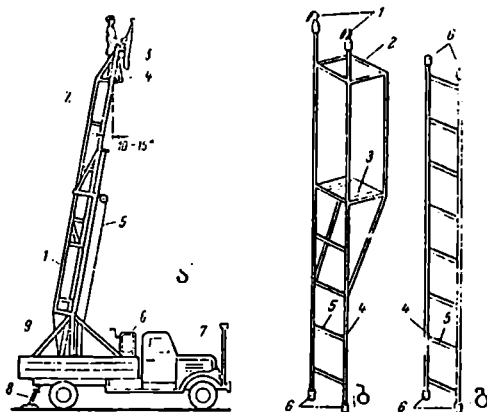
ელექტრული ეელის ზემოქმედებისაგან დასაცავად საჭიროა გამოყენებულ იქნეს მაეკრანებელი კოსტუმი, რაც ზემოთ უკვე განვიხილეთ (§ 1.38).

1.42. ძაბვის ქვეშ შესასრულებელ სამუშაოთა აღჭურვილობა

მაიზოლირებელი მოწყობილობები და სამარჯვები მზადდება შემდეგი მასალებისაგან: ტექსტოლიტი, მინაბოჭკო, ეპოქსიდური ფისი, მინატექსტოლიტი ანუ ისეთი მასალებით, რომელთაც მაღალი ელექტრული და მექანიკური გამძლეობა აქვთ. ძველად ეს იყო ხის ბოძები, ამჟამად კი – მილები და ღეროებია, ზემოთ ჩამოთვლილი მასალებისაგან დამზადებული.

ძაბვის ქვეშ მუშაობისას გამოყენებული ბაგირები მზადდება კაპრონის, დედერონის და სხვა სინთეზური პოლიამიდური ბოჭკოებისაგან, რომელთაც აქვთ მაღალი ელექტრული და მექანიკური გამძლეობა, ასევე მაღალი მდგრადობა დარტყმითი დატვირთვებისა და ცვეთისადმი.

კონსტრუქციები. მაიზოლირებელი მოწყობილობები მზადდება სახანძრო ტიპის გასაწვეი კიბეების სახით, რომელიც მონტაჟდება სატვირთო მანქანის ძარაზე, ასევე სადენებზე ჩამოსაკიდი მსუბუქი კიბეების სახით (ნახ. 1.45)



ნახ. 1.45. მაიზოლირებული კიბეები.

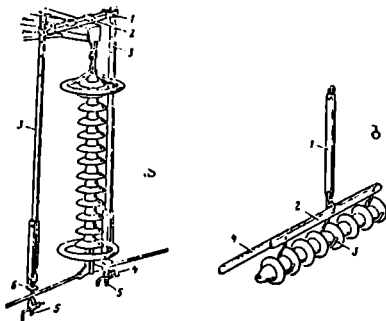
ა - 1, 2 - ქედა და ზედა გამოსაწევი კიბის უჯრედები; 3 - მაშურტირებელი სადენი; 4 - ლითონური სამუშაო ბაქანი; 5 - ზედა უჯრედის გამოსაწევი ტროსი; 6 - ჯალამბარი; 7 - დაკეცილი კიბის დასაყრდნობი სადგარი; 8 - დოშკრატები; 9 - ლაფეტი.

ბ, გ - შუალედური რგოლი სადენზე დასაკიდებლად. 1 - ჩამკიდები - ფოლადის კაუჩუბი კიბის დასაკიდებლად; 2 - მონტორის სამუშაო ადგილი - კალათი; 3 - კალათის ძირი; 4 - მინა-პლასტიკის მილები; 5 - კიბის მინაპლასტიკის საფეხური; 6 - კიბის რგოლების შემაერთებელი ქანჩები.

მაიზოლირებულია, აგრეთვე, ჩვეულებრივი ტელესკოპური ანძა, რომლის ზედა რგოლი დამზადებულია იზოლირებული მასალისაგან, მაგ. მინატექსტოლიტისაგან. გამოიყენება, აგრეთვე ამწე, ჰიდრავლიკური ამწე და სხვა კონსტრუქციები, რომლებსაც გააჩნია მაიზოლირებული რგოლები და დამონტაჟებულია თვითმავალ შესვლაზე ან ავტომატურად.

დამხმარე მაიზოლირებელ საშუალებებს მიეკუთვნება საწევეები და სატაცები, რომელთაც აქვთ შესაბამისი კონსტრუქცია (ნახ. 1.46).

მაიზოლირებელ საწევეებს იყენებენ სადენის მუშა მდგომარეობაში გასაჩერებლად და მისი ბჯენისაგან (საყრდენისაგან) იზოლაციისათვის 35 კე-ზე მაღალი ძაბვის ხაზებზე დეფექტური გირლანდების შესაცვლელად ან დასათვალიერებლად (ნახ. 1.46, ა).



ნახ. 1.46. ა - მაიზოლირებული საწვეი, ბ - მაიზოლირებული სატაცი.

ა) 1 - საწვეის განივა; 2 - საყდენის ტრავერსზე საწვეის დამაგრების კვანძი; 3 - საწვეის იზოლირებული ძელი; 4 - სატაცები სადენისათვის; 5 - დასაჭიმი ხრახნი; 6 - საყელური.

ბ) 1 - საყდის საწვეი; 2 - ლარტყები; 3 - ლითონის კაუჭები; 4 - სახელური.

მაიზოლირებულ სატაცებს (ნახ. 1.46 ბ) იყენებენ დასაჭიმი გირლანდის დასამაგრებლად, დაზიანებული სადენების შეცვლის დროს და ა.შ.

1.43. საშიშროების ანალიზი საჰაერო ხაზებზე ძაბვის ქვეშ მუშაობის დროს.

საჰაერო ხაზებზე ძაბვის ქვეშ მუშაობისას ძირითად საშიშროებას წარმოადგენს მომუშავეებზე ინტენსიური ელექტრული ველის ზემოქმედება და ღენით შესაძლო დაშავება.

მომატებული ძაბვის ელექტრული ველის ზემოქმედებას განიცდიან ისინი, ვინც მუშაობის პროცესში ეხება ძაბვის ქვეშ მყოფ სადენებს. მათი დაცვა შესაძლებელია მაეკრანებელი კოსტუმებით, მაეკრანებელი სამუშაო მოედნით, ბადეებით და სხვ.

ღენით დაშავების მიზეზები და პროფილაქტიკა. დაშავების შესაძლო მიზეზებია:

1. ადამიანის მიწისაგან მაიზოლირებული მოწყობილობების და სამარჯვების არასაკმარისი ელექტრული სიმტკიცე;

2. სამუშაო ადგილზე ხაზის სადენის იზოლაციის არასაკმარისი ელექტრული სიმტკიცე, რის გამოც იგი შეიძლება გადაიფაროს მიწის მიმართ გამტარის ძაბვით;

3. მაიზოლირებულ მოწყობილობაზე მომუშავის მიახლოება საყრდენთან (ან საყრდენზე მომუშავისა - სადენთან) ისეთ მანძილზე, როცა შესაძლებელია მოხდეს საჰაერო შუალედის გარღვევა ადამიანსა და საყრდენს შორის.

მაიზოლირებული მოწყობილობისა და სამარჯვების ელექტრული სიმტკიცე, ანუ ზედაპირის გასწვრივ განმუხტვის ძაბვა დამოკიდებულია მანძილზე იზოლაციის გასწვრივ – რაც მეტია სიგრძე, მით მეტია განმუხტვის ძაბვა.

სადენების იზოლაციის ელექტრული სიმტკიცე მიწის მიმართ განპირობებულია განმუხტვის ძაბვით იზოლატორების გირლანდის ზედაპირზე. ხაზებზე ხის ბჯენებით (საყრდენით) ფაიფურის (ან მინის) იზოლაცია ძლიერდება თანიმდევრულად მართულ ხის ტრავერსით ან საყრდენის ხის ღვარით.

სამუშაო ადგილზე სადენის იზოლაცია შეიძლება მნიშვნელოვნად შემცირდეს, თუ გირლანდში აღმოჩნდება დეექტური იზოლატორები, რაც ხშირად ხდება ხაზის შეკეთების მიზეზი (დეექტური იზოლატორების ან გირლანდის შეცვლა).

მომუშაიდან საყრდენებზე მანძილი ისაზღვრება უმთავრესად თვალთ, მის მიერ (ასევე) ძანძილი საყრდენზე მოქმედიდან სადენამდე).

უსაფრთხოების პირობები. უბედური შემთხვევების შესაძლო მიზეზების აღმოსაფხვრელად აუცილებელია, რომ მაიზოლირებელ მოწყობილობებს, დამხმარე მაიზოლირებელ სამარჯვებს, ასევე ხაზის სადენების იზოლაციას და საპაეო შუალედს ადამიანსა და ხაზის ნაწილებს შორის, რომელთაც განსხვავებული პოტენციალი აქვთ, მუშაობის პერიოდში ჰქონდეთ ისეთი განმუხტვის ძაბვა, რომელიც აღემატება სადენსა და მიწას შორის შესაძლო ძაბვას მოცემულ ადგილზე.

სამუშაო ადგილზე სადენის მიწის მიმართ ძაბვა შეიძლება მნიშვნელოვნად აღემატებოდეს ხაზის ფაზურ ძაბვას შიგა ან ატმოსფერული გადამეტაბვის შედეგად, ასევე სხვა ფაქტორების გამოც.

მუშაობის რეჟიმის შეცვლის გამო, ოპერატიული გადართვების, დატვირთვების მოულოდნელი ცვლის ან ქსელში დაზიანების გამო შესაძლებელია ქსელის შიგა გადამეტაბვა.

ელვის (ატმოსფერული განმუხტვის) შედეგად შორ მანძილზეც კი საპაეო ხაზებზე წარმოიქმნება გადამეტაბვის ტალღები, რომლებიც ვრცელდება რამდენიმე კილომეტრზე განმუხტვის ადგილის ორივე მხარეს. ტალღა ინაწუნებს მაღალ ამპლიტუდას და ადამიანს უქმნის საშიშროებას. ამიტომ ჰეკა-ქუხილის დროს უნდა შეწყდეს სამუშაოები, ადამიანები უნდა მოიხსნან ხაზებიდან და მოშორდნენ ტრასას.

ადამიანსა და ხაზის ნაწილებს შორის, რომელთაც განსხვავებული პოტენციალი აქვთ, საპაეო შუალედის დასაშვები მანძილი შემდეგია:

ხაზის ნომინალური ძაბვა, კე. 35 110 220 330 500

საპაეო შუალედი, სმ. 100 150 250 350 450.

1.44. სტატიკური და ატმოსფერული ელექტრობისაგან დაცვა. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვის ღონისძიებები

სახ.სტ. 12.1.018.89-ის „სტატიკური ელექტრობა, ნაპერწკალუსაფრთხოება, საერთო მოთხოვნები“-ს თანახმად ელექტრული ნაპერწკალუსაფრთხოება უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის. საწარმოო პროცესებში სტატიკური ელექტრობა წარმოიშვება: დიელექტრიკების ერთმანეთთან ან გამტართან ხახუნის შედეგად; მყარი დიელექტრიკის დაქუცმაცების დროს; ლენტური ტრანსპორტიორის მოძრაობისას; სითხეების ჩასხმისას ჩაუმიწებელ რეზერვუარებში, ასევე მათი მიწისაგან იზოლირებულ მილზე მოძრაობისას; საქშენებიდან შეკუმშული ან გაიშვიათებული აირების გამოსვლისას; სითხეების ტრანსპორტირებისას ჩაუმიწებელი ცისტერნებით; შემრევებში ნივთიერებების არევის დროს; პლასტმასების მექანიკური დამუშავებისას და ა.შ.

მთელ რიგ შემთხვევებში აკბვა მიწის მიმართ აღწევს ათეულობით კილოვოლტს. მაგალითად, მასალების დაფქვისა და დაქუცმაცების დროს 10-50 კვ, საღებავების გაშხეფების დროს – 10 კვ, ლენტური ტრანსპორტიორის მუშაობისას – 45 კვ და მეტს.

სტატიკური ელექტრობის მუხტები შეიძლება დაგროვდეს ადამიანებზეც. გარემოს პირობები (ტენიანობა, დენგამტარი მტვერი, ორთქლი, აირი) ხშირად უფრო აძლიერებს დენით დაშაფების საფრთხეს.

სტატიკური ელექტრობის წარმოშობას შეიძლება ევბრძოლოთ ისეთი ღონისძიებებით, როგორიცაა: მოწყობილობების, აპარატების და საკომუნიკაციო ხაზების ჩამიწება, რაც იძლევა მუხტების მიწაში ჩადინების საშუალებას; მოცულობითი და ზედაპირული ელექტრული წინააღობის შემცირება; მუხტების ნეიტრალიზაცია რადიოიზოტოპური, ინდუქციური და სხვა სახის ნეიტრალიზატორებით; სამუშაო ადგილზე იატაკის გამტარობის გაზრდა და მუდმივი ელექტრული კონტაქტის უზუნველყოფა ადამიანის სხეულსა და ჩამიწებულ კონსტრუქციებს შორის.

ადამიანის სხეულზე სტატიკური ელექტრობის მუხტების დაგროვების თავიდან აცილება შეიძლება დენგამტარი იატაკით, ასევე დენგამტარი ფეხსაცმელით. გამოიყენება სპეციალური იატაკის საფენებიც, რომლებიც ჩამამიწებელ მოწყობილობასთან არის დაკავშირებული.

ხელსაწყოების, კიბის და კარებების, გამწოვი კაბინებისა და კამერების სახელურები უნდა ჩამიწდეს. მუშაობისას დაუშვებელია სინთეტური მასალების და აბრეშუმის ტანსაცმლის, ასევე, ბეჭდების და სამაჯურების ხმარება.

145. მეხისაგან დაცვა

ატმოსფერული ელექტრობის – მეხისაგან დაცვა არის დამცავი ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც მიმართულია ადამიანების, შენობა-ნაგებობების, აღჭურვილობების და მასალების აფეთქებისაგან, ხანძრისაგან და რღვევისაგან დასაცავად. განსაკუთრებით საშიშია მეხის პირდაპირი დარტყმა, ამ დროს მეხის არხში დენის ძალა აღწევს 200 კა, ხოლო ძაბვა – 15 მვ. მეხის ნაპერწკლის სიგრძე ასეულობით და ათასეულობით მეტრია, განმეხების ღრო – 0,1-1 წმ. მეხის არხის ტემპერატურა 6000-10 000°C-ია.

მეხის პირდაპირი დარტყმის აღბათობა მიწისზედა ობიექტზე მით მეტია, რაც მაღალია აგ. და შესაბამისად, რაც ნაკლებია მანძილი დამუხტულ ღრუბელამდე. ამის გარდა, მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის გეოლოგიურ თვისებებს, სხვა ატმოსფერულ და გეოშტრული ფაქტორებს.

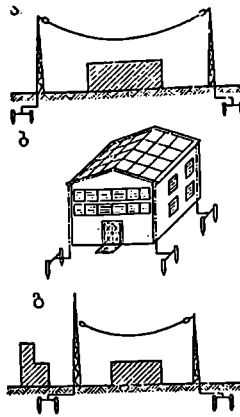
დაუცველ ობიექტზე მეხის პირდაპირი დარტყმის დროს პაერის წამიერი გახურების და გაფართოების გამო წარმოიშეება მისი დარტყმითი ტალღა და თბური ენერგიის უშუალო შემოქმედება აზიანებს ობიექტების კონსტრუქციებს, იწვევს ნგრევას.

მეხის პირველ დარტყმას მოყვება განმეორებითი და გამოიხატება ელექტროსტატიკური და ელექტრომაგნიტური ინდუქციით.

ელექტროსტატიკურ ინდუქციას იწვევს დამუხტული ღრუბლის მოქმედება მიწისზედა ობიექტებზე, რაც ელინდება კონსტრუქციებისა და მოწყობილობების ლითონურ ელემენტებს შორის ნაპერწკლების ცვენით. ამ დროს აღძრული ელექტრო მამოძრავებელი ძალა იწვევს არასაკმარისად მეკრივი კონსტრუქციების ძლიერ გახურებას და პერწკლას, რაც ყოელად დაუშეებელია აფეთქების საფრთხის მქონე შენობებში – სუსტ ნაპერწკალსაც შეუძლია აფეთქების გამოწვევა.

მეხის პირველადი და მეორადი გამოვლინებისაგან დასაცავად გამოიყენება მეხამრიდი მოწყობილობები. მეხამრიდი იღებს მეხს და გაატარებს დენს მიწაში. იგი თავიდან აგვაცილებს ხანძრებს და ავარიებს.

დასაცავი ობიექტის კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური თავისებურებები, მისი დანიშნულება მოითხოვს მეხისაგან დაცვის შესაბამის საშუალებების არჩევას. მეხი, პირველ რიგში ანადგურებს ჩამოწეულ ობიექტებს (მათი ელექტროგამტარობა უსასრულოა) და მიწის ზემოთ ამადლებულ ლითონის მოწყობილობებს (მიდები, ანძები, კოშკურები და ა.შ.), მეხამრიდი (ნახ. 1.47) შედგება მეხის მიმდების, მეხის გამტარი მოწყობილობის და ჩამამიწებლის მოწყობილობისაგან.



ნახ. 147. მეხსარიდები.

ა - გეარლისებრი; ბ - ბადისებრი; გ - ღეროსებრ-გეარლისებური.

მეხსარიდების ტიპებია: ღეროსებრი, გეარლისებრი, ბადისებრი ან კომბინირებული.

ობიექტის ზომების გათვალისწინებით შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ერთეული, ორმაგი და მრავალჯერადი ღეროსებრი მეხსარიდი, რომელიც ობიექტის ირგვლივ ქმნის დაცვის ზონას. დიდი სიგრძის ობიექტების დასაცავად გამოიყენება ერთი ან რამდენიმე გეარლისებრი მეხსარიდი.

ღეროსებრი და გეარლისებრი მეხსარიდი ყენდება ცალკე მდგომ საყრდენზე, ანდა შენობის კონსტრუქციაზე. ბადისებური მეხსარიდი იფინება ან შეიკიდება სახურავეში და ჩამიწებას უერთდება ორ წერტილში მაინც.

დენგამტარები კეთდება ლითონის ღეროებისაგან კვეთით არანაკლებ 100 მმ² და მეხისმიმღებს და ჩამამიწებელს უერთდება შედულების საშუალებით. ორი დენგამტარის შემთხვევაში მათი კვეთა არანაკლები 50 მმ²-ია. ჩამიწების საერთო წინაღობა არაუმეტეს 10 ომი.

146. მეხსარიდის დაცვის ზონა

წელიწადის განმავლობაში შენობა-ნაგებობებზე პირდაპირი დარტყმების მოსალოდნელი რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით: $N = (B + 3h_x)(L + 3h_x)n \cdot 10^{-6}$

სადაც: B არის დასაცავი შენობის სიგანეა, მ; L - მისი სიგრძე, მ; h_x - შენობის სიმაღლე სახურავამდე, მ; n - ერთი კვადრატული კილომეტრი მიწის

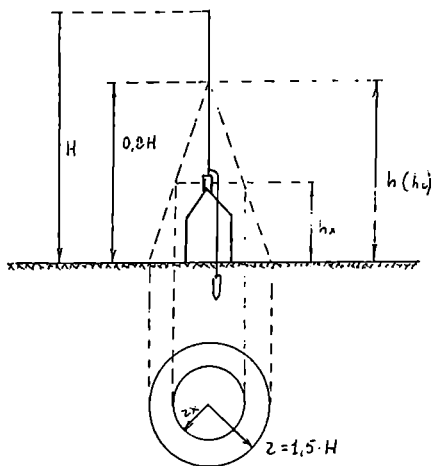
ზედაპირის მეხით დასიანების საშუალო რაოდენობა, რომელიც დამოკიდებულია მოცემულ ადგილზე ჰექა-ქუხილის რაოდენობაზე. ტერიტორიების დაყოფა ჰექა-ქუხილის აქტიურობის მიხედვით აიღება ცნობარიდან. საქართველოს აღმოსავლეთ ნაწილში $n=80 \div 100$ სთ. დასავლეთ საქართველოს ბარში $n=20 \div 40$ სთ, მთაში – $n \geq 100$ სთ.

ერთეული ღეროსებრი მესხარიდის (სიმაღლით $H < 60$ მ) დაცვის ზონა წარმოადგენს კონუსს, მიწის ზედაპირზე წრეწირის ფუძით, რომლის რადიუსია $r=1,5H$. დასაცავი ობიექტის სიმაღლეზე დაცვის ზონაა r_x რადიუსის წრეწირი.

თუ დასაცავი ობიექტის სიმაღლე $h_x=2/3H$, მაშინ დაცვის ზონა წარმოადგენს კონუსს სიმაღლით $h=0,8H$, რომლის ფუძის რადიუსია $r=1,5H$. (ნახ. 1.48).

h_x სიმაღლეზე დაცვის ზონის რადიუსი განისაზღვრება ემპირიული ფორმულებით:

$$r=1,5(H-1,25 h_x) \quad \text{როცა} \quad 0 \leq h_x \leq 2/3 H; \quad r_x=0,75(H-h_x) \quad \text{როცა} \quad 2/3 H \leq h_x \leq H \quad (1.27)$$



ნახ. 1.48. ერთეული ღეროსებრი მესხარიდის დაცვის ზონა

თუ მესხარიდის სიმაღლე $H < 60$ მ, იმ შემთხვევაში, როცა $h_x=2/3 H$

$$h=0,8 H$$

$$r=1,5 H$$

$$r=1,5(H-1,25 h_x) \quad r_x=0,75(H-h_x)$$

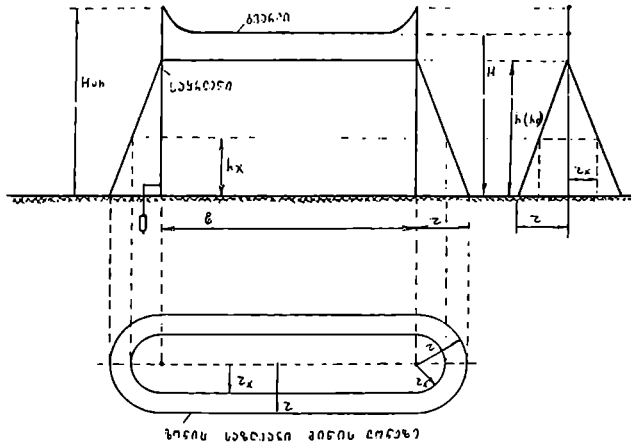
$$(1.28)$$

როდესაც მესხარიდის სიმაღლე $H=60 \div 100$ მ, $r=90$ მ.

$$r=192(1-1,25 h_x/H) \quad 0 \leq h_x \leq 2/3 H$$

$$r=45(1-hx/H) \quad 2/3 H \leq h_x \leq 100 \quad (1.23)$$

ნახ. 1.49-ზე მოცემულია გვარლისებრი მესხარიდის დაცვის ზონა.



ნახ. 1.49. გვარლისებრი მესხარიდის დაცვის ზონა

გვარლისებრი მესხარიდის სიმაღლე:

$$H=H_{oh}-2 \text{ მ}, \quad h=0,85 \cdot H \quad (1.30)$$

დაცვის ზონის რადიუსი h_x სიმაღლეზე

$$r_x=(1,35-0,0025H) \left(H - \frac{h_x}{0,85} \right) \quad (1.31)$$

ხოლო მიწის ღრეზე დაცვის ზონის რადიუსი:

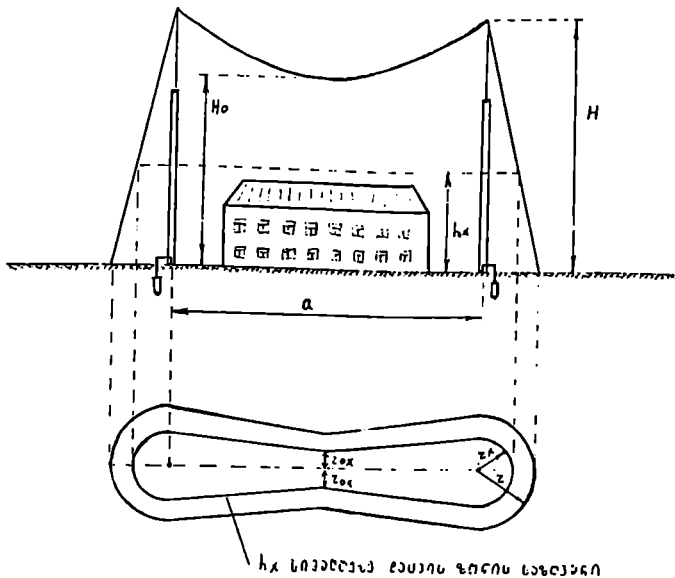
$$r=(1,35-0,0025H) \cdot H \quad (1.32)$$

ამ შემთხვევაში – $h<120 \text{ მ}, \quad H_{oh}<150 \text{ მ}.$

ორმაგი ღეროსებრი მესხარიდის შემთხვევაში დაცვის ზონას აქვს შემდეგი სახე (ნახ. 1.50). ასეთ შემთხვევაში დაცვის ზონის სიმაღლე

$$H_0 = 4H - \sqrt{9H^2 + 0,25a^2} \quad H = 0,517H_0 + \sqrt{0,183H_0^2 + 0,0357a^2} \quad (1.33)$$

სადაც a – მესხარიდებს შორის მანძილია.



ნახ. 1.50 თანაბარი სიმაღლის ორმაგი ღეროსებრი მესხარიდის დაცვის ზონა.

მესხარიდის ჩამამიწებელი ისევე იანგარიშება, როგორც ჩვეულებრივი ჩამამიწებელი მოწყობილობა.

ჩვეულებრივი მესხარიდების გაანგარიშების დროს ცნობილია h_x და r_x სიდიდეები და საჭიროა განისაზღვროს H .

მესხარიდების ჩამიწებისადმი იგივე მოთხოვნებია წაყენებული, როგორც ჩვეულებრივი ჩამამიწებელი მოწყობილობისადმი. პირველი ატეგორიის მესხარიდებისათვის დენის გადინების დასაშვები წინაღობა $R \leq 100$ ომი, ხოლო მეორე კატეგორიის მესხარიდებისათვის – $R \leq 20$ ომი.

ატმოსფერული განმუხტვის დროს წარმოქმნილი დენი ხასიათდება დიდი ამპლიტუდით, მაგრამ დენგამტარში გადის მცირე დროის განმავლობაში, ე.ი. მას აქვს იმპულსური ხასიათი.

ჩამამიწებლის R_u წინაღობა მასში იმპულსური დენის გაგლისას განსხვავდება ჩამამიწებლის R წინაღობისაგან სამრეწველო სიხშირის ცველადი დენის შემთხვევაში და მათ შორის დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულით: $R_u = a_u R$. სადაც a_u არის ჩამიწების იმპულსური კოეფიციენტი (ამ დროს ნაპერწკალური ან რკალური განმუხტვა თითქოს ზრდის ჩამამიწებლის ზომებს, რის გამოც გამოდის, რომ $R_u < R$ – და $a_u < 1$). დაახლოებით შეიძლება ჩაითვალოს, რომ თუ დენის გზა ჩამამიწების

პორისონტალურ ელემენტებში არ აღემატება 20 მ-ს, ჩამამიწებლის წინააღობა იმპულსური დენის დროს ისეთივეა, როგორც 50 პკ სიხშირის დროს, როდესაც გრენტის ხვედრითი წინააღობა $\rho \leq 100$ ომი მ.

R_u – 1,5-ჯერ ნაკლები, როცა $\rho=500$ ომი მ.

R_u – 2-ჯერ ნაკლები, როცა $\rho=1000$ ომი მ.

R_u – 3-ჯერ ნაკლები, როცა $\rho>1000$ ომი მ.

ეს ნიშნავს, რომ თუ საჭიროა ჩამამიწებელი, რომლის წინააღობა $\rho=10$ ომი და $\rho=1000$ ომი, შესაძლებელია დაეპროექტოთ ჩამამიწებელი, რომლისთვის $R_u \leq 20$ ომი და ამ შემთხვევაში საჭირო R_u გარანტირებული იქნება.

ρ -ს საშუალო მნიშვნელობის დროს შეიძლება გამოვიყენოთ ინტერპოლაცია. შენობაზე წლის განმავლობაში მეხის პირდაპირი დარტყმის მოსალოდნელი რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით:

$$N=(B+3 \cdot h_x \cdot (L+3 \cdot h_x) \cdot n) \cdot 10^{-6}, \quad (1.34)$$

სადაც B არის დასაცავი შენობის სიგანე, მ; L – შენობის სიგრძე, მ; h_x – შენობის სიმაღლე სახურავის ჩათვლით, მ; n – მიწის ზედაპირის 1 კმ² მეხით დაზიანების საშუალო რაოდენობა წელიწადში, რომელიც დამოკიდებულია მოცემულ ტერიტორიაზე ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობაზე წელიწადში და აიღება 1.12 ცხრილის მიხედვით

ცხრილი 1.12

წელიწადში ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობა	20-40	40-60	60-80	80-100	100
1 კმ ² მეხით დაზიანების საშუალო რაოდენობა წელიწადში	2,5	3,8	5,0	6,3	7,5

ჭექა-ქუხილის აქტიურობის მიხედვით ტერიტორიის დაყოფა მოცემულია შესაბამის ცნობებში. საქართველოსათვის წელიწადში ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობა აღმოსავლეთ ნაწილში 80...100 სთ-ია, დასავლეთ ნაწილში ა) დაბლობ რაიონებში 20...40 სთ; ბ) მთებში 100 სთ-ზე მეტი.

147. ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია.
სათავეების კლასიფიკაცია დენით დაშვების საფრთხის მიხედვით

ელექტროდანადგარების მომსახურებისას დაშვების საფრთხე დამოკიდებულია საწარმოო სათავეების გარემო პირობებზე. ტენი, მტვერი, აირები, ორთქლი, მაღალი ტემპერატურა აზიანებს ელექტრომოწყობილობათა იზოლაციას, ამცირებს ადამიანის წინააღმდეგობის უნარს, დენგამტარი იატაკი (ლითონის, მიწის, რკინა-ბეტონის და ა.შ.) მიკეთოდ ამცირებს დაზიანების წრედის წინააღმდეგობას.

მოქმედი ნორმებით სათავეები იყოფა სამ ჯგუფად: გაზრდილი საფრთხის გარეშე, გაზრდილი საფრთხის და განსაკუთრებულად საშიშ სათავეებად.

პირველ ჯგუფს, ანუ უსაფრთხო სათავეებს მიეკუთვნება მშრალი, უმტვერო, ნორმალური ტემპერატურის, მაიზოლარებული იატაკის მქონე (მაგ. ხის) სათავეები. სადაც ჩამოწებული საგნები ან არ არის, ან ძალიან ცოტაა. ასეთ სათავეებს მიეკუთვნება ჩვეულებრივი საცხოვრებელი ოთახები, დაწესებულებები, ლაბორატორიები და ა.შ.

გაზრდილი საფრთხის სათავეებს მიეკუთვნება სათავეები, სადაც: სინესტეა, ანუ ფარდობითი ტენიანობა აღემატება 75%; ჰაერის ტემპერატურა აღემატება 35°C (მუდმივად ან პერიოდულად); არის დენგამტარი მტვერი (ნახშირის, ლითონის და ა.შ.) ისეთი რაოდენობით, რომ შეუძლია შეაღწიოს მანქანა-აპარატებში, დაიღუქოს სადენებზე; იატაკი დენგამტარია – მიწის, ლითონის, რკინა-ბეტონის, აგურის და ა.შ.; შესაძლებელია ადამიანის ერთდროული შეხება ძაბვის ქვეშ მყოფი ელექტროდანადგარების ლითონურ ნაწილებთან და ჩამოწებულ საგნებთან. ასეთ სათავეებს მიეკუთვნება ლითონის და ხის დამამუშავებელი საამქროები, დეტალების და მასალების ზოგიერთი საწყობები და ა.შ.

განსაკუთრებით საშიშია სათავეები, სადაც: ფარდობითი ტენიანობა უახლოვდება 100% (ჭერი, კედლები, იატაკი, საგნები დაფარულია ტენით); გარემო ქიმიურად აქტიურია ან ორგანულია (აგრესიული ორთქლი, აირი, სითხე იღუქება და ობდება, რითაც აზიანებს იზოლაციას); არსებობს გაზრდილი საფრთხის ორი ან მეტი ნიშანი (მაგ. ტენიანი სათავეს დენგამტარი მტვრით და ა.შ.).

განსაკუთრებით საშიშ სათავეებს მიეკუთვნება ელექტროსადგურების ყველა საამქროები, სააქუმულატორო და ელექტროლიზის სათავეები და ა.შ. ამავე ჯგუფს მიეკუთვნება გარე ელექტროდანადგარების განლაგების ტერიტორია.

1.48. ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია

ელექტროდანადგარები შეიძლება იყოს ღია ან დახურული ტიპის იმისდა მიხედვით, დაცულია თუ არა ისინი ატმოსფეროს შემოქმედებისაგან (ე.ი. გარეთაა თუ დახურული სათაქსში). ძაბვის მიხედვით კი – 1000 ე-მდე და 1000 ე-ს ზემოთ. ამის მიხედვით მოთხოვნები მათ მიმართ სხვადასხვაა და მოცემულია ნორმებში.

ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: აღმინისტრაციულ-ტექნიკური, ოპერატიული, შემკეთებელი, ოპერატიულ-შემკეთებელი და არაელექტროტექნიკური პერსონალი. ამ უკანასკნელს სპეციალური განათლება არ აქვს. პერსონალს ესაჭიროება პირველადი და პერიოდული (2 წელში ერთხელ) სამედიცინო შემოწმება. სიმალლეზე მომუშავეებს კი – წელიწადში ერთხელ. დაუშვებელი დაავადებების ნუსხას ადგენს ჯანმრთელობის სამინისტრო.

სამუშაოზე ყველა ახალმიღებულმა პირმა უნდა გაიაროს სპეციალური სწავლება და ინსტრუქტაჟი. ინსტრუქტაჟი შეიძლება იყოს: შესავალი, პირველადი, განმეორებითი (თვეში ან 2 თვეში ერთხელ) და გეგმის გარეშე (თუ მოსალოდნელი იყო ან მოხდა უბედური შემთხვევა). საჭიროა პერსონალის შემოწმება – იციან თუ არა მათ უსაფრთხოების წესები და ინსტრუქციები. შემოწმება არის პირველადი, პერიოდული (2 წელში ერთხელ) და გეგმის გარეშე (თუ პერსონალი არღვევს უსაფრთხოების მოთხოვნებს).

პერსონალისათვის არსებობს 5 საკვალიფიკაციო ჯგუფი:

I ჯგუფი: პირებს არა აქვთ ელექტროდანადგარებთან მუშაობის სტაჟი (ან აქვთ 1 თვეზე ნაკლები). მათთვის საკმარისია ინსტრუქტაჟის გაელა და სპეციალურ ჟურნალში გაფორმება. ცოდნის შემოწმების შესახებ მოწმობა საჭირო არ არის.

II ჯგუფი: ელექტროდანადგარებთან მუშაობის სტაჟი 1 თვეზე მეტია, ან პირს დამთავრებული აქვს სპეციალური საშუალო ან უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებელი. საჭიროა უსაფრთხოების წესების და თვით ელექტროდანადგარის, ასევე პირველადი დახმარების აღმოჩენის ცოდნა.

III ჯგუფი: ელექტროდანადგარებთან მუშაობის სტაჟი 12 თვეზე მეტია, პერსონალმა უნდა შეასრულოს II ჯგუფის ყველა მოთხოვნა და უნდა ჰქონდეს ელექტროტექნიკის სფეროდან შესაბამისი ცოდნა. 18 წელს ქვემოთ ასაკის პერსონალი III ჯგუფს არ მიეკუთვნება.

IV ჯგუფი მიენიჭება სტაჟიან III ჯგუფელებს. მათ უნდა შეძლონ ელექტრომოწყობილობათა აწყობა და უსაფრთხო პირობების შექმნა.

V ჯგუფის მიეკუთვნება ექველა ის პირობა, რაც შეოთხეხ და კომპლექტდება სტაჟიანი IV ჯგუეელებით. საჭიროა ესაფოთხოების ტექნიკის ნორმების ექველა მოთხოვნების ცოდნა.

ესაფოთხოების ტექნიკის მოთხოვნებით მოქმედი ელექტროდანადგარების ექსპლუატაცია ორად იყოფა:

- ა) ელექტროდანადგარების ოპერატიული მომსახურება;
- ბ) ელექტროდანადგარებში სამუშაოების წარმოება.

ელექტროდანადგარების ოპერატიულ მომსახურებაში იგულისხმება: მორეგება, დათვალიერება, ოპერატიული გადართეები, მცირე მოცულობის სამუშაოების წარმოება (დალაგება-დასუფთაება, ზეთის ჩამატება, ზეთის სინჯის აღება, ელექტრული გაზომეების წარმოება და სხე.), რასაც აწარმოებს V ჯგუფის მქონე პირი ან რემონტის მწარმოებელი სხეა პერსონალი მეთელეურეობის ქვეშ.

სამუშაოთა წარმოებაში იგულისხმება: სარემონტო, სამშენებლო, სამონტაჟო და სხეა სამუშაოთა წარმოება მოქმედ ელექტროდანადგარებში. ეს უფრო შრომატეეადი სამუშაოებია და მოითხოეს შრომის ორგანიზაციის მეტ ხარისხს. ამ სამუშაოებს აწარმოებს ოპერატიულ-სარემონტო პერსონალი ან სამშენებლო-სამონტაჟო ორგანიზაციის გამოცდილი პერსონალი.

1.49. ელექტროტექნიკური დამცავი საშუალებები

ელექტროდანადგარებში გამოყენებული დაცვის საშუალებები პირობითად შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად: მაიზოლირებელი, გადამღობი, მაეკრანებული და ინდივიდუალური დამცეელი საშუალებები.

მაიზოლირებელი ელექტროდამცეელი საშუალებების დანიშნულებაა ადამიანის იზოლაცია დენგამტარი ან ჩამიწებული ნაწილებისაგან, ასეეე მიწისაგან. ისინი შეიძლება იყოს ძირითადი ან დამხმარე.

ძირითად მაიზოლირებელ საშუალებებს აქეთ იზოლაციის უნარი, რათა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეინარჩუნონ მუშა ძაბეა. მათი შეხება დასაშეებია დენგამტარ ნაწილებთან ძაბეის ქვეშ, ესენია: ა) 1000 ე-მდე ელექტროდანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანები, მაიზოლირებელი შტანგები, მაიზოლირებელი და გამზომი მარწუხები, საზეინკლო-სამონტაჟო ინსტრუმენტები იზოლირებული სახელურით, ძაბეის მაჩვენებლები.

ბ) 1000 ე-ზე მაღალი ძაბეის ელექტროდანადგარებში – მაიზოლირებელი შტანგები, მაიზოლირებელი და ელექტროგამზომი მარწუხები, ძაბეის მაჩვენებლები, ასეეე ძაბეის ქვეშ სარემონტო სამუშაოებისთვის საჭირო საშუალებები.

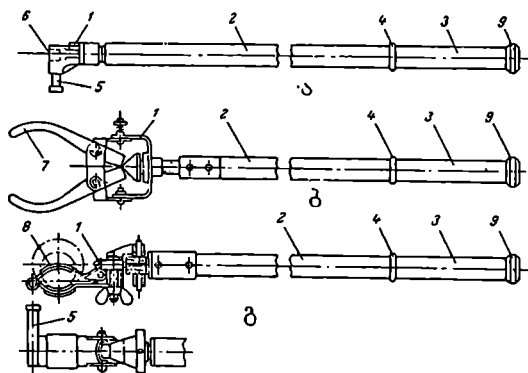
დამატებით მაიზოლირებელ საშუალებებს არა აქვთ იზოლაცია, რათა შეინარჩუნონ კსელში მუშა ძაბვა, ამიტომ ისინი აღამიანს ვერ დაიცავენ. მათი დანიშნულებაა გააძლიერონ ძირითადი მაიზოლირებელი საშუალებების მოქმედება და აუცილებლად გამოიყენებიან მათთან ერთად.

დამატებით მაიზოლირებელ საშუალებებს მიეკუთვნება:

ა) 1000 ვ-მდე დანადგარებში – დიელექტრიკული ფეხსაცმელი და ხალიჩა, ასევე მაიზოლირებული ქვესადგამი.

ბ) 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ელექტროდანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანი, ფეხსაცმელი, ხალიჩა, ქვესადგამი.

ნახ. 1.51-ზე ნაჩვენებია მაიზოლირებული შტანგის სოგიერთი კონსტრუქცია.

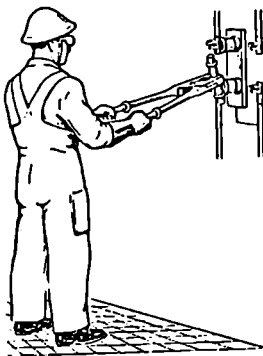


ნახ. 1.51. მაიზოლირებული შტანგა

ა – ოპერატიული; ბ – სარემონტო; გ – უნივერსალური. 1 – მუშა ნაწილი; 2 – მაიზოლირებული ნაწილი; 3 – სახელური; 4 – ჩაჭერის შემზღუდველი; 5 – ლითონის თითი განმხოლოებლის სამართაუად; 6 – ხრახნი ძაბვის მანქანების დასამაგრებლად; 7 – ტუჩები განმმუხტელების დასაჭერად; 8 – ტუჩები მცველის დასამაგრებლად; 9 – საცობი, რომელიც კეტავს მილში ღრწოს.

შტანგები გამოიყენება დახურულ ელექტროდანადგარებში. ღია სიერცეში მათი გამოყენება დასაშვებია მხოლოდ მშრალ ამინდში (არ უნდა იყოს წვიმა, თოვლი, ნისლი). შტანგით მუშაობა შეუძლია მხოლოდ კვალიფიციურ პერსონალს. როგორც წესი, მის მუშაობას აკონტროლებს და ეხმარება მეორე ადამიანიც. შტანგით მუშაობისას აუცილებელია დიელექტრიკული ხელთათმანის ჩაცმა. უხელთათმანოდ მუშაობა დასაშვებია 1000 ვ-მდე.

მაისოლირებელი მარწუხები გამოიყენება მცველების შესაცვლელად და სხვა სამუშაოებში. იგი გამოიყენება 35 კვ-მდე ძაბვის დანადგარებში. ნახ. 1.52-ზე მოცემულია მცველის შეცვლა მაისოლირებელი მარწუხებით.

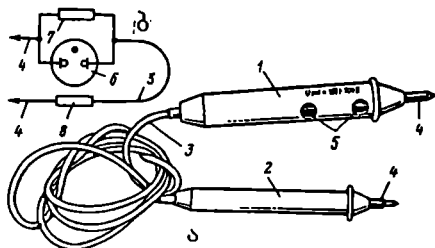


ნახ. 1.52. მილისებრი დნობადი მცველის დაყენება (მოხსნა) 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში მაისოლირებელი მარწუხის საშუალებით.

1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში მაისოლირებელი მარწუხით მუშაობისას საჭიროა დიელექტრიკული ხელთათმანის ჩაცმა, ხოლო დამცველების მოხსნის ან დაყენებისას საჭიროა ჯამცაყი სათვალეც.

მარწუხები შეიძლება იყოს, ასევე, დენის, ძაბვის სიმძლავრეების გამზომიც. ელექტროგამზომი მარწუხები გამოიყენება 10 კვ-მდე ძაბვის დანადგარებში.

ნახ. 1.53-ზე ნაჩვენებია ოროლუსა ძაბვის მაჩვენებელი, რომელიც გამოიყენება 110-700 ვ ძაბვის ქსელში.

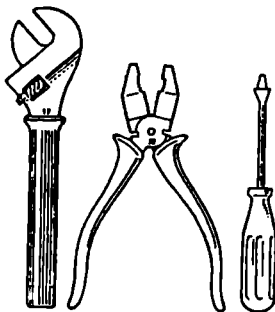


ნახ. 1.53. ოროლუსა ძაბვის მაჩვენებელი

ა-საერთო ხედი, ბ-შეერთების სქემა. 1-ძირითადი სახელური; 2-დამხმარე სახელური; 3-შემაერთებელი სადენი; 4-კონტაქტ-ბუნიკი; 5-ლიობი სახელურის

კორპუსში; 6–ნეონის ნათურა; 7–მაშინტირებელი რეზისტორი; 8–დამატებითი რეზისტორი.

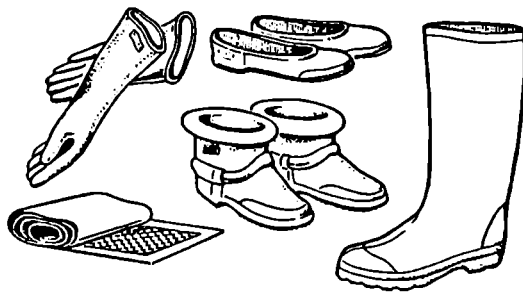
საზეინკლო-სამონტაჟო ინსტრუმენტების დანიშნულებაა 1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელებში დენგამტარ ნაწილებზე სამუშაოთა შესრულება. ამ ინსტრუმენტების სახელურები იზოლირებული და 10 სმ სიგრძის მაინც უნდა იყოს და უნდა ჰქონდეს საბჯენი, რათა ხელი არ მოხედეს ლითონის ნაწილზე (ნახ. 1.54.).



ნახ. 1.54. საზეინკლო-სამონტაჟო ინსტრუმენტები იზოლირებულ სახელურით.

ელექტროდანადგარებთან მუშაობისას ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებად გამოიყენება: დიელექტრიკული ხელთათმანი, ფეხსაცმელი, ბოტები, ხალიჩები, ჩექმები (ნახ. 1.55). ისინი დამზადებულია სპეციალური შემადგენლობის რეზინისაგან, რომელსაც მაღალი ელექტრული სიმტკიცე და ელასტიურობა გააჩნია. თუმცა, რეზინი შეიძლება დაზიანდეს სითბოს, მინერალური ზეთების, ბენზინის, ტუტეების და სხვათა ზემოქმედებით, ასევე მექანიკური დაზიანებითაც. ჩექმებს პოლივინილქლორიდისგანაც ამზადებენ.

დიელექტრიკული ხელთათმანი 1000 ვ-მდე ძაბვის დენგამტარებში გამოიყენება როგორც ძირითადი მაიზოლირებელი ელექტროდამცავი საშუალება, ხოლო 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის შემთხვევაში კი – როგორც დამხმარე საშუალება ძირითად მაიზოლირებელ საშუალებებთან ერთად (შტანგა, მაღალი ძაბვის მაჩვენებლები, მაიზოლირებელი მარწუხები და ა.შ.), გარდა ამისა, ხელთათმანი დამოუკიდებლად გამოიყენება განმხოლოებლებთან, გამთიშელებთან, ამომრთველებთან შეხებისას 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დროს, ხელთათმანი იცმევა მჭიდროდ, დაუსებებელია ბოლოების გადაკეცვა მკლავზე და ტანსაცმლის სახელოების ზემოდან გადმოშვება.



ნახ. 1.55. დიელექტრიკული რეზინის ხელთათმანი, ფეხსაცმელი, ბოტები, ხალისა და ჩექმები.

ყოველი ჩაცმის წინ ხელთათმანი მოწმდება კერპულობაზე – მათ პაორით აესებენ, რათა გამოაელინონ დეფექტები (ნახ. 1.56).



ნახ. 1.56. ხელთათმანის შემოწმება

დიელექტრიკული ფეხსაცმელი და ბოტები გამოიყენება, როგორც დამატებითი ელექტროდამცველი საშუალება ძირითად მაიზოლირებლებთან ერთად. ღია სივრცეში მათი გამოყენება დასაშვებია მშრალ ამინდში, ამასთან ბოტებს გამოიყენებენ ნებისმიერ ძაბვაზე, ხოლო ფეხსაცმელს (კალოშებს) – მხოლოდ 1000 ვ-მდე ძაბვის დანადგარებთან მუშაობისას.

გარდა ამისა, დიელექტრიკული ფეხსაცმელი კარგად იცავს ადამიანს ნებისმიერი სიდიდის ბიჯური ძაბვის ზემოქმედებისაგან. მათი ჩაცმა ხდება მშრალ, სუფთა ფეხსაცმელზე.

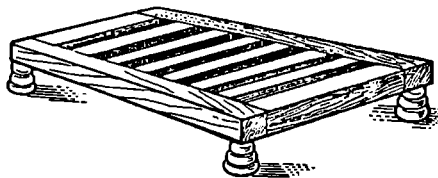
წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება დიელექტრიკული ჩექმები, როგორც დამხმარე მაიზოლირებელი საშუალება.

ჩვეულებრივი ფეხსაცმლისაგან განსხვავებით, დიელექტრიკული ფეხსაცმელი, ბოტები და ჩექმები არ არის დაფარული ლაკით.

დიელექტრიკული ხალიჩა გამოიყენება გაზრდილი საფრთხის და განსაკუთრებით საშიშ სათაესებში. მათი დაფენა ხდება უშუალოდ დანადგარებთან, ფარებთან და ა.შ. მათი ზომები არანაკლები 50x50 სმ-ია.

ნესტიან, მტერიან სათაესებში ხალიჩების დიელექტრიკული თვისებები მკვეთრად უარესდება, ამიტომ საჭიროა მაიზოლირებელი ქვესადგამის გამოყენება.

მაიზოლირებელი ქვესადგამის დანიშნულებაა ადამიანის იზოლაცია იატაკისაგან ნებისმიერი ძაბვის ქსელში. ქვესადგამი წარმოადგენს არანაკლებ 50x50 სმ ზომის ხის სადგამს, რომელსაც არ გააჩნია ლითონის დეტალები, მისი ფეხები წარმოადგენს კონუსისებრ ფაფურის ან პლასტმასის იზოლატორს (ნახ. 1.57).



ნახ. 1.57. მაიზოლირებელი ქვესადგამი

მაიზოლირებელი საშუალებები პერიოდულად ელექტრულად უნდა გამოიცადოს. გამოცდა წარმოებს სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენით 15-20°C ტემპერატურაზე. გამოცდის ხანგრძლივობა სხვადასხვა მაიზოლირებელ საშუალებებისათვის განსხვავებულია. მაგ. რეზინისაგან დამზადებული საშუალებებისათვის – 1 წთ, მაიზოლირებელი მარწუხისა და შტანგისათვის – 5 წთ.

მუშაობის დაწყების წინ აუცილებელია დამცავი საშუალებების გარეგანი დათვალიერება. დეფექტების (ბზარი, ნაკაწრი, ნახევი და ა.შ.) აღმოჩენის შემთხვევაში დამცავი საშუალებები ამოღებულ უნდა იქნას ხმარებიდან.

გამაფრთხილებელი პლაკატების დანიშნულებაა გაფრთხილება დენით დაშვების საშიშროების შესახებ. შინაარსის მიხედვით პლაკატები იყოფა ოთხ ჯგუფად:

1. გამაფრთხილებელი, მაგ. „სდექ! საშიშია სიცოცხლისათვის!“, „სდექ! მაღალი ძაბვაა!“
2. ამკრძალავი – „არ ჩართოთ, მუშაობენ ადამიანები!“
3. ნებადართველი – „აქ იმუშავეთ!“
4. გამახსენებელი – „ჩამიწებულა!“

მოდული მეორე

უსაფრთხოების ძირითადი პირობები შეკუმშული გაზისა და პაერის ენერგიის გამოყენების დროს. პაერსადენების, ორთქლის და წყალგამთბობი ქვაბების უსაფრთხო ექსპლუატაცია

2.1. წნევის ქვეშ მომუშავე ჭურჭლებისადმი წაყენებული ძირითადი ტექნიკური მოთხოვნები .

შეკუმშული პაერის და გაზის ენერგია ფართოდ გამოიყენება მშენებლობის დროს. ძირითადად გამოიყენება აპარატები, დანადგარები – მომუშავენი მაღალი წნევის ქვეშ, ცისტერნები, ორთქლის და წყალგამთბობი ქვაბები, რომლებიც განკუთვნილია სითხეებისა და მყარი სხეულების შესანახად და გადასატანად. მაღალი წნევის ქვეშ მომუშავე კომპრესორების, დანადგარების, ჭურჭლების ფართო გამოყენება მოითხოვს ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალისაგან და მუშებისაგან მათთან მუშაობის დროს მკაცრად დაიცვან უსაფრთხოების ტექნიკის წესები, ნორმები და ინსტრუქციები. იმ შემთხვევაში, თუ დაირღვევა მუშების მიერ ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების ნორმები და ინსტრუქციები, საექსპლუატაციო რეჟიმი, წარმოიქმნება საკონტროლო გამზომი მოწყობილობის უწყისრიგობანი, რასაც შეიძლება მოყვეს მოწყობილობის აფეთქება, ხანძარი, ტრავმატიზმი და სასიკედილო უბედური შემთხვევები გარდაუვალია. აფეთქების მუშაობა აირის ადიაბატური გაფართოების დროს, გამოითვლება ცნობილი ფორმულით

$$A = \frac{PV}{K-1} \left[(m-1) \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{K-1}{m}} \right] \right], \quad (2.1)$$

სადაც P_1 და P_2 არის აირის საწყისი და საბოლოო წნევა ჭურჭელში, მპა; V – აირის საწყისი მოცულობა, მ³; m – პოლიტროპის (ადიაბატის) მანვენებული (პაერისათვის $m=1,41$),

$$m = \frac{C_p}{C_v}.$$

აქ C_p და C_v აირის კუთრი თბოტევადობაა მუდმივი წნევის და მოცულობის დროს, ჯ/(კგ·K).

აფეთქების სიმძლავრე განისაზღვრება ფორმულით $N = \frac{A}{t}$. (ჭურჭლის

დაჭირხნილი აირით მოდიანად აესებისას მისი გაგლეჯის დროს წარმოიქმნება დიდი სიმძლავრე (1 მპა წნევის დროს 0,1 წმ-ს ხანგრძლიობისას შეადგენს 10 მეტ-ს).

აფეთქების თავიდან აცილების ძირითადი ღონისძიებებია: ჭურჭლის სწორი დაპროექტება, მონტაჟი, რემონტი, მოწყობილობის წესების თანახმად მათი სწორი ექსპლუატაცია.

ეს წესები ვრცელდება შემდეგი სახის ჭურჭლებზე:

- ა. ჭურჭლები, რომლებიც მუშაობენ 0.07 მპა-ზე მეტი წნევის ქვეშ, თუ არ ჩავევლით ჰიდროსტატიკურ წნევას.
- ბ. შეკუმშული აირის გადასატანად გამოყენებული კასრები და ცისტერნები, რომლის წნევა +50 გრადუს ცელსიუსამდე არ აღემატება 0.04 მპა-ს.
- გ. ბალონები, რომლებიც განკუთვნილია შეკუმშული, გათხევადებული და შერეული აირის შესანახად და გადასატანად 0.07 მპა-ზე მეტი წნევის ქვეშ.

ეს წესები არ გავრცელდება: ორთქლით და წყლით გათბობის ხელსაწყოებზე, ბალონებსა და ჭურჭელებზე 25 ლ-მდე ტევადობით, რომელთა ტევადობის ფარდობა მუშა წნევისთან არ აღემატება 25 ლს, მანქანათა ნაწილებზე, რომლებიც არ წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ჭურჭლებს, ორთქლის და აირის მანქანების ძრავების ცილინდრები, ავტომობილის სამუხრუჭე მოწყობილობების საჰაერო რეზერვუარები; ჭურჭლები, რომლებიც შედგებიან მილებისაგან, რომელთა შიგა დიამეტრი არ აღემატება 150 მმ-ს; ჭურჭლები, რომლებიც მუშაობენ წყლის წნევის ქვეშ ტემპერატურით არა უმეტეს 115°C.

ჭურჭლების დაყენება, რომელიც რეგისტრირებულია სახელმწიფო ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ, უნდა ხდებოდეს ცალკე გამოყოფილ შენობებში. მიმდებარე სამრეწველო შენობებისაგან გამყოფი კედელი უნდა იყოს კაპიტალური და ისე დამონტაჟებული, რომ გვეკონდეს საშუალება მოეახდინოთ შემოწმება, ჩაუტაროთ გასუფთავება და რემონტი. ჭურჭლის დაყენებისას გამორიცხული უნდა იყოს მათი გადმოყირავება. ამისათვის საჭიროა აგებულ იქნას კიბეები, მოედნები, რომლებიც აუცილებელია დანადგარების მომსახურებისათვის.

დაყენების და რეგისტრაციაში გატარების შემდეგ ყველა ჭურჭელზე არსებულ სპეციალურ ცხრილში ან თვალსაჩინო ადგილზე დატანილი უნდა იყოს სარეგისტრაციო ნომერი, დასაშვები წნევა, მომავალი შემოწმების და ჰიდრაულიკური გამოცდის თარიღი. ჭურჭლები, რომელზეც გავრცელებულია წესები, აუცილებელია

რეგისტრირებული იქნას სახელმწიფო ტექნიკურ სელექციურ სემინარში. გამოცდის წარმომადგენელნი შემდეგი ჯგუფები:

ა. კასრები,

ბ. ბალონები, რომლებიც განკუთვნილია შეკუმშული და გათხევადებული აირის შენახვისა და ტრანსპორტირებისათვის, რომელთა ტევადობა 100 ლ-მდეა.

გ. ჯურჯლები, რომლებიც მუშაობენ წნევის ქვეშ და შეიცავენ არაფეთქებად აირს ამ შემთხვევაში ჯურჯლის კედლის ტემპერატურამ არ უნდა გადააჭარბოს 200°C-ს, აგრეთვე ჯურჯლები, რომლებიც მუშაობენ წნევის ქვეშ და შეიცავენ მჟავა და ადვილად ფეთქებად მარილებს მოცემულ ტემპერატურაზე.

წერილობითი განაცხადების საფუძველზე ადმინისტრაციას შეუძლია რეგისტრაციაში გაატაროს ჯურჯლები სახელმწიფო ტექნიკური სელექციურ სემინარში. სასელექციო ინსპექციაში.

ექსპლუატაციაში მყოფი ჯურჯლები და დანადგარები შემოწმებული უნდა იქნეს ინსპექციის მიერ, რომელიც პასუხისმგებელია მის ტექნიკურ გამართულობაზე და უსაფრთხო მუშაობაზე ინსპექტორი ატარებს შიგა და გარე სელექციის შემოწმებას არა ნაკლებ 4 წელიწადში ერთხელ, ხოლო ჰიდრაულიკური გამოცდა ხდება არა ნაკლებ 1-ჯერ 10 წელიწადში. ვადაზე ადრე კი უნდა შემოწმდეს შემდეგი:

- ჯურჯლები, რომელთაც ჩაუტარდათ რეკონსტრუქცია და რემონტი, გამოყენებული იქნას შედუღება და მირჩილება, თუ იმყოფებოდნენ ერთი წლის განმავლობაში უმოქმედოდ;
- ჯურჯლები რომელიც მოთავსებულია საწვობში და შეფუთულია;
- ჯურჯლები ახალ ადგილზე დაყენებისა და დამონტაჟების შემდეგ.

ჯურჯლების ვადაზე ადრე ტექნიკური შემოწმება შეიძლება ჩატარდეს ინსპექტორის მეშვეობით, ან იმ პირის მეშვეობით, ვინც პასუხისმგებელია ჯურჯლის გამართულ და უსაფრთხო მუშაობაზე. ჯურჯელი იმ შემთხვევაში იქნება გამართული, თუ გაუძლო გამოცდას, არ აღმოჩნდა საშემდუღებლო ნაკერში აირის ან წყლის გაჟონვა.

2.2. კონტროლი და მომსახურება

წნევის ქვეშ მომუშავე ჯურჯლების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიზნით საწარმოში ბრძანებით ინიშნება ინსპექტორი. იგი მიეკუთვნება ინჟინერ-ტექნიკურ პერსონალს, რომელმაც გაიარა საჭირო ცოდნის შემოწმება, ვინც მიაღწია 18 წლის ასაკს, გაიარა საწარმოო სწავლება და ინსტრუქტაჟი, საკვალიფიკაციო კომისიამ

მისცა ატესტაცია. იმ პირებს, ვინც ნააბარა გამოცდა, უნდა მიეცეთ მოწმობა კომისიის თავმჯდომარის ხელმოწერით. ყოველი 12 თვის შემდეგ მის ცოდნას ამოწმებს კომისია, რომელიც შექმნილია თვით საწარმოს შიგნით. შემოწმების შედეგები უნდა გაფორმდეს ოქმით. სამუშაო აღგილზე გამოკრული უნდა იქნეს ინსტრუქცია სამუშაო რეჟიმის მიხედვით, რომელიც შემუშავებულია და დამტკიცებულია საწარმოს ადმინისტრაციის მიერ.

ტურტლების დამუშავება უნდა შეეწყვიტოს შემდეგ შემთხვევებში:

- დასაშვებზე მეტად წნევის გაზრდის დროს, მიუხედავად იმისა, რომ ყველა მოთხოვნა მითითებულ ინსტრუქციაში არ ირღვევა;
- დამცავი სარკელის უწყსიერობისას;
- ტურტლის ძირითად ელემენტებში თუ აღმოჩნდა ბზარი, კედლის მნიშვნელოვანი გათხელება, საშემდუღებლო ნაკერში გამოჟონვა;
- ხანძრის გაჩენისას, რომელიც ემუქრება წნევის ქვეშ მომუშავე ტურტელს;
- მანომეტრის უწყსიერობისას, რომლის დროსაც არ შეიძლება განისაზღვროს წნევა სხვა ხელსაწყოებით;
- სითხის დასაშვებზე მეტად შემცირებისას ისეთ ტურტელში, სადაც გვაქვს ღია გათბობა ალით (მაგ. ორთქლის ქვაბები).
- სამსახურის სამაგრი დეტალების უწყსიერობისას;
- სითხის დონის მზომის უწყსიერობისას, დამცველი მბლოკირებული მოწყობილობის უწყსიერობისას, საკონტროლო გამზომი ხელსაწყოების უწყსიერობისას.

აკრძალულია: ბალონების ექსპლუატაცია, რომელსაც გაუვიდა პერიოდული გადამოწმების ვადა, გაუმართავია ონკანი, დაზიანებულია კორპუსი, შედეგა, როდესაც წარწერები არ შეესაბამება მოთხოვნებს.

2.3. წნევის ქვეშ მომუშავე დანადგარების ექსპლუატაციისას ტრავმატიზმის გამომწვევი მიზეზები

საწარმოში გამოიყენება მრავალი მოწყობილობა-დანადგარი, რომლებიც მუშაობენ მაღალი წნევის პირობებში. ესენია: კომპრესორები, ორთქლის და წყალსატოობი ქვაბები, აირის ბალონები, ცისტერნები, ორთქლის და გაზსადენები და სხვ. წნევის პირობებში მომუშავე მოწყობილობა-დანადგარები საშიშია მათი მოსალოდნელი აფეთქების გამო, რადგან აფეთქება თითქმის ყოველთვის იწვევს ადამიანთა მძიმე ტრავმებს და დაღუპვასაც კი, ანგრევს შენობებს და იწვევს დიდ

მატერიალურ ზარალს. საპიკრო კომპრესორების აფეთქება ხდება საპიკო მასალების ორთქლის აალების, კომპრესორის კედლების გადახურების, მტკრიანი ქაერის შეწოვის და სხვა მიზეზების გამო. აფეთქების მიზეზი შეიძლება გახდეს აგრეთვე ბალონის სხვა აირით შეესება. ჟანგბადის ბალონის აფეთქებას გამოიწვევს ნებისმიერი ზეთი, თუ იგი მოხვდება ბალონის ენტილის შიგა არეში.

განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს პრიმიტიულად დამზადებული მოწყობილობები, რადგან მათ დასამზადებლად ჩვეულებრივ გამოიყენება ნებისმიერი მასალა და უმეტეს შემთხვევაში მათ არ გააჩნით საკონტროლო და დამცავი აპარატურა.

2.4. მოთხოვნები წნევის ქვეშ მომუშავე ჭურჭლებისა და მოწყობილობების დასამზადებელ მასალებზე

მასალები, რომლისგანაც მზადდება წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობები და ჭურჭლები, უნდა პასუხობდნენ გარკვეულ მოთხოვნებს თაყიანთი ფიზიკური, მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებებით.

მასალების მექანიკური თვისებები ხასიათდება დროებითი წინაღობით გაბლენჯვაზე $\sigma_{\text{გა}}$, დენადობის ზღვრით $\sigma'_{0.2}$, დარტყმითი სიბლანტის $\alpha_{\text{კო}}$, ღუნევაზე წინაღობით $\sigma_{\text{ღ}}$. თუ დანადგარი მუშაობს მაღალ ტემპერატურაზე, მასალის თვისებებს იკვლევენ სხვადასხვა ტემპერატურაზე – 20°C-დან არაუმეტეს 500°C-გრადუს ტემპერატურამდე. მნიშვნელოვან მაჩვენებელს წარმოადგენს დენადობის ზღვრის ფარდობა სიმტკიცის ზღვართან. ამ მაჩვენებლის ნორმირება ხდება 20°C ტემპერატურაზე (ნახშირბადიანი ფოლადისათვის იგი არ უნდა აღემატებოდეს 0,6, ხოლო ლეგირებული ფოლადისათვის 0,7).

ფოლადი, რომელიც გამოყენებულია წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობის დასამზადებლად, უნდა შემოწმდეს შედუღებამდე მოცემული ტექნოლოგიით. ამ შემოწმების მიზანია დადგინდეს ნაყერის სიმტკიცის, პლასტიკურობის და სხვა თვისებების მნიშვნელობა. ამის გარდა, უნდა შემოწმდეს ფოლადის შემდგომი თვისებები: დრეკადობის მოდული სხვადასხვა ტემპერატურაზე, ტემპერატურის სხვადასხვა ინტერვალებში გაფართოების საშუალო კოეფიციენტის მნიშვნელობა და სითბოგამტარობის კოეფიციენტი. ფოლადი, რომლისგანაც მზადდება წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობა, უნდა იქნეს გამოდნობილი მარტენული წესით და ელექტროლუმელებში.

იმ ჭურჭლებში, სადაც ადამიანის შიგნით მოსახეუდრად შესასვლელების გათვალისწინება შეუძლებელია, აკეთებენ ოვალურ ან წრიულ ფორმის სათვალეირებელ ლუქებს, ზომით არანაკლებ 80-მმ. მათი რიცხვი და განლაგება საშუალებას უნდა იძლეოდეს ჭურჭლის იმ შიდა ნაწილების მთლიანი დათვალეირების, რომელიც იმყოფებიან წნევის ქვეშ.

სტაციონარული შემოკირული ჭურჭლების გარე ზედაპირის დათვალეირებისათვის შემოკირვაში უკეთებენ სწორკუთხოვანი ფორმის საძრომებს ზომით 400X450 მმ ან წრიული დიამეტრით არა ნაკლები 450 მმ. ლუქებსა და საძრომებს უნდა ჰქონდეთ ისეთი საკეტები, რომლებიც გაუძლებენ გაანგარიშებულ წნეას.

წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობების მიმართ საერთო მოთხოვნილებაა მათი კონსტრუქციის თავისუფლად შემოწმება, რემონტის საშუალება და რაც მთავარია, საიმედოობა ექსპლუატაციის დროს.

წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობის არასწორი კონსტრუქციული გადაწყვეტა იწვევს მასალაში ძაბვების დაგროვებას. თუ ამ დროს კორპუსში გავაკეობთ მართკუთხა ჭრილს, მის ნაპირებზე გაჩნდება ბზარები. ამის გამო ყველა კორპუსში კეთდება წრიული ან ოვალური ფორმის ჭრილი. მათი ზომები წინასწარ შეზღუდულია. მაგალითად, ქვაბში შესასვლელი კედლები ოვალური ფორმისაა, ზომები 325X400 მმ. ჭურჭლისათვის რომელთა შიგა დიამეტრი არაუმეტეს 500 მმ-ია აწყობენ ბრტყელი ფორმის ფსკერებს.

ძაბვის კონცენტრაცია შეიძლება აღიძვრეს კედლისა და ფსკერის არასწორი შეერთების შემთხვევაში. ქვაბის ფსკერს აწყობენ მრგვალი ამოზნექილი ან ელიფსური ფორმისას, ისე რომ ამოზნექილი ნაწილის სიმაღლის ფარდობა შიგა დიამეტრთან იყოს არა ნაკლებ 0,25, კედლისა და ფსკერის შეერთება უნდა იყოს ოვალური ფორმის.

გარკვეული მოთხოვნილებები წაყენება შედუღებულ ელემენტებს, მათი შედუღების ხარისხს. შედუღების ხარისხი შეიძლება შემოწმდეს მრავალი მეთოდით: გარე დათვალეირებით და ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიით, მექანიკური გამოცდით, მეტალოგრაფიული გამოკვლევით, სიმაგრის გაზომვით, ფერადი დეფექტოსკოპიით და სხვ.

შედუღებით შეერთების ხარისხს ამოწმებენ დათვალეირებით. აელენენ შედმეგ დეფექტებს: ნაკერის დაბზარვა, ან შესაერთებელი ელემენტების არაპერპენდიკულარობა, შედუღების ზომებისა და ფორმის დარღვევა, შედუღებული ადგილები, ფორები და სხვა ტექნოლოგიური დეფექტები. ულტრაბგერითი

დეფექტოსკოპიის საშუალებით გამოვლინდება შედელების შინაგანი დეფექტები: ფორმები, ბზარები, შედუღებული ადგილები.

მექანიკური გამოცდის მიზანია დაადგინოს, თუ რამდენად შეესაბამება ნაკერის სიმტკიცე საჭირო დონეს. ნაკერს ცდიან ჰიმკაზე, ლუნვაზე და ღარტყმით სიბლანტეზე.

ჭურჭლების კონსტრუქციამ, რომელიც მეშაობენ წნევის ქვეშ და მასალებმა, რომლისაგანაც დამზადებულია ჭურჭლები, უნდა უზრუნველყონ უსაფრთხო ექსპლუატაცია, ე.ი. მათ უნდა დააყოვნონ ის წნევა, რომელზედაც გაანგარიშებული არიან. მაქსიმალური დაწნევა, რომლის ატანაც შეუძლია კორპუსს, განისაზღვრება ფორმულით:

$$[p] = \frac{2(S-C)(\sigma)\varphi}{D+S-C}, \quad (2.2)$$

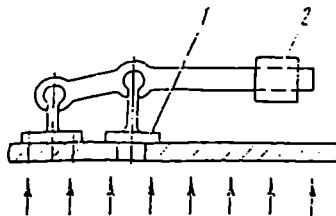
სადაც S არის კედლის სისქე, სმ; C – კოროზიის საწინააღმდეგო დამატებითი სისქე; D – ჭურჭლის შიგა დიამეტრი, მ; $[\sigma]$ – დასაშვები ძაბვა მასალისათვის, მპა; φ – შედელების ნაკერის სიმტკიცის კოეფიციენტი.

წნევის ქვეშ მყოფი ჭურჭლების მოწყობილობის ნორმალური, უსაფრთხო მეშაობისათვის აუცილებელია მათი აღჭურვა არმატურით, საკონტროლო – სასომი და უსაფრთხოების ხელსაწყოებით. ასეთ ხელსაწყოებს მიეკუთვნება მანომეტრი, წყლის დონის მაჩვენებელი, ორთქლის და გამსვლელი გაზების ტემპერატურის გასასომი ხელსაწყოები.

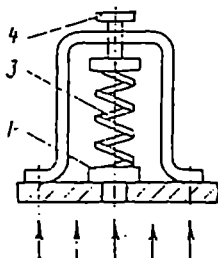
მანომეტრების დანიშნულებაა აჩვენონ წყლის, ორთქლის, აირების წნევა. მანომეტრი შეიძლება იყოს საკონტროლო და სამუშაო. მათი სიზუსტის კლასი დამოკიდებულია წნევის სიდიდეზე. როცა წნევა 2,3 მპა, სიზუსტის კლასი უნდა იყოს არანაკლებ 2,5. როცა წნევა 2,3-14 მპა ფარგლებშია – არანაკლებ 1,5, ხოლო როცა 14 მპა-ზე მეტი არანაკლებ 1,0. მანომეტრებს აყენებენ თვალსაჩინო ადგილებში, რომ ოპერატორმა თავისი სამუშაო ადგილიდან ადვილად განსაზღვროს ჩვენება.

აფეთქების თავიდან ასაცილებლად ორთქლის და წყალსათობო ქვაბებზე აყენებენ დამცავ სარქველებს, რომლებიც გარკვეულ დაწნევაზე იღებიან და ჭარბი ორთქლი გამოიტყორცნება ატმოსფეროში. ნორმატიულ დონემდე წნევის დაცემის შემდეგ სარქველები ავტომატურად იხურება. დამცავი სარქველები შეიძლება იყოს ბერკეტული და ზამბარული. მათი სქემები მოცემულია (2.1 ა, ბ) ნახაზზე.

დამცავ სარქველებს ეანგარიშობთ გამტარუნარიანობაზე $G_{\text{გ.ა.}}$, $G_{\text{გ.ბ.}}$, G მთლიანად გაღებულ მდგომარეობაში. საანგარიშო ფორმულებს აქვს სახე:



1.1. ა. ბერკეტული დამცავი სარქველი



2.1. ბ. ზამბარული დამცავი სარქველი

როცა წნევა 0,07-12 მპა ფარგლებშია:

გაჯერებული ორთქლისათვის,

$$\text{როცა} \quad (P_2 + 1) \leq 0,450(P_1 + 1); \quad G_{\text{ბაჰ}} = 0,5aF(P_1 + 1), \quad (2.3)$$

გადახურებული ორთქლისათვის

$$\text{როცა} \quad (P_2 + 1) \leq 0,470(P_1 + 1); \quad G_{\text{ბაჰ}} = G_{\text{ბაჰ}} \sqrt{\frac{V_{\text{ბაჰ}}}{V_{\text{ბაჰ}}}}, \quad (2.4)$$

$$\text{როცა წნევა მეტია 12 მპა-ზე} \quad G = 0,72aF \sqrt{\frac{P+1}{V}}, \quad (2.5)$$

სადაც a არის ორთქლის ხარჯვის კოეფიციენტი; F – უმცირესი ფართობი თავისუფალი კვეთისა სარქველის გამდინარე ნაწილში, მმ კვ; P_1 – მაქსიმალური ჭარბი წნევა დამცველი სარქველების წინ (ჭურჭლის შიგნით) რომელიც უნდა იყოს საანგარიშო კუმშვის არა უმეტეს 1,1 მპა; P_2 – მაქსიმალური ჭარბი წნევა სარქველის უკან სივრცეში, საიდანაც გაედინება სარქველიდან ორთქლი, მპა; $V_{\text{ბაჰ}}$ –

ნაჯერი ორთქლის კუთრი მოცულობა სარქველის წინ, მ³/კვ; $V_{\text{ბაჰ}}$ – გაცხელებული ორთქლის კუთრი მოცულობა სარქველის წინ, მ³/კვ; V – ორთქლის კუთრი მოცულობა ნაჯერის ან გადაცხელებული დამცველი სარქველის წინ, მ³/კვ.

წყალსატობი ქვაბებისათვის დამცველ სარქველებს განესაზღვრავთ ფორმულით:

$$ndh = \frac{Q}{KP(i - t_{\text{არდ}})}, \quad (2.6)$$

სადაც n არის სარქველების რაოდენობა; d - სარქველის უნაგირის დიამეტრი, სმ; h - სარქველის აწევის სიმაღლე, სმ; K - ემპირიული კოეფიციენტი, რომელსაც ედებულობთ $K=1,35$ დაბალაწევის სარქველებისათვის, როდესაც $\frac{h}{d} \leq \frac{1}{20}$ და $K=70$

მაღალაწევის სარქველებისათვის, როდესაც $\frac{h}{d} \leq \frac{1}{4}$; P - მაქსიმალური აბსოლუტური დასაშვები წნევა ქვაბში ღია სარქველის დროს, მპა; i - მაქსიმალური დასაშვები წნევის დროს ნაჯერი ორთქლის სითბო-შემცველობა, კკალ/კგ; $t_{\text{არდ}}$ - ქვაბში შემავალი წყლის ტემპერატურა °C; Q - ქვაბის მაქსიმალური სითბომწარმოებლობა, კკალ/სთ.

სათბობებში კვამლ და გაზგამტარ დამცავ მოწყობილობად იყენებენ მყიფე ან პლასტიკური მასალებისაგან დამზადებულ მემბრანებს. აფეთქების დროს მემბრანა იღება, ჭარბი წნევა გამოიტყორცნება გარეთ, ამით შესაძლებელი ხდება ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტების შენარჩუნება. მემბრანის ანგარიში შედგება ფურცლის სისქის δ განსაზღვრისაგან, რომლისგანაც დამზადებულია მემბრანა. ამ მიზნით ვიყენებთ შემდეგ ფორმულებს:

$$\text{როცა მემბრანა მზადდება მყიფე მასალებისაგან } \delta = 0,11r \sqrt{\frac{P}{\sigma_{\text{c}}}}, \quad (2.7)$$

$$\text{როცა მემბრანა მზადდება პლასტიკური მასალისაგან } \delta = 2Pr/4\sigma_{\text{c}}, \quad (2.8)$$

სადაც r არის მემბრანის რადიუსი, მმ; P - კუმშვა, რომლის დროს ფირფიტა უნდა გასკდეს ან გაიჭრას, მპა; σ_{c} - მემბრანის მასალის ღუნვაზე სიმტკიცე, მპა; $\sigma_{\text{c.ზ.}}$ - მემბრანის მასალის სიმტკიცის ზღვარი ჭრახე, მპა.

ორთქლის და წყალსატობი ქვაბები დაკომპლექტებულია სათბობის მიწოდების ავტომატური მართვის აპარატურით, რომელიც შეწყვეტს სათბობის მიწოდებას კამერაში ცეცხლის ჩაქრობის ან პაერის წნევის დაცემის შემთხვევაში.

2.5. საკომპრესორო დანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაციაზე წყენებული მოთხოვნები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, წარმოების საჭიროებისათვის შეკუმშული ჰაერის მისაღებად იყენებენ საკომპრესორო დანადგარებს. კომპრესორების, განსაკუთრებით დგუშიანი კომპრესორების მუშაობის დროს ძირითად საშიშროებას წარმოადგენს შეკუმშულ ჰაერში არსებული ზეთის დაშლის პროდუქტების აფეთქების შესაძლებლობა. ზეთის დაშლის შედეგად გამოიყოფა ფეთქებადი აირები. 20 გ ზეთის დაშლით წარმოიქმნება დაახლოებით 2მ^3 ჰაერის ფეთქებადი ნარევი. თუ ჰაერში იმყოფება 6...11% ზეთის ორთქლი, იგი შეიძლება აფეთქდეს დაახლოებით 2000°C ტემპერატურის დროს. ზეთის დაშლის პროდუქტები და ზეთის წვერილი წვეთები შეკუმშულ ჰაერთან ერთად მოხდება რა საჭიროა სისტემაში (ჰაერსადენი, ჰაერშემკრები და სხვ.), ეკერის მის შიგა ზედაპირს, კმნის აფეთქების საშიშროებას და იწვევს პნევმატიკური დანადგარის მექანიკურ დაზიანებას.

პნევმატიკურ დანადგარებზე აფეთქების თავიდან აცილებისათვის და კომპრესორების უაფარიო მუშაობისათვის საჭიროა:

- შეკუმშული ჰაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ზღვარს;
- კომპრესორის ცილინდრში წნევამ არ უნდა აიწიოს ნორმაზე ზევით;
- კომპრესორის ცილინდრში და ჰაერგამტარებში არ უნდა შეიქმნას ფეთქებადი ნარევი.

შეკუმშული ჰაერის მისაღებად გამოყენებული სტაციონარული და მოძრავი კომპრესორული დანადგარები შეიძლება აფეთქდეს. კუმშვის პროცესები ექვემდებარება პოლიტროპის კანონს:

$$PV^m = \text{const} , \quad (2.9)$$

სადაც P არის გაზის წნევა, V – პოლიტროპის მაჩვენებელი.

გაზის კუმშვისას მისი ტემპერატურა იზრდება წნევის შესაბამისად. საბოლოო ტემპერატურა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$T_2 = T_1 \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} , \quad (2.10)$$

სადაც T_1 და T_2 არის გაზის აბსოლუტური ტემპერატურა შეკუმშვამდე და მის შემდეგ K -კელვინი. P_1 და P_2 – აბსოლუტურული წნევა შეკუმშვამდე და მის შემდეგ, პა.

კომპრესორებში ჰაერის გაცხელების თავიდან აცილების მიზნით გამოიყენება ჰაერით ან წყლით გაგრილება. ჰაერით გაგრილება გამოიყენება დაბალი წნევის

კომპრესორებისათვის 0,7 პა-მდე, წყლით – მაღალი წნევის კომპრესორებისათვის. შეეუშული პაერის მაქსიმალური ტემპერატურა უნდა იყოს 160°C ერთცილინდრიანი კომპრესორებისათვის. შეეუშული პაერის მაქსიმალური ტემპერატურა უნდა იყოს 160°C ერთცილინდრიანი კომპრესორებისათვის და 140°C , კეღა საფეხურზე მრავალსაფეხურიანი კომპრესორებისათვის.

კომპრესორული დანადგარის გაციებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის ხარისხს. დანადგარის ნორმალური მუშაობისათვის გამოყენებული უნდა იყოს „რბილი“ წყალი. გატუქვიანებული და უხეში წყალი ცილინდრებისა და წყალგამატარი მილების კედლებზე წარმოქმნის დანალექს და უსრუენედეოფს კომპრესორის ნორმალურ მუშაობას. წყლის ხარისხის მიუხედავად ორ თვეში ერთხელ აუცილებელია გამაგრილებელი მოწყობილობების და წყალგამატარი მილების გასუფთავება ტუქვისა და ნალექისაგან.

კომპრესორულ დანადგარებს უნდა გააჩნდეთ საკონტროლო გამოსომი ხელსაწყოები:

მანომეტრები და დამცავი სარქველები.

თერმომეტრები, შეეუშული პაერის ტემპერატურის მანიერებლად.

იმისათვის, რომ შეიქმნას უსაფრთხო შრომის პირობები, კომპრესორის მბრუნავ ნაწილებს, აგრეთვე მის ამძრავს უნდა პკონდეს ზღუდე.

საკომპრესორო დანადგარებისათვის გამოყოფილი შენობა, საკომპრესორო სადგური უნდა აიგოს ცეცხლგამძლე მასალისაგან, უსხეენო გადახურვით და სხვა ნაგებობებისაგან განცალკეებით.

საკომპრესორო სადგურში მოწყობილობების განლაგებისას უნდა დაეიცვათ სანიტარული ნორმები მექანიზმების მუშაობის საიმედოობისა და მომსახურების უსაფრთხოების მიზნით. აგრეგატებს შორის თავისუფალი გასასვლელი უნდა იყოს არანაკლები 1,5 მ-სა, ხოლო კედლიდან – 1მ.

ზამთარში ტემპერატურა საკომპრესოროში არ უნდა იყოს 10°C -ზე ნაკლები, ხოლო ზაფხულში არა უმეტეს 26°C ; გათბობა ცენტრალურია.

როდესაც მილსადენში გაბინძურებული პაერის ნაკადი გადის 20 მ/წმ სიჩქარით, წარმოიქმნება სტატისტიკური ელექტრობა (ძაბვა U – 10000, ვ, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს აფეთქება. ეს რომ არ მოხდეს, საჭიროა დამცავი ჩამოწება. პაერის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარის დამოკიდებულება მილსადენში წნევასთან მოცემულია 2.1. ცხრილში.

პაერის წნევა, მპა	0,6	0,6-1,0	1,0-2,0	2,0-3,0	3,0-10,0	10,0-20,0
პაერის სიჩქარე, მ/წმ	20,0	15	10	8	6	3,5

2.6. კომპრესორული დანადგარის მომსახურება და შეზეთვა

კომპრესორული დანადგარების ნომინალური და უსაფრთხო მუშაობისათვის საჭიროა ცილინდრების შეზეთვა. არასაკმარისი ან ზედმეტი ზეთი ცუდად მოქმედებს დანადგარის მუშაობაზე. არასაკმარისი ზეთის დროს ხდება მოხახუნე ზედაპირების გაძლიერებული ცვეთა და ნაწილები ადრე გამოდიან მწყობრიდან. ზედმეტი შეზეთვა იწვევს ზეთის ნარჩენების გადასვლას ცილინდრების რეზერეუარსა და მილმიმყვანის კედლებზე და შეიძლება მოხდეს აფეთქება. დალეილი ზეთი ჭუჭყიანდება მტვრით და თანდათანობით გარდაიქმნება ნამწვად და ადვილად აალებად შენაერთად. ნამწვის წარმოქმნას ხელს უწყობს მტვრის შემცველობა პაერში. დიდი რაოდენობის ნამწვის წარმოქმნის შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს დგუშის გატყევა და კომპრესორის მწყობრიდან გამოსვლა. ამიტომ ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საპოხი ზეთის ხარისხს. კომპრესორების შეზეთვისათვის გამოიყენება ზეთი, რომელიც შეესაბამება სახელწმიფო სტანდარტს, აფეთქების ტემპერატურით 220-240°C და თვითაალების ტემპერატურით 400°C. ზედმეტი შეზეთვის შემთხვევაში შეკუმშული პაერში წარმოქმნება სეთოვანი ნისლი, რომელიც 200°C ტემპერატურაზეც კი ფეთქდება. შესაზეთი მასალების მახასიათებლებია – თხევადობა, თერმული მდგრადობა, ქიმიური თვისებები, აგრეთვე უნდა აკმაყოფილებდეს კომპრესორის მუშაობის დროს წარმოყენებულ რეალურ მოთხოვნებს. კომპრესორების შესაზეთად ზეთის გარდა გამოიყენება, გლიცერინის ზეთის ხსნარები. ზეთიანი ტუმბოს გასუფთავება უნდა მოხდეს არა ნაკლებ I-ჯერ თვენახევარში, ხოლო ზეთის ფილტრების გასუფთავება არანაკლებ ორ თვეში.

კომპრესორული დანადგარების მომსახურების ნება დართული აქვთ პირებს, რომელთა ასაკი 18 წელზე მეტია და გავლილი აქვთ უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქტაჟი. საწარმოს ადმინისტრაცია ვალდებულია ჩაატაროს ცოდნის შემოწმება მუშებს შორის წელიწადში ერთხელ, ხოლო ინჟინერ ტექნიკური პერსონალისათვის – სამ წელიწადში ერთხელ. შენობაში თვალსაჩინო ადგილზე უნდა იქნეს გამოკრული ინსტრუქცია უსაფრთხო მომსახურებისათვის, რომელიც შემუშავებულია ადმინისტრაციის მიერ.

საკომპრესორო დანადგარის გაშვებამდე საჭიროა მისი შემოწმება. უნდა შემოწმდეს შეხეთვისა და გაცივების სისტემები. კომპრესორის გაცივების სისტემა შეიძლება იყოს წყლის ან პაერის. პაერით გაცივება ხდება მცირე მწარმოებლობის კომპრესორებში, მაგალითად, გადასაადგილებელ კომპრესორებში.

კომპრესორების გაცივება წყლით ეფექტურია. კარგი ცირკულაციის დროს იგი საშუალებას იძლევა მნიშვნელოვნად გაეციოთ კომპრესორის ცილინდრი და შეკუმშული აირი. მრავალსაფეხურიან კომპრესორებში, როცა აირი მაღალ წნევაზე უნდა შეიკუმშოს, წყლის გაცივება ეწეობა შეკუმშვის ყველა საფეხურზე. ამ დროს აწეობენ შუალედურ მაცივრებს. უწყვეტი მუდმივი გაცივების უზრუნველსაყოფად მაცივარს რთავენ კომპრესორის ჩართვამდე. მაცივარში რაღაც მიხედვით წყლის მიწოდების შეწყვეტის შემთხვევაში, კომპრესორი დაუყოვნებლივ უნდა გაჩერდეს. მაღალი მწარმოებლობის და კუმშვის დიდი ხარისხის მქონე კომპრესორებში აწეობენ ავტომატურ სისტემას, რომელიც წყლის ტემპერატურის ნორმის ზევით აწევისას გამორთავს კომპრესორს და მართვის პულტზე აძლევს ავარიის სიგნალს. კომპრესორის გაცივებისათვის საჭირო წყლის რაოდენობას და მის ტემპერატურას გამოთვლიან სითბური ბალანსის მიხედვით.

კომპრესორი უნდა გაჩერდეს იმ შემთხვევაში თუკი შემადგენელი დეტალების გახურების ტემპერატურამ გადააჭარბა დასაშვებს და წნევამ მიაღწია დასაშვებზე მეტ ნორმას. იმ შემთხვევაში, როცა კომპრესორი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გამოდის წყობილებიდან, საჭიროა წყალი გამაცივებელი სისტემიდან ჩამოშვებული იქნას სპეციალური სარქველით. აფეთქების თავიდან აცილების მიზნით შეკუმშული პაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 160°C ერთსაფეხურიან კომპრესორებში და 140°C მრავალსაფეხურიან კომპრესორებში.

სტატისტიკური ელექტრული მუხტის წარმოშობის თავიდან აცილებისათვის კომპრესორის კორპუსს ამიწებენ.

ცილინდრის კედლებიდან ნაშვავების მოსაშორებლად იყენებენ საპნის ხსნარს, სულფანოიდის 2-3%-იან ხსნარს. გარდა ჩამოთვლილი ღონისძიებებისა კომპრესორებს უსაფრთხოების მიზნით აღჭურავენ საკონტროლო – საზომი ხელსაწყოებით.

2.7. ორთქლის და წყალსატობი ქვაბები

საქვაბე დანადგარების დანიშნულებაა მოამარაგოს საწარმოები, როგორც ტექნოლოგიური, ასევე გათბობის საჭიროებისათვის ორთქლითა და ცხელი წყლით.

ქვაბი წარმოადგენს ჭურჭელს, რომელშიც ხდება ორთქლის მიღება ან წყლის გათბობა მაღალ ტემპერატურამდე. ამრიგად, ქვაბი გამოუმუშავებული

თბოშემცველობის მიხედვით იყოფა ორთქლის და წყალსატბობ ქვაბებად. ყველა ეს ქვაბი აფეთქებაუსაფრთხოების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: მაღალი და დაბალი წნეეის ქვაბები. პირველი ჯგუფის ქვაბებს მიეკუთვნება ყველა ორთქლის ქვაბი, რომელთა მუშა (ტარბი) წნეეა აღემატება 0,07 მპა-ს და წყალგამთბობი ქვაბები, რომელშიც წყლის ტემპერატურა 115°C აღემატება.

მორე ჯგუფის ქვაბებს მიეკუთვნება ორთქლის ქვაბები, რომელთა მუშა (ტარბი) წნეეა 0,07 მპა-ზე ნაკლებია და გაანზიათ აღნიშნულ წნეეაზე მეტად გაზარდოს სპეციალური შემსლდეელი დამცავი მოწყობილობა და წყალგამთბობი ქვაბები, რომელშიც წყლის ტემპერატურა 115°C-ზე ნაკლებია.

როგორც ზემოთ ავღნიშნუთ, ორთქლის ქვაბები და აპარატები წარმოადგენს წნეეის ქვეშ მომუშაეე დახშულ სისტემებს და მოითხოეს უსაფრთხოების ტექნიკის წესების განსაკუთრებულ დაცვას. ორთქლის ქვაბების არადამაკაყოფილებელი ექსპლუატაციის პირობებში შესაძლოა მათი აფეთქება.

განვიხილოთ ორთქლისა და წყალსატბობი ქვაბების ექსპლუატაციის დროს მოსალოდნელი საშიშროებანი, აეარიით გამოწეეული შედეგები და მათი თავიდან აცილების ღონისძიებანი. ამ დანადგარების გარეეულ პირობებში ექსპლუატაციის დროს შესაძლებელია ქვაბის კედლების ისეთი დაზიანება, რომლის დროსაც ქვაბში წნეეა მკვეთრად შემცირდება გარემოს წნეეამდე (ატმოსფერულ წნეეამდე) და მასში მოთაესებული გადამეტხურებული (100°C) წყალი ერთბაშად იქცეეა ორთქლად, რაც იწეეეს ქვაბის აფეთქებას და დამსხერეეას.

ორთქლისა და წყალგამთბობი ქვაბების ექსპლუატაციის სტატისტიკური მონაცემების საფუძეელზე დადგენილია ქვაბების აფეთქების ძირითადი მიზეზები:

ა) წყლის დანაკლისი ქვაბში. წყლის უდაბლესი დონე ქვაბში ყოველთვის უნდა იეოს საცეცხლის ტერზე მაღლა სულ ცოტა 100 მმ-ით. წყლის დონის შემდგომი დაწეეისას ცხელი აირების ზეგავლენით გაშიშვლებული ტერი ვარვარდება, კარგავს სიმტკიცეს და უნდება ბზარები; ბ) მინადულის გაჩენა ქვაბის კედლის შიგა მხარეზე. მინადული ცუდად ატარებს სითბოს და თუ ქვაბის ეს ადგილი მოხედა ცხელი აირების ზემოქმედების ქვეშ, გამოიწეეეს კედლის გადახურებას; გ) ქიმიური ზემოქმედებით ქვაბის კედლების კოროზია, რაც იწეეეს ლითონის დაღლილობას და ამცირებს მის სიმტკიცეს; დ) ქვაბის კონსტრუქციული ნაკლი და სხე.

თითოეული ქვაბი, მისი უაეარიო მუშაობისათვის აღტურეილია საკონტროლო დამცავი ხელსაწყოებით (წყლის დონესაზომი, მანომეტრი, ტუმბო, დამცეელი სარქეელი და სხე.), რომლებიც დანიშნულ ვადებში აუცილებლად უნდა იქნეს შემოწმებული.

ორთქლისა და წყალსატბობი ქვაბები უნდა მოთავსდეს ცალკე სპეციალურ შენობაში – საქვაბებში, რომელსაც უნდა აქონდეს ორი გასასვლელი. საქვაბე საწარმოს სათავისიდან იზოლირებული უნდა იყოს უწვი კედლებით. საქვაბის სახურავი უნდა იყოს მსუბუქი და ადვილად ახახდელი, რათა აფეთქების შემთხვევაში არ გაუწიოს დიდი წინააღმდეგობა აფეთქების ტალღას. საქვაბის კარები უნდა იღებოდეს გარეთ, ქვაბებს შორის გასასვლელი მანძილი უნდა იყოს არანაკლები 1 მეტრისა, ხოლო საცეცხლურის გვერდიდან მომსახურების დროს – არანაკლებ 2 მეტრისა.

საქვაბებში უნდა იყოს საკმარისი ბუნებრივი და ხელოვნური განათება (არანაკლებ 50 ლუქსისა საზომ ხელსაწყოებზე და 20 ლუქსისა – დანარჩენ ადგილებში).

გარდა მუშა განათებისა, საქვაბში გათვალისწინებული უნდა იქნეს ავარიული განათება დამოუკიდებელი კვების წყაროთი (აკუმულატორები).

ყველა რეგისტრირებული ქვაბი პერიოდულად უნდა შემოწმდეს ქვაბზედამხედველობის მიერ შემდეგ ვადებში:

შინაგანი დათვალიერება – 4 წელიწადში ერთხელ; ჰიდრაულიკური გამოცდა – 8 წელიწადში ერთხელ.

წნევის ქვეშ მომუშავე ყველა დანადგარს, ჭურჭელს და ტუეადობას გაშვების წინ, შეკეთების შემდეგ და პერიოდულად ექსპლუატაციის პროცესში უნდა ჩატარდეს ჰიდრაულიკური გამოცდა. გამოსაცდელი წნევის სიდიდე განისაზღვრება ქვაბზედამხედველობის ინსპექციის მიერ დადგენილი წესების მიხედვით (ცხრ. 2.2).

ცხრილი 2.2.

დასახელება	მუშა წნევა, მპა	გამოსავალი წნევა, მპა
ყველა ჭურჭელი ჩამოსხმით დამზადებულის გარდა	0,5-ზე ნაკლები	1,5 მაგრამ არანაკლები 0,2
იგივე	0,5 და მეტი	1,25 მაგრამ არანაკლები 0,3
ჩამოსხმით დამზადებული ჭურჭლები	წნევის სიდიდის მიუხედავად	1,5 მაგრამ არანაკლები 0,3

ჰიდრაულიკური გამოცდის დროს ქვაბი მთლიანად ივსება ცივი წყლით, რის შემდეგ ტუმბოთი ზრდიან წნევას გამოსაცდელ წნევამდე. გამოსაცდელი წნევის ქვეშ ქვაბი იმყოფება 5 წუთის განმავლობაში. წყლის დენას და დეფორმაციას დანადგარში ამ დროს ადგილი არ უნდა აქონდეს. როგორც აღვნიშნეთ, ორთქლის ქვაბების

არადამაკმაყოფილებელმა ექსპლუატაციამ შეიძლება გამოიწვიოს მათი აფეთქება. აფეთქების სიმძლავრე იანგარიშება ქვაბში წყლის მოცულობით და წნევით. ორთქლისა და წყლის გასაცხელებელი ყველა ქვაბი და სისტემა უნდა მუშაობდეს წყლის მუდმივი ცირკულაციის პირობებში. ამ პირობის დარღვევა ნებისმიერი სისტემის დაზიანებას იწვევს.

საქვებე დანადგარების ნორმალური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის ქვაბები აღიჭურვება არმატურით, საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოებით.

არმატურებს მიეკუთვნება წყლის მოსაშვები და მოსატყერი მოწყობილობები, სარქველები.

მცირე მწარმოებლურობის ქვაბებში დასაშვებია ერთი დამცავი სარქველის გამოყენება, ხოლო თუ ქვაბის მწარმოებლურობა 100 მ³ ორთქლს აღემატება საათში, საჭიროა ორი დამცავი სარქველის გამოყენება. ეს სარქველები განკუთვნილია ორთქლის ავტომატური გამოშვებისათვის. იმ შემთხვევაში, თუ წნევა აღემატება ნორმის ფარგლებს, გამოიყენება მხოლოდ საშპარისებრი სარქველები. როდესაც საქვებე დანადგარში ორთქლის წნევა სამუშაო წნევას 105-ით გადააჭარბებს, დამცავი სარქველი მაშინვე უნდა გაიღოს.

სარქველების გამართული მუშაობის უნარი მოწმდება ჩაბერვით.

ჩაბერვის ვადები შემდეგია: ქვაბებს, რომელთა სამუშაო წნევა $P_{აშ} \leq 2$ მპა, მაშინ არანაკლებ ერთი ჩაბერვისა ცვლაში, თუ წნევა მეტია $P_{აშ} \geq 2$ მპა, მაშინ არანაკლებ ერთი ჩაბერვისა დღე-ღამეში, $P_{აშ} \geq 6$ მპა მეტი წნევის შემთხვევაში – არანაკლები ერთი ჩაბერვისა ოთხ თვეში.

დამცავი სარქველების გაანგარიშება ხდება ფორმულით, რომელიც რეკომენდებულია საქართველოს ტექნიკური ზედამხვეელობის სახელწმიფო ინსპექციის მიერ:

$$nd_{სარქ}h = \frac{Qg}{KP(t-t_i \cdot 10^2)}, \quad (2.11)$$

სადაც Q მაქსიმალური სითბოს რაოდენობაა; g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, $g = 9,81$ მ/წმ; n – დამცავი სარქველის რაოდენობა; h – სარქველის აწევის სიმაღლე; $d_{სარქ}$ – სარქველის დიამეტრი; k – კოეფიციენტი იმ სარქველებისათვის, რომელთა წნევის სიმაღლე (h) მცირეა; P – მაქსიმალური დასაშვები წნევა, სარქველის მთლიანად გაღების შემთხვევაში t , სითბოტევადობა.

დამცავი სარქველების მუშაობა მოწმდება სახელურის წამოწევით. ამ დროს მანომეტრის ისრის წითელ ზღვარზე გადასვლისთანავე სარქველი უნდა გაიღოს, ე.ი.

სარქველები იმყოფება გამართულ მდგომარეობაში. სარქველების რეგულირება ხდება ისეთ წნევაზე, რომელიც ნორმალურზე რამდენადმე დიდია.

ღია დამცავი სარქველების გამტარობის უნარს სასდერავენ შემდეგი ფორმულებით: გადატვრითული ორთქლის შემთხვევაში.

$$G_g \cdot m = 0,5 \cdot a \cdot F(P_1 + 1), \quad (2.12)$$

იმ პირობით, როცა $(P_1 + 1) \leq 0,450(P_1 + 1)$;

გადახურებული ორთქლის შემთხვევაში

$$G_{\text{გაღ}} = G_{\text{გაღ}} \sqrt{V_a \frac{j}{V_{\text{გაღ}} j}}, \quad (2.13)$$

ცხრილი 2.3.

ნომინალური ნარჩენი წნევა	წნევა, რომელსაც რეგულირდება სარქველი	
	მაკონტროლებელი	მუშა
1,3	0,02	0,3
1,2-6,0	102ეუშ	1,05
6,0-14,0	1,05	1,08
14,0-22,5	1,08	1,07
22,5	1,10	1,1

ფორმულებში $G_{\text{გა}}$ და $G_{\text{გაღ}}$ ღია სარქველების მიერ ორთქლის გატარების შესაძლებლობებია შესაბამისად გადატვრითული და გადახურებული ორთქლის შემთხვევებში; F – სარქველის თავისუფალი კვეთის მინიმალური ფართობი; P_1 – მაქსიმალური ნარჩენი წნევა სარქველის წინ; P_2 – ნარჩენი წნევა სარქველის უკან; $V_{\text{გაღატ}}$ და $V_{\text{გაღ}}$ – შესაბამისად გადატვრითული და გადახურებული ორთქლის მოცულობები.

მამოწმებელ-მარეგულირებელ ხელსაწყოებს მიეკუთვნება: წნევის, ტემპერატურის, წყლის სიმაღლის საზომი ხელსაწყოები.

ყველა სახის ორთქლის ქვაბზე უნდა დაეაყენოთ მანომეტრი, რომელიც გაზომავს ორთქლის წნევას. მანომეტრი უნდა იყოს გამართული, შემოწმებული და დალუქული.

წყლის სიმაღლის კონტროლისათვის ყველა სახის ორთქლის ქვაბს უნდა ჰქონდეს, არანაკლებ ორი სიღრმესაზომი ხელსაწყო.

ქვაბების ჩაბერვას, როგორც წესი, ასრულებს ორი მემანქანე, ერთი-ერთი მათგანი თვალყურს ადევნებს წნევასა და წყალს, მეორე კი მორიგეობით ალუბს და

კმტაქს ონკანებს. უნდა გაიღოს ქვაბიდან მეორე ონკანი, შემდეგ პირველი და ლაიკეტოს შებრუნებული თანმიმდევრობით. შემოწმების შემდეგ წყლის დონე უნდა იყოს დასაშვებზე 3 სმ-ით მეტი მაინც, ჩაბურვა უნდა მოხდეს 8...10 წუთის შემდეგ, როცა შეწყდება ქვაბში საბოლოო წყლის მიწოდება.

წყლისა და ორთქლის ქვაბების მთელი არმატურა და სასომი ხესაწყობები უნდა იყოს ხელმისაწვდომი მომსახურებისათვის. საქვებებში მუშა განათება დასაშვებია მხოლოდ ელექტრული ძაბვა არ უნდა იყოს 13 ვ-ზე მეტი. საქვებში მოსალოდნელი ხანძრის გაჩენის გათვალისწინებით აკეთებენ არანაკლებ ორ გასასვლელს მომსახურე პერსონალის ევაკუაციისათვის. საქვებები სატელეფონო კავშირით შეერთებულია იმ ბინებთან და დაწესებულებებთან, რომელიც მათ უწყვენ ექსპლუატაციას.

იმ საქვებე დანადგარების უსაფრთხოება, რომლებიც მუშაობენ თხევად და აირის საწვავზე, დაცული უნდა იქნეს სპეციალური ინსტრუქციის საფუძველზე. ინსტრუქციაში მითითებული უნდა იყოს სანათებთან მუშაობის პრინციპის თავისებურებანი. საქვებებში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ანთების დროს აირთან და მასუთთან მუშაობის წესებს. მომსახურე პერსონალმა უნდა მიიღოს ქმედითი ზომები აირის გაუონვისა და ავარიული შემთხვევების დროს.

2.8. მილსადენების (მილგაყვანილობის) უსაფრთხო ექსპლუატაცია

ავტოსატრანსპორტო საწარმოებში გამოიყენება მისლადენები წყლის ორთქლის, წყლის, შეკუმშული ჰაერის და სხვა აირების მისაწოდებლად და გადასადგილებლად.

ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ დამტკიცებულია მოთხოვნები, რომელიც ეხება იმ მილსადენების მონტაჟს და ექსპლუატაციას, რომლებიც მუშაობენ წნევის ქვეშ, აგრეთვე მილსადენებს, რომლებიც გამოიყენება 120°C-ზე მეტი ტემპერატურის მქონე აირისა და სითხის 0,1 მპა-ზე მეტი წნევის პირობებში.

მილსადენის ზომებს ირჩევენ გადასატანი მასალის ხარისხისა და რაოდენობის მიხედვით. უფრო მეტი გავრცელება პოვა ფოლადის მილსადენებმა მიღუღებითი შეერთებით. შემაერთებული მილსადენების დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{T \cdot v}}, \quad (2.14)$$

სადაც d არის მილგამტარის დიამეტრი; V – გადასატანი ნივთიერების მოცულობა; v – გადასატანი ნივთიერების სიჩქარე, მ/წმ.

ცხელი ორთქლის და ცხელი წყლის გასატარებელი ქველა მილსადენი, რომელთა გარე ტემპერატურა 45°C -ზე მეტია, უნდა იყოს შეფუთვული. მომსახურე პერსონალის უსაფრთხო მომსახურების მიზნით მილსადენები უნდა შეიღებოს სხედასხეანაირად. ფერები უნდა იყოს შემდეგი: 1) გადახურებული ორთქლის შემთხვევაში – წითელ ფონზე შავი ზოლები; 2) ტექნიკური წყლის შემთხვევაში – მწვანე ფონზე შავი ზოლები; 3) შეკუმშული ჰაერის შემთხვევაში – ლურჯ ფონზე შავი ზოლები.

ცხელი წყლისა და ორთქლის კომუნიკაციები უნდა მოთავსდეს შენობის სკეით, ადვილად მისადგომ ადგილებში.

მაღალი წნევის შემთხვევაში მისლადენის გახეთქვის თავიდან ასაცილებლად იყენებენ სარედუქციო სარქველს, რომელიც ამცირებს წნევას.

მისლადენის სიკრძის ცვლილებას ტემპერატურის ცვლილების ს სასლერავენ ფორმულით

$$\Delta L + aL(t_2 - t_1), \quad (2.14)$$

სადაც ΔL არის მისლადენის შეცვლილი სიგრძე; L – მილსადენის სიგრძე; a – ხაზური გაფართოების კოეფიციენტი; t_1 , t_2 – საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა.

დასაშვები თერძული დაწნევა მილსადენზე განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma_1 = E \frac{\Delta L 10^{-3}}{L}, \quad (2.16)$$

სადაც σ_1 არის თერძული დაწნევა, მპა; E – დრეკადობის მოდული მოცემული მისლადენისათვის.

წნევის სხვაობის გასაზომად მილსადენში გამოიყენება ჟუკოვსკის ფორმულა:

$$\Delta P = \frac{L}{g} = v_0 \cdot G, \quad (2.17)$$

როდესაც მილსადენები ეწყობა გზების ქვეშ ან მათ გასწვრივ, მათი ჩაღრმავების სიმაღლე უნდა იყოს 4,5 მეტრი, ხოლო თუ მილსადენები, გადის (ან კვეთს) სარკინიგზო ხაზებზე, მათი ჩაღრმავების სიმაღლე, მიწის ზედაპირიდან უნდა იყოს არანაკლებ 6 მეტრისა. მილსადენების პორიზონტალური უბნები უნდა ჩაიწყოს ქანობით, არანაკლებ 0,001 მეტრისა, დრენაჟის მოწყობით.

ხელმეორედ დამონტაჟებული მილსადენები უნდა გამოიცადოს წნევის ქვეშ, რის შემდეგაც შემოწმდება ნაკერები მუშა წნევის ქვეშ. უარყოფითი ტემპერატურის დროს დასაშვებია პნემატიკური გამოცდა, ნაკერები უნდა შემოწმდეს დარტყმის გარეშე.

2.9. ბალონები შეკუმშული და გათხევადებული აირებისათვის

ბალონები მსადღება ნახშირბადიანი ან ლეგირებული ფოლადისაგან სახელმწიფო სტანდარტის შესაბამისად, ცილინდრის ფორმის, ამოწმებული ძირით და ეიწრო ყელით გენტილისათვის.

აირით საესე ბალონის აფეთქების მიზეზებია:

ბალონების გახურების გამო აირის გაფართოება; ბალონის ყელიდან გენტილის თვითნებური მოწვეტა ხეიატრილის უეარგისობის გამო; ბალონის ჩამოვარდნა და მუარ სხეულზე დაეარდნა, რის შედეგად იგი იმსხერევა; ჟანგბადის ბალონის ყელის ან არმატურის ცხიმით და ზეთით გატუჟყიანება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს აალება; დეფიციტები ბალონში; ჟანგბადის ან წყადი აირების ბალონების გამოყენება სხეა არაინერტული აირებით შესავსებად.

2.10. საქვებების აფეთქების გამაფრთხილებელი ზომები

უსაფრთხოების ტექნიკის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანაა ჯანმრთელი და უსაფრთხო მუშაობის პირობების შექმნა საწარმოს საქვებე შენობებში. საქესპლუატაციო წესების დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს ავარია, ხოლო წნევის გადატარებისას – აფეთქება. დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს მუშების დაცვას მაღალი ტემპერატურისა და მომწამლაეი გასების მეწე ზემოქმედებისაგან. საქვებე დანადგარის აფეთქების ძირითადი მიზეზები შეიძლება იყოს წნევის მეეეთრი გაზრდა, წყლის გაჟონეა ან დასაშეები დონის მეეეთრი შემცირება. აფეთქების სიმძლავრის წყაროდ ითვლება არა ორთქლი, არამედ აღუღებული წყალი, რომელიც წყალთან ან ჰაერთან ურთიერთმოქმედებისას სწრაფად გადაიქცეეა ორთქლად.

ხანძრის და აფეთქების დამანგრეველი ზემოქმედების თავიდან აცილების მიზნით საქვებე შენობაში უნდა დაცული იქნეს როგორც სანიტარული, ისე ხანძარსაწინალო მოთხოვნები, შენობის კედლები შედგებოდეს ცეცხლმდეგი მასალისაგან, კარებები არ უნდა აღიჭურვოს საკეტებით. გამოსასვლელების რიცხვს 250 კვ.მ ფართის შემთხვევაში აკეთებენ არა ნაკლებ ორისა. სამუშაო ადგილიდან გამოსასვლელამდე მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 50 მეტრს. ქვებებს აყენებენ მტკიცე ფუნდამენტზე. ქვებებს შორის მანძილი აიღება არანაკლები 3 მეტრი, გასასვლელი სიგანე ქვებებს შორის არა ნაკლები 1 მეტრი. ქვებების შესამოწმებლად გამოიყენება რკინის კიბეები სიმაღლით ერთი მეტრი. მუშაობის უსაფრთხოება, მომსახურების მოხერხებულობა უზრუნველყოფილია განათების ნორმების მეშეეობით. საქვებე დანადგარები განათებულია ჩეულებრივი სინათლით, ხოლო იქ სადაც ეს

შეუქმლებელია, გამოყენებული უნდა იქნეს ხელოვნური განათება. დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სავენტილაციო მოწყობილობებს. მან უნდა უზრუნველყოს ნორმალური სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. სამთარში ტემპერატურა არ უნდა იყოს კლიმატის 12°C -ზე დაბალი, ხოლო საფხულში არ უნდა აღემატებოდეს გარე ტემპერატურას 5 გრადუსზე მეტად.

ათ დღეში ერთხელ უნდა ჩატარდეს საკომპრესორე მოწყობილობის შემოწმება. გეგმიური შემოწმებები უნდა ჩატარდეს გრაფიკის მიხედვით, რომელიც დამტკიცებულია საწარმოს მთავარი ინჟინრის მიერ.

საქვებში აუცილებელია გათვალისწინება სააბაზანო, სანიტარული კვანძის და ტელეფონის, ბუნებრივი განათებით, ხოლო სადაც ეს შეუძლებელია უნდა მოეწყო ხელოვნური განათება. აუცილებლად უნდა მოეწყო საავარიო განათება.

იმ შემთხვევაში, როცა იზრდება წნევა დასაშვებ ნორმაზე მეტად, ავტომატურად იღება დამცავი სარკველები (ნახ. 2.1. ა.ბ) ორთქლი გამოიდევნება ატმოსფეროში მანამდე, სანამ არ დამყარდება ნორმალური წნევა მოცემული ტიპის ქვებისათვის. დამცველი სარკველები კონსტრუქციის მიხედვით გეაქვს სამბარიანი და ბერკეტიანი ტიპის.

საქვებე დანადგარზე – ერთ-ერთი პასუხისმგებელი ხელსაწყოა მანომეტრი. ის შეერთებულია ქვებთან სიფონური მილაციის საშუალებით, რომელიც იცავს მანომეტრის მექანიზმს ორთქლით გადახურებისაგან. ზღვრული დასაშვები წნევა მანომეტრზე აღნიშნულია წითელი ხაზით.

იმისათვის, რომ თვალყური ეადევნოთ წნევას ქვებში, მანომეტრი უნდა დაყენებული იქნეს ისეთ სიმაღლეზე, რომ ყველა აღნიშვნა ციფერბლატზე მომსახურე პერსონალისათვის ნათელი იყოს. ქვებში წყლის დონის თვალყურის დევნებისათვის გამოიყენება უსაფრთხო მაჩვენებელი ხელსაწყოები. თითოეულ ქვებზე მიუხედავად მისი წნევისა დაყენებულია ორი წყლის დონის მაჩვენებელი ხელსაწყო, წყლის დონე ორთქლისა და წყალგამთბობ ქვებში უნდა იყოს არა ნაკლებ 25 მმ-ით მაღლა ხელსაწყოზე აღნიშნული ქვედა ზღვართან შედარებით. სტაციონარული ორთქლის და წყალსატბობ ქვებებს ათავსებენ სპეციალურ შენობებში, – საქვებებში. დაუშვებელია, უსაფრთხოების თვალსაზრისით, საქვებების მოწყობა საცხოვრებელი შენობების ახლოს ან შიგნით. იმ შემთხვევაში, როცა საქვებე და საცხოვრებელი შენობები ახლოსაა, მათ შორის უნდა აშენდეს კაპიტალური კედელი და დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობა:

$$(T-100)V \leq 5,$$

სადაც T არის სითხის ტემპერატურა კუმშვის დროს, $^{\circ}\text{C}$; V – ქვების მოცულობა, მ^3 .

საწარმოო შენობებში დასაშვებია ორთქლის ქვაბების დაყენება, რომელთა მწარმოებლობა არ აღემატება 4 ტ/სთ. წყალსატბობი ქვაბები, უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას

$$(T-100)V \leq 100$$

სადაც T არის ნაჯერი ორთქლის ტემპერატურა სამუშაო კუმშვის დროს, °C; V – წყლის მოცულობა ქვაბში, მ³.

საყოფაცხოვრებო, სარემონტო და სხვა დანიშნულების ნაგებობები შეიძლება მოთავსდეს საქვაბეს შიგნით, იმ პირობით, რომ ისინი გამოყოფილნი იქნებიან კედელს შორის თავისუფალი კედლებით.

ქვაბების განლაგების დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს ქვაბსა და კედელს შორის თავისუფალი გასასვლელები.

ექსპლუატაციის მოხერხებულობისა და უსაფრთხოების მიზნით ქვაბებზე კეთდება სადგომი აივნები და ასასვლელი კიბეები, რომელთა მოაჯირების სიმაღლეა არანაკლებ 1 მ. ერთი სადგომი აივნიდან მეორეზე გადასასვლელად აწყობენ გადასასვლელებს, ასევე მოაჯირების, აივნების და კიბეების სიგანე უნდა იყოს არა ნაკლებ 600 მმ, საფეხურებისა არანაკლებ 200 მმ, ხოლო საფეხურების სიმაღლე არანაკლებ 80 მმ. აივნების სიმაღლე შეირჩევა ისე, რომ წყალმაჩენებელი ხელსაწყოები იყოს აივნიდან 1,0-1,5მ სიმაღლეზე.

მუშაობის დროს დაუშვებელია ქვაბების მიტოვება უმეთვალყურეოდ. საქვაბებში აუცილებლად უნდა იყოს ტელეფონი, ან ხმოვანი სიგნალი, ავარიის დროს მაშველის გამოსაძახებლად. ავარიული სიტუაციების წარმოქმნისას ქვაბის მუშაობა დაუყოვნებლივ უნდა შეწყდეს. ავარიულ სიტუაციებს მიეკუთვნება: დამცავი სარქველების 50%-ის მწყობრიდან გამოსვლა, ნორმის ზევით წნევის 10%-ზე მეტად აწევა, წყლის დონის ზევით აწევა ან დაწევა, ქვაბის ძირითად ელემენტებში ბზარების გაჩენა, ელექტროენერგიის გაუმართაობა, ხანძრის გაჩენა, ექსპლუატაციის წესების დარღვევა და სხვ.

2.11. მოთხოვნები წნევის ქვეშ მომუშავე ცისტერნების მიმართ

მშენებლობაში ცისტერნები გამოიყენება ემულსიების, შეკუმშული გაზის, ნაეთობპროდუქტების შესანახავად და გადასატანად. წნევის წვეშ მყოფი ცისტერნები საშიშაა უპირველესად აფეთქების მხრივ. აფეთქების საშიშროება იზრდება მათი ტრანსპორტირების დროს, მათზე წარმოქმნილი ზემოქმედების გამო. აფეთქების

მისეუი შეიძლება იყოს მზის სხივების მოქმედებით გადახურება (როდესაც გაზის გაფართოებით სათავეს შიგნით წნევა იზრდება).

დინამიკური დიდი წნევისათვის საჭირო ცისტერნების დასამზადებლად იყენებენ მაღალი ხარისხის ნახშირბადოვან ფოლადს. კედლების სისქეს ანგარიშობენ ისე, როგორც დინამიკური დატვირთვების მოქმედების გათვალისწინებისას. ცისტერნებს ამზადებენ შედუღებით და უნაკეროდ.

თხევადი ჟანგბადის შესანახი ცისტერნების მასალას ირჩევენ იმის გათვალისწინებით, რომ თხევადი ჟანგბადი დაბალი ტემპერატურისაა. ასეთ ცისტერნებში აწყოვენ თბოიზოლაციას, ჟანგბადის გახურების თავიდან ასაცილებლად.

გათხევადებული გაზის შესანახად ცისტერნებს უკეთებენ დამცავ სარქველებს, ჭარბი წნევის ატმოსფეროში გასაშვებად. ცისტერნებს ღებაქან ღია ფერებში და აწერენ თუ რომელი გაზისთვისაა იგი განკუთვნილი.

ცისტერნების ექსპლუატაციის დროს უნდა იქნეს გათვალისწინებული ადგილობრივი პირობები. საჭირო ინსტრუქციების და პასპორტების უკონფლიქტის შემთხვევაში მათი ექსპლუატაცია დაუშვებელია.

2.12. შეკუმშული და თხევადი აირის ჭურჭლების უსაფრთხო ექსპლუატაცია

შეკუმშული აირის ენერგიას იყენებენ სამღებრო სამუშაოებში საღებავების გასაფრქველად, სხვადასხვა სახის პნევმატიკურ სისტემებში.

წნევის ქვეშ მომუშავე ჭურჭლებისა და აპარატების კონსტრუქციული სქემები ისეთნაირადაა შერჩეული, რომ გამოირიცხოს აფეთქება, მაგრამ ექსპლუატაციის პირობების დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს აფეთქება, ამასთან აფეთქების მოქმედება აირის ადიაბატური გაფართოების დროს გამოითვლება ფორმულით (იხ. პარაგრაფი 2.1)

$$A = \frac{P_1 V_1}{k-1} \left[1 - \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right], \quad (2.18)$$

სადაც A აფეთქების მოქმედებაა, P_1 – ჭურჭელში არის თავდაპირველი წნევა, მპა; P_2 – საბოლოო მაქსიმალური წნევაა, მპა; V_1 – აირის თავდაპირველი მოცულობა ჭურჭელში; K – ადიაბატის მაჩვენებელი.

აფეთქების სიმძლავრე $N = \frac{A}{t}$, აქ A აფეთქების მოქმედებაა; t – აფეთქების ხანგრძლივობა.

ტევალობის მიხედვით განასხვავებენ მცირე ტევალობის ბალონებს – 12 ლიტრამდე და დიდი ტევალობის ბალონებს – 12 ლიტრზე მეტი.

სტანდარტული ბალონები მუშა წნევის მიხედვით დაყოფილია ხუთ სახედ: A , B , B , F , E .

A სახის ბალონების მუშა წნევა 15 მპა-ია, B, F სახის – 0,6 მპა. ბალონების აფეთქება შეიძლება მოხდეს შემდეგი მიზეზების გამო: დარტყმით, განსაკუთრებით მაღალი ან დაბალი ტემპერატურის დროს, ბალონების შეესებვისას სხვა აირით, სწრაფი, შეესების დროს და სხვ.

ბალონების აფეთქებისათვის ყველაზე უფრო საშიშია შემთხვევები, როცა ისინი გადატვირთულია შეკუმშული ან თხევადი აირით. თხევადი აირით მთლიანად შეესებული ბალონის P წნევასა და Δl ტემპერატურას შორის არის შემდეგი დამოკიდებულება:

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \Delta l, \quad (2.19)$$

სადაც α არის თბური გაფართოების კოეფიციენტი; β – მოცულობითი შეკუმშვის კოეფიციენტი.

ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ დადგენილი წესების მიხედვით დამცავი სარკველის გამტარობის უნარი უნდა შეირჩეს ისეთნაირად, რომ თხევადი აირის ორთქლის წნევა აუზში არ აღემატებოდეს მუშა წნევას 15%-ზე მეტად.

სარკველის ზომები განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$F = \frac{G_{KA}}{220 \sqrt{\frac{\mu}{T}}}, \quad (2.20)$$

სადაც F არის სარკველის მუშა კვეთი, სმ²; d – უნაგირას შიგა დიამეტრი, სმ; h – სარკველის აწევის სიმაღლე; G_K – სარკველის გამტარობის უნარი; P – არის ორთქლის აბსოლუტური წნევა, მპა; μ – მოლეკულური მასა; T – ორთქლის აბსოლუტური ტემპერატურა.

სარკველის გატარების უნარი განისაზღვრება ემპირიული ფორმულით:

$$G_{K.s} = 100D \left(L + \frac{P}{2} \right), \quad (2.21)$$

სადაც D არის რეზერვუარის დიამეტრი, მ; L – აუზის სიგრძე, მ.

წნევის სიდიდე, რომელიც ვითარდება პაერის და აირის შერევის დროს, განისაზღვრება ფორმულით

$$P_{\text{აფ}} = \frac{P_N \cdot T_{\text{აფ}}}{P_H} \cdot \frac{m}{m}, \quad (2.22)$$

სადაც $P_{\text{აფ}}$ არის აბსოლუტური წნევა აფეთქებისას, მპა; P_N – ნარევის თავდაპირველი წნევა; $T_{\text{აფ}}$ – ნარევის საწყისი ტემპერატურა, K; T_H – ნარევის ტემპერატურა აფეთქებისას, K; m – მოლეკულების რაოდენობა აფეთქების შემდეგ; n – მოლეკულების რაოდენობა აფეთქებამდე.

ბალონის გაღების ნორმების შერჩევისას მხედველობაში იღებენ აირის მოცულობით გაფართოების კოეფიციენტს, რადგან მაქსიმალური ტემპერატურის დროს აირის გაფართოებამ არ გამოიწვიოს ბალონის აფეთქება.

ბალონის თავისუფალი მოცულობა, რომელიც კომპენსირებას უკეთებს აირის თერმულ გაფართოებას და ამით უზრუნველყოფს მის უსაფრთხო ექსპლუატაციას, შეადგენს ბალონის მოცულობის დაახლოებით 10%-ს და იანგარიშება ფორმულით

$$V_H = \alpha \cdot V(t_g - t_H), \quad (2.23)$$

სადაც V_H არის ბალონის თავისუფალი მოცულობა; α – თბური გაფართოების კოეფიციენტი; V – ბალონის მოცულობა; $t_g - t_H$ – აირის საბოლოო და საწყისი ტემპერატურები.

იმისათვის, რომ გამოირიცხოს შესაძლებელი შეცდომები საჭირო აირით შევსებული ბალონების შერჩევის დროს, მათ ღებავენ სხვადასხვა ფერის საღებავებით.

ბალონებს ღებავენ და წარწერას უკეთებენ ქარხნებში, სადაც ამზადებენ.

ბალონების გადატანასთან დაკავშირებით უსაფრთხოების ღონისძიებები შემდეგია: ენტილების ერთ მხარეს გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდში გადაფარებული უნდა იქნეს დამცავი ნაჭერი; ბალონების გადატანა საწარმოებში უნდა გაწარმოთ სპეციალური ურიკებით. ბალონების ხელით გადატანა კატეგორიულად აკრძალულია. არ შეიძლება იმ ბალონების ექსპლუატაცია, რომელთაც გასული აქვთ შემოწმების ვადა, აქვთ გარეგანი დაზიანებები და არ არიან შეღებილი შესაბამისი ფერით. მუშაობისას აირი არ უნდა გამოვიყენოთ ბოლომდე, ბალონში ყოველთვის უნდა დარჩეს ე.წ. ნარჩენი წნევა, დაახლოებით 0,05 მპა, ეს კეთდება იმისათვის, რომ დასატუმბავ სადგურში ადვილად გაირკვეს, რომელი აირი იყო ადრე ბალონში. ბალონებთან მუშაობის ნებართვა ეძლევათ პირებს, რომლებმაც გაიარეს შესაბამისი სწავლების კურსი, იციან (და იცავენ) ტექნიკური უსაფრთხოების წესები.

2.13. შეკუმშული, გათხევადებული და აირებით ბალონების შენახვის, ექსპლუატაციის და ტრანსპორტირების უსაფრთხოება

მშენებლობაზე ფართოდ გამოიყენება ბალონები სხვადასხვა აირით. ყველა ბალონები, მიუხედავად იმისა თუ რა აირითაა დამუხტული საშიშია აფეთქების მხრივ. განსაკუთრებით საშიშია აცეტილენიანი ბალონები და გენერატორები. ბალონები მსადდება უმთავრესად უნაკერო, მაღალი ხარისხის ნახშირბადოვანი ფოლადის მიღებისაგან. როცა წნევა ნაკლებია 3 მპა-ზე დასაშვებია ნაკეროვანი ბალონის გამოყენება.

უანგზადის შესანახი ბალონი ცილინდრული ფორმისაა. ამ ბალონების გადატანა ნებადართულია მხოლოდ სპეციალურად მოწყობილ მანქანებში. ამ დროს ყურადღება უნდა მიექცეოდ იმას, რომ ზეთი ან ცხიმო არ მოხედეს ვენტილის შიგა არეში. გასუფთავების მიზნით ბალონის ვენტილებს, შეესების წინ რეცხავენ გამხსნელებით.

აცეტილენი ფეთქებადსაშიშია თუ ბალონის შიგნით წნევა 0,2 მპა-ს აღემატება. ამიტომ ბალონებში ათავსებენ ფოროვან მასალას, რომლის კაპილარებშიც იჟლენტება აცეტილენი. ამ დროს აცეტილენისათვის საშიში წნევის ზღვრები იზრდება 1,6 მპა-მდე.

სხვა გზებით შეესებული ბალონების ტრანსპორტირების უსაფრთხოების მოთხოვნები ანალოგიურია ზემოთ მოყვანილი მოთხოვნებებისა.

2.14. წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობების ტექნიკური გამოცდა

სახელწმიფო ზედამხედველობის ორგანოებში უნდა იყოს რეგისტრირებული ყველა მოწყობილობა, რომელიც პასუხობს შემდეგ მოთხოვნებს: ყველა ცისტერნა და დანადგარი, რომელიც მუშაობს 70 მპა მეტი წნევით და 50°C-მდე ტემპერატურით, ორთქლისა და წყალსატბოი ქვაბები, უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას:

$$(t - 100) V < 5, \quad (2.25)$$

სადაც t არის გაჯერებული ორთქლის ტემპერატურა მუშა წნევისას, °C; V - წყლის მოცულობა ქვაბში.

ქვაბის რეგისტრაცია ხდება მისი მფლობელი ორგანიზაციის წერილობითი განაცხადების საფუძველზე. განაცხადებას თან ერთვის შემდეგი დოკუმენტები:

- დადგენილი ფორმის პასპორტი, გამაცხელებელი მოწყობილობების ნახაზების დანართით;
- ქვაბის დამზადების აქტი, თუ ის მიღებულია დამამზადებელ ქარხნიდან;

- საკვამლე შენობის ნახაზი; მოწმობა ქვების მონტაჟის შესახებ; ცნობა მკვებავი მოწყობილობების რაოდენობაზე და დახასიათებაზე და სხვ.

რეგისტრირებული ქვების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებაზე შეიძლება ვისმჯელოთ მისი დამონტაჟების ხარისხით. ამიტომ, მის გამო დამონტაჟების მოწმობაში მითითებულია შემდეგი ცნობები: სამონტაჟო ორგანიზაციის მიერ გამოყენებული მასალები, შედუღების მოწმობა, რომელიც მოიცავს ელექტროდების ტიპს და მარკას, შედუღების გეარს და მისი მოწმობის ნომერს; საკონტროლო შეერთებებზე გამოცდის შედეგებს; ცნობა გამოცდაზე და ქვების გაბორცვების შესახებ; ცნობა ქვების კედლებზე და სხვა ელემენტებზე, რომ ისინი მქშაობენ 450°C ტემპერატურაზე და სხვ.

მუშაობის დაწყების წინ დანადგარი უნდა გამოიცადოს პიდრავლიკური აეთოდებით და შემოწმდეს დათვალიერებით. პიდრავლიკური გამოცდის დროს მოწმდება ელემენტების სიმტკიცე და მათი შეერთების ხარისხი. პიდრავლიკური გამოცდა გულისხმობს შემოწმებას სასინჯი კუმშვით, რომელიც აღემატება 1,5-ჯერ სამუშაო კუმშვას. სასინჯი კუმშვა დანადგარებისათვის, რომლებიც მქშაობენ 200°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე ტოლია

$$P = 1,25 \frac{[\sigma_r^{20}]}{[\sigma_r^t]} P_a, \quad (2.26)$$

სადაც $[\sigma_r^{20}]$ არის 20°C ტემპერატურაზე მასალის დენადობის ზღვარი; $[\sigma_r^t]$ – მასალის დენადობის ზღვარი სამუშაო t ტემპერატურაზე, პა; P_a – სამუშაო კუმშვა, პა.

პიდრავლიკური გამოცდის შედეგები დამაკმაყოფილებელია თუ გამოცდის შემდეგ არ იქნება შემჩნეული ბზარები, რღვევები ნაკერებში და ნარჩენი დეფორმაციები.

2.15. პაერსადენის მოწყობილობისადმი წაყენებული მოთხოვნები

ტექნიკური უსაფრთხოების წესების თანახმად ნებადართულია პაერსადენის გაყენა შენობის კედლებში და არხებში. მიღების შეერთება უნდა მოხდეს მხოლოდ შედუღებით. პაერსადენი უნდა იყოს დათბუნული, თუ კი მოსალოდნელია მისი გაყინვა. პაერსადენის დამონტაჟებისას სითბოგამომსხივებელ აპარატებთან ახლოს იგი დაცული უნდა იქნეს შეკუმშული პაერის ტემპერატურის გაზრდისაგან.

წესებით დადგენილია პაერსადენების დაცილება კაბელისაგან, ელექტროხაზებიდან და ელექტრომოწყობილობებიდან. იგი უნდა შეადგენდეს 0.5 მ. პაერსადენების დამაგრება შეიძლება მხოლოდ ცეცხლგამძლე კონსტრუქციებზე. პაერსადენის გაყინვისას გათბობა შეიძლება მხოლოდ ცხელი წყლით. არა ნაკლებ 6 თვეში ერთხელ პაერსადენები უნდა გასუფთავდნენ სუთიანი მინარევისაგან.

წნევის ქვეშ მომუშავე თითოეულ პაერსადენს უნდა აქონდეს პასპორტი, რომელშიც აღინიშნება ექსპლუატაციის განმავლობაში ჩატარებული შემოწმებები, ჭურჭელში მომხდარი ცვლილებები.

წნევის ქვეშ მომუშავე პაერსადენების ექსპლუატაცია წარმოებს:

- ქვაბინსპექციის ნებართვით, თუ პაერსადენი რეგისტრირებულია;
- აღმინისტრაციის მიერ გამოყოფილი პასუხისმგებელი პირის ნებართვით, თუ პაერსადენი არაა რეგისტრირებული ქვაბინსპექციაში; პაერსადენების (რეგისტრირებულ და არარეგისტრირებულ) წესიერული ექსპლუატაციის წარმომადგენელი პერიოდულად ამოწმებს საწარმოებს.

2.16. მაღალი წნევის ჭურჭლის საიმედოობის ანგარიში

საწყისი მონაცემები:

1. მუშა წნევა (საპასპორტო) – $P_k = 2 \cdot 10^7$ პა;
2. ზღვრული წნევა – $P_k = 5,2 \cdot 10^7$ პა;
3. საექსპლუატაციო წნევა – $P_k = 1,5 \cdot 10^7$ პა.
4. ბალონების შიგა დიამეტრი – $P_g = 350$ მმ.
5. ბალონის კედლის სისქე – $\delta = 15$ მმ.
6. ბალონი დამზადებული ნახშირბადიანი ფოლადისაგან

სიმტკიცის და საიმედოობის მაჩვენებლები ურთიერთდამოკიდებული სიდიდეებია. რაც უფრო მეტია სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტები, მით უფრო მაღალია საიმედოობის მაჩვენებელი.

უმტყუნო მუშაობის ალბათობა სიმტკიცის მიხედვით გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$P(\sigma < \sigma_k) = \Phi \left[\frac{\sigma}{\sigma_k} (K-1) \right], \quad (2.27)$$

სადაც σ არის მუშა დაძაბულობა;

σ_s – ზღვრული დაძაბულობა;

$K = \frac{\bar{\sigma}_s}{\sigma}$ – სიმტკიცის მარაგის კოეფიციენტი;

$\bar{\sigma}_s$ – ზღვრული დაძაბულობის მათემატიკური ლოდინი;

d_{σ_s} – ზღვრული დაძაბულობის საშუალო კვადრატული გადახრა.

$\Phi(x) = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{\xi^2}{2}} d\xi$ – გაუსის ტაბულირებული ფუნქცია.

ცილინდრული ჭურჭლის (ბალონის) კორპუსის დაძაბულობა განისაზღვრება განტოლებიდან

$$\sigma = P \cdot \frac{(D_a + \delta)}{2\delta}, \quad (2.28)$$

სადაც P არის წნევა ბალონში

თუ გათვთვალისწინებთ ფორმულაში შემავალი სიდიდეების მნიშვნელობებს გვექნება: 'ზღვრული დაძაბულობა

$$\sigma_s = \frac{520 \cdot 10^{-2} \cdot (350 + 15)}{2 \cdot 15} = 63,3 \frac{\text{მპ}}{\text{მმ}^2}; \quad (2.29)$$

ჭურჭლის კორპუსის ძაბვა საპასპორტო წნევაზე

$$\sigma_b = \frac{200 \cdot 10^{-2} \cdot (350 + 15)}{2 \cdot 15} = 24,3 \frac{\text{მპ}}{\text{მმ}^2}; \quad (2.30)$$

დაძაბულობა საექსპლუატაციო წნევაზე

$$\sigma_p = \frac{150 \cdot 10^{-2} \cdot (350 + 15)}{2 \cdot 15} = 18,25 \frac{\text{მპ}}{\text{მმ}^2}; \quad (2.31)$$

მარაგის კოეფიციენტი საპასპორტო წნევის შემთხვევაში

$$K_b = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} = \frac{63}{24} = 2,6; \quad (2.32)$$

მარაგის კოეფიციენტი საექსპლუატაციო წნევის შემთხვევაში

$$K_p = \frac{\sigma_s}{\sigma_p} = \frac{63}{18} = 3,5; \quad (2.33)$$

გამოვითვალოთ უმტყუნო მუშაობის ალბათობა სიმტკიცის მიხედვით (1) ფორმულით, ზღვრული დაძაბულობის 15% და 20%-ის შესაბამისი საშუალო კვადრატული გადახრის მნიშვნელობისათვის, რომლებიც შეადგენენ

$$d_1 = 9,45 \frac{\text{მპ}}{\text{მმ}^2}, \quad d_2 = 12,6 \frac{\text{მპ}}{\text{მმ}^2}$$

საპასპორტო წნევის შემთხვევისათვის:

$$1. P_b = \Phi \left[\frac{24,3}{9,45} \cdot (2,6 - 1) \right] = \Phi(4,1) = 0,99997 \quad (2.34)$$

$$2. P_b = \Phi \left[\frac{24,3}{12,6} \cdot (2,6 - 1) \right] = \Phi(3,08) = 0,9986 \quad (2.35)$$

საექსპლოატაციო წნევის შემთხვევაში

$$1. P_3 = \Phi \left[\frac{18,25}{9,45} \cdot (3,5 - 1) \right] = \Phi(4,63) = 0,999998 \quad (2.36)$$

$$2. P_3 = \Phi \left[\frac{18,25}{12,6} \cdot (3,5 - 1) \right] = \Phi(3,62) = 0,99985 \quad (2.37)$$

გამოთვლების შედეგები მოყვანილია ცხრილში

ცხრილი 2.5.

	$d_{\sigma_k} = 0,15\sigma_k$	$d_{\sigma_k} = 0,2\sigma_k$
P_b	0,99997	0,9986
P_3	0,999998	0,99986

ნორმატიული ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ მაღალი წნევის ჭურჭლის დამზადების ტექნოლოგია უზრუნველყოფს ზღვრული დაძაბულობის საშუალო კვადრატულ გადახრას არა უმეტეს 15%-სა. შესაბამისად 200 კგძ/სმ² მუშა წნევის ბალონის 150 კგძ/სმ წნევაზე ექსპლუატაციის შემთხვევაში, როგორც ცხრილიდან ჩანს უმტყუნო მუშაობის ალბათობა იზრდება 0,99997-დან 0,999998-მდე, რაც იმას ნიშნავს რომ საპასპორტო პირობებში ყოველი 1000000 ბალონიდან მწყობრიდან გამოვა 3 ბალონი, ხოლო მუშა პირობებში ყოველი 1000000 ბალონიდან მწყობრიდან გამოვა 2 ბალონი, ანუ საიმედოობა იზრდება ერთი რიგით.

მოდული მესამე. სახანძრო პროშილაქტიკა

3.1 წვისა და აფეთქების თეორიის საფუძვლები. წვის ცნება, პირობები და სახეები

ჩვეულებრივ პირობებში წვა წარმოადგენს ქაერის, ჟანგბადისა და საწვავი ნივთიერებების ურთიერთქმედების რთულ ფიზიკო-ქიმიურ პროცესს, რომელსაც თან ახლავს სითბოს გამოყოფა და სინათლის გამოხიზიქება.

წვის წარმოქმნისა და განვითარებისთვის აუცილებელია შემდეგი პირობების ერთდროული არსებობა: საწვავი მასალა, ჟანგბადის განსაზღვრული რაოდენობა და აალების საკმარის მძლავრი იმპულსი. ამ პირობებიდან თუნდაც ერთის გამოკლებისას წვა შეუძლებელია.

საწვავი მასალა იჟანგება ჟანგბადის მოქმედებით, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ მორეაგირე მასალებს და კომპლექსში შეადგენენ წვად სისტემას. აალების იმპულსი მოქმედებს რა წვად სისტემაზე, იწვევს მასში დაჟანგვის რეაქციის დასაწყისს. აალების იმპულსი უნდა იყოს საკმარისი სიმძლავრის, ე.ი. უნდა ჰქონდეს რეაქციის დაწყებისათვის საკმარისი ტემპერატურა და სითბოს მარაგი. მიღებულია, რომ წვის რეაქცია შეიძლება დაწყებულ იქნას ისეთი იმპულსის მოქმედებით, რომელსაც შეუძლია 1 მმ საწვავი ნარევის აალება.

ამავე დროს, დიდი მნიშვნელობა აქვს, საწვავი მასალისა და აალების იმპულსის ურთიერთშეხების ხანგრძლივობას.

საგზაო მშენებლობაში აალების იმპულსები შეიძლება იყოს თბური, ქიმიური, მიკრობიოლოგიური. თბურ იმპულსებს წარმოადგენენ: ღია ცეცხლი, ნაპერწკალი (რომელიც შეიძლება წარმოიქმნას ხახუნისა და დარტყმების დროს, ელექტრო და აირშესაღებელი საშუალების დროს, სტატიკური ელექტრობის განმუხტვისას, ელექტრო სადენების დამოკლებისას), აგრეთვე გამთბარი ზედაპირი, საწვავის ნარჩენები, რომელიც ბოლომდე არ დამწვარა და ა.შ. იმ ქიმიური პროცესების მაგალითებად, რომელთა დროსაც გამოიყოფა სითბო, შეგვიძლია დავასახელოთ ნახერხის აალება მასზე კონცენტრირებული აზოტმჟავის მოქმედების შედეგად, ზეთების დაჟანგვა სუფთა ჟანგბადის მოქმედებით და სხვ. მიკრობიოლოგიური პროცესები სითბოს გამოყოფის თანხლებით შეიძლება წარმოიქმნას ისეთ ნივთიერებებში, რომლებიც წარმოადგენენ მიკროორგანიზმებისათვის საკვებ გარემოს (მაგ. ტორფი).

წვად სისტემაში ჟანგბადის რაოდენობისგან დამოკიდებულებით წვა შეიძლება იყოს სრული (ჟანგბადის საკმარისი ან ჭარბი რაოდენობისას) და არასრული (ჟანგბადის უკმარისობისას).

დაუანგვის 'სონაში' ჟანგბადის მოხვედრის ხერხის მიხედვით წვა შეიძლება იყოს დიფუზიური და კინეტიკური.

დიფუზიური წვის დროს რეაქციის სონაში ჟანგბადი ხვდება ალის საშუალებით დიფუზიის შედეგად. მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ასანთის წვა, შეშის წვა და სხვ.

კინეტიკური წვის დროს რეაქციის სონაში ჟანგბადი მიეწოდება წვად კომპონენტებთან ერთად, ე.ი. ხდება წინასწარ მომზადებული საწვავი ნარევის წვა. ამ დროს ალი წარმოადგენს მნათ ზოლს, რომელიც მოძრაობს ახალი საწვავი ნარევის მხარეს, როგორც წესი, ალის ფრონტს აქვს სფერული ფორმა. წვის სონაში ახალი საწვავი ნარევის მიწოდების სიჩქარის რეგულირებით შეიძლება სტაციონარული ალის მიღება. მაგალითად, შეიძლება გამოდგეს ალი აირის სანთურაში აირშესადულებელი სამუშაოების დროს.

წვის პროდუქტების მდგომარეობასთან დამოკიდებულებით წვა არის ჰომოგენური (აიროვანი ნივთიერებების წვისას) და ჰეტეროგენური (სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებების წვისას).

რეაქციის მიმდინარეობის სიჩქარისა და გამოვლინების ხასიათის მიხედვით არჩევენ ნორმალურ (ნელ) წვას, აფეთქებას და დეტონაციას.

ნორმალური წვისას წენარი ალი ვერცელდება წვის ზედაპირის ნებისმიერი მონაკვეთის მართობულად. ალის (წვის) გაერცელების ნორმალური სიჩქარე ეწოდება წვის უძრავი ზედაპირისადმი ალის მართობულად გადაადგილების სიჩქარეს.

აფეთქება არის ნივთიერებათა ფიზიკური და ქიმიური გარდაქმნის სწრაფად მიმდინარე რეაქცია, რომელიც სრულდება ენერგიის ჩქარი გამოყოფით. აფეთქების დროს ხდება წვის პროდუქტებისა და გარემოს შეკუმშვა, წნევის მკვეთრი ცვლილება. საწვავი გაზების, ორთქლის და მყარი ნივთიერებების (მტვერის სახით) ჰაერთან ნარევის ფეთქებადი ქიმიური გარდაქმნის საფუძველს წარმოადგენს წვის რეაქცია. წვის რეაქცია რომ მიმდინარეობდეს აფეთქების სახით, საჭიროა შემდეგი პირობები: ეგზოთერმული ქიმიური გარდაქმნა, რეაქციის დიდი სიჩქარე, რეაქციის თვითგაერცელების უნარი, რეაქციის პროდუქტების მთლიანი ან ნაწილობრივი აიროვანი მდგომარეობა.

ზოგიერთი აირისა და ჰაერის ნარევის აფეთქება შეიძლება განსაზღვრულ პირობებში გადავიდეს დეტონაციაში. დეტონაცია ეს არის ნივთიერების ქიმიური გარდაქმნის სწრაფად მიმდინარე ეგზოთერმული პროცესი, რომელიც ვერცელდება მუდმივი, ბგერის სიჩქარეზე გადაჭარბებული სიჩქარით.

ზოგიერთი ნივთიერების წვა შეიძლება მიმდინარეობდეს უჟანგბადო გარემოში – გოგირდისა და ბრომის ორთქლში, აირადი ქლორის გარემოში, წყლის ქვეშ და ა.შ.

ხშირად რეაქციის სინქარის გადიდება (აღის მოძრაობა) გამოწვეულია აირის ტურბულენტური მოძრაობით გარსის შიგნით, რომელიც აირეკლავს სესტ დარტყმით ტალღებს. საწარმოო პირობებში, რომელიც ახლოსაა სატრანსპორტო მშენებლობის პირობებთან ტურბულენტური ნაკადები შეიძლება ჩამოყალიბდეს დამკვეთიანებულ სატრანსპორტო არხებში, სამტრევე მექანიზმებში, სავენტილაციო არხებში, ციკლონებში, რეაქტორებში ამრეებთან ერთად და ა.შ.

წვადი სისტემები ყველაზე ხშირად წამოადგენენ აირების, ორთქლის ან მტერის ნარევის პაერთან. ასეთ ნარევეში აალების ღოკალური წყაროს (მაგ. ნაპერწკლის) შეტანისას მიმდინარეობს ეგზოთერმული რეაქცია. გამოყოფილი სითბო ახურებს ნარევის მესობელ ფენას. ამ ფენის წვა იწვევს შემდეგი ფენის ანთებას და ა.შ. ნარევის მთელ მოცულობაში რეაქციის სრულ დამთავრებამდე აღის ფრონტი ეიწრო ზონის სახით, რომელშიაც ხდება ნარევის წვა. გარკვეული სინქარით გადაადგილება სიერცეში. აღის ფრონტის სისქე იზომება მილიმეტრის მეთოდებით.

აალების წერტილიანი წყაროდან ერთგვაროვან ნარევეში გაერცელებული აღის ფრონტს აქვს სფეროსთან მიახლოებული ფორმა. ამ სფეროს რადიუსი განუწყვეტლივ მატულობს.

აღის ფრონტი პირობითად შეიძლება გაყოთ ნარევის გათბობის და რეაქციის ზონებად. მოცულობის იმ ნაწილში, სადაც აღმა გაიარა, წვის პროცესი მთლიანად დასრულებულია, გარდა იმ ადგილებისა, სადაც აღი ჩაქრა.

წვის პროცესი შეიძლება აეხსნათ ორი თეორიით – სითბური თეითაალების თეორიით და დაქანგვის ჯაჭური თეორიით.

სითბური თეორიის თანახმად აალების შესაძლებლობის ძირითად პირობას წარმოადგენს სითბოს გამოყოფის სინქარის გადაჭარბება სითბოს გაცემის სინქარესთან შედარებით (ზღვრულ შემთხვევაში ეს სინქარეები ტოლია).

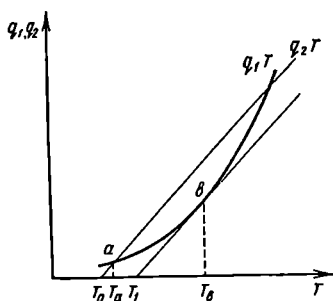
სითბური თეორიის თანახმად წვის პროცესი აიხსნება შემდეგი სახით: ეთქვამთ, გეაქვს რაიმე ჭურჭელი, საცხე წვადი აირის და ჰაერის ნარევი. თუ ამ ნარევის გაათბობთ თანაბრად მთელ მოცულობაში, ჭურჭელში იწება რეაქცია საწვისი სითბოს გამოყოფით. გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე იზრდება რეაქციის სინქარე, ამ დროს წარმოიქმნება პირობები, რომლის დროსაც ნარევის გათბობის სინქარე ზეუვისებურად იზრდება და ხდება სითბური წვა, ე.ი. სითბური თეითაალება.

სითბური თეითაალებადობის თეორიის თანახმად კარგად აიხსნება თეითაალებადი წვადი ნარევის ტემპერატურასა და წნევის შორის დამოკიდებულება. ჭურჭლის შიგნით წნევის გადიდებით კედლების მუდმივი ტემპერატურის დროსაც კი რეაქციის სინქარე იზრდება და შესაბამისად, იზრდება გამოყოფილი სითბოს

რაოდენობა. მცირე წნევის დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა არ აღემატება გაცემული სითბოს რაოდენობას და რეაქცია მიმდინარეობს ტემპერატურასთან მიახლოებულ მუდმივ ტემპერატურაზე.

რაიმე საწყის ტემპერატურაზე და მინიმალურ წნევაზე გამოყოფილი სითბოსა და გაცემული სითბოს რაოდენობები ერთმანეთის ტოლია. წნევის გაზრდისას მატულობს სითბოს გამოყოფა და ხდება ნარევის თვითაღება. ამ შემთხვევაში ააღების იმპულსს წარმოადგენს ტარბი სითბო. შთანთქმული სითბოს რაოდენობა წნევაზე არ არის დამოკიდებული.

ნახ.3.1.-ზე წარმოდგენილია სითბური თვითააღების პროცესი. სითბოს გამოყოფას შეესაბამება $q_1(T)$ მრუდი, სითბოს გაცემას – $q_2(T)$. საწყისი T_0 ტემპერატურისას ნარევი შეიძლება გათბეს მხოლოდ T_0 ტემპერატურამდე, რადგანაც სითბოს გამოყოფა არ ატარბებს სითბოს გაცემას. თუ ნარევის საწყისი ტემპერატურა იქნება T_1 , მაშინ ის შეიძლება თვით გათბეს T_1 ტემპერატურამდე და ეს პროცესი გაგრძელდება იმიტომ, რომ $q_1(T)$, მრუდისა და $q_2(T)$ წრფის შეხების წერტილის ქვევით და ზევით სითბოს გამოყოფის სიჩქარე აღემატება სითბოს გაცემის სიჩქარეს. შეხების b წერტილში სითბური რეჟიმი ზღვრული წონასწორობის მდგომარეობაში იქნება. საწყისი ტემპერატურის უმნიშვნელო გაზრდისასაც კი დაიწყება რეაქციის სიჩქარის სწრაფი ზრდა, ნელა მიმდინარე რეაქციიდან თვით დამაჩქარებელი გათბობისა და ნარევის წეაზე გადასვლის პროცესს ეწოდება წვადი ნარევის თვითააღება. უმცირეს ტემპერატურას, რომელზედაც წარმოებს თვითააღების პროცესი, თვითააღების ტემპერატურა ეწოდება.



ნახ.3.1. სითბოგამოყოფისა q_1 და სითბოშთანთქმის q_2 სიჩქარეების დამოკიდებულება T ტემპერატურაზე

წვის სითბური თეორიის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ამ თეორიით შეუძლებელია მთელი რიგი თავისებურებების ახსნა, რომელიც ახასიათებს წვას:

აალებს 'სღერების დამოკიდებულება წნევისაგან, სისტემაში 'სოვიერთი ნივთიერების შეცვანისას დადებითი და უარყოფითი კატალიზი.

სითბური თეორიის თანახმად, ძირითად პირობად, რომლის დროსაც ხდება წკა, წარმოდგენს წვის ისეთი რეჟიმი, როცა სითბოს გამოყოფის სინქარე მეტია სითბოს გაცემის სინქარესე (სღერულ მდგომარეობაში ეს სინქარეები ტოლია).

წვის ჯაჭური თეორიით, წკა წარმოდგენს ჯგუფურ რეაქციას, რომლის დროსაც ჯაჭვის განტოტვის შედეგად ხდება რეაქციის თვითდაჩარება და იწვევს თვითაალებას.

ცნობილია, რომ ორ დაჯახებულ მოლეკულის შორის ქიმიური ურთიერთქმედება, თუ მათ აქვთ აქტივაციის ენერგია, ე.ი. მათი ენერგიების ჯაჭური მარაგი განსასღერულ მინიმალურ მნიშვნელობასე მეტია, ამ შემთხვევაში ხდება კომპონენტების მოლეკულის ატომებს შორის არსებული კავშირების რღევა ან შესესტება და იწვევა ქიმიური რეაქცია, რომლის დაწყების შემდეგ პროდუქტებს აქვთ ენერგიის დიდი მარაგი სითბური ეგზოთერმული გარდაქმნისა და დახარჯული აქტივაციის ენერგიის სახით. ენერგიის ეს მარაგი შეიძლება სსვადასხვანაირად დაიხარჯოს: გამოსხივების სახით, გარემომცველ სივრცეში გამოსხივების სახით და მორეაგირე ნარევის გათბობასე. მაგ. მოლეკულების ურთიერთქმედებისას ენერგია კი არ გამოსხივდება, არამედ გადაეცემა უფრო მეტად აქტიური მოლეკულიდან ნაკლებად აქტიურს, შეიქმნება ახალი აქტიური ცენტრი, რომელსაც უნარი აქვს სხვა მოლეკულასთან ურთიერთქმედებისა. ასეთი სახით იქმნება რეაქციის ჯაჭვი, რომელშიაც ენერგია გადაეცემა ერთი მოლეკულიდან მეორეს, ე.ი. ხდება ჯაჭური რეაქცია.

თუ ჯაჭურ რეაქციაში აქტიური ცენტრების რაოდენობა არ იზრდება, ურთიერთქმედების პროცესი მიმდინარეობს მუდმივი სინქარით, სტაციონარულად. მაგრამ შეიძლება მოხდეს, რომ აქტიური ცენტრების ზრდის ხარჯზე ჯაჭვი განიტოტება, ხდება რეაქციის თვითდაჩარება და ნარევის თვითაალება. გარეგნულად ეს ხდება სითბური თეორიის მიხედვით. განსხვავება იმაშია, რომ იქ ხდებოდა სითბოს დაგროვება, ჯაჭური თეორიის თანახმად კი - აქტიური ცენტრებისა.

განტოტვილი ჯაჭური რეაქციის მაგალითად შეიძლება მოიყვანოთ წყალბადის დაჟანგვის პროცესი: $2H_2 + O_2 = 2H_2O$. დაჟანგვის პროცესი იწყება წვადი ნივთიერების აქტივაციით: $H_2 + O_2 = 2OH$. ჯაჭვის გაგრძელებას $OH + H_2 = H_2O + H$ მიყუევართ განტოტვამდე (ორი ქიმიურად აქტიური ცენტრის წარმოქმნამდე) $H + O_2 = OH + O$ და $O + H_2 = OH + H$ ჯაჭვის გაწეება შეიძლება მოხდეს მორეაგირე ნარევის

მოცულობაში $H+O_2+M=H_2O_2+M$ (M – ნებისმიერი მოლეკულა) ან რეაქციის ტერმინის კედელზე ამ დროს წარმოიქმნება ნაკლებაქტიური რადიკალი HO_2 . ჯაჭვის გაგრძელება შეიძლება მოხდეს ნაკლებაქტიური რადიკალით $HO_2+H=H_2O_2+H$, $HO_2+HO=H_2O_2+OH$.

ჯაჭური რეაქციის დასრულების ძირითადი პირობაა წარმოიქმნილი ჯაჭვის განტოტვათა რაოდენობის გადაშეცემა მათ გაწყვეტაზე. ჯაჭვის გაწყვეტა ხდება აქტიური ცენტრების მოსაპოვით. ე.ი. როცა აქტიური ცენტრები H , OH , O არ ახდენენ O_2 და H_2 მოლეკულების გახლეჩას.

ჯაჭური თეორიის თანახმად, ნივთიერება, რომლის დამატებით წარმოიქმნება დამატებითი აქტიური ცენტრები და რეაქციის სინქარე იზრდება, წარმოადგენს დადებით კატალიზატორებს, ნარევი უარყოფით კატალიზატორის შეყვანისას აქტიური ცენტრები ქრებიან და რეაქცია წყდება.

სითბური თეორიის თანახმად სითბო არის თვითაღების მიზეზი და შედეგი, ჯაჭური თეორიის თანახმად – მხოლოდ პროცესის შედეგი.

რეალურ პროცესებში თვითაღებას და წვას აქვს სითბური და ჯაჭური ხასიათი. ნარევის ტემპერატურის გადიდებისას როგორც ჯაჭური, ისე სითბური რეაქციები ჩქარდებიან. უნდა აღინიშნოს, რომ წვისას სითბური ფაქტორები წარმოადგენს განმსაზღვრელს.

3.2. აირის, ორთქლისა და მტერის აირნარევების, ხსნარებისა და მყარი ნივთიერებების წვისა და აფეთქების თავისებურებანი

წვადმა აირებმა, ორთქლმა და მტერმა ჰაერთან შერევისას შეიძლება წარმოქმნან ფეთქებადი აირნარევები, მაგრამ ეს ნარევები შეიძლება აენთოს მხოლოდ განსაზღვრული კონცენტრაციების დროს. კონცენტრაციის ზღვრული მნიშვნელობის გარეთ სტაციონარული წვა შეუძლებელია და აალების წყარო გამოტანისთანავე წყდება. ნარევი წვადი ნივთიერების უდიდეს და უმცირეს კონცენტრაციებს, რომლის დროსაც შესაძლებელია აალება, შესაბამისად ეწოდება აალებადობის (ფეთქებადობის) ზედა და ქვედა კონცენტრაციული ზღვრები, მათ შორის ინტერვალს კი აფეთქების დიაპაზონი ეწოდება. ფეთქებადობის კონცენტრაციული ზღვრები გამოისახება მოცულობით პროცენტებში (აირებისა და ორთქლისათვის) ან მგ/ლ (გ/მ³) მტერისათვის.

ფეთქებადობის კონცენტრაციული ზღვრები შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ლაბორატორიული და ანალიზური მეთოდებით. ლაბორატორიული მეთოდი

მდგომარეობის საწვავ ნარევეში კომპონენტის იმ უმცირესი და უდიდესი კონცენტრაციის შერევაში, რომლის დროსაც შესაძლებელია აალებადობის დაზღვევის საშუალებით სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს სდგება ხასიათი ანთება. (მაგ. ხელსაწყო, რომელიც შექმნილია აირბაეროვანი ნარევეების აფეთქების კონცენტრაციული ზღვრების დასადგენად), თუ ნარევი აალებადობა, მაშინ მოცემული კონცენტრაცია აფეთქების ინტერვალში იმყოფება. ნარევეში აირის რაოდენობის შემცველობისა და გადიდების გზით ეპოულობთ ისეთ მინიმალურ და მაქსიმალურ კონცენტრაციებს, რომელთა დაბლა და მაღლა ნარევის ანთება არ ხდება. ეს იქნება საძიებელი ქვედა და ზედა კონცენტრაციული საზღვრები აალებადობისა.

ფეთქებადობის საზღვრების განსაზღვრისათვის ინდივიდუალური საწვავი ნივთიერებებისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ შემდეგი ემპირიული ფორმულებით:

$$a_{\text{კ}} = 100 / (1 + (N-1) \cdot 4,76 \cdot M / (N-1) \cdot 4,76 \cdot v_{\text{H}}) \quad \text{გ/ლ}, \quad (3.1)$$

$$a_{\text{ზ}} = 4 \cdot 100 / (4 + 4,76 \cdot N \cdot M / (4 + 4,76 \cdot N) \cdot v_{\text{H}}) \quad \text{გ/ლ}, \quad (3.2)$$

სადაც $a_{\text{კ}}$ არის აალებადობის ქვემოთა კონცენტრაციული ზღვარი; $a_{\text{ზ}}$ - აალებადობის ზედა კონცენტრაციული ზღვარი; N - ატომების იმ მოლეკულის გრამ-მოლეკულების რიცხვი, რომლებიც 1 მოლი გრამ-მოლეკულა საწვავი ნივთიერებების დაწვაში მონაწილეობენ; v_{H} - 1 მოლი საწვავი კომპონენტის მოცულობა ნარევის საწვის ტემპერატურაზე (ლ); M - 1 მოლი საწვავი კომპონენტის მასა, მოლეკულაში.

რთული აირბაეროვანი ნარევის ფეთქებადობა განისაზღვრება შატელიეს ფორმულით:

$$\pi = 100 (k_1/n_1 + k_2/n_2 + \dots + k_n/n_n), \quad (3.3)$$

სადაც π არის აალებადობის ზედა ან ქვედა კონცენტრაციული ზღვარი (მოცულობით %-ები); $k_1, k_2, \dots, k_n$ - ნარევის კომპონენტების კონცენტრაციები ნარევის იმ ნაწილში, რომელიც იწვის; ($k_1, k_2, \dots, k_n = 100\%$), მოცულობით %-ში. $n_1, n_2, \dots, n_n$ - აალებადობის ზედა ან ქვედა ზღვარი სუფთა კომპონენტების ნარევეში, მოცულობით %-ში.

აალებადობის საზღვრების მნიშვნელობაზე ზეგავლენას ახდენენ ნარევის ტემპერატურა, წნევა, ნარევის შემადგენლობა.

აირბაერიანი ნარევის აფეთქებისას კონსტრუქციის საზღვრებზე წარმოებული წნევა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით:

$$p = p_0 [1 + m(\eta T / T_0 - 1)], \quad (3.4)$$

სადაც p_0, p არის საწყისი და საბოლოო წნევა; m - დამწვარი გაზის ნარევის წილი; η - რეაქციის დროს აღში მოლეკულების რიცხვის ცვლილება (η -ს მნიშვნელობა ახლოა 1-თან); T_0, T - საწყისი და საბოლოო ტემპერატურები.

ხსნარები ორთქლის ფეთქებადობის კონცენტრაციული ზღვრის გარდა ხასიათდება ასევე ააღებადობის (ფეთქებადობის) ტემპერატურული ზღვრებით.

ხსნარის უდიდესი და უმცირესი ტემპერატურა, რომლის დროსაც ხსნარის ორთქლისა და ჰაერის ნარევი, ანთების იმპულსის თანხლებით შეიძლება (აფეთქდეს ან ააღდეს), შესაბამისად არის ხსნარის ზედა და ქვედა ტემპერატურული ზღვრები. ტემპერატურულ და კონცენტრაციულ ზღვრებს შორის დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულებით:

$$a_{\text{ქ}} = p_1 \cdot 100 / p_{\text{ატ}}, \quad a_{\text{ჰ}} = p_2 \cdot 100 / p_{\text{ატ}}, \quad (3.5)$$

სადაც $a_{\text{ქ}}$ და $a_{\text{ჰ}}$ არის ფეთქებადობის (ააღებადობის) ქვედა და ზედა ზღვრები; p_1 - p_2 ქვედა და ზედა ტემპერატურული ზღვრის შესაბამისი ნაჯერი ხსნარის ორთქლის წნევა, პა; $p_{\text{ატ}}$ -ატმოსფერული წნევა, პა.

მტერისა და მტერიანაჰერიაი ნარევების წვა ნაკლებად არის შესწავლილი. შეიძლება დაიწვას და აფეთქდეს მარცვლეული, ფქვილის, ტორფის, ნახშირის მტერი, ალუმინის პუდრა და სხვ. საწარმოო შენობაში მტერი შეიძლება იყოს შეწონილ (აეროზოლი) და ზედაპირზე დალეკილ (აეროგელი) მდგომარეობაში.

სამშენებლო კონსტრუქციების მოწყობილობაზე დალეკილი მტერი წარმოადგენს სახანძრო საშიშროებას. მტერს შეუძლია აირის, აგრეთვე ჰაერის ადსორბირება. დროთა განმავლობაში მტერის ნაწილაკებით ადსორბირებული ჰაერის ფენა მდიდრდება ჟანგბადით და დაჟანგვის და მტერის ააღების პროცესები ჩქარდება.

საშიშია აგრეთვე ჰაერში შეტივტივებული მტერი. მას შეუძლია წარმოქმნას ხანძარსაშიში მტერჰაეროვანი ნარევი.

საწარმოო შენობებში დამტერიანება იქმნება მტერწარმოქმნილი ტექნოლოგიური დანადგარებით: (სამტერევი მანქანებით, სატრანსპორტო მექანიზმებით და სხვ.).

მოწყობილობებზე და შენობის გამოშვებულ ნაწილებზე და კონსტრუქციებზე დალეკილი მტერი (განსაკუთრებით წერილდისპერსიული 10-40 მმ) უფრო საშიშია, ვიდრე ჰაერში შეტივტივებული. დალეკილი მტერი აფეთქებისას იფანტება ჰაერში და ქმნის მეორადი აფეთქების შესაძლებლობას, რომელსაც აირჰაერიაი ნარევის აფეთქებასთან შედარებით დიდი დამანგრეველი ძალა აქვს.

აეროზოლების ფეთქებადობა განისაზღვრება ააღებადობის ქვედა კონცენტრაციული ზღვარით. მტერის უმრავლესობისთვის ზედა კონცენტრაციული ზღვარის მიღწევა ძნელია. ასეთი კონცენტრაციები შეიძლება წარმოიქმნას ფხვიერი საწვავი პროდუქტების პნეუმოტრანსპორტირების დროს. დახურულ მასალათა

გამტარებში, სამტკერვეი მანქანების და მოწყობადობის ზეგნით. მტკვერსაქერნი ნარევის აალებებისა ჯერ იწვის აირის ფაზაში მეოფი და უფრო მცირე ნაწილაკები. უფრო მსხვილი ნაწილაკები აგრძელებენ წება ალის ფრონტის გაელის შემდეგაც. ამიტომ მტკვერსაქერნი ნარევის წვის ზონას აქვს მოცულობითი ხასიათი.

მტკერის აფეთქებისას წარმოქმნილი წნევის სიდიდე დამოკიდებულია მტკერის თვისებებზე და აალების წყაროს სიმძლავრეზე. მტკვერსაქერნი ნარევიში შემავალი ინერტული მასალები (თიხა, კირქვა, დოლომიტი), ინერტული აირები და ორთქლი ამცირებს მის ფეთქებად თვისებებს.

აალების ქვედა ზღერის სიდიდის მიხედვით მტკვერი იყოფა ფეთქებადსაშიშ (აალების ქვედა ზღერი 65 გ/მ³) და ხანძარსაშიშ (აალების ქვედა ზღერი 65 გ/მ³-ზე მეტის) კატეგორიებად.

აეროზოლების ფეთქებადობა განისაზღვრება აფეთქების ქვედა ზღერით, ინდუქციის პერიოდით და თვითაალების ტემპერატურით.

აეროგელების აალებაადობა ხასიათდება აალების ტემპერატურით, თვითაალების უნარით.

ხსნარების წება ხდება მხოლოდ ორთქლის ფაზაში, რომელიც იმყოფება ხსნარის ზედაპირზე. ხსნარის ორთქლი ჰაერში იწვის მხოლოდ განსაზღვრულ კონცენტრაციაზე. საწვავი სითხეების აალების უნარი ხასიათდება თვითაალების ტემპერატურით, აალების ტემპერატურული და კონცენტრაციული ზღვრებით, ანთებისა და აალების ტემპერატურით.

ყველაზე მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ხსნარის ორთქლის ანთების ტემპერატურა. ანთების ტემპერატურა ეს არის უმცირესი ტემპერატურა, რომლის დროსაც სითხის ორთქლის ნარევი ჰაერთან ინთება აალების წყაროს შეტანისას.

ანთების ტემპერატურის მიხედვით სითხეები იყოფიან ადვილადაალებად და საწვავ სითხეებად. ადვილადაალებად სითხეებს ეკუთვნიან ისეთი სითხეები, რომლებიც აგრძელებენ წება ანთების წყაროს გამოტანის შემდეგაც და რომელთა ანთების ტემპერატურაა არაუმეტეს 61 °C (დახურულ ტიგელში) ან 66 °C (ღია ტიგელში). საერთაშორისო რეკომენდაციების შესაბამისად ადვილად აალებადი სითხეები იყოფიან სამ კატეგორიად: ა. კატეგორია განსაკუთრებით საშიშია (ანთების ტემპერატურით – 18 °C-დან და უფრო მცირე დახურულ ტიგელში); ბ. კატეგორია მუდმივ საშიშნი (ანთების ტემპერატურით 18 °C-ის ზევით 230 °C-მდე დახურულ ტიგელში); გ. კატეგორია საშიშნი გარემოს მაღალ ტემპერატურაზე (ანთების ტემპერატურით 23 °C-დან 61 °C-მდე). საწვავი სითხეები დამოუკიდებლად იწვიან

ანთების წყაროს გამოტანის შემდეგ და ანთების ტემპერატურა აქვთ 61 °C-ზე მეტი (დახურულ ტიგელში) ან 66 °C (ღია ტიგელში).

სითხის ორთქლის ანთების ტემპერატურის განსაზღვრა ანალიზურად შეიძლება შემდეგი ფორმულით:

$$P_g = P_{\text{საერ.}} / 1 + (N-1)4,76, \quad (3.6)$$

სადაც P_g არის გაჯერებული ორთქლის წნევა ანთების ტემპერატურაზე, პა; $P_{\text{საერ.}}$ - სითხის ორთქლის ჰაერთან ნარევის წნევა, პა; N - ჟანგბადის იმ ატომების საერთო რიცხვია, რომელიც საჭიროა 1 მოლი სითხის დასაწეავად (განისაზღვრება წვის რეაქციის განტოლებიდან).

ანთების ტემპერატურა განისაზღვრება ნომოგრამებით ან ცხრილებიდან P_g სიდიდის მიხედვით.

მყარი ნივთიერების წვა ხდება უალოდ და ალის წარმოქმნით. მყარი საწვავი ნივთიერებანი გათბობისას ნაწილობრივ იშლება. დაშლის პროდუქტები შეერევიან ჰაერს და ქმნიან ორთქლაირივან საწვავ სისტემას – აქროლად ნაწილს. აქროლადი საგანის წვის კანონზომიერებანი ისეთივეა, როგორც აირებისა და ორთქლის წვისას. მყარი საწვავი ნივთიერების წვის უნარი ხასიათდება 1 კგ ნივთიერების სითბოს წარმოქმნის უნარით, წვის ტემპერატურით, ააღებადობის ტემპერატურით, მთლიანად დაწვის სიჩქარით. მასალის ზედაპირზე წვის გაერცელების სიჩქარით. წვის ტემპერატურა არის ქიმიური რეაქციის პროდუქტების ტემპერატურა ადიაბატური დაწვისას. ანთების ტემპერატურა ეს არის იმ იმპულსის უმცირესი ტემპერატურა, რომლის დროსაც ხდება საწვავი სისტემის ანთება ლოკალურ მოცულობაში და შემდეგ წვა ვრცელდება მთელ სისტემაში. მასალის ზედაპირზე ალის გაერცელების სიჩქარედ შეიძლება ჩაითვალოს დამწვარ და დაუწვავ ნაწილებს შორის სასაზღვრო გაერცელების სიჩქარე დაუწვავთან ფარდობით.

3.3. სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სამრეწველო საწარმოებში და საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას

ხანძრებისა და აფეთქებების მიზეზები სამშენებლო მოედნებზე, საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და საწარმოო შენობებში ყოველთვის არის საწვავი ნივთიერებანი, პაერის ჟანგბადი და სითბოს წყაროები, რომელთაც შეუძლიათ ააღების იმპულსის როლის შესრულება. გარდა ამისა, სამშენებლო მოედნებზე და ბევრ საწარმო შენობაში არის საწვავი აირები, ორთქლი და მტვერი, რომელთა ჰაერთან შერევით შეუძლიათ შექმნან ფეთქებადი აირის, ორთქლის ან მტერის ჰაერიანი ნარევი.

უსაფრთხო პირობები, რომელთა დროსაც; გამორიცხულია ხანძრის განქნა ან აფეთქება, შემდეგია:

- წვისთვის საჭიროა კომპონენტებიდან თუნდაც ერთის გამორიცხვა;
- საწვავი ნივთიერებისა და ჟანგბადის არასაკმარისი შეყვარდება საწვავის ნარევის წარმოქმნისათვის;
- სითბური იმპულსის სიმძლავრის უქმარისობა საწვავი სისტემის ასანთებად;
- სითბური წყაროს მოქმედების დროს უქმარისობა საწვავი სისტემის ასანთებად.

უსაფრთხო პირობების დარღვევას მიეყვართ სამრეწველო ხანძართან ან აფეთქებასთან. უსაფრთხო პირობების დარღვევა ხდება სხვადასხვა მიზეზით. ესენია:

- სახანძრო უსაფრთხოების წესების უგულვებელყოფა, არადაამაყოფილებელი ინსტრუქტაჟი, საწარმო დისციპლინის დარღვევა და ს.კ.

სამრეწველო აფეთქებათა მიზეზები შეიძლება პირობითად სამ ჯგუფად დავეყოთ:

- 1) წარმოშობილი საწარმოს ექსპლუატაციის საწყის პერიოდში ტექნოლოგიური მოწყობილობის ელემენტთა ერთმანეთთან მისახმარისების პერიოდში. მიზეზები შეიძლება იყოს შემდეგი: საპროექტო დოკუმენტაციის ხარვეზები, მოწყობილობის ელემენტთა უხეში დეფექტები, მოწყობილობის მონტაჟის უხარისხო შესრულება, არასწორი ტექნოლოგიური რეჟიმი. ამ ჯგუფის მიზეზები მელანდება მოწყობილობის ექსპლუატაციაში გაშვებისთანავე. უნდა აღინიშნოს, რომ პროექტებში სერიოზული შეცდომების შედეგად ხდება სამრეწველო აფეთქებათა 7%.
- 2) წარმოქმნილი საწარმოს ექსპლუატაციის ძირითად პერიოდში საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოების და მოწყობილობათა ელემენტების გაუმართაობა, უსაფრთხოების წესების დარღვევა, პროფილაქტიკური დათვალიერებისა და მოწყობილობათა რემონტის უხარისხოდ შესრულება, რემონტის წესების დარღვევა.
- 3) წარმოქმნილი მოწყობილობათა ელემენტების ე.წ. “დაძველების” პერიოდში დეტალების ცვეთა, მასალების კოროზია, მოწყობილობათა ელემენტების კედლების გათხელება და სხვ.

ყველაზე ხშირად ხანძრის ან აფეთქების გამომწვევი აალების იმპულსები შემდეგია: ტექნოლოგიური ღია ცეცხლი (მაგ. ბიტუმის ხარშისას); ღია ცეცხლი სამშენებლო-სარემონტო სამუშაოების წარმოებისას ან რემონტის დროს. (მაგ. აირშედულების დროს, მეტალების აირით ჭრის დროს); ქაერის ჟანგბადთან საწვავი მასალის ურთიერთქმედებისას თვითაალება; ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა ცხელი ზედაპირი; ლითონების ურთიერთ დარტყმისას; ქვის ლითონზე დარტყმისას ან ქვის

ქვეზე დარტყმისას წარმოქმნილი ნაპერწკალი; ნაპერწკალი, რომელიც წარმოიქმნება ელექტრო-დანადგარებში და ელექტროგამტარების მოკლე ნართვისას, ელექტროსაშემდეგებლო სამუშაოებისა და სტატიკური ელექტროდის განმუხტვისას და ხხე.

სამრეწველო აფეთქებათა მიზეზია ხანძარი და პირიქით, აფეთქება შეიძლება იყოს შემდგომი ხანძრის მიზეზი.

ხანძრის დროს ადამიანებზე შეიძლება მოქმედებდეს შემდეგი საშიში ფაქტორები: ღია ცეცხლი და ნაპერწკალი, საგნების, ჰაერის და ა.შ. გარემოს მაღალი ტემპერატურა; წვის ტოქსიკური პროდუქტები; კეამლი; ჟანგბადის შემცირებული კონცენტრაცია; შენობების, ნაგებობათა, დანადგარების ჩამონგრევა და აფეთქება.

საწარმოების კლასიფიკაცია აფეთქების, აფეთქება – ხანძრისა და სახანძრო საშიშროების მიხედვით; სამშენებლო ნორმებისა და სან. წ. 11-90-91 “სამრეწველო შენობები, პროექტირების ნორმები” და სან.წ. 463-96 “მითითება აფეთქების, აფეთქება-სახანძრო და სახანძრო საშიშროების მიხედვით საწარმოთა განსაზღვრის შესახებ” წესების შესაბამისად საწარმოები იყოფიან ექვს კატეგორიად:

A კატეგორიას ეკუთვნიან საწარმოები, სადაც იხმარება საწვავი სითხეები ორთქლის ანთების ტემპერატურით 28°C -მდე და საწვავი აირების ფეთქებადობის ქვედა ზღვრით არაუმეტეს 10 %. იმ პირობით, რომ ისინი ქმნიან აფეთქებისათვის საშიშ ნარევს არანაკლებ 5%-სა. ამავე კატეგორიას განეკუთვნება საწარმოები, სადაც იხმარება ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც ფეთქდებიან და იწვიან წყალთან, ჰაერის ჟანგბადთან ან ერთმანეთთან ურთიერთშეხებით.

B კატეგორიას განეკუთვნება საწარმოები, სადაც იხმარება საწვავი სითხეები ორთქლის ანთების ტემპერატურით $28-61^{\circ}\text{C}$; საწვავი აირები ფეთქებადობის ქვედა საზღვრით არანაკლებ 10 მოცულობითი %-სა; სითხეები, რომლებიც წარმოების პირობებში სახელდებიან ანთების ტემპერატურამდე და მეტად; საწვავი მტვერი ან ბოჭკო, რომლის ფეთქებადობის ქვედა ზღვარია 65 გ/მ³-მდე; იმ პირობით, რომ ეს სითხეები, აირები და მტვერი ქმნიან ფეთქებად ნარევს შენობის მოცულობის 5%-ზე მეტში.

A და B კატეგორიების საწარმოები ხასიათდებიან როგორც ფეთქებად, ისე ხანძარსაშიშროებით.

B კატეგორიას განეკუთვნება საწარმო, სადაც იხმარება ან გადამუშავდება სითხეები ორთქლის ანთების ტემპერატურით არანაკლებ 61°C ; საწვავი მტვერი ან ბოჭკო ფეთქებადობის ქვედა ზღვრით არანაკლებ 65 გ/მ³ ჰაერის მოცულობაზე; ნივთიერებანი, რომლებიც იწვიან მხოლოდ წყალთან, ჰაერის ჟანგბადთან ან

ერთმანეთთან ურთიერთქმედებით; მეარი საწვავი ნივთიერებანი და მასალები, B კატეგორიის საწარმოები ხანძარსაშიშია.

Г კატეგორიის განეკუთვნება საწარმოები, სადაც ხდება იმ მასალებისა და ნივთიერებათა დამუშავება ცხელ, გაფარვარებულ ან გაძნარ მდგომარეობაში, რომლებიც არ იწვიან და რომელთა დამუშავების პროცესებს თან ახლავს სითბოს, ნაქერწყლის ან ალის გამოყოფა; მეარი, თხევადი და აირიანი ნივთიერებანი, რომლებიც იწვის ან უტილიზირდება საწვავის სახით.

Д კატეგორიის ეკუთვნის საწარმოები, სადაც ხდება იმ მასალებისა და ნივთიერებათა დამუშავება ცივ მდგომარეობაში, რომლებიც არ იწვიან.

Е კატეგორიის განეკუთვნებიან მხოლოდ აფეთქებისადმი საშიში საწარმოები, სადაც იხმარება საწვავი აირები (თხევადი ფაზისა და მტერის გარეშე) ისეთი რაოდენობით, რომ შეუძლია შენობის მოცულობის 5%-ზე მეტში წარმოქმნას ფეთქებადსაშიში ნარევი. ტექნოლოგიური პროცესების პირობებით ასეთ საწარმოებში შესაძლოა აფეთქება (შემდგომი წვის გარეშე) წყალთან, ქაერის ჟანგბადთან და ერთმანეთთან ურთიერთქმედებით.

საწყობები და სხვა გარე დანადგარები იყოფიან შესაბამისად ისეთივე კატეგორიებად იმის მიხედვით, თუ რა სახის ნივთიერებანი და მასალებია შიგ.

А, Б და В კატეგორიებს არ მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც ხდება მეარი, თხევადი და აირიანი საწვავ ნივთიერებათა დაწვა სათბობის სახით ან უტილიზირება ხდება დაწვით; აგრეთვე საწარმოები, სადაც ტექნოლოგიური პროცესი მიმდინარეობს ღია ცეცხლის გამოყენებით. ასეთი საწარმოები ეკუთვნიან Г კატეგორიას.

საწარმოს კატეგორიის განსაზღვრა აფეთქების და ხანძრის მიმართ საშიშროების მიხედვით შეიძლება ავარიული რეჟიმის მიხედვით სნ.ნ. და წ. 763-96-ის შესაბამისად – “მითითება აფეთქების, აფეთქება-სახანძრო და სახანძრო საშიშროების მიხედვით საწარმოთა განსაზღვრის შესახებ”. ამ მითითებათა შესაბამისად საწარმოს კატეგორია განისაზღვრება შენობაში ფეთქებადი ნარევის მოხვედრის შესაძლებლობით.

ხშირად ერთ საწარმოო კორპუსში სხვადასხვა იზოლირებულ სათაესოში მოთავსებულია ხანძარსაშიშროების მიხედვით ტექნოლოგიური პროცესები. ამ შემთხვევაში საწარმოს კატეგორია განისაზღვრება უფრო მეტად საშიში პროცესით ან ყოველი იზოლირებული სათაესოსათვის განისაზღვრება ხანძარსაშიშროების საკუთარი კატეგორია.

აფეთქების და ხანძარსაშიშროების მიხედვით კლასიფიკაცია ეკუთვნის მხოლოდ საწარმოო შენობებს, საზოგადოებრივი შენობების სახანძრო უშიშროების უსრუნველყოფისთვის ტექნიკური პროექტირება დამყარებულია ამ შენობათა ტყეადობაზე; ხოლო საცხოვრებელი სახლებისათვის ასეთი პროექტირების საფუძველია ზომები და სართულების რაოდენობა.

ხანძარსაწინაღო ნორმირება გზების მშენებლობაში არის სამშენებლო ნორმირების ნაწილი. ხანძარსაწინაღო ნორმირების მოთხოვნები სავალდებულოა სამრეწველო საწარმოების პროექტირების, მშენებლობისა და ექსპლუატაციისა და საგზაო-მშენებლობის სამუშაოების დროს, მაშინაც როცა ის სრულდება სხვა დარგების საწარმოთა ტერიტორიაზე.

3.4. სამშენებლო კონსტრუქციებისა და საწარმოო შენობების საერთო ცეცხლმდეგობა

სან. და წ. 11-2-91-ის და წესების შესაბამისად (“პროექტირების ნორმები შენობისა და ნაგებობათა პროექტირების ხანძარსაწინაღო ნორმები”) სამშენებლო მასალები ააღებადობის მიხედვით იყოფა სამ ჯგუფად: ცეცხლგამძლე, (უწვი) ძნელად წვადი და წვადი. ცეცხლგამძლე მასალებს ეკუთვნის ისეთი მასალები, რომლებიც არ იწვიან ანთების წყაროს მოქმედებით. ესენია ხელოვნური და ბუნებრივი არაორგანული მასალები – აგური, ბეტონი, რკინაბეტონი, ლითონები და სხვ. მასალებს, რომლებიც ძნელად იწვიან განეკუთვნებიან ისეთი მასალები, რომელთაც შეუძლიათ წვა ანთების წყაროს მეშვეობით, მაგრამ წყაროს გამოტანის შემდეგ დამოუკიდებლად არ იწვიან. ასეთებია ასფალტბეტონი, ცეცხლისაგან დამცავი შემადგენლობით გაქვნილი ხის მასალა, ცემენტის ფიბროლიტი და სხვ. წვად მასალებს განეკუთვნებიან ისეთები, რომლებიც იწვიან ანთების წყაროს გამოტანის შემდეგაც: ხის მასალა, ტოლი, რუბეროიდი, ბიტუმი და სხვ.

სამშენებლო კონსტრუქციების უნარს, შეასრულოს ხანძრის დროს მიკუთვნებული ფუნქციები ცეცხლგამძლეობა ეწოდება. სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლგამძლეობა ხასიათდება ცეცხლგამძლეობის ზღვრით. ცეცხლგამძლეობის ზღვარი სამშენებლო კონსტრუქციისათვის არის დრო, რომლის განმავლობაშიც ხანძრის პირობებში კონსტრუქცია ასრულებს თავის ფუნქციას.

კონსტრუქციების ცეცხლგამძლეობის ზღვრის დადგომის ნიშნებია:

– გამჭოლი ხერელებისა და ბზარების წარმოქმნა, საიდანაც მესობელ სათაესოში გაედინება და აღწევს წვის პროდუქტები ან ალი;

– კონსტრუქციის მეორე მხარეს ტემპერატურის გაზრდა საშუალოდ აღწევს 140 °C-ზე. სეკით ან ნებისმიერ წერტილში 180 °C-ს სეკით გამოცდამდე ტემპერატურასთან შედარებით, ან 220°C-ს, მიუხედავად იმისა, თუ როგორია შესადარებელი ტემპერატურა.

მზიდი კონსტრუქციის ცეცხლგამძლეობის ზღერის დადგომის ნიშნებია მათი ჩამონგრევა.

ცეცხლგამძლეობის მიხედვით უსაფრთხოების პირობა არის შემდეგი უტოლობის დაცვა – $\Pi_{\Sigma} \geq \Pi_{\Sigma 0}$, სადაც Π_{Σ} არის დაპროექტებული ან ფუნქციონირებადი კონსტრუქციების ცეცხლგამძლეობის ფაქტიური ზღვარი, ხო; $\Pi_{\Sigma 0}$ – ცეცხლგამძლეობის საჭირო ზღვარი, ხო, რომელიც ნორმებით ან უსაფრთხოების პირობებით განისაზღვრება.

სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლმდეგობის მიღება შეიძლება ექსპერიმენტალურად და გამოთვლით.

ცეცხლმდეგობის ზღერის განსაზღერის ექსპერიმენტალური მეთოდი მდგომარეობს იმაში, რომ ნატურალური სიდიდით შესრულებულ კონსტრუქციის ნიშეშს ათბობენ სპეციალურ ღუმელში ნორმატიული დატვირთვით. ექსპერიმენტის მსვლელობაში იზომება დრო გამოცდის დაწყებიდან ცეცხლმდეგობის ზღერის დადგომის რომელიმე ნიშნამდე.

ცეცხლმდეგობაზე სამშენებლო კონსტრუქციის გათვლის მიზანია იმ დროის განსაზღერა, რომლის გასვლის შემდეგ კონსტრუქცია კარგავს თავის ფუნქციას – შეზღუდვის, შემკაეებლის ან მზიდის. შესაბამისად სხვადასხვა კონსტრუქციის გათვლა ცეცხლმდეგობაზე ხდება სხვადასხვანაირად. გადამლობი კონსტრუქციები გაითვლება შეკაეების უნარზე.

ზოგჯერ კონსტრუქცია ასრულებს როგორც შემკაეებელ, ისე მზიდ ფუნქციას. ასეთი კონსტრუქციების გათვლა ცეცხლმდეგობაზე ხდება ორივე მეთოდით და ცეცხლგამძლეობის ფაქტიურ ზღერად მიიღება უმცირესი.

შემკაეებლის უნარიანობის დაკარგვის გამოთვლა დაიყვანება იმ დროის განსაზღერაზე, რომლის განმავლობაშიც კონსტრუქციის მეორე მხარე თბება კრიტიკულ ტემპერატურამდე.

მზიდუნარიანობის დაკარგვის გამოთვლა დაიყვანება ხანძრის მოქმედების დროის განსაზღერაზე, რომლის შემდეგაც მასალის სიმტკიცის დაკარგვის გამო კონსტრუქცია კარგავს მზიდ უნარს.

სან. და წ. 11-2-87-ის შესაბამისად სამშენებლო კონსტრუქციების საჭირო ცეცხლგამძლეობის ზღვარი დადგენილია საპროექტო შენობის ცეცხლგამძლეობის

ხარისხისგან დამოკიდებულებაში. საწარმოო შენობისათვის სან.ნ.წ. 11-90-91 ცეცხლგამძლეობის ხარისხს ადგენს საწარმოს კატეგორიის მიხედვით აფეთქებისა და ხანძრისადმი საშიშროების, სირთელის ფართობისა და რაოდენობის მიხედვით.

ამის შემდეგ განისაზღვრება ცეცხლგამძლეობის მინიმალური ზღვარი და შენობის კონსტრუქციის ის ნაწილი, რომელიც ადვილად იწვის.

3.5. სამრეწველო შენობების უზრუნველყოფა აფეთქების უსაფრთხოებით

აფეთქება. საშიშ საწარმოთა ექსპლოატაციისას ზოგჯერ ხდება აფეთქება, რომელსაც თან ახლავს ადამიანთა დაღუპვა, დანადგარებისა და სამშენებლო კონსტრუქციების ნგრევა.

ძირითადი კონსტრუქციების ნგრევის თავიდან ასაცილებლად ითვალისწინებენ (სან.ნ.წ-დან 11-90-91) ადვილადმოშორებად (ამკ) და ადვილადნგრეებად (ანკ) კონსტრუქციებს გაანგარიშებით 3-5 მ² შენობის 100 მ³ ფართობზე.

მიუხედავად ამისა, ხდება, რომ ეს კონსტრუქციები არ არის საკმარისი და ამიტომ მათთან ერთად ინგრევა შენობის ძირითადი კონსტრუქციებიც. ცხადია ამის გამო (ამკ) და (ანკ) საჭირო ფართობების გაანგარიშება აუცილებელია.

ამკ-ს ფართობის გაანგარიშება იწყება საწარმოს კატეგორიის დადგენით. (სან.ნ.წ-ის 502-87-ის “ადვილადმოშორებადი კონსტრუქციების გაანგარიშების ინსტრუქცია”)-ს მიხედვით.

გაანგარიშებით მიღებული ამკ-ს ფართობი უნდა უზრუნველყოფდეს ატმოსფეროში წვის ჭარბი პროდუქტების გამოდევნას, ამ ფართობის გამოთვლა ხდება თანახმად სან.ნ.წ. 502-87 და გამოისახება ფორმულით:

$$K = 0,0032 \Gamma \mathcal{E}_{\text{გ.ფ.}} \sqrt{(\mathcal{E}_p - 1(P_{\text{გ.ფ.}} + P_0) / \sqrt{P_{\text{გ.ფ.}}} \sqrt{P_{\text{გ.ფ.}} \Pi}} , \quad (3.7)$$

სადაც Γ არის ფეთქებადი ნარევის ნორმალური წვის სიჩქარე, მ/წმ; $\mathcal{E}_p$ -წვის პროდუქტების გაფართოების გაანგარიშების დონე; $P_{\text{გ.ფ.}}$ -აფეთქების ზემოქმედება ამკ-ზე, პა; P_0 -10⁴-ის ტოლი ატმ წნევა, პა; Π -შენობის მოცულობა, მ³.

ამკ-ს სახით იყენებენ კედლებისა და სახურავის ამოსაგდებ პანელებს, შემინულ ღრქოებს. თუ ამკ-ს ფართობი საკმარისი არ არის, მაშინ უნდა ვაწარმოოთ დამატებითი გაანგარიშებები ძირითადი კონსტრუქციების აფეთქებამდგრადობისადმი, რადგანაც აფეთქებისას საჭიროა საწარმო შენობა ადვილად განთავისუფლდეს დარტყმითი ტალღის მოქმედებისაგან, მსუბუქი კონსტრუქციების გამოყენებისას საჭიროა შესრულდეს შემდეგი უტოლობა:

$$K_{\text{დ}} F_{\text{გკ}} \geq f_{\text{კ.ს.ფ.}} W_{\text{შ}} , \quad (3.8)$$

სადაც K_L არის ღიობების კოეფიციენტი; $F_{კრ}$ გარე კედლების ფართი, მ²; $F_{კსკ}$ ანგარიშით მიღებული ამჟ კონსტრუქციების მოცემული ფართი, მ²; $W_{კ}$ შენობის (სათავსოს) მოცულობა, მ³-ში.

თუ ამჟ-ს კონსტრუქციები გამოყენებულია გადახურვაში უნდა გამოვიყენოთ შემდეგი უტოლობა:

$$K_L F_{კრ} \geq F_{კსკ} W_{კ}, \quad (3.9)$$

სადაც K_L არის სახურავის ღიობების კოეფიციენტი; $F_{კრ}$ სახურავის ფართი, მ²-ში.

თუ ზემოთ აღნიშნული მსუბუქი კონსტრუქციები ერთდროულად გამოყენებულია როგორც სახურავში, ასევე კედლებში საჭიროა დაცემული იქნას ორივე პირობა.

აღნიშნული მსუბუქმოშორებად კონსტრუქციებად გამოიყენებიან საკედლე პანელები, სახურავის შლადი ნაწილი, შემინული სახურავები.

სან.ნ.წ. 11-90-91-ის თანახმად ამჟ-ს მიეკუთვნება სარკმლის მიწები სისქით 3, 4 და 5 მმ, ფართით არა ნაკლები შესაბამისად 0,8, 1 და 1,5 მ².

3.6. ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები

ცეცხლის გაერცელებისაგან შენობის დასაცავად იყენებენ ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებებს, რომლებსაც ეკუთვნის უწვევი გადახურვები და კედლები

ხანძრის გაერცელების შეზღუდვის მიზნით სართულებს შორის აწყობენ უწვევ ტიხრებს.

შენობიდან შენობაზე ხანძრის გაერცელების თავიდან ასაცილებლად შენობებს შორის აწყობენ ხანძარსაწინააღმდეგო თხრილებს. შენობებს შორის უმცირეს დაშორებას იღებენ მათი ცეცხლმდეგობის ხარისხის მიხედვით, რომელიც მოცემულია 3.1. ცხრილში.

ცხრილი 3.1.

შენობებისა და ნაგებობების ცეცხლმდეგობის ხარისხი	მოცემული ცეცხლმდეგობის მიხედვით შენობებს შორის დაშორება, მ		
	I – II	III	IV – V
I – II	10	12	16
III	12	16	18
IV – V	16	18	20

აეტომობილები, რომლებსაც გადააქვთ ადვილალუბადი ან საწვევი სითხეები, უნდა განლაგდნენ ცალკე შენობებში ან ღია მოედანზე.

3.7. ხანძრის და აფეთქების დროს ხალხის იძულებითი ევაკუაციის აუცილებლობა

ზოგ შემთხვევაში იქმნება ავარიული სიტუაციები, რომლებიც მოითხოვენ შენობიდან ხალხის სასწრაფო ევაკუაციას. ამისთვის კი საჭიროა პროექტირების დროს გაეთვალისწინოთ გზები და გასასვლელები შენობიდან, რომლებიც უნდა პასუხობდნენ განსაზღვრულ მოთხოვნებს. საევაკუაციო გასასვლელებს (გზებს) განეკუთვნებიან კორიდორები, ფოიები, კიბეები და სხვ.

საევაკუაციო გასასვლელად მიჩნეულია გარეთ გასასვლელი კარები და აგრეთვე კორიდორები, რომლებითაც შეიძლება კაეშირი გექონდეს კიბეებთან და სხვა დამატებით გასასვლელებთან. ხალხის იძულებითი ევაკუაცია იყოფა სამ ეტაპად. პირველი ეტაპი ყველაზე საპასუხისმგებლოა და ყველაზე დაშორებული წერტილებიდან ხდება ხალხის ევაკუაცია გასასვლელებისაკენ, რადგან ისინი ახლოა ხანძართან ან სხვა საშიშ წყაროებთან. მეორე ეტაპი შეადგენს ხალხის გასვლას კიბეებზე, კორიდორებში, ფოიეში, ეესტიბიულში. მესამე ეტაპზე კი ხალხის უშიშარ ადგილებში გაყვანით მთავრდება.

ყველაზე საპასუხისმგებლოა პირველი ეტაპი, რადგანაც ევაკუაცია უნდა მოხდეს ხანძრის განვითარებამდე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს მსხვერპლს.

წოველივე ეს ე.ი. ევაკუაცია განსაზღვრულია სან.ნ.წ. 11-2-96-ში ფორმულით:

$$t_{\Sigma} = t_{\Sigma} + t_{\Sigma} + t_{\Sigma} + \dots + t_{\Sigma} \quad (3.10)$$

სადაც t_{Σ} არის იძულებითი ევაკუაციისათვის საჭირო დრო, წთ; t_{Σ} -გაანგარიშებით მიღებული იძულებით ევაკუაციისათვის საჭირო დრო, წთ.

გასასვლელებში, ფოიეებში, გადასასვლელებში (კარებებსა და კიბეების სიფართის) გათვალისწინებით საჭირო დრო ჯამდება ცალკეული უბნების გასასვლელად საჭირო დროების შეჯამებით:

$$\Sigma t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n \quad (3.11)$$

პირველ მონაკვეთში ხალხის მოძრაობის დრო

$$t_1 = L_1 / V_1 \quad (3.12)$$

სადაც L_1 არის პირველი უბნის სიგრძე, მ-ში; V_1 -გადაადგილების სიჩქარე, რომელიც უნდა განისაზღვროს ცხრილით სან.ნ.წ. 11-2-80, სადაც უნდა ვეძიოთ D_1 ხალხის ნაკადის სიხშირე.

$$D_1 = N_1 f / l_1 d_1 \quad (3.13)$$

სადაც N_1 არის ხალხის რაოდენობა პირველ მონაკვეთში; f -საშუალო ფართობია ადამიანის სხეულის ვერტიკალური პროექციისა იატაკზე, რომელიც მიიღება 0,1 მ²-ის

გოლად მოზრდილი ადამიანისათვის სასაფხელო განსაცემელში და 0,25 მ³ ზამთრის განსაცემელში; ბიუბნის სიგანე, მ.

ხალხის ნაკადის სინქარე სხვა მონაკვეთებში V_i განისაზღვრება მოძრაობის ინტენსიურობით თითოეულ მონაკვეთში:

$$q_i = q_{i-1} \cdot \delta_{i-1} / \delta_i, \quad (3.14)$$

სადაც δ_i , δ_{i-1} არის განსახილველი i , $i-1$ უბნების სიგანე, მ; q_{i-1} -ხალხის ნაკადის მოძრაობის ინტენსიურობა i და $i-1$ უბანზე, მ/წთ.

მონაკვეთის დასაფარავად საჭირო დრო გოლია:

$$t_i = l_i / V_i, \quad (3.15)$$

სადაც l_i არის i მონაკვეთის სიგრძე, მ.

ხალხის შენობებიდან ევაკუაციისათვის საჭირო დრო ცეცხლგამსლელობის ხარისხის მიხედვით 1-ლი, მე-2 და მე-3 კატეგორიებისათვის აიღება სან.ნ.წ. 11-2-80-დან. ცხრ. 6. საევაკუაციო გასასვლელები უნდა აკმაყოფილებდეს სან.ნ.წ. 11-90-91 მოთხოვნილებებს და ისინი ისე უნდა იყოს დაპროექტებული, რომ ხალხის გადაადგილება უნდა წარმოებდეს ორგანიზებულად, თავისუფლად. კარეებში და გასასვლელებზე არ უნდა იყოს ზედმეტი დაბრკოლებანი გასასვლელების მინიმალური სიგანე უნდა შეადგენდეს 0,7 მ-ს. დერეფნების და საერთოდ გასასვლელების კონსტრუქციები უნდა იყოს შერწყმული ცეცხლგამსლელობის თვალსაზრისით.

შენობებში კიბეები არის როგორც ძირითადი ასევე სახანძრო. მათი ზომები და დაქანებანი უნდა იყოს ისეთი, რომ აკმაყოფილებდეს გადაადგილების ნორმალურ რეჟიმს:

$$2h + b = 60 + 64, \quad (3.16)$$

სადაც h არის საფეხურის სიმაღლე, (აიღება 18 სმ); b -საფეხურის სიგანე, სმ.

კიბის მარშის სიგანე a განისაზღვრება ფორმულით:

$$a = N / \Delta V t_{\Sigma}, \quad (3.17)$$

სადაც N არის ხალხის რაოდენობა, რომელთა ევაკუაცია წარმოებს კიბეებით; Δ -ხალხის ნაკადის სიმჭიდროვე, მიიღება 9 კაც/მ²; V -გადაადგილების სინქარე, 8 მ/წმ; t_{Σ} -დრო, ხალხის ევაკუაციისათვის განსაზღვრული, წთ.

საევაკუაციო კიბეები მეხანძრეებს საშუალებას აძლევს სწრაფად მოახდინონ ხანძრის ლოკალიზაცია. მარშებს შორის მანძილი უნდა იყოს არაუმეტეს 10 სმ-ისა.

3.8. ხანძარდამცავი დაშორებანი შენობებსა და ნაგებობებს შორის. ზღუდეები

ხანძარდამცავი საშუალებაა სან.ნ.წ. 11-89-96-ით გათვალისწინებული დაშორება შენობებს და ნაგებობებს შორის. მათი არსებობა თავიდან აგაცილებს ხანძრის გაერცელებას ერთი შენობიდან მეზობელ შენობაზე.

ოპტიმალური დაშორების დასადგენად უნდა ვიხელმძღვანელოთ ხანძარსაწინაღო და ფეთქებადსაწინაღო მოთხოვნილებების ნორმების დაცვით. ხშირ შემთხვევაში უშვებენ მინიმალურ დაშორებებს, მაგრამ მაშინ დიდ ყურადღებას აქცევენ ხანძრის ჩაქრობის ტექნიკური საშუალებების მზადყოფნას საწყის მდგომარეობაში.

ხანძარსაწინაღო დაშორება შენობებს (ნაგებობებს) შორის განისაზღვრება ფორმულით:

$$r = K\sqrt{F}, \quad (3.18)$$

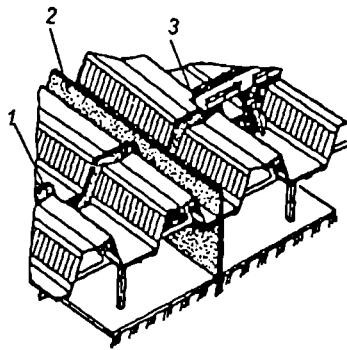
სადაც K არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ცეცხლმოდებული ობიექტების ტემპერატურაზე, ურთიერთგანლაგებაზე. იღებენ 0,85-0,90-ის ფარგლებში; F -ობიექტის წეის ალის ფართი, მ²-ში.

კორპუსებში ხანძრის გაერცელების შესაზღუდავად აწყობენ ხანძარსაწინაღო დამცველ ზღუდეებს, რომელთა დამონტაჟება, მოწყობა გათვალისწინებულია სან.ნ.წ. 11-2-90-ის თანახმად. ზემოთ აღნიშნული ზღუდეები შეიძლება იყოს საერთო და ადგილობრივი.

ზღუდეები შენდება როგორც მთლიანი ხანძარსაწინაღო კედლების, ტიხრების, კარების, ჭიშკრების, სარკეელების, შლიუზების, ფანჯრების სახით. მათი დანიშნულებაა ხანძრის გაერცელების შეზღუდვა. ზღუდეები შეიძლება იყოს შეეული და თარაზული, გრძივი და განივი.

გარდა საეციალური ზღუდეებისა სამშენებლო კონსტრუქციებში ადგილი აქვს ადგილობრივი ზღუდეების არსებობას, როგორც სამშენებლო კონსტრუქციების შემადგენელ ნაწილებს. ესენი არიან რკინა-ბეტონის სარტყელები, სხედასხვა შიბერები, სარკეელები, გადამკეტები, დიაფრაგმები, ჩაწეული ნაწილები და ა.შ. ისინი ხელს უშლიან ალის სწორხაზობრივად გაერცელებას.

ხანძარსაწინაღო კედლები (გრანდმაურები) გამოიყენებიან საამქროებში ხანძარსაწინაღო ნაკეთურებად დასაყოფად. ხანძარსაწინაღო კედლები ეყრდნობიან მთლიან ან კოჭოვან საძირკელებს და ამოიყენებიან შენობის მთელ სიმაღლეზე (ნახ.3.2).



ნახ. 3.2. ხანძარსაწინაღო კედლები – გრანდმაუერები: 1-განივი გრანდმაუერი; 2-გრძივი გრანდმაუერი; 3-სახანძრო ხიდი

3.9. სახანძრო უსაფრთხოების დაცვა საგზაო სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას

საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას სახანძრო საშიშროება შეიძლება შეიქმნას შედუღების, ბიტუმის ხარშის, შენობის გათბობის დროს.

სახანძრო უსაფრთხოების ღონისძიებანი იწყება უბნის უფროსის პასუხისმგებელ პირად დანიშნით. პასუხისმგებელ პირებად ინიშნება აგრეთვე სამუშაოთა მწარმოებლები, ოსტატები და ბრიგადირები. საწარმოებში სახანძრო უშიშროებაზე პასუხს აგებენ საამქროს უფროსები, საწყობის გამგეები, სხვა დანარჩენი მუშები და მოსამსახურენი. ისინი მზად უნდა იყვნენ ხანძარსაწინაღო მოქმედებისათვის. ამისთვის მათი მომზადება და თეორიული სწავლება აუცილებელია. მათ აუცილებელია იცოდნენ ყოველგვარი ელემენტარული ხანძარსაწინაღო იარაღების გამოყენება ხანძრის კერების ჩასაქრობად. სახანძრო სამსახურის გამოსაძახებლად ყველა ობიექტი უნდა აღიჭურვოს კავშირგაბმულობის საშუალებებით.

სამშენებლო მოედნის ტერიტორიაზე განლაგებულია ცეცხლსაქრობი საშუალებანი, წყლის რეზერვუარები, ცეცხლსაქრობები, გამაფრთხილებელი წარწერები, პლაკატები და ხანძარსაწინაღო ინვენტარის დაფები.

სამშენებლო მოედნის ტერიტორია და გასასვლელები უნდა იყოს თავისუფალი ყოველგვარი ზედმეტი სამშენებლო მასალებისაგან დასუფთავებული. ისეთი ნარჩენები, როგორებიცაა ნახერხი, ბურბუშელა და სხვ, აუცილებელია გროვდებოდეს სპეციალურ ბუნკერებში და გატანილი იქნას დაწესებულ ვადებში. ბიტუმის ხარშვა

უნდა წარმოედეს სპეციალურად მითითებულ ადგილას და შენობებიდან არა უახლოეს 30 მ-ით მე-4, მე-5 ხარისხის ცეცხლმედეგობის დროს და 10 მ-ით 1-ლი და მე-2 ხარისხის ცეცხლმედეგობის ნაგებობიდან. აღუდებელი ბიტუმის გახსნა ბენზინში შეიძლება მოხდეს ბიტუმის ხარშის ადგილიდან 50 მ-ის დაცილებით.

ნაგებობების გასაშრობად და ბეტონის სიმკვრივის დასაქარებლად იხმარება ცხელი პაერი, რომლის მიღება შეიძლება ქარხნული წარმოების კოლორიფერებით. კუსტარული კონსტრუქციის ხმარება არ შეიძლება (კოლორიფერით ცხელი პაერის მიწოდება ხდება იმავე პრინციპით როგორც მეტროში). ავტოგენით მუშაობა, ელექტროშედულება შეიძლება მხოლოდ მას შემდეგ, როდესაც მიღებულია პასუხისმგებელი პირის წერილობითი ნებართვა. ფეთქებადი და სხვა ხანძარსაშიში ნივთიერებანი უნდა ინახებოდეს სპეციალურ სათავსოებში. დროებითი ნაგებობების აშენებისას საჭიროა დაცილებით ხანძარსაწინაღო დაშორებანი, ხოლო სახანძრო მანქანების გამსვლელი გზები უნდა ვიქონიოთ თავისუფალი.

3.10. ხანძარსაწინაღო უსაფრთხოების ორგანიზაცია

ხანძარსაწინაღო უსაფრთხოების ღონისძიებათა დაცვა და ცხოვრებაში გატარება ყველა მუშაის მოვალეობაა, რა თანამდებობაზეც ის არ უნდა მუშაობდეს და რომელ წარმოებაშიც არ თანამშრომლობდეს. პასუხისმგებლობა სახანძრო უშიშროებაზე ევალება ორგანიზაციის ხელმძღვანელებს.

საგზაო-სამშენებლო ორგანიზაციებში, საწარმოებში მუშებისა და მომსახურებისგან იქმნება ნებაყოფლობითი ხანძარდმკვეთი რაზმები. თავის საქმიანობაში სახანძრო რაზმები ხელმძღვანელობენ დებულებით ნებაყოფლობითი სახანძრო რაზმელების შესახებ. მისი შემადგენლობა განისაზღვრება 4-6 კაციით და მათ მოვალეობას წარმოადგენს სახანძრო პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარება. გარდა სახანძრო ნებაყოფლობითი რაზმებისა წარმოებაში უფროსის ბრძანებით იქმნება სახანძრო ტექნიკური კომისიები, რომელთა მოვალეობაა პროფილაქტიკური ღონისძიებების შემუშავება და წარმოების აქტივის ჩაბმა ხანძარსაწინაღო ღონისძიებებში.

3.11. ცეცხლსაქრობი ნივთიერებანი და ხანძარსაქრობი საშუალებანი

ხანძრის ჩაქრობის დროს როგორც წესი ვიყენებთ თხევად, აირისებრ, ქაფისებრ და მყარ ნივთიერებებს.

ყველაზე უფაქტურ და გავრცელებულ ცეცხლსაქრობ ნივთიერებას წარმოადგენს წყალი, რადგან მას თხევად და აირისებრ ნივთიერებებს შორის აქვს ყველაზე მეტი სითბოტევადობა. წყლის ნაკადი ახდენს აგრეთვე მექანიკურ ზემოქმედებას – არღვევს და აქუცმაცებს ცეცხლმოდებულ მასალას.

წყალი ხანძრის კერაში შესაძლოა შეიქცეა როგორც კომპაქტური ჭაულით, ისე გაფრქვევით. გაფრქვევის დროს თუ პაერში წყლის ორთქლის რაოდენობამ 30%-ს გადააჭარბა, მეუთრად ეცემა მასში ჟანგბადის შემცველობა და წვა წყდება. წყლის გაფრქვევით ხანძრის ჩაქრობა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს და წყლის ხარჯიც ნაკლებია.

გაზისებრი და ორთქლისებრი ნივთიერებანი, ნახშირმჟავა, წყლის ორთქლი და ინერტული აირები, შეადწევენ რა წვის გარემოში, აძევენ ჟანგბადს წვის ზონიდან და ქმნიან ისეთ გარემოს, რომ მასში არათუ წვა, არამედ ოდნავ ააღებაც შეუძლებელია. ჩაქრობისას ინერტული აირები არ აფუჭებს პროდუქტებს და მოწყობილობებს.

ქაფისებრმა ნივთიერებებმა გავრცელება პოვა არა მარტო მყარი მასალების, არამედ საწვავის და ადვილადღებადი სითხეების ჩაქრობის დროსაც ქაფი ფარავს რა წვადი ნივთიერების ზედაპირს, აცალკევებს მას აღისაგან, აციებს და საბოლოოდ სწევეტავს წვას.

ქაფისებრი ნივთიერებები მიიღება ქიმიური რეაქციის ან მექანიკური შერევის შედეგად და წარმოადგენს აირის ან პაერის ბუშტულებს, რომლებიც მოქცეული არიან წყლის თხელ აფსკში. ლაკიცა წარმოადგენს ქაფწარმოქმნელს, რომელიც ანიჭებს წყლის აფსკს ელასტიურობას, სიბლანტეს და ბუშტების შენარჩუნების უნარს.

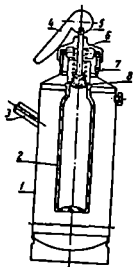
მყარი ნივთიერებები, ნახშირორჟანგი, ახდენენ რა გამაცივებელ მოქმედებას, აცალკევენ წვად ზედაპირს ჟანგბადისაგან და წყდება წვა. ნახშირმჟავა თოვლი გამოიყენება თითქმის ყველა ქიმიური ნივთიერების ჩასაქრობად. წვად ნივთიერებებთან შერევისას იგი არ წარმოქმნის მავნე შენარჩუნებს.

ცეცხლსაქრობი საშუალებანი, უმნიშვნელო ხანძრის ლიკვიდაციისათვის ფართოდ გამოიყენება ხანძრის ქრობის პირველადი საშუალებები – ხელის და გადასადგილებელი ცეცხლსაქრობები, სილით საესე ყუთი, აზბესტის გადასაფარი, წყლის რეზერუარი, კასრები და სხვ. მთელი სახანძრო ინვენტარი და პირველადი

ცეცხლსაქრობი საშუალებები, რომლებიც მოთავსებულია საწარმოო უბნებში და საამქროებში, უნდა იყოს ხელმძღვანელი მუშაის პასუხისმგებლობის ქვეშ. სახანძრო ინჟენერის გამოყენება სხვა მიზნით კატეგორიულად აკრძალულია.

დღესდღეობით ფართოდ გამოიყენება შემდეგი ცეცხლსაქრობები: ხელის ОХП-10; საპაერო – ქაფიანი ОВП-5, ОВП-10; ნახშირმჟავიანი ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8; ნახშირორჟანგის გადასაადგილებელი ცეცხლსაქრობი УП-2 და ფხვნილის ცეცხლსაქრობები ОП-Л, ОПС-6, ОПС-10.

ქიმიური ქაფიანი ხელის ОХП-10 (ნახ.3.3) ცეცხლსაქრობის დანიშნულებაა ხანძრის ჩაქრობა დასაწყის სტადიაში. იგი შედგება ფოლადის კორპუსისაგან 1, კორპუსის ზედა ნაწილში მოთავსებულია სახელური 4, რომელიც დახუფებულია საეკტი მოწყობილობის მქონე თუჯის სახურავით 6. საეკტი მოწყობილობას აქვს კოჭზე დამაგრებული რეზინის სარქველი 8, სარქელის ასაწევ დასაწევად სახელური და ზამბარა, რომლის საშუალებითაც სახელური ებჯინება მუავას ტიქის 2 სახელურს.



ნახ.3.3. ქიმიური ქაფიანი ცეცხლსაქრობი ОХП-10

ცეცხლსაქრობის მოქმედებაში მოსაყვანად საჭიროა გვერდითი 3 და ქვედა 10 სახელურების საშუალებით ავიდოთ ხელში ცეცხლსაქრობი, ამოვტრიალოთ თავქვე და გაეხსნათ. ამ დროს მუავას ტიქის სარქველი გაიღება, მუავას ნაწილი გამოედინება და შეერევა ტუტე ნაწილს. წარმოიქმნება ქაფი და იზრდება წნევა ცეცხლსაქრობში. წნევის საშუალებით ქაფი გამოიტყორცნება გარეთ სარქელიდან 8.

მუშაობის ხანგრძლივობაა 1 სთ, ნაკადის სიგრძე – 6...8 მ, მწარმოებლურობა – 90 ლ ქაფი. ცეცხლსაქრობით შეიძლება ცეცხლის ჩაქრობა 1 მ² გარე ზედაპირის მქონე მანძილზე.

საპაერო – ქაფიანი ცეცხლსაქრობები ხელის ОВП-5, ОВП-10 (ნახ.3.4) და სტაციონარული ОВПС-250А ცეცხლსაქრობები გამოიყენება სხვადასხვა ნივთიერებებისა და მასალების წვის ჩასაქრობად. გარდა ტუტე ლითონებისა, ძაბვის

ქვეშ მყოფი ელექტროდანადგარებისა და პაერის მიუწვდომლად წვადი ნივთიერებებისა. ОВН-10 ცეცხლსაქრობი შედგება ფოლადის კორპუსისგან 1, სახურავისაგან 4, საკეტ-გამშვები მოწყობილობით, აირის ბალონისაგან 1 და სიფონური მილისაგან 2 – საპაერო მექანიკური ქაფის მისაღებად.

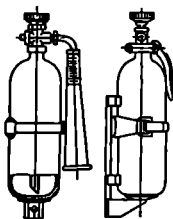


ნახ.3.4. პაერ-ქაფიანი ცეცხლსაქრობი ОВН-5, ОВН-10

ცეცხლსაქრობის სახურაზე განლაგებულია: გამშვები ბერკეტი 5, სახელური 6, სიფონური და საჭაველი მილები 9, მემბრანა 7, რომელიც იცავს სითხეს კორპუსში აორთქლებისაგან.

ცეცხლსაქრობის მოქმედებაში მოსაყვანად საჭიროა გამშვებ ბერკეტზე ხელის დაჭერა, რის შედეგადაც ბალონში შეკუმშული ნახშირბადის ორჟანგი საჭაველი მილის 9 საშუალებით გამოტყორცნის ქაფწარმოქმნის. ცეცხლსაქრობის მოქმედების ხანგრძლივობაა 20 წმ, ჭაელის სიგრძე 4,5მ.

ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობები მრეწველობა გარდა ქაფიანი ცეცხლსაქრობებისა უშვებს აგრეთვე ნახშირორჟანგიან ცეცხლსაქრობს – ОУ-2, რომლის დანიშნულებაა სხედასხვა ნივთიერების წვის ჩაქრობა, გარდა პაერის მიუწვდომლად წვადი ნივთიერებებისა. ОУ-5-ს და ОУ-8-ს იგივე დანიშნულება აქვთ (რიცხვი მიუთითებს მოცულობაზე ლიტრებში). ისინი ОУ-2-გან განსხვავდებიან ბალონის ტევალობით და კონსტრუქციით (ნახ.3.5).



ნახ.3.5. ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8 ნახშირმჟავიანი ცეცხლსაქრობი

ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობის მოქმედებაში მოსაყვანად საჭიროა ავიდოთ სახელური მარცხენა ხელში, მიემართოთ ჭაელი წვადი საგნისაკენ და გავაღოთ

ვენტილი ბოლომდე. ცეცხლსაქრობიდან გამოსული თხევადი ნახშირორჟანგი სწრაფად გადადის აირად მდგომარეობაში და იკაფებს საწეის მოცულობაზე 400 ... 500-ჯერ მეტ მოცულობას. ამის შედეგად შეიქმნება ისეთი პირობები, როდესაც არა მარტო წვაა შეუძლებელი, არამედ უმნიშვნელო აალებაც.

გადასაადგილებელი ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობების დანიშნულებაა: საწვავი და აღვილადაალებადი სითხეების ჩაქრობა 5 მ-მდე ფართობზე; ძაბვის ქვეშ მყოფი მცირე ზომების ელექტროდანადგარების წეის ჩაქრობა და შიგაწეის ძრავების წეის ჩაქრობა.

წარმოება უშვებს ერთ და ორბალონიან გადასაადგილებელ ცეცხლსაქრობებს УП-1М, УП-2М. ОУ-2-ის მსგავსად ბალონს აქვს საკეტი ვენტილი.

ვენტილები უზრუნველყოფილია დამცავი სარკველებით და შეერთებულია კოლექტორთან და გამანაწილებელ მილთან. ერთი ბალონის ტევადობა 40 ლ-ია, ნახშირორჟანგის მასა – 25 კგ, მოქმედების ხანგრძლივობა – 120 წმ, ნაკადის სიგრძე – 3,0...3,5 მ; მომსახურე პერსონალი – 2 კაცი.

ცეცხლსაქრობის მოქმედებაში მოსაყვანად ერთი კაცი ხსნის კრონშტეინიდან მილს და მიმართავს ჭავლს ცეცხლისკენ. მეორე კი ვენტილს ადებს ბოლომდე.

ას-ს სათავსებში გათვალისწინებულია ქაფიანი და ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობები – 1 ცეცხლსაქრობი 50 მ² ფართობზე, მაგრამ არანაკლებ 2 ცეცხლსაქრობისა ცალკეულ სათავსში. გარდა ამისა, საჭიროა სათავსებში განლაგდეს 0,5 მ³ მოცულობის სილით სავსე ყუთი 100 მ² ფართობზე, მაგრამ არანაკლებ 1 ყუთისა ცალკეულ სათავსში.

ხხვა საწარმოო და სასაწყობო სათავსების უზრუნველყოფა სახანძრო საშუალებებით წარმოებს ცხრილ 3.2-ში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით.

ცხრილი 3.2

სათავსის დასახელება	იატაკის ფართობი, მ ²	უზრუნველყოფის ნორმები		ყუთი სილით 0,5 მ ³ მოც.
გამოსაცდელი სადგური	50	1	1	1
განყოფილებები				
რეგენერაციის	50	1	–	1
დეტალების რეცხვის	50	1	–	1
სათბობი აპარატურის შემოწმებისა და რემონტისათვის საამქროები:	50	1	1	1
საღებების და ეულკანიზაციის ხის დამამუშავებელი	100	1	–	–
მექანიკური, სპილენძ-სათუნუქი და ცხელი	200	1	–	1
ელექტრული	50	1	4	–
საწყობები				
აღვილადაალებადი და საწვავი სითხეების	50	–	1	1
აირის ბალონების შესანახი არაწვადი მასალების	200	1	–	–

ფხვნილის ცეცხლსაქრობები. აირების, ხაწკაი და ადვილადლეადი სითხეების, სხვადასხვა გამხსნელების და სხვა მასალების ხანძრის ჩასაქრობად გამოიყენება ნატრიუმის ბიკარბონატის შემცველი ფხვნილის ცეცხლსაქრობები.

ხანძრის ჩასაქრობად შესაძლოა გამოყენებული იქნეს სამი სახის გადასატანი ცეცხლსაქრობი: ОПС-1, ОПС-6, ОПС-10 და ორი სახის გადასადგილებელი ცეცხლსაქრობი ОППС-100 და СИ-120.

ОППС-100 ცეცხლსაქრობს აქვს ორი ბალონი ფხვნილის შესანახად, ორი ბალონი აირისათვის, აგრეთვე რეზინის მილი და ორი დამაგრებელი.

ცეცხლსაქრობის ყველა დეტალი დამაგრებულია ურიკაზე.

3.12. ხანძრის ავტომატური ჩაქრობა და სახანძრო სიგნალიზაცია

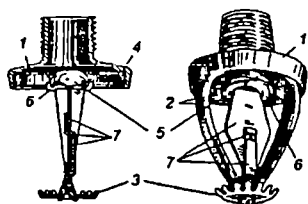
ხანძრის წარმატებით ლიკვიდაცია დამოკიდებულია მისი დაწყების შეტუბინების სისწრაფეზე და ხანძრის ქრობის ეფექტური საშუალებების დაუყოვნებლივ გამოყენებაზე. ამის მიღწევა შესაძლოა მხოლოდ ავტომატური დანადგარების მეშვეობით. ავტომატური დანადგარების გამოყენებით ხდება ხანძრის დროული ჩაქრობა და დიდი მატერიალური ზარალის თავიდან აცილება.

განსაკუთრებულ ხანძარსაში საწარმოებში, სადაც აუცილებელია ხანძრის ჩაქრობა დაწყებისთანავე, იყენებენ სპრინკლერულ და დრენერულ დანადგარებს, რასაკვირველია, თუ ცეცხლსაქრობად დასაშვებია წყლის გამოყენება.

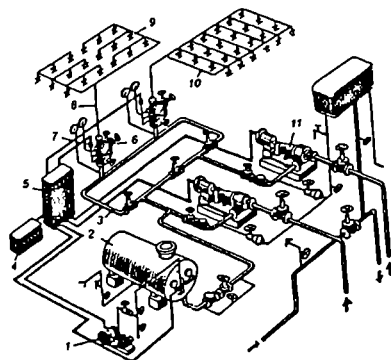
სპრინკლერული დანადგარები გამოიყენება, როგორც გათბობის, ასევე გათბობის არმქონე სათავსოებში. გათბობის მქონე სათავსოებში სპრინკლერის ხელსაწყო მუდმივად ავსებულია წყლით. თუ შენობაში ტემპერატურა ეცემა 0°C -ზე დაბლა, მაშინ მილბეში წნეხავენ ჰაერს, რომლიდანაც სპრინკლერის გაღების შემდეგ გამოედინება წყალი.

სპრინკლერები მზადდება ამუშაების სხვადასხვა ტემპერატურებით: 72, 93, 141 და 182°C .

სპრინკლერული დანადგარები მოცემულია ნახ. 3.6, 3.7-ზე. ნახ.3.6-ზე წარმოდგენილია სპინკლერის თავის მოწყობილობა ლითონის ჩამკეტით, სადაც 1 არის კორპუსი შტუცერთი; 2-ბრინჯაოს რგოლი ჩარჩოთი; 3-დეფლექტორი (როზეტი); 4-მემბრანა გამოსასვლელი ხერლით; 5-მინის ნახევარსფეროიანი სარქველი; 6-საყელური; 7-ადვილადღებადი საკეტი.

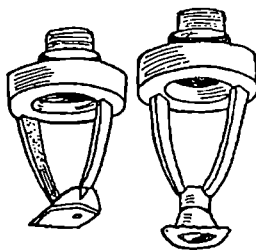


ნახ.3.6. სპრინკლერის თავის მოწყობილობა ლითონის ჩამკეტით



ნახ.3.7. სპრინკლერული მოწყობილობით ქრობის სქემა

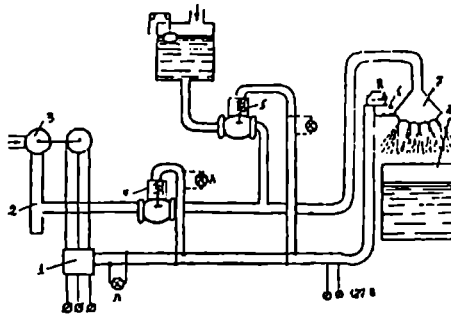
დრენჟერული დანადგარები გამოიყენება განსაკუთრებით ხანძარსაშიშ საწარმოებში. ხანძრის აღმოფხვრისთანავე ხდება წყლის მიწოდება ერთ სექციაში გაერთიანებული ყველა დრენჟერიდან, დრენჟერული დანადგარები მოცემულია ნახ. 3.8-ზე.



ნახ.3.8. დრენჟერის თავები

სპრინკლერული და დრენჟერული დანადგარები ხანძრის გაჩენის დროს წყლის მიწოდებასთან ერთად გამოსცემენ სახანძრო განგაშის სიგნალს.

ხანძრის ჩასაქრობად გამოიყენება აგრეთვე საძაერო მექანიკური ქაფიანი ავტომატური დანადგარები. (ნახ.3.9.) ხანძრის გაჩენასთან ერთად გადამწოდის კონტაქტები კრავს ელექტრულ წრედს, სადაც 4 და 6 სარქელებია. წრედის შეჯერებისას სარქელები გაიღება და შემოდის მილსადენში 2. თუ მილგაყვანილობა აღჭურვილია ტუმბო-გამაძლიერებლით 3, მაშინ ეს უკანასკნელი მოქმედებაში მოჰყავს მაგნიტურ გამშვებს 1, რომელიც ელექტრო წრედთანაა დაკავშირებული. წვის შეწყვეტასთან ერთად გადამწოდის 6 კონტაქტები გამოირთვება და დანადგარი წვეეტს მუშაობას.

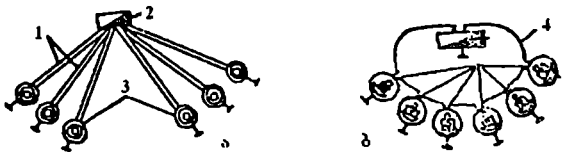


ნახ.3.9. ხანძრის ქრობის ავტომატური მოწყობილობის სქემა.

საწარმოებში, დიდ საწყობებში და აღმინისტრაციულ შენობებში ხანძრის მაუწყებლად გამოიყენება ელექტრული და ავტომატური სახანძრო სიგნალიზაცია.

ელექტრული სიგნალიზაციით ხანძრის შეტყობინება ხდება მისი გაჩენიდან რამდენიმე წამის შემდეგ. სიგნალიზაციის სისტემა შედგება მიმღები სადგურისაგან და მასთან მიერთებული შემტყობინებლებისგან.

ჩართვის ხერხის მიხედვით ელექტრული სახანძრო სიგნალიზაცია იყოფა ორ ჯგუფად: სხივური და შლეიფური (ნახ.3.10). სხივური სისტემის დროს ყველა შემტყობინებელი ორი სადენის მეშვეობით დამოუკიდებლად აუწყებს მიმღებ სადგურს. ამ დროს მიმღები სადგური იღებს შეტყობინებას ყველა შემტყობინებელიდან ერთდროულად.



ნახ.3.10. სახანძრო სიგნალიზაციის სქემები: ა) სხივური; ბ) შლეიფური;
1-სხივები; 2-მიმღები აპარატი; 3-შემტყობი; 4-შლეიფი

შლეიფური სისტემა ითვალისწინებს შემტყობინებლების მიმდევრობით ჩართვას ერთ საერთო გამტარზე, გამტარის საწყისი და ბოლო მიერთებულია მიმღებ სადგურთან. ერთ შლეიფზე შესაძლოა 50-მდე შემტყობინებლის მიერთება.

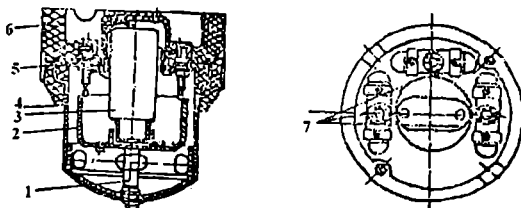
ხანძრის შესახებ სიგნალის მიცემა ხდება შემტყობინებლის ლიდაკზე ხელის დაჭერით. შემტყობინებლები მაგრდება გამოსაჩენ ადგილებზე;

ავტომატურ სახანძრო სიგნალიზაციაში გამოყენებულია თერმოსტატი, რომელიც ტემპერატურის გარკვეულ ზღვრამდე მომატებისას რთავს

შემტყობინებლებს. ხანძრის ავტომატური შემტყობინებელი შესაძლოა იყოს ღლითონის ფირფიტა, რომელიც მსაღდება სხვადასხვა გაფართოების კოეფიციენტის მქონე ნივთიერებების შენადნობებისაგან. ტემპერატურის გაზრდისას ფირფიტა ფართოვდება, გაიღუნება და აერთებს ორ ელექტროკონტაქტს, რომელსაც მოქმედებაში მოჰყავს ბგერითი შუქსიგნალები.

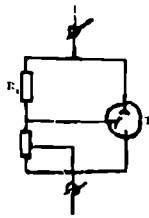
ამუშაების იმპულსის მიხედვით ავტომატური შემტყობინებლები გვხვდება საკეამლე, კეამლზე მომუშავე თბური, სასინათლო, ულტრაბგერით და კომბინირებული.

საკეამლე შემტყობინებლის АДИ-ის ტრილი წარმოდგენილია ნახ.3.11-ზე, სადაც 1 არის რადიოაქტიური წყარო; 2-შიგა ელექტროდი; 3-თირატრონი; 4-ტანი; 5-ძირი; 6-დასაყენებელი ხუნდი; 7-კონტაქტები. АДИ-ს მოქმედების პრინციპი დამყარებულია საიონიზაციო კამერაში მოხვედრილი წეის პროდუქტების შემოქმედებაზე, დაიონებულ დენზე. დაიონებული დენის ცვალებადობას მოქმედებაში მოჰყავს ელექტრული რელე, რომელიც რთავს ბგერით და სასინათლო სიგნალიზაციის სისტემას.



ნახ.3.11. АДИ-ის ტიპის შემტყობის ტრილი

თბური შემტყობინებლებია: АТИМ-1, АТИМ-3, ДТЛ და სხვ. თბური შემტყობინებელი (ნახ.3.12) წარმოადგენს თერმომგრძნობიარე ხელსაწყოს, რომელიც რეაგირებს სათავსში ტემპერატურის მომატებაზე. ამ დროს ნახევარგამტარული თერმოწინაღობა R_1 მცირდება, ძაბვა იზრდება, რის შედეგადაც ამუშავდება თირატრონი. 1 შემტყობინებლები მუშაობენ დაყენებულ ტემპერატურებზე (60, 80 და 100°C). ამუშაების დროა 50 წმ. შემოწმებული ფართობი 15...30 მ².



ნახ.3.12. თბური შემტყობის სქემა

სასინათლო შემტყობინებელი (CH-1) რეაგირებს ღია ალის გამოსხივებაზე. შემტყობინებლის მოქმედება დამყარებულია წვადი სხეულის თვისებებზე, გამოასხივოს ინფრაწითელი და ულტრაიისფერი სხივები.

კომბინირებული შემტყობინებელი (KH-1) ასრულებს საკვამლე და თბური შემტყობინებლების სამუშაოს. აკონტროლებს 100 მ² ფართობს.

ამჟამად სახალხო მეურნეობის ობიექტების ხანძრისაგან დაცვაკად ფართო გამოყენებას პოულობს ცენტრალური დაცვის ავტომატიზირებული სისტემები, რომლის შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს ცენტრალური მაუწყებლობის სისტემა (ცმს), რომელიც თავის მხრივ შედგება ქვესისტემებისაგან და რომლებიც ანხორციელებენ განსაზღვრულ ფუნქციებს. ხანძრის ობიექტის შემტყობინებელი პოსტები, (ოშპ) ინფორმაციის ცენტრალიზებული გადამცემი სადისპეტჩერო პუნქტი. მსხვილ ობიექტებზე ყველა ქვესისტემები თავს იყრიან ერთიან სადისპეტჩერო პუნქტში (ესპ). სიგნალიზაციის სისტემები შეიძლება იყოს ავტონომიური და სხვა მოქმედი სისტემების გამოყენებით.

ავტონომიური სისტემა მხოლოდ ხანძარსაწინაღო თვალსაზრისით გამოიყენება. ისინი გადასცემენ ინფორმაციას ხანძრის გაჩენის შესახებ. მათი გამოყენება შეიძლება აგრეთვე სახანძრო დანადგარების ავტომატიურად ჩასართველად ხანძრის ჩაქრობის მიზნით.

სხვა დამხმარე კავშირგაბმულობის სისტემების გამოყენების წუნად შეიძლება ჩაითვალოს სატელეფონო ქსელის გადატვირთვა. მეორე მხრივ, ეს სისტემა ისევე როგორც ავტონომიური, გადასცემს ინფორმაციას ხანძრის გაჩენის და მისი ადგილსამყოფელის შესახებ. სასიგნალო სისტემებში შედის აგრეთვე სხვადასხვა შემატყობინებელი მოწყობილობები, რომლებშიც ხდება თბური, საკვამლე და ალის გაჩენის შემთხვევაში გარდაქმნის პროცესი. მაგალითად, თუ შენობაში ტემპერატურა ნორმალურზე მაღლა აიწვეს, მაშინ დანადგარში წარმოიქმნება შესაბამისი ელექტრონული სიგნალი და ეს უკანასკნელი გადაეცემა სადისპეტჩეროში. შემატყობინებელი მოწყობილობები ძალიან მგრძნობიარენი არიან, როგორც

ატმოსფეროს ტემპერატურისადმი, ასევე საწვავი ნივთიერების კონცენტრაციის მერყეობისა და ალის განენის ფიქსირებისათვის.

თბური შემტყობინებლები შეიძლება იყოს წერტილოვანი, ხაზობრივი და მოცულობითი. ისინი ძალიან მგრძნობიარენი არიან და ამიტომ მათი თბური ნაკადი გამოწვეული ტემპერატურული გარდაქმნებით იწვევენ თბური ენერგიის მექანიკურ ენერგიად გარდაქმნას. ეს უკანასკნელი გამოიხატება განგაშის ატეხით. ხაზობრივ და მოცულობით სისტემებში ბიშტალური ფირფიტები გათიშავენ ელექტროდენს ტემპერატურის მომატების შემთხვევაში.

ტიპების მიხედვით თბური შემატყობინებლები იყოფიან 1-მაქსიმალურ, 2-დიფერენციალურ და 3-მაქსიმალურ-დიფერენციალურად.

მაქსიმალური შემატყობინებელი ჩაირთება იმ შემთხვევაში, თუ გარე საპერო არეში ტემპერატურა იწვეს კრიტიკულზე მაღლა, რაც შეესაბამება ხანძრის განენის დაწყების ტემპერატურას. როგორც წესი, ეს დაახლოებით 20-ჯერ მეტია შენობის ნორმალურ ტემპერატურაზე.

დიფერენციალური შემატყობინებლები რეაგირებას უკეთებენ ტემპერატურის სრდის სიჩქარეს.

მაქსიმალურ-დიფერენციალური შემატყობინებლები ამუშავდებიან, როგორც კრიტიკული ტემპერატურის მიღწევისას, ისე ტემპერატურის სიჩქარის გაზრდის შემთხვევაში.

კეამლის აღმოჩენ მოწყობილობას წარმოადგენენ რადიოაქტიური და ფოტოელექტრონული შემატყობინებლები. ისინი გეხდებიან ორი სახის: წერტილოვანი და ხაზოვანი. საკეამლე შემატყობინებლები რეაგირებას უკეთებენ ნამწვავ პროდუქტებს, როდესაც ისინი მოხდებიან იონიზირებულ კამერაში, მასში გამავალი იონიზირებული დენი მცირდება, აფსკი იწვევს კამერაში ძაბვის გაზრდას, რასაც მოყვება განგაშის ატეხვა 5 წამის განმავლობაში.

სხივური შემატყობინებლები აღნუსხავენ ხანძრის განენას ალის მიხედვით. მათი მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ინფრაწითელ გამოსხივებაზე და მისი გაერცელების სიჩქარეზე. ავტომატიურ სხივებს შემატყობინებლებს უდგამენ იატაკიდან 6-10 მ-ის სიმაღლეზე.

ავტომატიურის გარდა შეიძლება დაიდგას ხელის ღილაკიანი შემატყობინებლები, როგორც შენობის შიგ, ასევე შენობის გარეთ ეზოებში გამოსაჩენ ადგილას. მათ შორის დაშორება არ უნდა აღემატებოდეს 50 მ-ს. როგორც წესი ისინი იდგებიან დერეფნებში, კიბეებზე, ეზოებში. მათ დგამენ 150 მ-ის ფარგლებში მიწიდან 1, 3 მ სიმაღლეზე.

საგზაო მშენებლობასთან დაკავშირებით შეიძლება დასახელებული იქნას წყადი მასალების საწყოები, რომლებშიც აწეობენ ავტომატურ ხანძარ შმატყობინებელ დანადგარებს სამშენებლო ნორმების თანახმად სამ.ნ.წ 11-101-86-ის (სამშენებლო ნორმები და წესები) საწყოების ფართი უნდა იყოს 100-1000 მ².

დამხმარე სათაესოები სამ.ნ.წ. 11-92-86-ის თანახმად აღკერვილია აგრეთვე ხანძარსაწინაღო სიგნალიზაციით.

მოძღვლი პირველი. ელექტრული დენის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე.

ელექტრული დენით დაშვების სახეები.	3
1.2. ცოცხალ ქსოვილებზე დენის მოქმედება	3
1.3. ადგილობრივი ელექტროტრამები	5
1.4. ელექტრული დარტყმა.	9
1.5. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა. ცოცხალი ქსოვილი, როგორც ელექტრული დენის გამტარი.	13
1.6. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა	14
1.7. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობის დამოკიდებულება კანის მდგომარეობაზე	16
1.8. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობის დამოკიდებულება ელექტრული წრედის პარამეტრებზე	17
1.9. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინარობის დამოკიდებულება ფიზიოლოგიურ ფაქტორებზე და გარემო პირობებზე	18
1.10. დენის მნიშვნელობის გაელენა დაზიანების შედეგზე	19
1.11. დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გაელენა დაშვების შედეგებზე	23
1.12. დენის გაელის გზის გაელენა დაშვების შედეგებზე	25
1.13. დენის სახეობისა და სიხშირის გაელენა დაშვების შედეგებზე	27
1.14. ადამიანის ინდივიდუალური თვისებების გაელენა დაშვების შედეგებზე	28
1.15. ელექტრული დენის უსაფრთხოების სტანდარტები	29
1.16. ელექტრული დენით დაშვებულთათვის პირველადი დახმარების აღმოჩენა. ადამიანის გათავისუფლება დენის მოქმედებისაგან	31
1.17. პირველადი სამედიცინო დახმარება.	34
1.18. ხელოვნური სუნთქვა.	36
1.19. გულის მასაჟი	38
1.20. გულის ელექტრული დეფიბრილაცია	39
1.21. დენის განდინება მიწაში. ზოგადი ცნობები	40
1.22. დენის განდინება მიწაში ერთეული ჩამამიწებლით	41
1.23. დენის განდინება მიწაში ჯგუფური ჩამამიწებლით	42
1.24. შეხების ძაბვა	45
1.25. ბიჯური ძაბვა	47
1.26. ჩამამიწებელი მრავალფენიან გრუნტში	51
1.27. გრუნტის ელექტრული წინააღობა.	52

1.28. დენით დაშვების სახიშროების ანალიზი სხვადასხვა ქსელებში. ზოგადი ცნობები	54
1.29. სამყაროა ქსელებში ერთობლესა შეხება.	57
1.30 ქსელის სქემისა და ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა.	60
1.31. დამცავი ჩამოწება. დანუღება. დამცავი ამორთვა. დამცავი ჩამოწების მოქმედების პრინციპი. ჩამამოწებულ მოწყობილობათა ტიპები.	61
1.32 ჩამოწების მოწყობა და ანგარიში.	63
1.33 დანუღება.	68
1.34 დამცავი ამორთვა.	72
1.35 ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.	73
1.36 საწარმოო სიხშირის ელექტრომაგნიტური ეელის შემოქმედებისაგან დაცვა ზემაღალი ძაბვების ელექტროდანადგარებში. ელექტრომაგნიტური ეელის ბიოლოგიური შემოქმედება.	76
1.37. ელექტრული ეელის დაძაბულობა. ადამიანის სხეულის მეშეეობით მოწაში გაშავალი დენი.	78
1.38. ჰიგიენური ნორმატივები.	79
1.39. მაეკრანებელი კოსტუმები.	81
1.40 მაეკრანებელი მოწყობილობები.	84
1.41. მაღალი ძაბვის საპაერო ელექტროგადამცემ ხაზებთან მუშაობის უსაფრთხოება. ძაბვის ქვეშ მუშაობის თავისებურებანი.	86
1.42 ძაბვის ქვეშ შესასრულებელ სამუშაოთა აღჭურვილობა.	88
1.43 საშიშროების ანალიზი საპაერო ხაზებზე ძაბვის ქვეშ მუშაობის დროს.	90
1.44 სტატიკური და ატმოსფერული ელექტრობისაგან დაცვა. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვის ღონისძიებები.	92
1.45. მეხისაგან დაცვა.	93
1.46. მეხამრიდის დაცვის ზონა.	94
1.47. ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია. სათაესების კლასიფიკაცია დენით დაშვების საფრთხის მიხედვით.	99
1.48. ელექტროდანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაცია.	100
1.49. ელექტროტექნიკური დამცავი საშუალებები.	101
მოდული მეორე. წნევის ქვეშ მომუშავე დანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაციის პირობები.	107
2.1 წნევის ქვეშ მომუშავე ტურტლებსადმი წაყენებული ძირითადი ტექნიკური მოთხოვნები.	107

2.2. კონტროლი და მომსახურება.	109
2.3. წნევის ქვეშ მომუშავე დანადგარების ექსპლუატაციისას ტრაემატიზმის გამომწვევი მიზეზები.	110
2.4. მოთხოვნები წნევის ქვეშ მომუშავე ტურტლებისა და მოწყობილობების დასამზადებელ მასალებზე.	111
2.5. საკომპრესორო დანადგარების უსაფრთხო ექსპლუატაციაზე წაყენებული მოთხოვნები.	116
2.6. კომპრესორული დანადგარების მომსახურება და შენეთვა.	118
2.7. ორთქლის და წყალსატორობი ქვაბები.	119
2.8. მილსადენების (მილგაყვანილობის) უსაფრთხო ექსპლუატაცია.	124
2.9. ბალონები შეკუმშული და გათხევადებული აირებისათვის.	126
2.10. საქვაბების აფეთქების გამაფრთხილებელი ზომები.	126
2.11. მოთხოვნები წნევის ქვეშ მომუშავე ცისტერნების მიმართ.	128
2.12. შეკუმშული და თხევადი აირის ტურტლების უსაფრთხო ექსპლუატაცია.	129
2.13. შეკუმშული, გათხევადებული და აირებით ბალონების შენახვის, ექსპლუატაციის და ტრანსპორტირების უსაფრთხოება.	132
2.14. წნევის ქვეშ მომუშავე მოწყობილობების ტექნიკური გამოცდა.	132
2.15. ჰაერსადენის მოწყობილობისადმი წაყენებული მოთხოვნები.	133
2.16. მაღალი წნევის ტურტლის საიმედოების ანგარიში.	134
მოდული მესამე. სახანძრო პროფილაქტიკა.	137
3.1. წვისა და აფეთქების თეორიის საფუძვლები. პირობები და სახეები.	137
3.2. აირის, ორთქლისა და მტერის აირნარეების, ხსნარებისა და მყარი ნივთიერებების წვისა და აფეთქების თავისებურებანი.	142
3.3. სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სამრეწველო საწარმოებში და საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას.	146
3.4. სამშენებლო კონსტრუქციებისა და საწარმოო შენობების საერთო ეცხლმდევრობა.	150
3.5. სამრეწველო შენობების უზრუნველყოფა აფეთქების უსაფრთხოებით.	152
3.6. ხანძარსაწინაღო დაბრკოლებანი.	153
3.7. ხანძრის და აფეთქების დროს ხალხის იძულებით ევაკუაციის აუცილებლობა.	154
3.8. ხანძარდამცავი დაშორებანი შენობებსა და ნაგებობებს შორის, ზღუდები.	156
3.9. სახანძრო უსაფრთხოების დაცვა საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას.	157
3.10. ხანძარსაწინაღო უსაფრთხოების ორგანიზაცია.	158
3.11. ცეცხლსაქრობის ნივთიერებანი და ხანძარსაქრობი საშუალებანი.	159
3.12. ხანძრის ავტომატური ჩაქრობა და სახანძრო სიგნალიზაცია.	163

ლიტერატურა

1. ნ. ბოჭორიშვილი – „შრომის დაცვა საავტომობილო ტრანსპორტის სპეციალობებისათვის“ გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 1993 წ;
2. ნ. ბოჭორიშვილი – „უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები საავტომობილო ტრანსპორტის საწარმოებში“, თბილისი, 1998 წ;
3. ნ. ბოჭორიშვილი, ნ. შურაძე – „შრომის დაცვა ქვემანქარულ-ტექნიკური ფაქულტეტის სპეციალობის სტუდენტებისათვის“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 1999 წ;
4. ნ. ბოჭორიშვილი და სხვ. – „შრომის დაცვა კაემიტგაბმულობის საწარმოებში“, თბილისი, 2000 წ;
5. Иванов Н.И. и др. – «Строительство автомобильных дорог» изд. Москва. «Транспорт», 1986 г.
6. Имайкин Г.А. – «Охрана труда в строительстве» изд. Москва, «Транспорт», 1985 г.
7. Колесников И. А. т. др. «Охрана труда в строигельстве», Москва, «Строниздат», 1981 г.
8. ე. კაშიბაძე და ს. ხე. – „შრომის დაცვა“, გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1975 წ;
9. Колишев В. И, Турок А.С. «Охрана труда в дорожном строигельстве» изд. Москва, «Транспорт», 1988 г.
10. Полтев М.К. «Охрана труда в машиностроении», изд. «Вышая школа», 1980 г,
11. Салов А. И. «Охрана труда на автомобиль ного транспорта» изд. Москва, «Транспорт», 1980 г.
12. Юдин Е. Я. «Охрана труда в машиностроении» Москва, «Машиностроение» 1976 г.
13. ნ. მაჭავარიანი, „სახანძრო უსაფრთხოება“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2007 წ;
14. ნ. მაჭავარიანი, ლ. ყანჩაველი, „პროფესიული დაავადებები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2005 წ;
15. ა. მორჩილაძე, „შრომის დაცვის სამართალი“, თბილისი, 2004 წ.;
16. ნ. ბოჭორიშვილი, თ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია, ნ. შურაძე „შრომის დაცვის მენეჯმენტი“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ;

17. ო. ღანწავა, ი. ბოჭორიშვილი, „შრომის უსფრთხოების ელემენტარული მოთხოვნები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ.
18. ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია, ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ბოჭორიშვილი, „ზოგადი და საინჟინრო ეკოლოგიის საფუძვლები, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ.

კომპიუტერული უზრუნველყოფა დ. კუპატაძის

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 11.12.2008. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 14.01.2009. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 11. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

