

# Occupational Safety and Health (in Georgian)

Authors O. Lanchava, V. Chkonia, K. Lekveishvili

Publication date 2011

Volume

Pages 452

რ. ლანჩავა, ვ. ყვინია,  
ხ. ლანჩავიძე

# შრომის ღირებულება

თბილისი  
2011

გ.წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი,  
რუსთავის სასწავლო უნივერსიტეტი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ო. ლანჩავა, ვ. ჭყონია,  
კ. ლეკვეიშვილი

# შრომის დაცვა

დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ  
რუსთავის სასწავლო უნივერსიტეტის  
სამეცნიერო საბჭოს მიერ.  
02.05. 2011, ოქმი №09

თბილისი  
2011

შრომის დაცვის წარმოდგენილი კურსი შედგება ოთხი ნაწილისაგან: შრომის სახარაღი; 2. საწარმოო სანიტარია; 3. უსაფრთხოების ტექნიკა; 4. სახანძრო უსაფრთხოება.

კურსის დამთავრების შემდეგ სტუდენტს ეცოდინება შრომის დაცვის საფუძვლები, შრომის კანონმდებლობა, შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის კონვენციები (შერჩევით), სახელმწიფო სტანდარტები (შერჩევით), მათი მიღებისა და გამოყენების წესები აგრეთვე ეცოდინება საწარმოო ტრავმატიზმის, პროფესიული დაავადებისა და სახანძრო საშიშროების აცილებისა და შერბილების ღონისძიებები. მას ექნება საწარმოო პროცესების რისკების შეფასებისა და ეფექტური მოქმედების განხორციელების უნარი.

სახელმძღვანელოში გატარებულია დედააზრი იმის შესახებ, რომ შრომის დაცვა საზოგადოებრივი საჭიროების სფეროა და იგი არაა ვისიმე (დამქირავებლის, დაქირავებულის თუ სხვათა) პირადი საქმე. ყველა შეთანხმება შრომის დაცვის საკითხებში აუცილებლად უნდა იყოს კანონის შესაბამისი.

**რეკომენტი:** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საგანგებო სიტუაციების მართვისა და შრომის უსაფრთხოების მიმართულების ხელმძღვანელი, სრული პროფესორი ნაომ ბოჭორიშვილი

ISBN 978-9941-0-3657-6

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 გამოყენებული იქნეს გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

# შ ი ნ ა ა რ ს ი

შმსავალი ..... 8

## 1. შრომის სამართალი

|   |    |
|---|----|
| 1.1. შრომის სამართლის ჩამოყალიბება .....                  | 13 |
| 1.2. შრომის სამართლის სუბიექტები .....                    | 17 |
| 1.3. შრომითი ხელშეკრულება (კონტრაქტი) .....               | 21 |
| 1.4. სამუშაოზე მიღებისა და დათხოვნის წესი .....           | 23 |
| 1.5. სამუშაო დრო .....                                    | 26 |
| 1.6. ზეგანაკვეთური მუშაობა, შევებულება, ქალთა შრომა ..... | 29 |
| 1.7. სამუშაოზე მიღების მინიმალური ასაკი .....             | 31 |
| 1.8. პასუხისმგებლობა დისციპლინის დარღვევისათვის .....     | 31 |
| 1.9. გაფიცვა და ლოკაუტი .....                             | 32 |
| 1.10. შრომის პირობების დაცვა .....                        | 34 |
| 1.11. ნორმატიული აქტების იერარქია .....                   | 35 |
| 1.12. საქართველოში მოქმედი ტექნიკური ნორმები .....        | 39 |
| 1.13. ზედამხედველობის ორგანოები .....                     | 41 |

## 2. საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადება

|  |    |
|--|----|
| 2.1. ცნებების განმარტება .....                               | 44 |
| 2.2. საშიში და მავნე საწარმოო ფაქტორები .....                | 46 |
| 2.3. საწარმოო ტრავმატიზმის ანალიზის მეთოდები .....           | 47 |
| 2.4. ტრავმატიზმის შემთხვევების გამოკვლევა და შემცირება ..... | 51 |
| 2.5. პროფესიული დაავადებების შემთხვევების გამოკვლევა .....   | 55 |
| 2.6. მომუშავეთა სწავლება და ინსტრუქტაჟი .....                | 58 |
| 2.7. პირველადი დახმარების აღმოჩენის წესი .....               | 60 |
| 2.8. ნებართვების მიღება .....                                | 64 |
| 2.9. დაცვის კოლექტიური და ინდივიდუალური საშუალებები .....    | 66 |
| 2.10. სამუშაოს მეცნიერული ორგანიზაცია .....                  | 82 |
| 2.11. საინჟინრო ფსიქოლოგია .....                             | 83 |
| 2.12. შრომისუნარიანობა და დაღლილობა .....                    | 91 |
| 2.13. ობიექტების მართვა .....                                | 92 |

## 3. ჰაერის შეღვენილობა და ნორმირება

|  |     |
|--|-----|
| 3.1. ატმოსფერული ჰაერის შეღვენილობა .....                  | 95  |
| 3.2. ჰაერის წნევა და ფარდობითი ტენიანობა .....             | 97  |
| 3.3. ჰაერის სიმკვრივე .....                                | 99  |
| 3.4. ჰაერის მინარევთა კონცენტრაცია .....                   | 101 |
| 3.5. ჰაერის ძირითადი კომპონენტები .....                    | 103 |
| 3.6. ჰაერის კონცენტრაციის ნორმირება .....                  | 105 |
| 3.7. ჰაერის ტოქსიკური და ფეთქებადი მინარევები .....        | 106 |
| 3.8. საწარმოო მტვერი ჰაერში და მისი ზემოქმედება .....      | 114 |
| 3.9. ჰაერის მიკროკლიმატური პარამეტრების ნორმირება .....    | 117 |
| 3.10. ჰაერის სიჩქარის, ხარჯის, რაოდენობის განსაზღვრა ..... | 119 |
| 3.11. ჰაერის კლიმატური პარამეტრების ცვალებადობა .....      | 125 |

## 4. სათავსოთა ბუნებრივი და ხელოვნური ვენტილაცია

|   |     |
|---|-----|
| 4.1. სათავსოებში ჰაერცვლის შექმნის ხერხები .....                  | 127 |
| 4.2. ვენტილაციის გაანგარიშება .....                               | 130 |
| 4.3. ვენტილაციის ნორმირება .....                                  | 133 |
| 4.4. ჰაერის სტატიკური, დინამიკური და მთლიანი წნევა ქსელებში ..... | 134 |
| 4.5. აეროდინამიკური წინააღობების სახეები .....                    | 140 |
| 4.6. სათავსოების ვენტილაციის სქემები .....                        | 147 |

|   |     |
|---|-----|
| 4.7. ადგილობრივი გამწოვები .....                  | 152 |
| 4.8. ვენტლატორები და დამხმარე მოწყობილობები ..... | 154 |
| 4.9. ჰაერის გაწმენდა მინარევებისაგან .....        | 157 |

**5. აფეთქება და ხანძარი**

|   |     |
|---|-----|
| 5.1. წვისა და აფეთქების ცნებები .....                           | 161 |
| 5.2. აეროზოლის წვისა და აფეთქების თავისებურებანი .....          | 164 |
| 5.3. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა .....                            | 166 |
| 5.4. ქვანახშირის მტვრის ფეთქებადობა .....                       | 170 |
| 5.5. გოგირდისა და მისი ნაერთების მტვრის ფეთქებადობა .....       | 174 |
| 5.6. აეროზოლების აფეთქების ასაცილებელი ღონისძიებები .....       | 176 |
| 5.7. წვადი მტვრის სამიშროების შეფასება .....                    | 180 |
| 5.8. მტვრის აფეთქების აცილება ტექნოლოგიურ მოწყობილობებში .....  | 183 |
| 5.9. კონსტრუქციებისა და შენობების საერთო ცეცხლმედეგობა .....    | 190 |
| 5.10. ხანძარსაწინააღმდეგო დაბრკოლებანი .....                    | 191 |
| 5.11. ცეცხლსაქრობი ნივთიერებები და საშუალებები .....            | 193 |
| 5.12. ხანძრის ავტომატური ჩაქრობა და სახანძრო სიგნალიზაცია ..... | 198 |
| 5.13. ხანძრის ჩაქრობის წესები .....                             | 200 |
| 5.14. შენობების დემონტაჟი აფეთქებით .....                       | 200 |

**6. გამოსხივება და მისგან დაცვა**

|   |     |
|---|-----|
| 6.1. სახიფათო და მავნე გამოსხივებათა სახეები .....          | 208 |
| 6.2. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მავნე მოქმედება .....    | 211 |
| 6.3. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროები .....           | 212 |
| 6.4. ელექტრული ველის გავლენისაგან დაცვის ღონისძიებები ..... | 213 |
| 6.5. მაიკრონებელი მოწყობილობა .....                         | 216 |
| 6.6. მაიკრონებელი კოსტუმი .....                             | 218 |
| 6.7. რადიოსიხშირის ელექტრომაგნიტური ველები .....            | 220 |
| 6.8. რადიოსიხშირის ელექტრომაგნიტური ველებისაგან დაცვა ..... | 220 |
| 6.9. ოპტიკური დიაპაზონის გამოსხივება და მისგან დაცვა .....  | 221 |
| 6.10. რადიაციული გამოსხივების სახეები და თვისებები .....    | 225 |
| 6.11. რადიაციული გამოსხივების ერთეულები .....               | 228 |
| 6.12. რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები .....                 | 232 |
| 6.13. რადიაციული გამოსხივებისაგან დაცვა .....               | 234 |
| 6.14. რადიოაქტიურ ნივთიერებათა ნარჩენების ლიკვიდაცია .....  | 236 |
| 6.15. ჩერნობილის ავარიის ზოგიერთი შედეგი .....              | 237 |

**7. სამუშაო ადგილების განათება**

|  |     |
|--|-----|
| 7.1. სინათლე და მისი მნიშვნელობა .....                         | 239 |
| 7.2. სინათლის დამახასიათებელი ერთეულები .....                  | 240 |
| 7.3. ადამიანის თვალის აგებულება .....                          | 241 |
| 7.4. სათავსოთა განათების სახეები .....                         | 243 |
| 7.5. სათავსოთა ბუნებრივი განათება .....                        | 244 |
| 7.6. სინათლის ხელოვნური წყაროები .....                         | 246 |
| 7.7. ხელოვნური განათება .....                                  | 250 |
| 7.8. ხელოვნური განათების გაანგარიშება .....                    | 252 |
| 7.9. საწყობებისა და დაწესებულებათა ტერიტორიების განათება ..... | 256 |

**8. საწარმოო ხმაური და ვიბრაცია**

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 8.1. ბგერის ტალღური ბუნება ..... | 258 |
| 8.2. საწარმოო ხმაურის არსი ..... | 262 |

|   |     |
|---|-----|
| 8.3. ხმაურის წარმოშობის მიზეზები .....        | 264 |
| 8.4. საწარმოო ხმაურის ნორმირება .....         | 265 |
| 8.5. ულტრაბგერის ნორმირება .....              | 268 |
| 8.6. საწარმოო ხმაურის პროფილაქტიკა .....      | 269 |
| 8.7. საწარმოო ვიბრაცია .....                  | 272 |
| 8.8. ვიბრაციის ზემოქმედება ორგანიზმზე .....   | 274 |
| 8.9. საწარმოო ვიბრაციის ნორმირება .....       | 275 |
| 8.10. ვიბრაციის გაზომვა და პროფილაქტიკა ..... | 277 |

**9. ელექტროუსაფრთხოება**

|  |     |
|--|-----|
| 9.1. დენის მოქმედება ცოცხალ ქსოვილებზე .....                     | 281 |
| 9.2. ადგილობრივი ელექტროტრავმა .....                             | 282 |
| 9.3. ელექტრული დარტყმა .....                                     | 286 |
| 9.4. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობა .....                  | 289 |
| 9.5. დენის სიდიდის გავლენა დაზიანების შედეგზე .....              | 292 |
| 9.6. დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გავლენა .....                | 294 |
| 9.7. დენის გავლის გზის გავლენა დაზიანების შედეგებზე .....        | 296 |
| 9.8. ინდივიდუალური თვისებების გავლენა დაზიანების შედეგებზე ..... | 297 |
| 9.9. ელექტრული დენის უსაფრთხოების სტანდარტები .....              | 298 |
| 9.10. ადამიანის გათავისუფლება დენის მოქმედებისაგან .....         | 301 |
| 9.11. დენის განდინება გრუნტში .....                              | 303 |
| 9.12. შეხების ძაბვა .....  | 307 |
| 9.13. ბიჯური ძაბვა .....   | 309 |
| 9.14. გრუნტის ელექტრული წინაღობა.....                            | 311 |
| 9.15. დენით დაზიანების საშიშროება ქსელებში .....                 | 314 |
| 9.16. ქსელის სქემისა და ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა .....          | 318 |
| 9.17. დამცავი ჩამიწება. დანულება. დამცავი ამორთვა .....          | 320 |
| 9.18. ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის უსაფრთხოება .....        | 330 |
| 9.19. მაღალი ძაბვის საჰაერო ხაზების უსაფრთხოება .....            | 332 |
| 9.20. დაბვასთან სამუშაო აღჭურვილობა .....                        | 334 |
| 9.21. ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალი .....              | 339 |

**10. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვა**

|   |     |
|---|-----|
| 10.1. სტატიკური ელექტრობა და მისი გავლენა .....       | 341 |
| 10.2. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვა .....            | 342 |
| 10.3. ელვის დახასიათება .....                         | 344 |
| 10.4. ელვის მავნე გავლენა .....                       | 346 |
| 10.5. დაცვითი ღონისძიებები .....                      | 348 |
| 10.6. მენსარიდის დაცვის ზონა .....                    | 351 |
| 10.7. ჩამიწების ნორმირება .....                       | 355 |
| 10.8. მენსარიდის ჩამიწების ტიპური კონსტრუქციები ..... | 356 |
| 10.9. მენსარიდის ტიპური კონსტრუქციები .....           | 358 |

**11. მაღალი წნევის მოწყობილობები**

|  |     |
|--|-----|
| 11.1. მოწყობილობებზე წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები .....    | 361 |
| 11.2. კონტროლი და მომსახურება .....                          | 364 |
| 11.3. ტრაექტორიის გამომწვევი მიზეზები .....                  | 365 |
| 11.4. დასამზადებელ მასალებზე წაყენებული მოთხოვნები .....     | 366 |
| 11.5. კომპრესორების უსაფრთხო ექსპლუატაცია .....              | 371 |
| 11.6. კომპრესორული დანადგარის მომსახურება და შეხეთვა .....   | 373 |
| 11.7. ორთქლისა და წყალსატობი ქვაბები .....                   | 374 |
| 11.8. მაღალი წნევის მილსადენების უსაფრთხო ექსპლუატაცია ..... | 379 |
| 11.9. შეკუმშული და გათხევადებული აირების ბალონები .....      | 381 |

**12. უსაფრთხოება მშენებლობაზე და საფრთხეებში**

12.1. სამშენებლო მოედანი ..... 385  
12.2. მიწაყრილები და თხრილები ..... 387  
12.3. ხიდების მშენებლობა ..... 388  
12.4. მილსადენების მშენებლობა ..... 390  
12.5. საველე ლაშქრობა ..... 391  
12.6. ადგილზე ორიენტაცია ..... 392  
12.7. გადაადგილება მთიან რაიონებში ..... 393  
12.8. გადაადგილება ზვავსაშიშ რაიონებში ..... 395  
12.9. გადაადგილება მდინარის ხეობებში და ჭაობიან ადგილებში ..... 396  
12.10. გადაადგილება ტყიან რაიონებში ..... 396  
12.11. გადაადგილება დაკარგულ უბნებზე და მღვიმეებში ..... 397  
12.12. გადაადგილება დამუშავებული საბადოების ფარგლებში ..... 398  
12.13. უდაბნოში გადაადგილება ..... 398  
12.14. დაკარგვისას მოქცევა და დაკარგულის მოძებნა ..... 399  
12.15. აფეთქებები და ხანძრები საწყობებში ..... 400  
12.16. დასაწყობების ზოგადი მოთხოვნები ..... 402  
12.17. ხანძარსაშიშ მასალების შენახვა ..... 404  
12.18. სახანძრო უსაფრთხოება საგზაო სამშენებლო სამუშაოებზე ..... 410

**დანართი №1.** შრომის უსაფრთხოების საკითხებში მუშაკთა ცოდნის შემოწმების სარეგისტრაციო ჟურნალის გაფორმება ..... 412

**დანართი №2.** სამუშაო ადგილზე ინსტრუქტაჟის ჩატარების რეგისტრაციის ჟურნალის გაფორმების მაგალითი ..... 413

**დანართი №3.** გაზრდილი საფრთხის მქონე სამუშაოს შესრულების განწყობის-დაშვების ილუსტრაცია ..... 414

**დანართი №4.** შრომის დაცვის ინსტრუქციის გაფორმება ..... 416

**დანართი №5.** შრომის უსაფრთხოების ტიპური ინსტრუქცია ..... 418

**დანართი №6.** მოხსენება წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის, ავარიის ან ხანძრის შესახებ ..... 420

**დანართი №7.** სასიგნალო ფერები, უსაფრთხოების ნიშნები და სასიგნალო მონიშვნა ..... 421

**დანართი №8.** საწარმოო სათავსების გეომეტრიული ზომები მუშაკთა რაოდენობის მიხედვით ..... 436

**დანართი №9.** სამუშაოთა კატეგორიები ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯების მიხედვით ..... 437

**დანართი №10.** ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და სიჩქარის ოპტიმალური სიდიდეები სამუშაო ზონაში ..... 437

**დანართი №11.** ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და სიჩქარის დასაშვები სიდიდეები სამუშაო ზონაში ..... 439

**დანართი №12.** მავნე ნივთიერებათა კლასიფიკაცია ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების მიხედვით ..... 439

**დანართი №13.** ზოგიერთი მავნე ნივთიერების ზღვ სამუშაო ზონის ჰაერში ..... 440

**დანართი №14.** ხშირად გადასაზიდი და საწყობში შესანახი საშიში ნივთიერებების მოკლე ნუსხა ..... 440

**დანართი №15.** მაიონბეული გამოსხივების ერთეულები ..... 443

**დანართი №16.** ფიზიკური სიდიდეების ერთეულები ..... 444

**დანართი №17.** ტყვიის ეკრანის სისქით განპირობებული გამა-გამოსხივების შემცირების ჯერადობა გამოსხივების ენერგიის მიხედვით ..... 447



|  |     |
|--|-----|
| დანართი №18 ცისტერნებისა და კასრების გათხევადებული აირებით ავსების ნორმები ..... | 447 |
| დანართი №19 გათხევადებული აირებით ბალონების ავსების ნორმები .....                | 448 |
| დანართი №20 ჟანგბადის, აცეტილენისა და პროპან-ბუტანის ბალონების დახასიათება ..... | 449 |
| დანართი №21 წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის ტ-1 აქტის ფორმა .....         | 450 |

## შესავალი

ნორმატიული აქტებით განმტკიცებული სოციალურ-ეკონომიკური, ტექნიკური, ჰიგიენური, საორგანიზაციო და ნოვაციური ღონისძიებების ერთობლიობას, რომელთა მიზანია საბუთო ადგილებზე პერსონალის სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნება ნორმალური საბუთო პირობების შექმნის გზით, შრომის დაცვა ეწოდება.

ცნებას “ნორმატიული აქტები” ვიყენებთ მისი ფართო მნიშვნელობით, რაშიც იგულისხმება როგორც მაღალი (კონსტიტუცია, საერთაშორისო კონვენციები და ა.შ.), ისე დაბალი იერარქიის ნორმები და ტექნიკური რეგალმენტაციის ნორმები.

ცნება “იერარქია” ნიშნავს აქტების რანჟირებას (დალაგებას) მათი იურიდიული ძალის მიხედვით ისე, რომ მაღლა მდგომ ნორმას ყოველთვის აქვს უპირატესი იურიდიული ძალა იერარქიით მასთან შედარებით უფრო დაბალ საფეხურზე მდგომ ნორმასთან.

ცნება “უპირატესი იურიდიული ძალა” ნიშნავს, რომ როცა ორი სხვადასხვა ნორმა ერთსა და იმავე საკითხის სხვადასხვაგვარ რეგულირებას უშვებს და ერთმანეთს ეწინააღმდეგებიან, მაშინ მოქმედებს მაღალი ნორმა და დაბალი მხედველობაში არ მიიღება.

ნორმატიული აქტები სამართლებრივი საფუძველია, რომლის მიხედვითაც ხდება მითითებული სოციალურ-ეკონომიკური, ტექნიკური, სანიტარულ-ჰიგიენური, საორგანიზაციო და ნოვაციური ღონისძიებების ცხოვრებაში გატარება.

შრომის დაცვის მიზნებისათვის გამოსაყენებელი მაღალი იერარქიის ნორმებია საქართველოს კონსტიტუცია; შრომის უსაფრთხოებასთან, ანაზღაურებასთან, პროექციის სერტიფიცირებასთან და მსგავს საკითხებთან დაკავშირებული საერთაშორისო ორგანიზაციების კონვენციები და საქართველოს სათანადო კანონები. აქედან ჩანს, რომ იერარქიულად ყველაზე უფრო მაღლა დგას საქართველოს კონსტიტუცია, შემდეგ მოდის კონვენციები და შემდეგ – საქართველოს კანონები.

აღსანიშნავია, რომ შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ მიღებულ საერთაშორისო ხელშეკრულებებს (კონვენციებს) სახელმწიფოთა წარმომადგენლები ხელს არ აწერენ და კენჭისყრის შემდეგ პირდაპირ გადაეცემა სახელმწიფოებს რატიფიკაციის მიზნით.

კონვენცია საერთაშორისო შეთანხმებაა და რატიფიცირების შემდეგ ჩვენი ქვეყნის კონსტიტუციის მე-7 მუხლის თანახმად, მოქმედი სამართლის ნორმა ხდება და ყველას მოეთხოვება კონვენციის მოთხოვნათა დაცვა, რადგან საქართველოს ნორმატიული აქტების იერარქიაში მე-4 ადგილზეა “საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულება და შეთანხმება”. კონვენციების მოთხოვნები შეეხება როგორც დამქირავებლებს, ისე დაქირავებულებს, აგრეთვე სახელმწიფო ორგანოებსა და ორგანიზაციებს.

ზოგიერთი კონვენცია, განსაკუთრებით 2001 წელს აშშ-ში ტყუპ ცათამბრჯენებზე განხორციელებული ტერაქტის შემდეგ, ტრანსპორტთან დაკავშირებულ საკითხებში პირდაპირ აწესებს სანქციებს და ასეთ შემთხვევაში კონვენცია პირდაპირი მოქმედების ძალას იძენს რატიფიკაციის მიუხედავად. მაგალითად, გემები არ დაიშვებიან საერთაშორისო წყლებში, თუ ვერ აკმაყო-

ფილებენ კონვენციის მოთხოვნებს უსაფრთხოების დონის, პერსონალის კვალიფიკაციის, ანაზღაურების, მუშაობისა და დასვენების პირობების და სხვათა სახით.

აღსანიშნავია აგრეთვე, გაეროს ეკონომიკური საბჭოს ექსპერტთა კომისიის რეკომენდაციებთან ეროვნული ნორმების ჰარმონიზაციის მოთხოვნა სატრანსპორტო გვირაბებთან დაკავშირებული უსაფრთხოების საკითხების გადაწყვეტისას. სხვა სიტყვებით, ევროპის საბჭო აღნიშნული კომისიის რეკომენდაციების გათვალისწინებას სთხოვს მთავრობებს თავიანთი ქვეყნების შესაბამის ნორმებში, რომლებიც მიმართულია გვირაბებში საშიში ტვირთების უსაფრთხო გადაზიდვისათვის, აფეთქებისა და ხანძრის თავიდან აცილების უზრუნველსაყოფად.

ევროპის საბჭო აგრეთვე ერთნაირი საგზაო ნიშნების გამოყენებას მოითხოვს საგზაო გვირაბებში, რადგან მათში მომხდარი ინციდენტების უმრავლესობა მოხდა “ჩამოსული” მძღოლების მიზეზით. საქმე ისაა, რომ საგანგებო სიტუაციების აღძვრა გვირაბებში შესაძლებელია სხვადასხვა მიზეზით, რომლებიც ადამიანის შეცდომით ან ტექნიკური სისტემების მტყუნებითაა გამოწვეული. სწორედ ადამიანის შეცდომით გამოწვეულ შემთხვევათა უმრავლესობა სტატისტიკის თანახმად, რომელიც ხანძრებთან დაკავშირებით 1894 წლიდან არის დაცული, მოხდა “ჩამოსული” მძღოლების მიზეზით.

შრომის დაცვა თანამედროვე პირობებში პრაქტიკულად წარმოადგენს მენეჯმენტის ისეთივე მდგენელს, როგორებიცაა: მართვის ოპტიმიზაცია პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლების გზით; გასაღების ბაზრის გაფართოება (გაწეული მოსახურებისა და მიწოდებული პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებით); ტექნოლოგიისა და საწარმოო ინფრასტრუქტურის სრულყოფა.

კურსი შედგება ოთხი ნაწილისაგან:

1. შრომის სამართალი; 2. საწარმოო სანიტარია; 3. უსაფრთხოების ტექნიკა; 4. სახანძრო უსაფრთხოება. დაგეგმილია გარემოს დაცვის საკითხებზე მე-5 ნაწილის ცალკე გამოცემა.

1. შრომის სამართალი ზემოაღნიშნული ნორმატიული აქტების ერთობლიობაა, რომლის საფუძველზე ხდება უსაფრთხოების, საწარმოო პროცესების ჰიგიენის, სამართლიანი ანაზღაურებისა და სხვა ძირეული საკითხების გადაჭრა ადამიანის პრაქტიკული მოღვაწეობის პირობებში. მაშასადამე, შრომის სამართლის სფეროა შრომით ურთიერთობებში სათანადო პოლიტიკის დამკვიდრება ან ხელშეწყობა მისი დამკვიდრების მიზნით.

აღნიშნული სამართლის მიხედვით შრომის უსაფრთხოება უნდა გავიგოთ როგორც ადამიანების უფლება ექნეთ ისეთი სამუშაო პირობები, რომლებიც-თაც პოტენციურად გამოირიცხება მათზე მავნე და საშიში საწარმოო ფაქტორების უარყოფითი ზემოქმედება სათანადო პირობების შექმნის გზით საწარმოო ობიექტზე. იგივე სრულად შეეხება საწარმოო პროცესების, მოწყობილობების უსაფრთხოებას, სახანძრო და აფეთქება უსაფრთხოებას, სამედიცინო მომსახურებას, დასვენებას, სამართლიან ანაზღაურებას და ა.შ.

2. საწარმოო სანიტარია ემსახურება ადამიანისათვის მავნე პირობების აღმოფხვრას სამუშაო ადგილებზე და საწარმოო ფაქტორების გაუმჯობესებას სანიტარულ-ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით. მავნე პირობებად ითვლება ისეთი ფაქტორები, რომელთა ზემოქმედებაც ადამიანებზე იწვევს მათ დაავადებას ან მუშაუნარიანობის შემცირებას. ბუნებრივია, რომ აღნიშნულს ესაჭიროება სათანადო საორგანიზაციო საკითხების გადაჭრა. საწარმოო სანიტარიის ძირითადი მიმართულებაა მომუშავეთათვის ნორმალური სამუშაო გარემოს შექმნა და მათი პროფდაავადებების აცილება.

3. უსაფრთხოების ტექნიკა არის ორგანიზაციული, ტექნიკური ღონისძიებები, ტექნიკური საშუალებები, პერსონალის სათანადო ჩვენები, რომლებიც ამცირებენ სახიფათო ფაქტორების ზემოქმედებას ადამიანის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობაზე. სახიფათო ისეთი ფაქტორებია, რომლებიც უეცრად, წამის ნაწილებში იწვევენ ტრავმას ან ჯანმრთელობის მკვეთრ გაუარესებას.

მავნე პირობები ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელია იყოს აგრეთვე შრომის სახიფათო ფაქტორების წარმოჩენის ხელშემწყობი და გაზარდოს საწარმოო ტრავმის მიღების ალბათობა. მაგალითად, სუსტი განათება, ხმაურის მაღალი დონე და ა.შ. უდუნებს ადამიანს ყურადღებას და უფრო ალბათურია საწარმოო ტრავმის მიღება. გარდა ამისა, მავნე პირობები ზოგჯერ პირდაპირ გვევლინებიან საწარმოო ტრავმის – მწვავე დაავადებების მიზეზად ერთი ცვლის ან უფრო ნაკლები პერიოდით ზემოქმედების შედეგად. მაგალითად, აზოტის, ნახშირბადის ოქსიდებით (ჟანგულებით) ან სხვა ტოქსიკური მინარევებით მოწამვლა და სხვ.

4. სახანძრო უსაფრთხოება ნიშნავს მისი გაჩენის ასაცილებელი პასიური და აქტიური ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებების სისტემის შექმნას, რომელიც აგრეთვე გულისხმობს ევაკუაციას საჭიროების შემთხვევაში.

სისტემა პასიური მაშინაა, თუ გამოიყენება ძნელადწვადი მასალები და მოწყობილობები, რის გამოც ხანძრის გაჩენა ნაკლებად მოსალოდნელია სათანადო პირობების დაცვის შემთხვევაში.

აქტიურ სისტემას უნდა შეეძლოს ადამიანებისა და მატერიალური ფასეულობების გადარჩენა იმ შემთხვევაშიც, თუ ხანძარი ვერ ავიცილეთ. აქტიურ სისტემად უნდა განვიხილოთ წყლის, ქაფის, ფხვნილის გასაფრქვევი მოწყობილობები, რომლებიც ხანძრის კერას აცივებენ და პარალელურად იკავებენ რა ჰაერის ადგილს ან განამზოლოებენ რა ერთმანეთისაგან ხანძრის კერასა და ჰაერს, ჟანგბადის კონცენტრაციას დაბლა სწევენ. შესაბამისად, ხელს უწყობენ ხანძრის ჩაქრობას.

აქტიურ სისტემებად ითვლება აგრეთვე ხანძრის აღმომჩენი სენსორები, შეტყობინების სისტემები და სხვ., ანუ ისეთი სისტემები, რომელთა მიერ სასარგებლო საქმის გაკეთება ხდება აქტიური მოქმედების შედეგად. მატერიალური ფასეულობების გატანა ხანძრის კერიდან და ევაკუაციაც აგრეთვე აქტიური ღონისძიებების რიგში უნდა განვიხილოთ.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ამა თუ იმ პროცესში მოსალოდნელი საფრთხის უმრავლესობა გამოიკვეთა მას შემდეგ, რაც ის შეემთხვა ადამიანს. აღნიშნულიდან გამომდინარე, უსაფრთხოების წესების განუხრელი დაცვა საზოგადოებრივი საჭიროების სფეროს მიეკუთვნება და ეს არ არის მხოლოდ ვისიმე პირადი საქმე (დამქირავებლის ან დაქირავებულის). შესაბამისად, კონტრაქტის დადებისას მხარეები არა მარტო უნდა შეთანხმდნენ უსაფრთხოების დაცვის ღონეზე, არამედ უსაფრთხოების გათვალისწინებული ღონე ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში უნდა იყოს კანონის შესაბამისი.

პრაქტიკაში ხშირად შეგვხვდება ტექნიკური რეგლამენტაციის ნორმების შეცვლის საჭიროება.

აღნიშნული უფრო მკაფიო განდება იმის გათვალისწინებით, რომ ტექნიკა და ტექნოლოგიები სწრაფი ტემპით ვითარდება და ახალ მოთხოვნებს ძველი ნორმები აღარ შეესაბამება.

ცვლილება შეიძლება შეეხოს მასალებს, ნივთიერებებს, პროდუქტებს, პროცესებს, დანადგარებს, სისტემებს, წესებს, პროექტებს და ა.შ. ამისათვის აუცილებელია საჭირო ცვლილებების შეფასება და ცვლილებებით გამოწვეული ეფექტის შეთანხმება უფლებამოსილ ორგანოსთან, შრომის უსაფრთხო პირობების უცილობელი დაცვით.

შრომის უსაფრთხო პირობების დაცვა გულისხმობს საწარმოო ტრავმებისა და პროფესიული დაავადებების აცილების უფექტური და უტყუარი საშუალებების, ტექნოლოგიების, მოწყობილობათა და სხვათა გამოყენებას.

ბუნებრივია, რომ დარგები, ტექნოლოგიური პროცესები და ა.შ., თავისი სპეციფიკით ხასიათდებიან და უსაფრთხოების წესებიც მათთვის განსხვავებული

უნდა იყოს. შესაბამისად, უსაფრთხოების წესები შეიძლება ჩამოყალიბდეს დარგობრივი, ტექნოლოგიური და სხვა პრინციპით. უსაფრთხოება იმდენად მნიშვნელოვანი ფასეულობაა, რომ მისი ყველანაირი ინტერპრეტაცია მისაღებია მასალის სრულად ათვისების და გააზრების ამოცანიდან გამომდინარე.

საზოგადოდ უნდა გვახსოვდეს, რომ ყოველი დონის პერსონალი ვალდებულია დაუყოვნებლივ შეწყვიტოს მუშაობა თუ სამუშაო არ მიაჩნია უსაფრთხოდ ან არ შეუძლია მოსალოდნელი საფრთხის შეფასება და საშიშროების მანეჯმენტის სრულად აცილება ან შერბილება.

საქართველოს შრომის კოდექსის 35-ე მუხლის მე-3 ნაწილი აღნიშნულს ითვალისწინებს. კერძოდ, ამ ნორმით მუშაკს უფლება აქვს უარი განაცხადოს იმ სამუშაოს, დავალების ან მითითების შესრულებაზე, რომელიც შრომის პირობების დაუცველობის გამო აშკარა და არსებით საფრთხეს უქმნის მის ან მესამე პირის სიცოცხლეს.

პირველი მოდული დაწერილია ომარ ლანჩავას მიერ; 5.14 პარაგრაფის ავტორები არიან სერგო ხომერიკი, ნუგზარ კუკულაძე, დავით ხომერიკი, ზურაბ კუჭუხიძე და ალექსანდრე აფრიაშვილი; მეექვსე და მერვე მოდულების ავტორები არიან ომარ ლანჩავა, ვლადიმერ ჭყონია, კარლო ლეკვეიშვილი და ზვიად ლანჩავა; დანარჩენი მოდულების ავტორები არიან ომარ ლანჩავა, ვლადიმერ ჭყონია და კარლო ლეკვეიშვილი.

დაბეჭდილია პროფ. ომარ ლანჩავას საერთო რედაქციით.

## 1. შრომის სამართალი

## 1.1. შრომის სამართლის ჩამოყალიბება

შრომის სამართლის ჩამოყალიბებას უძღოდა ურთიერთობების დამყარება ორ სუბიექტს – დამქირავებელსა და დაქირავებულს შორის, რაც დაიწყო განვითარებულ ქვეყნებში მე-17 და მე-18 საუკუნეებში. აღნიშნულ სამართალს საფუძვლად დაედო რომაული სამართლიდან მომდინარე იური-დიული მექანიზმი, რაც იყო კერძო სამართლებრივი გარიგება, რომელიც იღებოდა დამქირავებელსა და დაქირავებულს შორის შესრულებული სამუშაოს ფასის გადახდით. ასეთი გარიგება ფაქტობრივად ახლანდელი შრომითი ხელშეკრულება იყო და იგი არ განსხვავდებოდა მაშინდელი სხვა სახის ქონებრივი ხელშეკრულებებისაგან. აღნიშნული ორი სუბიექტის სამართლებრივ ურთიერთობაში სახელმწიფოს მხრიდან რაიმე სახის ჩარევა, ისე როგორც იგივე ქმედება მესამე პირის მხრიდან, განიხილებოდა როგორც კონტრაქტის თავისუფლების შეზღუდვა. მაშინდელი ვითარების შესაბამისად, სამოქალაქო სამართლის ნორმებიდან გამომდინარე არ იყო შრომითი ხელშეკრულების ნორმები და არ არსებობდა დამოუკიდებელი შრომის სამართალი.

სათანადო სამართლის არარსებობის პირობებში მაშინდელი ხელშეკრულება დამქირავებლის უპირატეს უფლებას ასახავდა, ხოლო დაქირავებული უუფლებო იყო, რადგან მას თავისი ძალის გარდა არაფერი არ გააჩნდა და იძულებული იყო მიეყიდა აღნიშნული ძალა იმ პირობებით, რასაც დამქირავებელი წამოუყენებდა. მაშასადამე, დამქირავებელი კარნახობდა ხელფასის მოცულობას, სამუშაო დროის ხანგრძლივობას და უსაფრთხოების დონეს, ხოლო სოციალური დაცვის საჭიროება საერთოდ არ მიიღებოდა მხედველობაში.

მნიშვნელოვანი მომენტი დამქირავებლისა და დაქირავებულის სოციალურად კონფლიქტურ ვითარებაში იყო პროფკავშირების შექმნა, რომლის მოთხოვნებსაც იძულებით ითვალისწინებდა დამქირავებელი. აღნიშნულის მიზეზი იყო პროფკავშირით გაერთიანებულთა ძალა, რაც გამოხატული იყო ეკონომიკური სიძლიერით (გაფიცვის შემთხვევაში ხელფასის შესაბამისი ფულადი ანაზღაურებით პროფკავშირის მიერ), მაღალი ორგანიზებულობითა და საზოგადოების ყურადღების მიპყრობის დიდი შესაძლებლობით. სწორედ ამ პერიოდიდან იწყება შრომითი ურთიერთობების რეგულირებაში სახელმ-წიფოს ჩარევა, რაც მოხდა კონფლიქტური სიტუაციების განმუხტვის მიზნით პროფესიული ნიშნით გაერთიანებულ საზოგადოებასა და დამქირავებლებს შორის. პირველი კანონებით შეიზღუდა 9 წლამდე ასაკის ბავშვების შრომა, შეიზღუდა აგრეთვე სამუშაო დროის ხანგრძლივობა და გარკვეულ ჩარჩოში მოექცა ღამის ცვლებში მუშაობის საკითხი.

მაშასადამე, პირველივე კანონი, რომელიც მიიღეს ინგლისში, მე-19 საუკუნის დასაწყისში, გამოიხატა შრომის დაცვის პოზიციით და პირველი კანონებით დარეგულირებული ჩამონათვალი არსებითად დამქირავებელთა შეზღუდვაა. ნიშანდობლივია, რომ იგივე საკითხები აქტუალურია 21-ე საუკუნის საქართველოსათვის, რაც სამწუხაროა ფრიად. კერძოდ, საქარ-თველოს შრომის კოდექსის მე-2 მუხლის მე-2 პუნქტი გვამცნობს მხარეთა თანასწორუფლებიანობის თაობაზე, რომ “შრომითი ურთიერთობა წარმოიშობა მხარეთა თანასწორუფლებიანობის საფუძველზე ნების თავისუფალი გამოვლენის შედეგად მიღწეული შეთანხმებით”. აღნიშნული კანონი დამქირავებლის ადვილად მისახვედრ უპირატესობას არანაირად არ ლაგმავს დაქირავებულისათვის სასარგებლო ასიმეტრიული მიდგომით.

შრომის კანონმდებლობის ჩამოყალიბებაში დიდი როლი ითამაშა შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის საქმიანობამ, რომელიც შეიქმნა 1919 წელს. აღნიშნული ორგანიზაციის მთავარი დანიშნულებაა დაპირისპირების შერბილება დამქირავებელსა და დაქირავებულს შორის და საზოგადოებაში სტაბილურობის დამკვიდრება.

შრომის სამართალს არსებითად ახასიათებს და განვითარებულ ქვეყნებში უნდა ახასიათებდეს კიდევაც, შრომის დაცვის მთავარი – სოციალური ფუნქცია.

შრომითი ურთიერთობა, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს და ისედაც ადვილი მისახვედრია, წინააღმდეგობრივი ხასიათისაა. დამქირავებელი უპირატესად დაინტერესებულია ბაზრის მოთხოვნილების დაკმაყოფილებით, შრომის ნაყოფიერების ზრდით, მოგების მიღებით, ხოლო დაქირავებული – შრომის პირობების გაუმჯობესებით, შრომის უსაფრთხოებითა და ხელფასის გაზრდით. მაშასადამე, დამქირავებელს აინტერესებს შრომითი ურთიერთობის საწარმოო მხარე, ხოლო დაქირავებულს – სოციალური მხარე, ხოლო ეს ორი მხარე წინააღმდეგობრივია, მაგრამ შესაძლებელია მათი ისეთნაირი დოზირება, რომ ორივე მხარე კმაყოფილი დარჩეს შეთანხმებებისა და დათმობების ხარჯზე, როცა კანონმდებლობის შემუშავებელი, სახელმწიფო გამოდის როგორც სოციალური ფუნქციის გონივრულ ფარგლებში წინ წამომწევი, ზემოაღნიშნული ასიმეტრიის მომარჯვებით.

ისტორიული გამოცდილებიდან თუ შევხედავთ საკითხს, მაშინ ცხადი გახდება, რომ თავიდანვე დომინირებდა შრომითი ურთიერთობის საწარმოო მხარე, ხოლო სოციალური მხარე წინ წამოიწა ჯერ პროფკავშირების, ხოლო შემდეგ სახელმწიფო რეგულირების გავლენით.



დემოკრატიის პირობებში შრომის კანონმდებლობის სპეციფიკა საზოგადოებრივად ისაა, რომ საწარმოო და სოციალური ინტერესების ბალანსი შედგენილია არა მათი გათანაბრების, არამედ გარკვეული ასიმეტრიით – დაქირავებულის ინტერესების წინ წამოწევით. აღნიშნულის დასტურად განვიხილოთ საქართველოს შრომის კანონთა 1973 წლის კოდექსის 32-ე მუხლის მოთხოვნა. დაქირავებულს შეუზღუდავი უფლება ჰქონდა მოეთხოვა დამქირავებელთან დადებული კონტრაქტის შეწყვეტა. მას მხოლოდ ერთი პირობის შესრულებას ავალდებულებდა კანონი, გაეფრთხილებინა დამქირავებელი ორი კვირით ადრე ამის თაობაზე (ამჟამად მოქმედი კანონის 38-ე მუხლის მე-2 ნაწილის თანახმად 2-კვირიანი ვადა გაგრძელებულია ერთ თვემდე, ანუ დაქირავებულის უპირატესობა გაფერმკრთალებულია). დამქირავებელი კიდევ უფრო მეტად იყო შეზღუდული, იმავე კანონის 37-ე მუხლით, რომლის თანახმად მას არ ჰქონდა უფლება გაენთავისუფლებინა დაქირავებული პროფკავშირის კომიტეტთან შეთანხმების გარეშე. ახალი შრომის კოდექსის თანახმად (38-ე მუხლის მე-3 ნაწილი), ”შრომითი ხელშეკრულების დამსაქმებლის ინიციატივით მოშლის შემთხვევაში დასაქმებულს მიეცემა არანაკლებ ერთი თვის შრომის ანაზღაურება”.

კანონის ასიმეტრია კიდევ უფრო თვალში საცემი იყო ზიანის ანაზღაურების საკითხთან დაკავშირებით. ზიანი, რომელსაც მიყენებდა დამქირავებელი, მთლიანად ანაზღაურებას ექვემდებარებოდა და გათვალისწინებული იყო აგრეთვე მორალური ზიანის ანაზღაურებაც, ხოლო პირიქით – დაქირავებულის მიერ მიყენებული ზიანის ანაზღაურების შემთხვევაში, კანონი ნაწილობრივ კომპენსაციას ითვალისწინებდა. კერძოდ, იგი ვალდებული იყო ერთი თვის ხელფასის ფარგლებში აენაზღაურებინა ზიანი. სრული ანაზღაურების მოთხოვნა კანონის შესაბამისად იშვიათი იყო. (შედარებისათვის გავიხსენოთ შუა საუკუნეების კანონმდებლობის მოთხოვნა, რომლის თანახმადაც ვალაუკალ მევალეს, ციხეში სვამდნენ). მაშასადამე, სახელმწიფოს მიერ გავლებული ფართო შეფასების ზღვარი აწ უკვე გაუქმებულ კოდექსში გადიოდა ასიმეტრიაზე – დაქირავებულის ინტერესების უპირატესი გამოკვეთით, ანუ სოციალური ინტერესების წინ წამოწევით.

საქართველოს ამჟამად მოქმედი შრომის კოდექსი სოციალური ინტერესების წინ წამოწევით არ ხასიათდება. ზიანის ანაზღაურების თვალსაზრისით მხარეები გათანაბრებულია, რადგან კოდექსის 44-ე მუხლის თანახმად “შრომითი ურთიერთობისას მხარის მიერ მეორე მხარისათვის მიყენებული ზიანი ანაზღაურდება საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესით”, ხოლო ეს

წესი ითვალისწინებს მხარეთა თანასწორობას. ამ კონკრეტულ შემთხვევაში “მხარეთა თანასწორობა” უნდა განვიხილოთ, როგორც მითითებული ასიმეტრიის დარღვევა, რაც სასარგებლო არაა დაქირავებულთათვის. ორივე მხარისათვის (დაქირავებული და დამქირავებელი) გაფიცვისა და ლოკაუტის თანაბარ უფლებებს თუ დავაკვირდებით, მაშინ ნათელი გახდება, რომ გაფიცვის უფლება ღარიბი პროფკავშირის პირობებში ძნელად რეალიზებადია, ხოლო ლოკაუტის რეალიზაცია, რაც დამქირავებლის უფლებაა, შეუდარებლად უფრო ადვილი განსახორციელებელია. მითუმეტეს, რომ როგორც გაფიცვა, ისე ლოკაუტი დაინტერესებული მხარის მოთხოვნით სასამართლომ შესაძლებელია გამოაცხადოს უკანონოდ. ჩვენი სასამართლოების პრაქტიკიდან გამომდინარე, კიდევ უფრო აუცილებელი ხდება ასიმეტრიის არსებობა კანონებში, სოციალური ინტერესების სასარგებლოდ. ერთი შეხედვით, თითქოს ყველაფერი რიგზეა, რადგან ვითომცდა მიღწეულია მხარეთა თანასწორობა, მაგრამ ცხოვრებისეული გამოცდილება მოითხოვს ამ საკითხში დაქირავებულთა სასარგებლო გონივრული ასიმეტრიის არსებობას, რადგან მხარეთა უფლებებში გათანაბრება პირდაპირ ნიშნავს დამქირავებლისათვის უპირატესობის მინიჭებას. აღნიშნული თანასწორობით დაქირავებული ისეთსავე სარგებელს ნახავს, როგორსაც ცხვარი ხორცის ჭამის უფლების მინიჭებით, როცა კანონმდებელი ცხვარსაც და ძველსაც გაათანაბრებს ხორცის ჭამის უფლებებში.

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მუშაობის პრინციპია ე.წ. ტრიპარტიზმი, როცა საკითხის გადაწყვეტის მიზნით გამართულ მოლაპარაკებაში მონაწილეობს სამი მხარე: სახელმწიფოების სამთავრობო დელეგაციები, პროფკავშირები და მრეწველები. ეს მექანიზმი შედარებით მოქნილია და თავიდან გვაცილებს წინააღმდეგობებს დამქირავებელსა და დაქირავებულს შორის, რომელშიდაც სახელმწიფო გამოდის როგორც ერთ-ერთი სოციალური პარტნიორი და იმავდროულად შეთანხმების მიღწევის გარანტორი.

ამგვარად, შრომის სამართალი არეგულირებს ადამიანების ურთიერთობას შრომით პროცესში და არ არეგულირებს ადამიანების ურთიერთობას წარმოების საშუალებებთან, იარაღებთან, გამოშვებულ პროდუქციასთან და ა.შ., რაც ტექნოლოგიური ელფერისა და რეგულირება სხვადასხვა ხასიათის ტექნიკური რეგლამენტაციის ნორმებით.

## 1.2. შრომის სამართლის სუბიექტები

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-3 მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად “შრომითი ურთიერთობის სუბიექტები შეიძლება იყვნენ: დამსაქმებელი, დასაქმებული და დამსაქმებელთა გაერთიანება”. იმავე მუხლის მე-4 ნაწილის თანახმად “კოლექტიური შრომის სუბიექტები არიან: დასაქმებულთა გაერთიანება და დამსაქმებელი”. სახელმწიფო შრომით ურთიერთობებში არ წარმოადგენს მხარეს და შესაბამისად – არც სუბიექტს. მართალია ცალკეული ადამიანები მუშაობენ სახელმწიფო დაწესებულებებში, მაგრამ შრომითი ურთიერთობის სუბიექტად გამოდის აღნიშნული დაწესებულებები და არა სახელმწიფო.

შრომით ურთიერთობებში სახელმწიფოს როლი შემოიფარგლება შრომის სამართლებრივი რეგულირებით, რაც გამოხატულია კანონებისა და სხვა ნორმატიული აქტების მიღებაში, მაგრამ უნდა ვიცოდეთ, რომ ეს როლი ძალზე დიდია. სახელმწიფო გამოცემული კანონებით ადგენს: 1. შრომის ანაზღაურების მინიმალურ დონეს, რომელიც აუცილებლად შესასრულებელია და მუშაკისათვის გარკვეული გარანტიაა, რომ შემდგომი ლოკალური ხასიათის გარიგების დადებისას მინიმალურ დონეზე უფრო უკეთესი პირობების ჩადება კონტრაქტში შესაძლებელია. 2. კოლექტიური მოლაპარაკების პროცესის ზღვრებს, ანუ კოლექტიური ხელშეკრულების შედგენისა და მომსახურების პროცედურას. 3. ინდივიდუალური და კოლექტიური შრომითი დავების წესს. მაშასადამე, სამივე პუნქტის შესაბამისად, სახელმწიფო ადგენს შრომითი ურთიერთობების რეგულირების ზღვრებს, რაც სახელმწიფოზე მინიჭებული უფლების გამოყენების მაგალითია.

გარდა ამისა, სახელმწიფო სპეციალურად შექმნილი საინსპექციო ორგანოების საშუალებით ახორციელებს ზედამხედველობასა და კონტროლს შრომის კანონმდებლობის დაცვის მიმართულებით. ამ უკანასკნელ შემთხვევაშიდაც შრომის სამართლის სუბიექტი სახელმწიფო არაა და სუბიექტად გამოდიან აღნიშნული ორგანოების ინსპექტორები.

დაქირავებული შრომითი ურთიერთობის ერთ-ერთი ძირითადი სუბიექტია. მისი მთავარი მოვალეობაა მისცეს სამუშაო დაქირავებულ მუშაკს და შეუქმნას მას შრომის აუცილებელი პირობები. იგი ვალდებულია უზრუნ-ველყოს

დაქირავებული მუშაკის ჯანმრთელობისა და შრომის უსაფრთხო პირობები. გამოიყენოს იგი შესაბამისი პროფესიით (კვალიფიკაციის მიხედვით) და უზრუნველყოს შრომის ისეთი (ჯანსაღი) პირობებით, რაც განსაზღვრულია შრომის კანონმდებლობით, კოლექტიური ხელშეკრულებითა და შრომითი ხელშეკრულებით (სამუშაო და დასვენების დროის ხანგრძლივობა, შეღავათები და ა.შ.). დაქირავებლის სხვა მნიშვნელოვანი მოვალეობაა დადგენილი ხელფასის გადახდა თვეში ერთხელ (შრომის კოდექსის 31-ე მუხლის მე-2 ნაწილი). იგი არ უნდა იყოს სახელმწიფოს მიერ დადგენილ მინიმალურ ხელფასზე ნაკლები.

შრომის სამართლის მეორე ძირითადი სუბიექტია დაქირავებული, რომლის უფლება-მოვალეობანი მჭიდროდ უკავშირდება დაქირავებლის უფლება-მოვალეობებს და უნდა ეხამებოდეს ამ უკანასკნელს. მომუშავეს ძირითადი მნიშვნელოვანი სამართალი მოცემულია საქართველოს კონსტიტუციაში (30-ე მუხლი). ადამიანის უფლებათა საყოველთაო დეკლარაციაში, რომელიც გაერომ მიიღო 1948 წელს და სხვა ნორმატიულ აქტებში, რომლებიც მიღებულია მათ შესაბამისად. საქართველოს შრომის კოდექსის თანახმად, ყველას აქვს შრომის უფლება, რასაც თვითონ აირჩევს ან თავისუფალი არჩევანით დათანხმდება. ყველას აქვს ისეთ პირობებში შრომის უფლება, რომელიც აკმაყოფილებს უსაფრთხოებისა და ჰიგიენის მოთხოვნებს. ასევე, მას აქვს ზარალის ანაზღაურების უფლება, რაც შესაძლებელია მას მიადგეს დასახიჩრებით მუშაობისას. ასეთი უფლება დაკონკრეტებულია საქართველოს შრომის კოდექსის 35-ე მუხლის მე-6 ნაწილით “დამსაქმებელი ვალდებულია სრულად აუნაზღაუროს დასაქმებულს სამუშაოს შესრულებასთან დაკავშირებული, ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესებით მიყენებული ზიანი და აუცილებელი მკურნალობის ხარჯები”.

აღსანიშნავია, რომ ზარალის ანაზღაურების უფლება თავისი პარამეტრებით მაინც არ შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს. კერძოდ, დამქირავებელს საერთაშორისო სტანდარტებით მოეთხოვება მუშაკის დაზღვევა, ხოლო მას უნდა აუნაზღაუროს არა მარტო ის ხარჯები, რაც მითითებულია საქართველოს შრომის კოდექსის 35-ე მუხლის მე-6 ნაწილში, არამედ დამატებით, მკურნალობით გამოწვეული ზარალიც (ეს მომენტი ეფექტური მკურნალობის გარანტორია).

შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ მუშაკის დაზღვევის მინიმალური სტანდარტი არის 7500 სამუშაო დღის შესაბამისი ხელფასი, რაც სოციალურად დაცვის ძალზე მაღალი გარანტიაა.

ისეთ ქვეყნებში, სადაც ძლიერი პროფკავშირებია, კოლექტიურ ხელშეკრულებაში შეაქვთ დამქირავებლის ვალდებულება საყოფაცხოვრებო ტრავმის ან საერთო ავადმყოფობის შემთხვევაში მუშაკის დაზღვევის შესახებ. ზოგჯერ აღნიშნული მოთხოვნა ვრცელდება დაქირავებულის ოჯახის წევრებზე.

დაქირავებულის ვალდებულება და უფლებაა შეასრულოს შრომის დადგენილი ნორმა და შინაგანაწესი, რომლის შეუსრულებლობა გამოიწვევს დისციპლინურ სასჯელს და ზოგიერთ შემთხვევაში მატერიალურ პასუხისმგებლობასაც.

პროფკავშირის ძირითადი ფუნქცია, როგორც შრომის სამართლის ერთ-ერთი სუბიექტისა ისაა, რომ იგი ორ დაპირისპირებულ სუბიექტს შორის გამოდის დაქირავებულის მხარეზე, როგორც მისი სოციალური უფლებების დამცავი. პროფკავშირი სხვა და სხვა ფორმით გამოხატავს დაქირავებულის უფლებას იმ შემთხვევაში, თუ დაქირავებულმა და სახელმწიფომ არ განახორციელეს აუცილებელი სოციალური საკითხების მოგვარება. პროფკავშირის აღნიშნული უფლება და მოვალეობა განმტკიცებულია საქარ-თველოს კანონით პროფკავშირების შესახებ.

პროფკავშირის უფლებამოსილება სხვადასხვა ფორმითაა გამოხატული, რაც ძირითადად სარეკომენდაციო ხასიათს ატარებს. პროფკავშირი განიხილავს ნორმატიულ აქტებს, რომლებიც შეეხებიან მომუშავეთა სოციალურ და შრომით სამართალს. სათანადო სახელმწიფო ორგანოები ვალდებული არიან მოუსმინონ მათ, განიხილონ მათი წინადადებები, მაგრამ გადაწყვეტილებას სახელმწიფო ორგანოები მათგან დამოუკიდებლად ღებულობენ.

პროფკავშირის ზოგიერთი უფლებამოსილება პარიტეტული ხასიათისაა. მაგალითად, შრომის ანაზღაურების სისტემა დგინდება პროფკავშირთან შეთანხმებით. იმ შემთხვევაში, თუ შეთანხმება არ შედგა, მაშინ გადაწყვეტილების მიღება სახელმწიფო ორგანოებს მათგან დამოუკიდებლად არ შეუძლიათ. უფრო მეტიც, პროფკავშირებს დამოუკიდებელი გადაწყვეტილების მიღებაც შეუძლიათ შრომითი ურთიერთობის სფეროში, მაგალითად გაფიცვის ჩატარების გადაწყვეტილება, მაგრამ უნდა ვიცოდეთ, რომ პროფკავშირს თავისი უფლებამოსილების რეალიზაცია არ შეუძლია სახელმწიფოს მხარდაჭერის გარეშე, ხოლო სახელმწიფომ იმიტომ უნდა დაუჭიროს მხარი პროფკავშირს, რომ იგი არის მშრომელთა უფლებების დაცვის წარმომადგენლობითი ორგანო.

დემოკრატიული სახელმწიფო დაინტერესებულია პროფკავშირის მოღვაწეობით, სხვა შემთხვევაში მას დემოკრატიულობის ერთ-ერთი ძირითადი ნიშანი არ ექნება. აღნიშნულის გამო არადემოკრატიული მმართველობის რეჟიმებიც

იძულებულნი არიან გარეგნულად აღიარონ პროფკავშირის დამოუკიდებლობა, მაგრამ უხეშად ერევან პროფკავშირის საქმიანობაში მათი შიდა არჩევნების გაყალბების გზით და პროფკავშირული მოღვაწეობის სათავეში მათთან წინასწარ გარიგებაში მყოფი მუშაკების მოყვანით. რაღა აღნიშვნა უნდა, ეს უკანასკნელები დაქირავებულთა უფლებებს აღარ იცავენ, ჩქმალავენ მწვავე საკითხებს და არადემოკრატიულ მმართველობას ეხმარებიან მოჩვენებითი დემოკრატიის ფასადის შექმნაში.

სახელმწიფო უქმნის პროფკავშირს აუცილებელ გარანტიებს მოღვაწეობისათვის. მაგალითად, გარანტია პროფკავშირული ქონების დაცვაზე, გარანტია მუშაკების პასუხისმგებლობის შესახებ, რომ ისინი პასუხისმგებელნი არიან მხოლოდ შიდაპროფკავშირულ საქმიანობაზე.

პროფკავშირის ხელმძღვანელი მუშაკების პასუხისმგებლობა დაქირავებულთა (პროფკავშირის წევრთა) მიმართ გამოხატული არაა სახელმწიფო კანონმდებლობით და მხოლოდ შიდა პროფკავშირული ნორმებით რეგულირდება. კერძოდ, თუ მათ ვერ გაამართლეს დაქირავებულთა ნდობა, აღარ იქნებიან მომავალში არჩეულნი ან ვადაზე აღრე შეუწყდებათ უფლებამოსილება.

ქონებრივი პასუხისმგებლობა პროფკავშირულ მოღვაწეებს ეკისრებათ სამოქალაქო კოდექსის მიხედვით საერთო საფუძველზე. ერთადერთი გამონაკლისია შემთხვევა, როცა პროფკავშირი გადააჭარბებს უფლებამოსილებას და მას სასამართლოს გადაწყვეტილების საფუძველზე შესაძლებელია დაეკისროს ზარალის ანაზღაურება დამქირავებლის სასარგებლოდ, რომელსაც მიადგა ზიანი უკანონოდ გამოცხადებული გაფიცვის შედეგად. ეს შემთხვევაა, როცა სასამართლო გადაწყვეტილების მიხედვით უკანონოდაა მიჩნეული პროფკავშირის მიერ გამოცხადებული გაფიცვა, ხოლო პროფკავშირი მაინც აგრძელებს გაფიცვას.

### **1.3. შრომითი ხელშეკრულება (კონტრაქტი)**

შრომითი კონტრაქტი არის დამქირავებლისა და დაქირავებულის შეთანხმება, რომლითაც დაქირავებული ვალდებულია იღებს შეასრულოს სამუშაო

გარკვეული სპეციალობის, კვალიფიკაციისა და თანამდებობის მიხედვით, დაემორჩილოს შრომის შინაგანაწესს, ხოლო დამქირავებელი ვალდებულია ლეზულობს გადაუხადოს მას ხელფასი და უზრუნველყოს იგი შრომის იმ პირობებით, რაც გათვალისწინებულია შრომის კანონმდებლობითა და მხარეთა შეთანხმებით.

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-6 მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად შრომითი კონტრაქტი შესაძლებელია დაიდოს:

1. განუსაზღვრელი ვადით;
2. განსაზღვრული ვადით;
3. გარკვეული სამუშაოს შესრულების ვადით.

კონტრაქტი შესაძლებელია დაიდოს ზეპირი ან წერილობითი ფორმით. სამუშაოზე მიღება ფორმდება დამქირავებლის მიერ ბრძანებით. ხელმოწერილი ბრძანება უნდა გაეცნოს დაქირავებულს და გადაეცეს მას ამონაწერი ბრძანებიდან. კონტრაქტი დადებულიად ითვლება მაშინაც, თუ ბრძანება არაა გამოცემული, მაგრამ დაქირავებული უფლებამოსილი პირის მიერ დაშვებული იყო სამუშაოდ. სხვადასხვა ორგანიზაციების ხელმძღვანელებს შორის შესაძლებელია მოხდეს შეთანხმება და მუშაკი სამუშაოზე მოწვეული იქნეს გამოყვანის წესით. ამ მუშაკს არ შეიძლება უარი ეთქვას კონტრაქტის დადებაზე.

სახელმწიფო საბიუჯეტო ორგანიზაციებში შრომითი კონტრაქტის დადების მოთხოვნები განსაზღვრულია “საჯარო სამსახურის შესახებ” საქართველოს კანონის შესაბამისად.

შრომითი კონტრაქტის დადებისას დამქირავებელი ვალდებულია მოითხოვოს კანონმდებლობით განსაზღვრული დოკუმენტები (პირადობის მოწმობა, შრომის წიგნაკი, კვალიფიკაციის დამადასტურებელი დიპლომი, კვალიფიკაციის ამაღლების სერტიფიკატი, დიპლომისა ან სერტიფიკატის დანართი და კვალიფიკაციასთან დაკავშირებული სხვა საბუთები). გაუთვალისწინებელი საბუთების მოთხოვნა აკრძალულია. მაგალითად, ცნობა საცხოვრებელ ადგილზე ჩაწერის შესახებ, დახასიათება წინა სამუშაო ადგილიდან და ა.შ.

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-9 მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად, შესასრულებელ სამუშაოსთან პირის შესაბამისობის დადგენის მიზნით, მხარეთა შეთანხმებით, არა უმეტეს 6 თვის გამოსაცდელი ვადით, კანდიდატთან შესაძლებელია მხოლოდ ერთხელ დაიდოს გამოსაცდელი შრომითი ხელშეკრულება. ხელშეკრულება გამოსაცდელი ვადით შესაძლებელია დაიდოს მხოლოდ წერილობითი ფორმით, სხვა შემთხვევაში ხელშეკრულება (სხვათა

შორის, ზეპირიც) ითვლება შრომით ხელშეკრულებად. იმავე მუხლის მე-2 ნაწილის თანახმად, დამსაქმებელს უფლება აქვს ამ ვადის განმავლობაში, ნებისმიერ დროს, დადოს კანდიდატთან შრომითი ხელშეკრულება ან მოშალოს გამოსაცდელი ვადით დადებული ხელშეკრულება.

არ არსებობს კონტრაქტის კანონით დადგენილი და განსაზღვრული ფორმა, იგი ყველა შემთხვევაში უნდა დაიდოს კონტრაქტორთა შეთანხმებით, მაგრამ სავალდებულოა შრომის კანონთა კოდექსის მოთხოვნათა გათვალისწინება, ანუ კონტრაქტი არ უნდა ეწინააღმდეგებოდეს აღნიშნული კანონისა და სხვა ნორმატიული აქტების მოთხოვნებს. არსებობს კონტრაქტის ტიპური ფორმა, რომელიც სარეკომენდაციო ხასიათისაა.

არსებობს აგრეთვე კოლექტიური ხელშეკრულება და შეთანხმება, რომელსაც შრომითი კოლექტივის სახელით დამქირავებელთან დებს კოლექტივის რწმუნებით აღჭურვილი მისი წარმომადგენელი. ახლად შექმნილმა საწარმომ კოლექტიური ხელშეკრულება უნდა დადოს სამი თვის ვადაში. საწარმოს რეორგანიზაციის შემთხვევაში კოლექტიური ხელშეკრულება ძალაში იმ დრომდე, რა ვადითაცაა იგი დადებული, შესაძლებელია აგრეთვე მისი დებულებების გადასინჯვა მხარეთა შეთანხმების შემთხვევაში. საწარმოს მესაკუთრის შეცვლის შემთხვევაში კოლექტიური ხელშეკრულება ძალაში რჩება არა უმეტეს ერთი წლისა. ამ პერიოდში მხარეებმა უნდა დაიწყონ მოლაპარაკება ახალი კოლექტიური ხელშეკრულების დადების მიზნით. შესაძლებელია აგრეთვე ცვლილებებისა და დამატებების შეტანა არსებულ ხელშეკრულებაში მხარეების შეთანხმების გზით. ასეთ შემთხვევაში კოლექტიურ ხელშეკრულებაზე ხელის მოწერა ნიშნავს ახალი ხელშეკრულების დადებას.

საწარმოს ლიკვიდაციის შემთხვევაში კოლექტიური ხელშეკრულება ძალაშია სალიკვიდაციო პერიოდის განმავლობაში, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს ორმხრივ ვალდებულებებს. მის შინაარსს განსაზღვრავენ მხარეები თავიანთი კომპეტენციის ფარგლებში. მხარეთა ვალდებულებები დგინდება შრომითი, სოციალურ-ეკონომიკური და პროფესიული ურთიერთობების მოწესრიგების შემდეგ სფეროებში:

- ცვლილებები წარმოებისა და შრომის ორგანიზაციაში;
- დასაქმების უზრუნველყოფა;
- სამუშაოს ნორმების, ხელფასისა და სხვა სახის გასაცემების (ხელფასის დანამატების, პრემიების და სხვათა) ფორმები, სისტემები და რაოდენობა;
- გარანტიების, კომპენსაციებისა და შეღავათების დადგენა;



- საწარმოს მოგების ფორმირებაში, განაწილებასა და გამოყენებაში საწარმოს მუშაკთა მონაწილეობა;
- მუშაობის რეჟიმის, სამუშაო დროისა და დასვენების ხანგრძლივობა;
- შრომის პირობებისა და შრომის დაცვა;
- საბინაო-საყოფაცხოვრებო, კულტურული, სამედიცინო მომსახურების უზრუნველყოფა, მუშაკთა დასვენებისა და გაჯანსაღების უზრუნველყოფა;
- პროფესიული კავშირების ან მუშაკთა სხვა წარმომადგენლობითი ორგანოების საქმიანობის გარანტირება.

კოლექტიურ ხელშეკრულებაში შეთანხმებისაგან განსხვავებით, შესაძლებელია გათვალისწინებული იქნეს დამატებითი გარანტიები და სოციალური შეღავათები. ხელშეკრულებაში მოცემული დებულებები არ უნდა ეწინააღმდეგებოდეს შრომის კანონმდებლობას, არ უნდა აუარესებდეს დაქირავებულის შრომის პირობებს და არ უნდა იყოს იმაზე დაბალი, ვიდრე ეს გათვალისწინებულია შეთანხმებით. საპირისპირო შემთხვევაში ხელშეკრულება ბათილად ითვლება.

შრომითი კოლექტივის წარმომადგენლობით ორგანოს ხელშეკრულება საშუალებას აძლევს გააკონტროლოს დამქირავებლის მიერ აღებული ვალდებულებების შესრულება.

#### **1.4. სამუშაოზე მიღებისა და დათხოვნის წესი**

საწარმოში, დაწესებულებაში, ორგანიზაციაში მუშაკის მიღება, როგორც აღინიშნა, ხდება შრომითი ხელშეკრულების (კონტრაქტის) დადების საფუძველზე. უფლებამოსილი პირის მიერ სამუშაოზე დაშვება კონტრაქტის დადებასთანაა გაიგივებული კანონის შესაბამისად.

სამუშაოზე მიღებისას, ან დადგენილი წესით სხვა სამუშაოზე გადაყვანისას ადმინისტრაცია ვალდებულია მუშაკს გააცნოს:

1. დაკისრებული სამუშაო, შრომისა და ანაზღაურების პირობები, განუმარტოს უფლებები და მოვალეობები;
2. ორგანიზაციის შინაგანაწესი, კოლექტიური ხელშეკრულება ან შეთანხმება.

აღნიშნულის გარდა, მუშაკს უნდა ჩაუტარდეს შრომის დაცვის შესავალი ინსტრუქტაჟი და გაეცნოს უსაფრთხო მუშაობის წესებს უშუალოდ სამუშაო

ადგილზე, ტექნოლოგიური პროცესის, გამოყენებული მანქანა-დანადგარების, სამარჯვების და სხვათა სპეციფიკის გათვალისწინებით.

აღნიშნულის შემდეგ მუშაკს წარმოეშვება ვალდებულებები:

1. იმუშავოს კეთილსინდისიერად. დაიცვას შრომის დისციპლინა. დროულად და ხარისხიანად შეასრულოს ადმინისტრაციის განკარგულებები. სამუშაო დრო გამოიყენოს მხოლოდ შრომისათვის და არ შეაფერხოს სხვა მუშაკების შრომითი საქმიანობა თავისი მოქმედებით ან უმოქმედობით.
2. აამაღლოს შრომის ნაყოფიერება, დროულად და ხარისხიანად შეასრულოს სამუშაო დავალებები.
3. ცდილობდეს გააუმჯობესოს მუშაობისა და მიღებული პროდუქციის ხარისხი, დაიცვას ტექნოლოგიური ციკლი, არ დაუმვას წუნიანი პროდუქციის გამოშვება.
4. შეასრულოს შრომის უსაფრთხოების ყველა მოთხოვნა, რომლებიც გათვალისწინებულია სათანადო ნორმებით ან წესებით, ისარგებლოს სპეცტანსაცმლით და საჭიროების შემთხვევაში, დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით.
5. მიიღოს ზომები ავარიის აღმოსაფხვრელად ან მისი მანეჟმენტის შესარბილებლად და სასწრაფოდ აცნობოს ამის შესახებ უშუალო უფროსს ან ადმინისტრაციას.
6. წესრიგში იქონიოს სამუშაო ადგილი, მოწყობილობები, სამარჯვები და ა.შ. და მოწესრიგებული სახით გადასცეს შემცვლელ მუშაკს განრიგით მუშაობის შემთხვევაში. სხვა შემთხვევაში მოწყობილობები, სამარჯვები და ა.შ. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ, დასუფთავებული სახით შეინახოს მათთვის განკუთვნილ ადგილზე.
7. დაიცვას სისუფთავე სააქროს, დაწესებულების, ქარხნის ტერიტორიაზე და გაუფრთხილდეს მატერიალურ ფასეულობებს.
8. ეკონომიურად ხარჯოს ნედლეული, ენერჯია, სათბობი და სხვა რესურსი. გაუფრთხილდეს სარგებლობისათვის მიცემულ ნივთებსა და საგნებს.
9. სამუშაოთა ნომენკლატურა, რომელიც უნდა შეასრულოს ყოველმა მუშაკმა სპეციალობის, კვალიფიკაციისა და დაკავებული თანამდებობის შესაბამისად, განისაზღვრება ერთიანი სატარიფო-საკვალი-ფიკაციო ცნობარით, თანამდებობრივი ინსტრუქციებით და დებულებებით, რომლებიც დადგენილი წესით უნდა იქნეს დამტკიცებული.

ადმინისტრაციის ვალდებულებები შემდეგია:

1. საწარმოო პროცესი ისე ააწყო, რომ ყველა დასაქმებული მუშაობდეს სპეციალობისა და კვალიფიკაციის შესაბამისად. ჰქონდეს შრომის ჯანსაღი და უსაფრთხო პირობებით უზრუნველყოფილი სამუშაო ადგილი, სადაც იქნება გამართული მანქანა-დანადგარები, სამარჯვები და ა.შ. სამუშაოს დაწყების წინ მისცეს კონკრეტული დავალება.
2. საწარმოო პროცესში შეამციროს ხელის, ნაკლებკვალიფიციური და მძიმე ფიზიკური შრომის წილი. იზრუნოს კვალიფიკაციის ამაღლებაზე სხვადასხვა ხასიათის სწავლებების ჩატარების გზით.
3. რაციონალურად და ეკონომიურად გამოიყენოს შრომითი, მატერიალური და ფინანსური რესურსები. დახვეწოს და სრულყოს ანაზღაურების საკითხები. თვეში ერთჯერ გასცეს ხელფასი (შრომის კოდექსის 31-ე მუხლის, მე-2 ნაწილის თანახმად), რომელიც არ იქნება სახელმწიფოს მიერ დადგენილ მინიმუმზე ნაკლები.
4. უზრუნველყოს შრომისა და საწარმოო დისციპლინის დაცვა, დამრღვევთა მიმართ გამოიყენოს კანონით დაშვებული ზემოქმედების წესები. ამასთან ერთად, უნდა გაითვალისწინოს კოლექტივის აზრი დისციპლინური სასჯელის დადების დროს.
5. მიიღოს ყველა აუცილებელი ზომა საწარმოო ტრავმატიზმის, პროფესიული და სხვა დაავადებების პროფილაქტიკისათვის. დროულად მისცეს კანონებით გათვალისწინებული შეღავათები ისეთებს, რომლებიც სამუშაოს ასრულებენ მავნე პირობებში ან თვით სამუშაოა მძიმე. უზრუნველყოს მუშაკები სპეცტანსაცმლით და დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით.
6. განუხრელად დაიცვას შრომის კანონმდებლობა და შრომის უსაფრთხოება.
7. კანონით დადგენილი პერიოდულობით შეამოწმოს შრომის ჰიგიენის, უსაფრთხოების ტექნიკის, საწარმოო სანიტარიისა და ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის მოთხოვნათა ცოდნის დონე და იზრუნოს აღნიშნული დონის ამაღლებაზე ინსტრუქტაჟებისა ჩატარების გზით.

შრომითი ხელშეკრულების შეწყვეტა უნდა მოხდეს მხოლოდ კანონის საფუძველზე.

მუშაკს თავისი ინიციატივით შეუძლია მოშალოს ნებისმიერი ვადით დადებული კონტრაქტი, ოღონდ 1 თვით ადრე უნდა გააფრთხილოს ამის შესახებ ადმინისტრაცია საქართველოს შრომის კოდექსის 38 მუხლის მე-2 ნაწილის თანახმად, თუ ხელშეკრულებით სხვა რამ არ არის გათვალისწინებული.

გაფრთხილების ვადის გასვლის შემდეგ მუშაკს უფლება აქვს შეწყვიტოს მუშაობა, ხოლო ადმინისტრაცია ვალდებულია გაუსწოროს მას ანგარიში და მისცეს შრომის წიგნაკი. ამ უკანასკნელის არარსებობის შემთხვევაში – ცნობა მუშაობის ხანგრძლივობის შესახებ. დათხოვნის დღედ ითვლება მუშაობის ბოლო დღე. იმავე კოდექსის 39-ე მუხლის თანახმად არასრულწლოვნის კანონიერ წარმომადგენელსაც აქვს ხელშეკრულების მოშლის უფლება, თუ მუშაობის გაგრძელება ზიანს მიაყენებს არასრულ-წლოვნის სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას ან სხვა მნიშვნელოვან ინტერესებს.

შრომის წიგნაკში დათხოვნის მიზეზი უნდა იქნეს ფორმულირებული მოქმედი კანონმდებლობის ზუსტი შესაბამისობით და კანონის სათანადო მუხლის (ნაწილის) მითითებით. სახელმწიფო მოხელის დათხოვნისას, ადმი-ნისტრაცია მას უნდა შეუთანხმდეს შრომის წიგნაკში ჩანაწერის გაკეთების შესახებ.

სამუშაოდან განთავისუფლების მოთხოვნა არ შეიძლება იმ სამუშაოს შესრულების პერიოდში, რა ვადითაც მუშაკი შრომის დისციპლინის დარღვევისათვის გადაყვანილია სხვა სამუშაოზე.

შრომის კოდექსის 38-ე მუხლის მე-3 ნაწილის თანახმად, დამსაქმებელსაც შეუძლია ხელშეკრულების მოშლა და ამ შემთხვევაში დასაქმებულს უნდა მიეცეს არანაკლებ ერთი თვის შრომის ანაზღაურება.

შრომის ხელშეკრულების შეწყვეტა ფორმდება ადმინისტრაციის სათა-ნაღო ბრძანებით.

## 1.5. სამუშაო დრო

სამუშაო დროის სამართლებრივი რეგლამენტაცია შრომითი ურთიერ-ობების პრაქტიკისათვის აუცილებელია. აღნიშნული დადგენილია ორი მიზნით: ა) აუცილებელი სამუშაო დროის განსაზღვრავად; ბ) სამუშაო დროის ხანგრძლივობის შესაზღუდად, მუშაკის ძალის აღსადგენად.

სამუშაო დრო ის შუალედი, რომლის განმავლობაში მომუშავემ უნდა შეასრულოს შრომითი მოვალეობები. სამუშაო დრო იზომება ისეთივე ერთეუ-ლებით, როგორითაც ჩვეულებრივი დრო – საათებით, დღეებით და ა.შ. მიღებულია დროის აღრიცხვა სამუშაო დღით და სამუშაო კვირით. პირველი მათგანია სამუშაო დროის ხანგრძლივობა საათებითა და წუთებით, რომელიც განსაზღვრულია სამუშაო გრაფიკის ან შინაგანაწესის შესაბამისად. სამუშაო კვირა არის კანონით დადგენილი სამუშაო დროის ჯამური ხანგრძლივობა კვირის განმავლობაში, რომელიც ნორმალური სამუშაო კვირისათვის არ უნდა

აღმატებოდეს 41 საათს. სამუშაო დროში არ ითვლება შესვენებისა და დასვენების დრო.

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-14 მუხლის მე-2 ნაწილის თანახმად, სამუშაო დღეებს (ცვლებს) შორის დასვენების ხანგრძლივობა არ უნდა იყოს 12 საათზე ნაკლები, რითაც ფაქტობრივად განსაზღვრულია სამუშაო დღის გონივრული ხანგრძლივობა.

იმავე კანონის მე-16 მუხლის თანახმად, სამუშაოს პირობების გათვალისწინებით, როდესაც შეუძლებელია ყოველდღიური ან ყოველკვირეული სამუშაო დროის ხანგრძლივობის დაცვა, შემოღებულია სამუშაო დროის შევსება ალრიცხვის წესი.

ამასთან ერთად ცვლაში მუშაობა და ერთი ცვლიდან მეორეში გადასვლა განისაზღვრება ცვლიანობის განრიგით, რომელსაც კანონის თანახმად ამტკიცებს დამსაქმებელი სამუშაოს სპეციფიკის გათვალისწინებით. ცვლიანობის განრიგის ცვლილების შესახებ მუშაკს უნდა ეცნობოს 10 დღით ადრე იმ შემთხვევის გარდა, როცა ეს შეუძლებელია დროულად და გამოწვეულია უკიდურესი საწარმოო აუცილებლობის გამო.

გამოიყენება სამუშაო კვირის ორი სახეობა: 5-დღიანი სამუშაო კვირა დასვენების ორი დღით და 6-დღიანი სამუშაო კვირა დასვენების ერთი დღით. ეს უკანასკნელი გამოიყენება ისეთ შემთხვევებში, როცა წარმოების ხასიათისა და შრომის პირობების მიხედვით 5-დღიანი სამუშაო კვირის შემოღება შეუძლებელი ან მიზანშეწონილი არაა.

იმავე კანონის მე-17 მუხლის თანახმად დასაქმებული ვალდებულია უსასყიდლოდ შეასრულოს სტიქიური უბედურების ასაცილებელი ან მისი შედეგების სალიკვიდაციო სამუშაოები სამუშაო დროის ალრიცხვის მხედველობაში მიღების გარეშე, ხოლო საწარმოო ავარიის ასაცილებელი ან მისი შედეგების სალიკვიდაციო სამუშაოები ითვლება ზეგანაკვეთურ სამუშაოდ და ანაზღაურებადია.

დამის სამუშაოზე (22 საათიდან დღის 6 საათამდე) შრომის კოდექსის მე-18 მუხლის თანახმად აკრძალულია არსრულწლოვნის, ორსულის, ახალნამშობიარები ან მეძუძური ქალის დასაქმება, ხოლო 3 წლამდე ასაკის ბავშვის მომვლელის ან შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე პირის დასაქმება – მისი თანხმობის გარეშე. აღნიშნულ სამუშაოზე ცვლის ხანგრძლივობა 1 საათითაა შემცირებული.

დამის სამუშაოს ხანგრძლივობის 1 საათით შემცირება არ ხდება მაშინ, როცა ასეთი სამუშაო აუცილებელია წარმოების პირობების ან ტექნო-ლოგიური

ციკლის მიზეზით. ასეთ საწარმოებში ღამის სამუშაოების ხანგრძლივობა გათანაბრებულია დღის სამუშაოებთან.

გათვალისწინებულია აგრეთვე შემდეგი:

1. მუშაობის, დასვენებისა და კვებისათვის საჭირო შესვენების დაწყებისა და დამთავრების დროს ადგენს ადმინისტრაცია კანონის შესაბამისად. სამუშაოს სპეციფიკიდან გამომდინარე, ადმინისტრაცია ადგენს სამუშაოს დაწყების, დამთავრებისა და შესვენების დროს (ცვლიანი სამუშაოს შემთხვევაში ცვლიანობის გრაფიკსაც), რომელსაც ამტკიცებს პროფკავშირის კომიტეტთან შეთანხმებით. ცვლიანობის გრაფიკს აცნობენ მუშებსა და მოსამსახურეებს შემოღებამდე ერთი თვით ადრე. ცვლიანობას მუშაკები იცვლიან რიგრიგობით, თანაზომიერად.
2. მუშაობის დაწყებამდე ყველა მუშაკი ვალდებულია აღნიშნოს თავისი მოსვლა სამუშაოზე, ხოლო სამუშაო დღის დამთავრებისას – სამუშაოდან წასვლა დაწესებულებაში დადგენილი წესის მიხედვით.
3. ადმინისტრაცია ვალდებულია აღრიცხოს სამუშაოზე გამოცხადება და წასვლა. (ნასვამი მუშაკი სამუშაოზე არ დაიშვება).
4. უწყვეტი ციკლის სამუშაოზე აკრძალულია სამუშაოს მიტოვება შემცვლელის მოსვლამდე. მისი გამოუცხადებლობის შემთხვევაში მუშაკმა უნდა აცნობოს სამუშაოს უფროსს, რომელიც ვალდებულია დაუყოვნებლივ მიიღოს ზომები სხვა მუშაკით გამოუცხადებლის შეცვლის შესახებ.
5. თუ წარმოების ხასიათით შესვენების დროის დადგენა შეუძლებელია, მუშაკს უნდა მიეცეს საშუალება იკვებოს მისთვის მოსახერხებელ დროს სამუშაო დროის განმავლობაში.
6. ზედმეტ საათებში მუშაობა, როგორც წესი, არ შეიძლება. ზედმეტ საათებში მუშაობა დასაშვებია გამონაკლისის სახით ადმინისტრაციის ბრძანებით. გამონაკლისი შემთხვევები განსაზღვრულია შრომის კოდექსით.
7. სამუშაო დროს აკრძალულია: ა) დასაქმებულთა მოცდენა საზოგადოებრივი მოვალეობის შესასრულებლად და ისეთი ღონისძიებების ჩასატარებლად, რომლებიც არაა დაკავშირებული საწარმოო საქმია-ნობასთან; ბ) საზოგადოებრივ საკითხებზე კრებების, სხდომებისა და სხვა სახის თათბირების მოწვევა.
8. ყოველწლიური შევსებულების მიცემის რიგითობას ადგენს ადმინისტრაცია. შევსებულების გრაფიკი დგება ყოველი კალენდარული წლისათვის 5 იანვარს და ეცნობება ყველა მუშაკს.

9. შრომის შინაგანაწესით შეიძლება გათვალისწინებული იქნეს წახალი-სებები: მაღლობა, პრემიის გაცემა, ფასიანი საჩუქრით დაჯილდოება და სხვ. წახალისების გამოცხადება ხდება ბრძანებით და შეიტანება შრომის წიგნაკში.

## 1.6. ზეგანაკვეთური მუშაობა,

### შვებულება, ქალთა შრომა

შრომის კოდექსის მე-17 მუხლის თანახმად, ზეგანაკვეთურია შრომის შინაგანაწესით განსაზღვრული დროის გასვლის შემდეგ დაწესებულებაში მუშაობის დრო (სამუშაო კვირის განმავლობაში 41 საათს ზემოთ ნამუშევარი დრო). ადმინისტრაციას ყოველთვის არა აქვს ზეგანაკვეთური შრომის გამოყენების უფლება. აღნიშნული უფლება დადგება მაშინ, როცა გარკვეული სამუშაოს შესრულება საჭიროა სტიქიური უბედურების, საწარ-მოო ავარიის ასაცილებლად ან მათი შედეგების აღმოფხვრისათვის.

ამასთან ერთად, პირველ შემთხვევაში, ანუ სტიქიური უბედურებისას, როგორც აღინიშნა, დაქირავებული ვალდებულია უსასყიდლოდ შეასრულოს სამუშაო, ხოლო საწარმოო ავარიის სალიკვიდაციო სამუშაოები ანაზღაურდება. იმავე მუხლის მე-4 ნაწილის თანახმად ზეგანაკვეთური სამუშაოს პირობები განისაზღვრება მხარეთა შეთანხმების საფუძველზე.

აკრძალულია ორსული ან ახალნამშობიარები ქალის, შეზღუდული შესაძლებლობების მქონე პირის ზეგანაკვეთურ სამუშაოზე დასაქმება მისი თანხმობის გარეშე.

აკრძალულია ღამის სამუშაოზე (22–6 სთ-ის პერიოდში) ორსული, ახალნამშობიარები ან მეძუძური ქალის დასაქმება. იმავე სამუშაოზე შესაძლებელია დასაქმდეს 3 წლამდე ასაკის ბავშვის მოძველელი, ოღონდ ამ შემთხვევაში საჭიროა ამ უკანასკნელის თანხმობა.

შრომის კოდექსის 21-ე მუხლის თანახმად, დასაქმებულს უფლება აქვს ისარგებლოს ანაზღაურებადი შვებულებით – წელიწადში არანაკლებ 24 სამუშაო დღით და ანაზღაურების გარეშე შვებულებით – 15 კალენდარული დღით. შრომითი ხელშეკრულებით შესაძლებელია განისაზღვროს აგრეთვე სხვა წესი, მაგრამ არ უნდა უარესდებოდეს დასაქმებულთა მდგომარეობა.

შვებულების მიღების უფლება წარმოიშობა მუშაობის დაწყებიდან 11 თვის შემდეგ, ხოლო მომდევნო წლებში შვებულება გაიცემა წელიწადის ნებისმიერ დროს. მხარეთა შეთანხმებით შესაძლებელია შვებულების ნაწილ-ნაწილ

გამოყენება. აგრეთვე პირველი ანაზღაურებადი შვებულების 11 თვეზე უფრო ადრე მიცემა.

შვებულებაში არ ითვლება დროებითი შრომისუნარობის პერიოდი, შვებულება ორსულობის, მშობიარობისა და ბავშვის მოვლის გამო, შვებულება ახალშობილის შვილად აყვანის გამო და დამატებითი შვებულება ბავშვის მოვლის გამო.

25-ე მუხლის თანახმად, აკრძალულია ანაზღაურებადი შვებულების გადატანა ზედიზედ 2 წლის განმავლობაში. საშვებულებო ანაზღაურება განისაზღვრება შვებულების წინა 3 თვის საშუალო ანაზღაურებიდან. თუ მუშაობის დაწყებიდან ან უკანასკნელი შვებულების შემდეგ ნამუშევარი დრო 3 თვეზე ნაკლებია – ფაქტობრივად ნამუშევარი თვეების საშუალო ანაზღაურებიდან, ხოლო ყოველთვიური ფიქსირებული ანაზღაურების შემთხვევაში – ბოლო თვის ანაზღაურების მიხედვით.

დასაქმებულს თავისი მოთხოვნის საფუძველზე ეძლევა შვებულება ორსულობის, მშობიარობისა და ბავშვის მოვლის გამო – 477 კალენდარული დღე, რომელთაგან ანაზღაურებადია 126 კალენდარული დღე, ხოლო გართულებული მშობიარობისა ან ტყუპის შობის შემთხვევაში – 140 დღე. შვებულება დასაქმებულს თავისი შეხედულების მიხედვით შეუძლია გადაანაწილოს ორსულობისა და მშობიარობის შემდგომ პერიოდებზე.

ერთ წლამდე ასაკის ახალშობილის შვილად აყვანის შემთხვევაში დასაქმებული თავისი განცხადების საფუძველზე მიიღებს შვებულებას 365 კალენდარული დღით, რომელთაგან ანაზღაურებადია 70 კალენდარული დღე.

დასაქმებულს თავისივე თხოვნით, უწყვეტად ან ნაწილ-ნაწილ, მაგრამ არანაკლებ ორი კვირისა წელიწადში, ეძლევა ანაზღაურების გარეშე შვებულება ბავშვის მოვლის გამო – 12 კვირის საერთო რაოდენობით, სანამ ბავშვს შეუსრულდება 5 წელი.

ორსულობის, მშობიარობისა და ბავშვის მოვლის, ასევე ახალშობილის შვილად აყვანის გამო შვებულებები ანაზღაურდება სახელმწიფო ბიუჯეტიდან. დამსაქმებელი და დასაქმებული შესაძლებელია შეთანხმდნენ აგრეთვე დამატებითი ანაზღაურების შესახებ.

## **1.7. საპუშაოზე მიღების მინიმალური ასაკი**

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-4 მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად ფიზიკური პირის შრომითი ქმედუნარიანობა წარმოიშობა 16 წლის ასაკიდან. მაშასადამე, სამუშაოზე მიღების მინიმალური ასაკია 16 წელი.



16 წლამდე ასაკის არასრულწლოვნის შრომითი კმედუნარიანობა საქართველოს შრომის კოდექსის მე-4 მუხლის მე-2 ნაწილის თანახმად წარმოიშობა მისი კანონიერი წარმომადგენლის ან მეურვეობის ორგანოს თანხმობით, თუ შრომითი ურთიერთობა არ ეწინააღმდეგება არასრულ-წლოვნის ინტერესებს, ზიანს არ აყენებს მის ზნეობრივ, ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებას და არ უზღუდავს მას სავალდებულო დაწყებითი და საბაზო განათლების მიღების უფლებასა და შესაძლებლობას.

14 წლამდე ასაკის არასრულწლოვანთან შრომითი ხელშეკრულება შესაძლებელია დაიდოს მხოლოდ სპორტულ, ხელოვნებასთან დაკავშირებულ და კულტურის სფეროში საქმიანობაზე, ასევე სარეკლამო სამუშაოს შესასრულებლად.

აკრძალულია არასრულწლოვანთან შრომითი ხელშეკრულების დადება სათამაშო ბიზნესთან, ღამის გასართობ დაწესებულებებთან, ეროტიკული და პორნოგრაფიული პროდუქციის, ფარმაცევტული და ტოქსიკური ნივთიერებების დამზადებასთან, გადაზიდვასთან და რეალიზაციასთან დაკავშირებული სამუშაოების შესასრულებლად.

აკრძალულია არასრულწლოვანთან, ასევე ორსულ და მეძუძურ ქალთან შრომითი ხელშეკრულების დადება მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიანი სამუშაოების შესასრულებლად.

საშიშპირობებიანი სამუშაოების ნუსხა შედგენილი აქვს საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს.

## **18. პასუხისმგებლობა დისციპლინის დარღვევისათვის**

საქართველოს შრომის კოდექსის მე-13 მუხლის მე-2 ნაწილის “ფ” პუნქტით დამსაქმებელს უფლება აქვს განსაზღვროს დისციპლინის დარღვევისათვის პასუხისმგებლობა, რომელიც ტრადიციის შესაბამისად შესაძლებელია შემდეგი სახის იყოს.

1. ა) შენიშვნა; ბ) საყვედური; გ) სასტიკი საყვედური; დ) სამსახურიდან დათხოვნა.
2. დისციპლინური სასჯელის სახით დათხოვნა შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს მაშინ, თუ მუშაკი კონტრაქტით ან განწყევით დაკისრებულ მოვალეობას სისტემატურად არ ასრულებს, ამისათვის მას არა აქვს ობიექტური საპატიო მიზეზი და ადრე მის მიმართ გამოყენებული იყო სხვა დისციპლინური სასჯელი.

3. სასჯელის გამოყენებამდე შრომის დისციპლინის დამრღვევს მოეთხოვება წერილობითი ახსნა-განმარტების წარმოდგენა. მუშაკის უარი ახსნა-განმარტების მიცემაზე არ შეიძლება გახდეს სასჯელის გამოყენების დამაბრკოლებელი გარემოება.
4. დისციპლინური სასჯელის გამოყენება შესაძლებელია უშუალოდ დარღვევის აღმოჩენისთანავე, მაგრამ არა უგვიანეს ერთი თვისა მისი აღმოჩენიდან, მუშაკის ავადმყოფობა ან შვებულებაში ყოფნა დროის მიმდინარეობას აჩერებს, ანუ დროის ათვლისას მხედველობაში არ მიიღება.
5. დისციპლინური სასჯელის გამოყენება არ შეიძლება თუ დარღვევის ფაქტის მოხდენიდან გასულია ექვსი თვე, ხოლო რევიზიის შედეგად დარღვევის აღმოჩენისას – ორი წელი.
6. შრომის დისციპლინის ყოველი დარღვევისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს მხოლოდ ერთი დისციპლინური სასჯელი.
7. ბრძანებას დისციპლინური სასჯელის გამოყენების შესახებ მისი მოტივების გამოყენების მითითებით მუშაკს გამოუცხადებენ ხელწერილის ჩამორთმევით.
8. თუ დისციპლინური სასჯელის დადებიდან ერთი წლის განმავლობაში მუშაკს არ დაედება ახალი დისციპლინური სასჯელი, დადებული დისციპლინური სასჯელი ქარწყლდება და იგი ჩაითვლება ისეთ პირად, რომელსაც დისციპლინური სასჯელი არ ჰქონია დადებული.
9. თუ მუშაკს ხელახლა არ დაურღვევია შრომის დისციპლინა და ამასთან თავი გამოიჩინა როგორც კარგმა და კეთილსინდისიერმა მუშაკმა, მას შესაძლებელია მოეხსნას დისციპლინური სასჯელი ხელმძღვანელის ან შრომითი კოლექტივის შუამდგომლობით.
10. შრომის შინაგანაწესი უნდა გამოიკრას თვალსაჩინო ადგილზე.

## **19. ბაზიციზა და ლოკაუტი**

საქართველოს შრომის კოდექსის 47-ე მუხლის თანახმად შრომითი ურთიერთობის დროს წარმოშობილი უთანხმოების გადაწყვეტა შედის შრომითი ხელშეკრულების მხარეთა კანონიერ ინტერესებში. დავის საგანი წერილობითი ფორმით უნდა მიეწოდოს მეორე მხარეს. დავის წარმოშობის საფუძველი შესაძლებელია იყოს ადამიანის უფლებებისა და თავისუფლებების, ასევე შრომითი ხელშეკრულების ან შრომის პირობების დარღვევა.

კოლექტიური ხელშეკრულების მონაწილე დასაქმებული არ იზღუდება, დავის შემთხვევაში ინდივიდუალურად დაიცვას თავისი უფლებები სხვა

კონკრეტულ საკითხთან დაკავშირებით.

დავის განხილვა შეუძლიათ მხოლოდ იმ პირებს, რომლებსაც ეხებათ დავა შემათანხმებელი პროცედურების, ინდივიდუალური მოლაპარაკების გზით ან სასამართლოს საშუალებით. დავის განხილვა არ იწვევს შრომითი ურთიერთობის შეჩერებას.

დავასთან დაკავშირებით საქართველოს კანონმდებლობა იცნობს გაფიცვისა და ლოკაუტის ცნებებს. გაფიცვა არის დავის შემთხვევაში დასაქმებულის დროებითი ნებაყოფილობითი უარი შრომითი ხელშეკრულებით გათვალისწინებული ვალდებულებების მთლიანად ან ნაწილობრივ შესრულებაზე. ლოკაუტი იმავე შინაარსისაა, ოღონდ ეს დამსაქმებლის პრეროგატივაა. მაშასადამე ლოკაუტი არის დავის შემთხვევაში დამსაქმებლის დროებითი ნებაყოფილობითი უარი შრომითი ხელშეკრულებით გათვალისწინებული ვალდებულებების მთლიანად ან ნაწილობრივ შესრულებაზე.

საქართველოს შრომის კოდექსის 49-ე მუხლის მე-3 ნაწილის თანახმად მხარეები გაფიცვის ან ლოკაუტის უფლების გამოყენებამდე ვალდებული არიან მოაწონ გამოფრთხილებელი გაფიცვა ან გამოფრთხილებელი ლოკაუტი. ამასთან ერთად მოწყობამდე 3 კალენდარული დღით ადრე წერილობით უნდა შეატყობინონ ერთმანეთს დავის საგნის, მისი წარმოშობის საფუძვლის, აგრეთვე გაფიცვის ან ლოკაუტის დროის, ადგილისა და ხასიათის შესახებ.

გამაფრთხილებელი გაფიცვის ან გამაფრთხილებელი ლოკაუტის შემდეგ მხარეები ვალდებული არიან მონაწილეობა მიიღონ შემათანხმებელ პროცედურებში.

გაფიცვისა და ლოკაუტის უფლება წარმოიშობა მხოლოდ გამაფრთხილებელი გაფიცვისა ან გამაფრთხილებელი ლოკაუტის შემდეგ არანაკლებ 24 საათის და არა უმეტეს 14 კალენდარული დღის განმავლობაში. გაფიცვისა და ლოკაუტის პირობებში მხარეები ვალდებული არიან განაგრძონ შემათანხმებელი პროცედურები საქართველოს კანონმდებლობის თანახმად. თუ ერთ-ერთმა მხარემ თავი აარიდა მასში მონაწილეობას, ასეთი გაფიცვა ან ლოკაუტი უკანონოდ ითვლება. თუ გაფიცვის უფლება წარმოიშვა ვადიანი ხელშეკრულების მოქმედების ვადაში, ამ ვადის გასვლის შემდეგ გაფიცვა უკანონოა. გაფიცვის ან ლოკაუტის უკანონოდ ცნობის შესახებ გადაწყვეტილებს იღებს სასამართლო, რომელიც დაუყოვნებლივ უნდა შესრულდეს.

გაფიცვა და ლოკაუტი არ შეიძლება გაგრძელდეს 90 კალენდარულ დღეზე მეტ ხანს. ამ პერიოდში დამსაქმებელი საქართველოს შრომის კანონით არ არის ვალდებული მისცეს დასაქმებულს შრომის ანაზღაურება (პროფკავშირი უნდა

იყოს საკმარისად მდიდარი და ძლიერი იმისათვის, რომ შეძლოს გაფიცულისათვის ანაზღაურების მიცემა, სხვა შემთხვევაში გაფიცვის უფლება პრაქტიკულად ძნელად რეალიზებადი იქნება), ხოლო აღნიშნული ღონისძიებები არ შეიძლება გახდეს შრომითი ურთიერთობის შეწყვეტის საფუძველი.

თუ საფრთხე ემუქრება ადამიანის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობას, ბუნებრივი გარემოს უსაფრთხოებას ან მესამე პირის საკუთრებას, აგრეთვე სასიცოცხლო მნიშვნელობის სამსახურის საქმიანობას, სასამართლოს უფლება აქვს გადადოს გაფიცვის ან ლოკაუტის დაწყება არა უმეტეს 30 დღით, ხოლო დაწყებული გაფიცვა ან ლოკაუტი შეაჩეროს ამავე ვადით. საგანგებო ან საომარი ვითარების დროს გაფიცვისა და ლოკაუტის უფლება შესაძლებელია შეიზღუდოს საქართველოს პრეზიდენტის დეკრეტით.

## 1.10. შრომის პირობების დაცვა

საქართველოს შრომის კოდექსის 35-ე მუხლის თანახმად დაქირავებულს აქვს უსაფრთხო და ჯანსაღი სამუშაო გარემოს უფლება.

შრომის პირობების დაცვაზე ვალდებულება დაკისრებული აქვს დამქირავებელს. იგი ვალდებულია გონივრულ ვადაში მიაწოდოს დაქირავებულს მის ხელთ არსებული სრული, ობიექტური და გასაგები ინფორმაცია ყველა იმ ფაქტორის შესახებ, რომლებიც მოქმედებს დასაქმებულის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობაზე ან ბუნებრივი გარემოს უსაფრთხოებაზე.

დასაქმებულს უფლება აქვს უარი განაცხადოს იმ სამუშაოს, დავალების ან მითითების შესრულებაზე, რომელიც ეწინააღმდეგება კანონს, ან შრომის პირობების დაუცველობის გამო აშკარა და არსებით საფრთხეს უქმნის მის ან მესამე პირის სიცოცხლეს, ჯანმრთელობას, საკუთრებას ან ბუნებრივი გარემოს უსაფრთხოებას. დასაქმებული ვალდებულია დაუყოვნებლივ შეატყობინოს დამსაქმებელს იმ გარემოების შესახებ, რომლის გამოც იგი უარს ამბობს შრომითი ხელშეკრულებით ნაკისრი ვალდებულების შესრულებაზე.

1.2 პარაგრაფში აღინიშნა, რომ საქართველოს შრომის კოდექსის 35-ე მუხლის მე-6 ნაწილის თანახმად “დამსაქმებელი ვალდებულია სრულად აუნაზღაუროს დასაქმებულს სამუშაოს შესრულებასთან დაკავშირებული, ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესებით მიყენებული ზიანი და აუცილებელი მკურნალობის ხარჯები”.

ამასთან ერთად, იგი ვალდებულია დანერგოს შრომის უსაფრთხოების უზრუნველყოფი პრევენციული სისტემა და დროულად მიაწოდოს

დაქირავებულს სათანადო ინფორმაცია შრომის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკებისა და მათი პრევენციის ზომების, აგრეთვე საფრთხის შემცველ ალჭურვილობასთან მოპყრობის წესების შესახებ, აუცილებლობის შემთხვევაში უზრუნველყოს დასაქმებული პერსონალური დამცავი ალჭურვილობით, სახიფათო მოწყობილობა და სათანადო ტექნოლოგია დროულად შეცვალოს უსაფრთხოთი ან ნაკლებად სახიფათოთი, მიიღოს ყველა სხვა გონივრული ზომა დასაქმებულის უსაფრთხოებისათვის და მისი ჯანმრთელობის დასაცავად.

დამქირავებელი აგრეთვე ვალდებულია მიიღოს ყველა გონივრული ზომა საწარმოო შემთხვევის შედეგების დროული ლოკალიზაციისა და ლიკვიდაციისათვის, პირველადი დახმარების აღმოჩენისა და ევაკუაციისათვის.

დამსაქმებელი ვალდებულია უზრუნველყოს ორსული ქალის დაცვა ისეთი შრომისაგან, რომელიც საფრთხეს უქმნის მის ან ნაყოფის კეთილდღეობას, ფიზიკურ და ფსიქიკურ ჯანმრთელობას.

## **1.11. ნორმატიული აქტების იმარაქია**

ნორმატიული აქტი არის უფლებამოსილი სახელმწიფო ან ადგილობრივი თვითმმართველობის (მმართველობის) ორგანოს (თანამდებობის პირის) მიერ კანონმდებლობით დადგენილი წესით მიღებული (გამოცემული) სამარ-თლებრივი აქტი, რომელიც შეიცავს მისი მუდმივი ან დროებითი და მრავალჯერადი გამოყენების ქცევის ზოგად წესს.

ნორმატიული აქტების შესახებ საქართველოს კანონის შესაბამისად ჩვენს ქვეყანაში მიღებულია ნორმატიული აქტების შემდეგი იერარქია:

1. საქართველოს კონსტიტუცია;
2. საქართველოს კონსტიტუციური კანონი;
3. საქართველოს კონსტიტუციური შეთანხმება;
4. საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულება და შეთანხმება;
5. საქართველოს ორგანული კანონი;
6. საქართველოს კანონი;
7. საქართველოს პარლამენტის რეგლამენტი;
8. საქართველოს პრეზიდენტის დეკრეტი;
9. საქართველოს პრეზიდენტის ბრძანებულება;
10. საქართველოს პარლამენტის დადგენილება;
11. საქართველოს მთავრობის დადგენილება;

12. საქართველოს ეროვნული ბანკის საბჭოს დადგენილება;

და ა.შ.

შრომის დაცვასთან, პროდუქციის გამოშვებასთან, შრომის უსაფრთხოებასთან და სხვა მომიჯნავე საკითხებთან დაკავშირებული კანონები იერარქიით მე-6 საფეხურზე დგანან. საქართველოს შრომის კოდექსთან ერთად ეს კანონებია: “საქართველოს კანონი საშიში საწარმოო ობიექტის უსაფრთხოების შესახებ”, “საქართველოს კანონი ნავთობისა და გაზის შესახებ”, “საქართველოს კანონი პროდუქციისა და მომსახურების სერტიფიკაციის შესახებ”, “საქართველოს კანონი სტანდარტიზაციის შესახებ”, “საქართველოს კანონი ელექტროენერგეტიკისა და ბუნებრივი გაზის შესახებ”, “საქართველოს კანონი ტრანსპორტის სფეროს მართვისა და რეგულირების შესახებ” და სხვ.

საქართველოს სტანდარტების, ტექნიკური რეგლამენტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტოს გენერალური დირექტორის ბრძანება იერარქიაში 33-ე ადგილზე დგას. აღნიშნული ბრძანება შეიძლება გამოიციეს მხოლოდ “საქართველოს კანონით სტანდარტიზაციის შესახებ” და სხვა საკანონმდებლო აქტებით განსაზღვრულ შემთხვევებსა და ფარგლებში.

სხვადასხვა ხასიათის ტექნიკური რეგლამენტები, რომლებშიდაც შედის: სახელმწიფო სტანდარტები, დარგობრივი სტანდარტები, უსაფრთხოების წესები, სანიტარული წესები და ნორმები, სამშენებლო ნორმები და წესები, უსაფრთხოების ინსტრუქციები, სპეცტანსაცმლისა და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით აღჭურვის ნორმები და სხვ. მზადდება შესაბამისი დარგის სპეციალისტების მიერ, ხოლო სამოქმედოდ შემოღება ხდება საქართველოს დარგობრივი სამინისტროს ან საქართველოს სტანდარტების, ტექნიკური რეგლამენტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტოს გენერალური დირექტორის მიერ მისი დამტკიცებითა და სათანადო ბრძანების გამოცემით.

მაგალითად, მუშა-მოსამსახურეთა პერიოდული სამედიცინო შემოწმების შემთხვევათა ჩამონათვალი და წესები შემუშავებულია საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის სამინისტროს მიერ 2007 წელს. საქართველოს ტერიტორიაზე მოქმედი სამშენებლო ნორმებისა და წესების, აგრეთვე სხვა ნორმატიული აქტების მოქმედების ვადა 2001 წელს გაგრძელდა საქართველოს ურბანიზაციისა და მშენებლობის მინისტრის №3/26 ბრძანებით. სახელმწიფოთაშორისი სტანდარტები საქართველოში შემოღებული იქნა საქართველოს პრეზიდენტის 2003 წლის 6 ივლისის №830 განკარგულებით. სხვა ქვეყნების ტექნიკური რეგლამენტების აღიარება მოხდა საქართველოს მთავრობის 2006 წლის 24 თებერვლის №45 დადგენილებით.

ამრიგად ჩანს, რომ აღნიშნული ნორმები იერარქიულად სხვადასხვა საფეხურზე იმყოფებიან.

შესაბამისად, სათანადო კანონქვემდებარე ნორმატიული აქტია თვით ბრძანება და არა რომელიმე ტექნიკური რეგლამენტი, თუმცა პრაქტიკულ საქმიანობაში უფრო მეტად ეს უკანასკნელი გამოიყენება, ხოლო ბრძანება მხოლოდ მისი გამოყენების უფლების მარკენებელია.

ერთსა და იმავე საკითხზე სხვადასხვა ნორმის არსებობის, ანუ კანონთა კოლიზიის შემთხვევაში მოქმედებს იერარქიის უფრო მაღალ საფეხურზე მდგომი ნორმა.

მაგალითად, გაეროს ძალისხმევით სახელმწიფოთა წარმომადგენლებმა 1987 წლის 16 სექტემბერს მიიღეს “მონრეალის ოქმი”, რომელიც მიზნად ისახავს ისეთი ნივთიერებების (კერძოდ, ფრეონის) გამოყენების შეზღუდვას, რომლებიც იწვევენ ოზონის შრის დარღვევას ატმოსფეროში. ჩვენს ქვეყანაში ამჟამად მოქმედი დარგობრივი ნორმა (რომელიც იერარქიის შესაბამისად, როგორც აღინიშნა არის 33-ე), რომელიც საბჭოთა კავშირის დროინდელია, არ კრძალავს სამაცივრო მეურნეობაში ფრეონზე მომუშავე მაცივრების ექსპლუატაციას. მას შემდეგ, რაც საქართველო მიუერთდა “მონრეალის ოქმს” საქართველოს პარლამენტის მიერ მისი რატიფიცირების შემდეგ 1999 წელს, მოქმედებს “მონრეალის ოქმის” ნორმა, ანუ “საქართველოს საერთა-შორისო ხელშეკრულება და შეთანხმება”, რომელიც იერარქიაში მე-4 ადგილზე დგას. შესაბამისად, ფრეონზე მომუშავე მაცივრების გამოყენება სამაცივრო მეურნეობაში არის კანონის დარღვევით მუშაობა, რომლის გამოვლენა და აღკვეთა სათანადო სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოს (კერძოდ, “გარემოს დაცვის ინსპექციის”) ინსპექტორთა ვალდებულებაა.

საქართველოს კანონმდებლობით შესაძლებელია შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის კონვენციათა მოთხოვნების გავრცელება კონკრეტული საკითხების გადაწყვეტისას იმ შემთხვევაში, როცა მას ეწინააღმდეგება საქართველოს შრომის კოდექსი, ანუ უფრო უკეთესი ნორმებით სარგებლობა. როგორც აღინიშნა, შრომის კოდექსი იერარქიულად დგას მე-6 ადგილზე, ხოლო საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულება მასზე უფრო მაღლა – მე-4 ადგილზეა. “ნორმატიული აქტების შესახებ საქართველოს კანონის” მე-20 მუხლის მე-2 პუნქტის თანახმად საქართველოს კანონმდებლობა შეესაბამება საერთაშორისო სამართლის საყოველთაოდ აღიარებულ პრინციპებსა და ნორმებს. საქართველოს კონსტიტუციით და “საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულების დადების, რატიფიკაციის, შესრულებისა და დენონსაციის

შესახებ” საქართველოს კანონით დადგენილი მოთხოვნების დაცვით ძალაში შესულ საქართველოს საერთაშორისო ხელშეკრულებასა და შეთანხმებას (მიუხედავად მათი ფორმისა და სახელწოდებისა), თუ იგი არ ეწინააღმდეგება საქართველოს კონსტიტუციას, აქვს უპირატესი იურიდიული ძალა შიდასახელმწიფოებრივი ნორმატიული აქტების მიმართ.

იმავე კანონის 25-ე მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად “ნორმატიულ აქტებს შორის წინააღმდეგობის წარმოქმნისას უპირატესობა ეძლევა იერარქიის უფრო მაღალ საფეხურზე მდგომ ნორმატიულ აქტს”.

26-ე მუხლის 1-ლი ნაწილის თანახმად კი “თუ სახელმწიფო ორგანო ან თანამდებობის პირი ნორმატიული აქტის გამოყენებასთან დაკავშირებით დაადგენს, რომ სხვადასხვა ნორმატიულ აქტთა ნორმები ეწინააღმდეგება ერთმანეთს, იგი ვალდებულია გამოიყენოს ის ნორმატიული აქტი, რომელსაც აქვს უპირატესი იურიდიული ძალა”.

ამგვარად, ნორმატიული აქტები (განსაკუთრებით მაღალი იერარქიის) ზოგადად აწესრიგებენ ადამიანების ურთიერთობას საზოგადოებაში, შრომის სამართალი არეგულირებს ადამიანების ურთიერთობას შრომით პროცესში, ხოლო ადამიანების ურთიერთობას წარმოების საშუალებებთან, იარაღებთან, ტექნოლოგიებთან, პროცესებთან, პროდუქტებთან და ა.შ. არეგულირებს სხვადასხვა ხასიათის ტექნიკური ნორმები, რომლებიც იერარქიის უფრო დაბალ საფეხურზე დგანან.

ნორმატიული აქტების მომზადების, მიღების, გამოქვეყნების, მოქმედების, აღრიცხვისა და სისტემატიზაციის ზოგად წესებს განსაზღვრავს საქართველოს კანონი “ნორმატიული აქტების შესახებ”.

#### **ტექნიკური რეგლამენტების შემცვლის წესი:**

1. მანქანა-იარაღების, მოწყობილობებისა და სხვათა მუშაობის წესში ცვლილებების შეტანის საკითხში უფლებამოსილია ქარხანა-დამამზადებელი.
2. პროექტში ცვლილებების შეტანასთან დაკავშირებით უფლებამოსილია საპროექტო ორგანიზაცია.
3. უსაფრთხოების მიმართ წაყენებული მოთხოვნების შეცვლაში, რომლებიც განსაზღვრულია უსაფრთხოების წესებით, სანიტარული ნორმებით, სამშენებლო ნორმებითა და წესებით, სახელმწიფო სტანდარტებითა და სხვათა სახით უფლებამოსილია საქართველოს სტანდარტების, ტექნიკური რეგლამენტებისა და მეტროლოგიის ეროვნული სააგენტო ან სათანადო სამინისტრო.



სამუშაოს შესრულებისას დამკვეთისა და შემსრულებლის ურთიერთ-შეთანხმება უსაფრთხოების დონაზე და ღონეზე არც ერთ მხარეს არ ათავისუფლებს მითითებული პროცედურების განხორციელების აუცილებლობისგან.

### 1.12. საქართველოში მოქმედი ტიპნიკური ნორმები

როგორც აღინიშნა, სხვადასხვა ხასიათის დარგობრივი ნორმები, რომლებიც განსაზღვრავენ ერთმანეთისაგან განსხვავებული პროდუქციის მახასიათებლებს, ამ უკანასკნელის წარმოებასთან დაკავშირებულ პროცესებს და წარმოების მეთოდებს, დაბალი იერარქიის ნორმებს წარმოადგენენ.

განვლილი მასალიდან ცხადია, რომ სახელმწიფო ჩართულია როგორც შრომითი სამართლის შექმნაში, ისე ტექნიკური რეგლამენტაციის (სახელმწიფო სტანდარტების, დარგობრივი სტანდარტების, უსაფრთხოების წესების, სანიტარული ნორმების, სამშენებლო ნორმებისა და წესების და სხვათა) დამუშავებაში და ესაა სახელმწიფოს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია.

ადვილი მისახვედრია, რომ შრომითი სამართალი სახელმწიფოს ესაჭიროება საზოგადოების (დამქირავებელთა და დაქირავებულთა) მშვიდობიანი თანაარსებობისათვის, ხოლო ტექნიკური რეგლამენტაცია ესაჭიროება: პროდუქციის სახეების დასადგენად, მისი ხარისხის შესაფასებლად; წარმოების ან მისი პროცესების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციის, მოდერნიზაციის მიზნებისათვის; წარმოების უსაფრთხო პირობების განსაზღვრის, შეფასებისა და დანერგვისათვის და ა.შ.

აღსანიშნავია, რომ როგორც მაღალი, ისე დაბალი იერარქიის ნორმები სამოქმედოდ შემოღებამდე საჭიროებენ გამოქვეყნებას და ამ თვალსაზრისით მათი ძირითადი დამახასიათებელი ნიშნებია საჯაროობა და ხელმისაწვდომობა. მამასადაძმე, დაუშვებელია რომ აღნიშნული ნორმები არ იყოს სახელმწიფო ენაზე, არ იყოს საჯარო და არ იყოს ხელმისაწვდომი.

ამგვარად, სახელმწიფოსათვის ნიშანდობლივია მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი მაღალი და დაბალი იერარქიის ნორმათა მოწესრიგებული სისტემა და სახელმწიფოებრივი იბულების გზით მათი ცხოვრებაში გატარების ნება.

ტექნიკური რეგლამენტაციის ნორმებისადმი ზერელე მიდგომა ან მათ ხორცშესხმაზე არასაკმარისი ძალისხმევა არის სახელმწიფოებრიობის ერთ-ერთ ძირითად ნიშანზე ნებაყოფილობით ხელის აღება.

ამ მხრივ სამწუხაროდ საგულისხმოა საქართველოს მთავრობის 2006 წლის 24 თებერვლის №45 დადგენილება, რომლის მიხედვით საქართველოში მოქმედებს ტექნიკური რეგლამენტაციის სულ სხვადასხვა ხასიათის ნორმები. კერძოდ, მოქმედებს: 1. “ევროსაბჭოს ახალი და გლობალური მიდგომის დირექტივები”, მასთან ჰარმონიზებული ევროპული ნორმები და ტექნიკური რეგულირების საერთაშორისო ნორმატიული აქტები და ლოკუმენტები; 2. დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობასთან და მის წევრ სახელმწიფოებთან დადებული საერთაშორისო ხელშეკრულებების საფუძველზე მოქმედი ლოკუმენტები (“გოსტები”, სამშენებლო ნორმები და წესები, სანიტარული წესები და ნორმები და სხვ.); 3. აღნიშნული დადგენილების №1 დანართში ჩამოთვლილი ქვეყნების ტექნიკური რეგულირების ნორმები. ანბანის მიხედვით რანჟირებული ქვეყნების პირველი ათეული №1 დანართის მიხედვით შემდეგია: ავსტრალია, ავსტრიის რესპუბლიკა, ახალი ზელანდია, აშშ, ბელგიის სამეფო, დიდი ბრიტანეთისა და ჩრდილოეთ ირლანდიის გაერთიანებული სამეფო, გერმანიის ფედერა-ციული რესპუბლიკა, დანიის სამეფო, ესპანეთის სამეფო, ესტონეთის რესპუბლიკა და ა.შ.

აღნიშნული დადგენილების მე-7 პუნქტის თანახმად №1 დანართში მოცემული ქვეყნების ნუსხის გადახედვა და განახლება წელიწადში ერთხელ მაინც უნდა განხორციელდეს, ხოლო მე-4 პუნქტის თანახმად სამინისტროებმა და სახელმწიფო დაწესებულებებმა უნდა წარადგინონ იმ ტექნიკური რეგლამენტების ჩამონათვალი, რომელთა მიღებაც განპირობებულია განსაკუთრებული სპეციფიკურობითა და აუცილებლობით და რომლებსაც არ ითვალისწინებს აღნიშნული დადგენილება, ანუ შესაძლებელია ისედაც ვრცელი ჩამონათვალის კიდევ უფრო გავრცობა.

აქედან ცხადია, რომ კონკრეტული პროდუქციის ან პროცესის მიმართ პოტენციურად იმოქმედებს რამდენიმე ტექნიკური რეგლამენტი, რომლებიც შესაძლებელია ერთმანეთსაც ეწინააღმდეგებოდნენ. იმავე დადგენილების მე-3 პუნქტის თანახმად დასაშვებია სულ მცირე ერთ-ერთი მოთხოვნის შესაბამისი კონკრეტული პროდუქციის წარმოება და ბრუნვა ისე, რომ აუცილებელი არ არის საქართველოში იმოქმედი სხვა ტექნიკური მოთხოვნების დაკმაყოფილება, ანუ ნებისმიერს შეუძლია იმოქმედოს ისე, როგორც საჭიროდ ჩათვლის, რომელიმე ტექნიკური რეგლამენტის ფარგლებში.

აღნიშნული ძალიან ბევრ პრობლემებს ქმნის უკვე და კიდევ უფრო მეტი პრობლემებია მოსალოდნელი მომავალში. ამის გასაგებად უნდა გავითვალისწინოთ, რომ უკლებლივ ყველა არა, მაგრამ ზოგიერთი ნორმა

დამუშავებულია ქვეყნის გეოგრაფიული მდებარეობის, კლიმატის, პრიორიტეტებისა და სხვა კონკრეტული ნიშნების მიხედვით და თავი რომ დავანებოთ სახელმწიფოებრივ თავმოყვარეობას, უბრალოდ პრობლემატურია შეჯვარებისა და შეფასების გარეშე ნორმების სამოქმედოდ შემოღება.

აღნიშნული დოკუმენტი სრულიად უპასუხისმგებლოდაა მომზადებული და მიღებული ისე, რომ გააზრებული არაა ზემოაღნიშნული და სხვა მოსალოდნელი ნეგატიური შედეგები.

კერძოდ, აღნიშნული დოკუმენტების მარტო სახელმწიფო ენაზე თარგმნისა და გამოქვეყნების საქმეს ვერ გასწვდება ჩვენზე უფრო მდიდარი ქვეყნის ბიუჯეტი, ხოლო გამოქვეყნების გარეშე ირღვევა აქტისათვის დამახასიათებელი ძირითადი ნიშნები – საჯაროობა და ხელმისაწვდომობა.

აღნიშნულის გამო საქართველოს მთავრობის ხსენებული დადგენილება სასწრაფოდ შესაცვლელია.

### **1.13. ზედამხედველობის ორბანოები**

ნორმატიული აქტების იერარქიით დამყარებული წესრიგის ცხოვრებაში გასატარებლად აუცილებელია საჭიროა გამართული სახელმწიფო სისტემა, რომლის ინსპექტორები ჩაატარებენ ინსპექტირებას შრომითი სამართლით და ტექნიკური რეგლამენტაციით გათვალისწინებული ნორმების დაცვის თვალსაზრისით. ნორმების დარღვევის აღმოჩენის შემთხვევაში მათ ევალებათ სათანადო სანქციების დაკისრება დამრღვევზე, რაც კანონების ცხოვრებაში გატარების სახელმწიფოებრივი იძულების გზაა.

ქვეყანაში შრომის დაცვის მაღალი დონის განმპირობებელია სერიო-ზული ეკონომიკური სანქციები სათანადო დარღვევებზე, რის შედეგადაც დამქირავებელი ეკონომიკურად იქნება დაინტერესებული უსაფრთხო ტექნოლოგიების და წარმოებების საშუალებების, აგრეთვე შრომის დაცვის საშუალებების შექმნასა და გამოყენებაში, შრომის დაცვის სპეციალისტების მომზადებაში, მათ გამოყენებაში, მომუშავეთა ინსტრუქტაჟში და სწავლებაში, მათი ჯანმრთელობის პროფილაქტიკაში და ა.შ.

ამ თვალსაზრისით საქართველოში ჯერ კიდევ ბევრი საქმეა გასაკეთებელი.

მიწისქვეშა სამუშაოებზე და სხვა მომეტებული და ძლიერი საფრთხის საწარმოებში 2010 წლამდე ზედამხედველობას ახორციელებდა “საქტექზე-დამხედველობა” (საქართველოს ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექცია). ინსპექციას ჰქონდა სათანადო ობიექტების ექსპლუატაციის

შეჩერების უფლება ნორმების დარღვევის აღმოჩენის შემთხვევაში, დარღვევების სრულ ლიკვიდაციამდე.

სამშენებლო საქმიანობაზე ზედამხედველობას 2010 წლამდე ახორციელებდა მუნიციპალური დაქვემდებარების “არქმშენინსპექცია” (არქიტექტურულ-სამშენებლო ინსპექცია), რომელიც მშენებლობის უსაფრთხოების, მისი ხარისხისა და შენობა-ნაგებობების ექსპლუატაციის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად ატარებდა სათანადო შემოწმებებს მშენებლობის, რეკონსტრუქციისა და ექსპლუატაციის პირობებზე. მას ჰქონდა მშენებლობის შეჩერების უფლება სათანადო ნორმების დარღვევის შემთხვევაში. შეჩერების ვადად განსაზღვრული იყო დარღვევების აღმოფხვრის ვადა.

2010 წლის დასაწყისში საქართველოს პარლამენტში შევიდა კანონპროექტი, რომლის თანახმადაც ტექნოლოგიური პროცესების კონტროლს განახორციელებს საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტროს სახელმწიფო საქვეუწყებო დაწესებულება – ტექნიკური და სამშენებლო ინსპექცია, რომელსაც სავარაუდოდ დაეკისრება იმ საკითხების კონტროლი, რაც ეკისრებოდა აწ უკვე გაუქმებულ “საქტექზედამხედველობასა” და “არქმშენინსპექციას”.

ენერგოზედამხედველობას ახორციელებს ენერგეტიკის სამინისტროსთან არსებული “ენერგოზედამხედველობის” ინსპექცია. მუნიციპალური დაქვემდებარებისა სახანძრო ინსპექცია და სანიტარული ზედამხედველობის ინსპექცია, რომლებიც ახორციელებენ სათანადო შემოწმებებს ეკონომიკის ობიექტებზე. ატმოსფეროსა და წყალსატევების დაბინძურებისაგან დაცვას უზრუნველყოფს გარემოს დაცვის ინსპექცია.

სახელმწიფო ზედამხედველობის გარდა, უნდა არსებობდეს კონტროლის საზოგადოებრივი სახე (პროფკავშირული, არასამთავრობო ორგანიზაციები), რომლებიც შესაბამისად საზოგადოების ნების გამოხატვაა შეამოწმოს სათანადო ნორმების დაცვა საკუთარი კომპეტენციის ფარგლებში.

პროფკავშირის აგრეთვე ადმინისტრაციაზე კონტროლის დაწესების უფლება აქვს წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევების აღრიცხვისა და რეგისტრაციის საკითხთან დაკავშირებით. მას უფლება აქვს დამოუკიდებლად გამოიძიოს უბედური შემთხვევის მიზეზები და დასკვნა გადასცეს სასამარ-თლოს.

ამგვარად, შრომის პირობების დაცვა განპირობებულია მისი სახელ-მწიფო და საზოგადოებრივი რეგულირებით. კერძოდ, სათანადო ნორმატიული აქტების (კანონების) მიღებით და მათი ცხოვრებაში სახელმწიფო იძულების გზით გატარება სახელმწიფოს ფუნქციაა. ამ ფუნქციის ფარგლებში სახელ-მწიფო ავალდებულებს დამქირავებელს უზრუნველყოს დაქირავებული შრომის უსაფრთხო პირობებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე:

1. წარმოების ობიექტები და წარმოების საშუალებები უნდა იყოს 2010 წელს მიღებული “ტექნიკური საფრთხის კონტროლის შესახებ” საქართველოს კანონის მოთხოვნების შესაბამისი.

2. შრომის დაცვის საკითხებში დაქირავებულებს უნდა ჩაუტარდეს პერიოდული სწავლება, ინსტრუქტაჟი და ტრენინგები.
3. მავნე ნივთიერებათა გამოყენების ან წარმოების დროს დაცული უნდა იყოს უსაფრთხოება.
4. მავნე ნივთიერებებთან სისტემატური მუშაობის დროს დაქირავებულებს უნდა ჩაუტარდეთ პერიოდული სამედიცინო შემოწმება.
5. დასახიჩრებით ან ჯანმრთელობის დაზიანებით შრომის შემთხვევაში დაქირავებულებს უნდა აუნაზღაურდეთ ზიანი.

აღნიშნული ჩამონათვლის შესრულება კანონით ევალება დამქირავებელს. საზოგადოებრივ ორგანიზაციებსაც აღნიშნული ჩამონათვლის ფარგლებში შეუძლიათ კონტროლის განხორციელება. რაც უფრო ვრცელი და შინაარსიანი იქნება მითითებული ჩამონათვალი, მით უფრო საიმედოდ იქნება დაცული შრომის უსაფრთხოება ეკონომიკის ობიექტებზე და შესაბამისად, დაცული იქნება დაქირავებულთა შრომა.

როგორც აღინიშნა, საერთაშორისო სტანდარტების თანახმად დამქირავებელი ვალდებულია დააზღვიოს ყველა მუშაკი არა მხოლოდ წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევისაგან, არამედ არასწორი მკურნალობის შედეგად მიღებული ზიანისაგანაც. შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის მიერ ასეთი დაზღვევის მინიმალური ზომაა 7500 სამუშაო დღის შესაბამისი ანაზღაურება, რაც დაახლოებით 32 კალენდარული წლის განმავლობაში მიღებული ხელფასის ტოლია.

## **2. საწარმოო ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადება**

### **2.1. ცნებების განმარტება**

საწარმოო პროცესში ადამიანებმა შესაძლებელია მიიღონ ორი სახის დაზიანება: ა) საწარმოო ტრავმა; ბ) პროფესიული დაავადება.

საწარმოო ტრავმა უეცარი ზემოქმედების შედეგად ხდება, რასაც იწვევს სახიფათო საწარმოო პირობები. ხოლო პროფესიული დაავადების განვითარება ხანგრძლივად მიმდინარე პროცესია, რომლის მიღებასაც ხელს უწყობს წარმოების, ტექნოლოგიის ან გარემოს მავნე პირობები.

**საწარმოო ტრავმა** არის უბედური შემთხვევა, რომელიც წარმოებაში შეემთხვა მომუშავეს სამსახურებრივი მოვალეობის შესრულების დროს. საწარმოო ტრავმაა ზეგანაკვეთური სამუშაოსა და სტიქიური უბედურების შედეგების ლიკვიდაციის დროს მიღებული ტრავმა, აგრეთვე მივლინებაში ყოფნის დროს მომხდარი უბედური შემთხვევა, საწარმოს ტრანსპორტით სამუშაოზე წასვლისა და სამუშაოდან დაბრუნების დროს მიღებული ტრავმა.

საწარმოო ტრავმატიზმის მიზეზები შესაძლებელია იყოს: 1. **ტიქნიკური ნორმების დარღვევა** (მანქანების გაუმართავობა, კონსტრუქციული ხარვეზები, ტექნოლოგიური პროცესის დაუხვეწავობა, არასაკმარისი მექანიზაცია ან ავტომატიზაცია და სხვა ტექნიკური ხასიათის დეფექტი); 2. **სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნების უმუსრუ-ღებლობა** (ჰაერის პარამეტრების – ტემპერატურის, ტენიანობის, შედგენილობის, სიჩქარის გადახრა ნორმებიდან; განათების არასაკმარისობა, საყოფაცხოვრებო და სანიტარული კვანძების ნაკლებობა და ა.შ.) 3. **საორგანიზაციო ხარვეზები** (ზეგანაკვეთური მუშაობა, დატვირთვა-განტვირთვის სამუშაოთა არასწორი ორგანიზება, არასწორი ინსტრუქტაჟი, უსაფრთხოების წესების დარღვევა, სპეცტანსაცმლით და დაცვის ინდი-ვიდუალური საშუალებებით არასათანადო მომარაგება, გამაფრთხილებელი წარწერებისა და პლაკატების გამოუყენებლობა სათანადო ადგილებში და სხვ.) და 4. **ფსიქოფიზიკური** (შრომის დისციპლინის დარღვევა, გადაღლა, ცუდი ჯანმრთელობა, ცუდი მხედველობა, ცუდი სმენა, სამუშაო ადგილზე სპირტიანი სასმელების მიღება, გამიზნული თვითდაზიანება და სხვ.).

საწარმოო ტრავმა შესაძლებელია იყოს მსუბუქი, საშუალო სიმძიმის, მძიმე და სასიკვდილო. მსუბუქი ტრავმის დროს ადამიანი შრომის-უნარიანობას ინარჩუნებს. ტრავმის ასეთი სახეებია: ნაკაწრები სხეულზე, დაჟეჟილობა და ა.შ.

საშუალო სიმძიმის ტრავმა ხასიათდება შრომისუნარიანობის დაკარგვით 1–3 დღის განმავლობაში. მძიმე ტრავმის შემთხვევაში მუშაკი ინვალიდი ხდება. ამ დროს შრომისუნარიანობა ნაწილობრივ ან მთლიანად იკარგება, ხოლო სასიკვდილო ტრავმის დროს ადამიანი იღუპება.

**პროფესიული დაავადება** არის ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში საწარმოო გარემოს ან წარმოების პირობების მუდმივი მავნე ზემოქმედების შედეგი. ეს ზემოქმედება შესაძლებელია იყოს ვიბრაციის,

ხმაურის, მანენ აირების, მტვრის, სხვადასხვა გამოსხივების, და სხვათა სახით. როგორც წესი, ასეთი პროფესიული დაავადება ქრონიკულია. ასეთ დაავადებებს შორის აღსანიშნავია: ვიბროდაავადება, პნევმოკონიოზი, სახსრების დაავადება, დერმატიტი, ბურსიტი და სხვ.

პრაქტიკაში გვხვდება აგრეთვე მწვავე პროფესიული დაავადება, რომელიც ხასიათითა და გამოვლინებით ტრავმაა. იგი უეცრად ვითარდება (ერთი ცვლის განმავლობაში) განსაკუთრებით მანენ ნივთიერებების ან გამოსხივების დიდი დოზებით მიღებისას. დოზის მიღება შესაძლებელია მოხდეს სასუნთი გზების, მხედველობის, კანის ან კუჭნაწლავის ტრაქტის გზით. მწვავე პროფესიულ დაავადებებს მიეკუთვნება ქლორით მოწამვლა, ნახშირბადისა და აზოტის ოქსიდებით მოწამვლა, მხედველობის გაუარესება (თვალების ამოწვა) ულტრაიისფერი სხივებით შეღულების სამუშაოებისას და სხვ.

ერთზე მეტი ადამიანის დაავადების შემთხვევაში საქმე გვაქვს ჯგუფური პროფესიულ დაავადებასთან. ანალოგიურად განისაზღვრება ჯგუფური ტრავმატიზმის შემთხვევაც.

## **2.2. საშიში და მავნე საწარმოო ფაქტორები**

საწარმოო პროცესებს თან ახლავს საშიში (სახიფათო) და მანენ ფაქტორები, რომლებიც იწვევენ მომუშავე პერსონალის ტრავმებსა და დაავადებებს ან ხელს უწყობენ მათ გამოწვევას.

სახიფათო არის ისეთი საწარმოო ფაქტორი, რომელიც პერსონალზე ზემოქმედებისას იწვევს ტრავმას ან ჯანმრთელობის მკვეთრ გაუარესებას. მანენ შესაძლებელია იყოს როგორც საწარმოო ფაქტორი, ისე გარემო. ორივე შემთხვევაში ადამიანის შრომისუნარიანობა არსებითად მცირდება და ზიანი ადგება ჯანმრთელობას. მანენ საწარმოო ფაქტორის ხანგრძლივი მოქმედება შეუქცევად პროცესებს იწვევს და ადამიანი ავადდება.

მაშასადამე, სახიფათო საწარმოო ფაქტორები ან პროცესები იწვევენ ტრავმატიზმს, ხოლო მანენ საწარმოო ფაქტორები – პროფესიულ დაავადებებს.

მანენ საწარმოო ფაქტორი შესაძლებელია გამოვლინების მიხედვით შეფასდეს როგორც სახიფათო. ამ შემთხვევაში მანენ ფაქტორი დიდი ინტენსიურობით ან სიმძლავრით ხასიათდება. ხშირ შემთხვევაში მანენ ფაქტორი ტრავმატიზმის ხელშემწყობია სამუშაო ადგილებზე.

გამომწვევი მიზეზების ან პროცესების მიხედვით გავრცელებულია შემდეგი სახეების სახიფათო და მანენ საწარმოო ფაქტორები:

- ფიზიკური;

- ქიმიური;
- ბიოლოგიური;
- ფსიქოფიზიკური.

**ფიზიკური ფაქტორები.** მათ მიეკუთვნება ვიბრაცია; ხმაური; მაიონებელი გამოსხივების მაღალი დონე; თბური გამოსხივების ანომალურად მაღალი დონე; ელექტრომაგნიტური გამოსხივების მაღალი დონე; ელექტრული ველის მაღალი დაძაბულობა; მაგნიტური ველის მაღალი დაძაბულობა; სინათლის სხივის გაზრდილი ენერგია; ულტრაიისფერი ან ინფრაწითელი რადიაციის მაღალი დონე და სხვ.

**ქიმიური ფაქტორები.** მათი განმპირობებელია ტექნოლოგიურ პროცესებში გამოყენებული სხვადასხვა ტოქსიკური, ფეთქებადი, წვადი და შხამიანი ნივთიერებების გავრცელება საწარმოო გარემოში. აღნიშნული ნივთიერებები შესაძლებელია აგრეთვე იყოს ტექნოლოგიური პროცესის საბოლოო ან საშუალოდ პროდუქტი.

**ბიოლოგიური ფაქტორები.** მათ მიეკუთვნება სხვადასხვა სახის მიკრობების, ფაგების, შტამების და სხვათა გავრცელება საწარმოო გარემოში.

**ფსიქოფიზიკური ფაქტორები.** ცუდი ჯანმრთელობა, არასათანადო დასვენება, შრომის დისციპლინის დარღვევა და სხვ.

მაგნე და საშიში საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების აცილებისა და შერბილების მეთოდები მათი სახეების მიხედვით განსხვავებულია.

აღნიშნული მეთოდებიდან აღსანიშნავია ვენტილაცია, ეკრანება, იზოლაცია, კონდიციონერება, ფილტრაცია, დეზაქტივაცია და ა.შ., რომელთა არსი, გამოყენების სფერო და მოქმედების პრინციპები განხილული იქნება ამ სახელმძღვანელოს ფარგლებში.

### **2.3. საწარმოო ტრავმატიზმის ანალიზის მეთოდები**

საწარმოო ტრავმატიზმის შემთხვევების ანალიზისათვის გამოიყენება შემდეგი მეთოდები: 1. სტატისტიკური, 2. მონოგრაფიული, 3. ტოპოგრაფიული, 4. ტექნიკური და 5. ეკონომიკური.

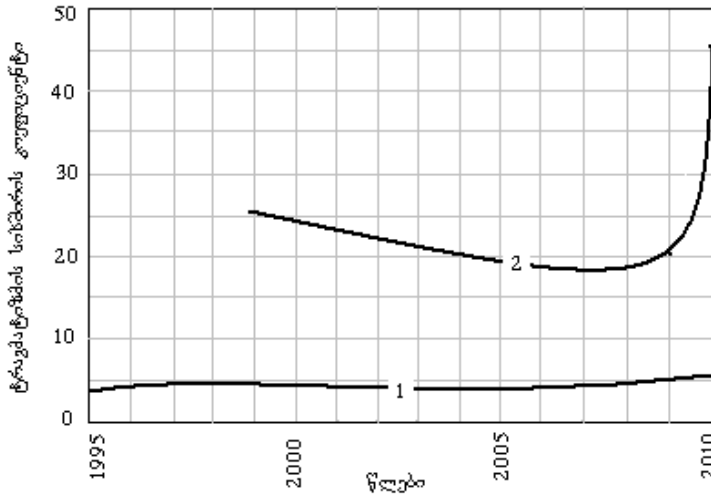
1. **სტატისტიკური მეთოდი.** ამ შემთხვევაში ხდება ტრავმატიზმის მონაცემების დამუშავება სხვადასხვა მაჩვენებლების (კოეფიციენტების) დადგენის მიზნით.



ტრავმატიზმის სიხშირის მაჩვენებელი კალენდარული დროის რომელიმე პერიოდისათვის, მაგალითად წლისათვის, საშუალოდ 1000 მუშაკზე, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$K_1 = \frac{1000N}{n}, \quad (2.1)$$

სადაც  $K_1$  არის მოცემული საწარმოსათვის ტრავმატიზმის სიხშირის კოეფიციენტი აღნიშნულ პერიოდში;  $N, n$  – შესაბამისად უბედური შემთხვევების ჯამური რიცხვი დროის სათანადო პერიოდში და მომუშავეთა სიითი რაოდენობა მოცემულ საწარმოში. ფორმულიდან ჩანს, რომ კოეფიციენტის მინიმალური სიდიდე 0-ის ტოლია. ე.ი.  $K_1^{\min} = 0$ . აღნიშნული კოეფიციენტი საწარმოო ტრავმატიზმის გამომწვევი შემთხვევების დინამიკის შეფასების საშუალებას იძლევა მოცემული საწარმოს ფარგლებში. აღნიშნული კოეფიციენტის მეშვეობით აგრეთვე შესაძლებელია ერთმანეთთან შედარდეს სხვადასხვა ხასიათის საწარმოების ანალოგიური მაჩვენებლები, რაც ილუს-ტრირებულია ნახ. 2.1-ზე.



ნახ. 2.1. საწარმოო ტრავმატიზმის სიხშირის ცვალებადობა წლების მიხედვით:  
1 - პურის წარმოება ქ. ტყიბულის პირობებში; 2 - ქ. ტყიბულის ნახშირმომპოვებელი მრეწველობა

შედარებით მცირე საწარმოებისათვის ტრავმატიზმის სიხშირის კოეფიციენტს ანგარიშობენ 100 მუშაკისათვის. ამ შემთხვევაში (2.1) ფორმულაში რიცხვით კოეფიციენტ 1000-ის მაგივრად აიღება 100. აღნიშნული მიღე-ბული

პრაქტიკაა და გაუგებრობა არ უნდა გამოიწვიოს სხვადასხვა მონაცემებმა, რომლებიც შესაძლებელია შეგვხვდეს სათანადო ლიტერატურაში.

საწარმოო ტრავმატიზმის სიმძიმის მაჩვენებელი განისაზღვრება ფორმულით

$$K_2 = \frac{D}{N}, \quad (2.2)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $K_2$  არის ტრავმატიზმის სიმძიმის კოეფიციენტი;  $D$  - ტრავმის შედეგად ყველა ტრავმირებულის მიერ გაცდენილი დღეების ჯამი. ფორმულიდან ჩანს, რომ კოეფიციენტის მინიმალური სიდიდე 1-ის ტოლია. ე.ი.  $K_2^{\min} = 1$ .

საერთო ტრავმატიზმის მაჩვენებელი იანგარიშება აღნიშნული მაჩვენებლების ერთმანეთზე გამრავლებით. შესაბამისად, კოეფიციენტის მინიმალური სიდიდე 0-ის ტოლი იქნება. ე.ი.  $K_3^{\min} = 0$ , ხოლო საანგარიშო ფორმულაა

$$K_3 = K_1 K_2. \quad (2.3)$$

კოეფიციენტი, რომელიც უჩვენებს ტრავმატიზმის საერთო რიცხვიდან დაინვალიდების ან გარდაცვლის პროცენტს, განისაზღვრება ფორმულით

$$K_4 = \frac{T}{N} 100, \quad (2.4)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $K_4$  არის დაინვალიდებულთა და გარდაცვლილთა პროცენტული მაჩვენებელი;  $T$  - დაინვალიდებულთა და გარდაცვლილთა ჯამური რიცხვი. აღნიშნული კოეფიციენტის მინიმალური სიდიდე 0-ის ტოლია. ე.ი.  $K_4^{\min} = 0$ .

ყოველ 1000 მომუშავეზე დაზარალებულთა საშუალო მაჩვენებელი განისაზღვრება ფორმულით

$$K_5 = 1000 \frac{P}{N}, \quad (2.5)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $K_5$  არის დაზარალებულთა საშუალო მაჩვენებელი ყოველ 1000 მომუშავეზე;  $P$  - დაზარალებულთა რიცხვი, რომელიც არის  $N$  რაოდენობის მომხდარი უბედური შემთხვევების შედეგი.

სტატისტიკური მეთოდის განსაკუთრებული სახეა ჯგუფური მეთოდი, რომლის მიხედვითაც შემთხვევები რანჟირდება (ჯგუფდება) შემთხვევათა მახასიათებელი ნიშნების მიხედვით და ამ გზით გამოიკვეთება მნიშვნელოვანი ფაქტორები ან მათი კომბინაცია. შესაბამისად ამ შემთხვევაში, უფრო მიზანდასახულადაა შესაძლებელი პროფილაქტიკური ღონისძიებების შერჩევა.

**2. მონოგრაფიული** (წარმოდგება ბერძნული სიტყვებიდან *მონოს* - ერთი და *გრაფო* - ვწერ) მეთოდის შემთხვევაში ხდება შრომასთან დაკავშირებული რომელიმე ცალკე აღებული მაჩვენებლის ყოველმხრივი გამოკვლევა. როგორც წესი, მონოგრაფიული ანალიზი სრულდება სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტების ერთობლივი მეცადინეობით. მაგალითად, მონოგრაფიულად შესაძლებელია გამოკვლეული იქნეს მუშაობის ხერხები რომელიმე ერთი ოპერაციისათვის ან რომელიმე ერთ ინსტრუმენტზე და შეფასდეს გამოყენებული ხერხების უსაფრთხოება. შედეგების მიხედვით შესაძლებელია რეკომენდაციის მიცემა, რომ მაგალითად, ის ელექტრული ხელსაწყოები, რომლებსაც აქვთ დამცავი დამიწება, უფრო უსაფრთხოა მათზე მუშაობის ან მათი გამოყენების თვალსაზრისით და ა.შ. მონოგრაფიული ანალიზის მიზანია უბედური შემთხვევის მიზეზის შეფასება და ღონისძიებების დამუშავება მათი აცილების უზრუნველსაყოფად.

**3. ტოპოგრაფიული** (წარმოდგება ბერძნული სიტყვებიდან *ტოპოს* - ადგილი, ადგილმდებარეობა და *გრაფო* - ვწერ) მეთოდის შემთხვევაში საწარმოს ტერიტორიის გრაფიკულ გამოსახულებაზე, რომელიც შესაძლებელია იყოს სქემა, ნახაზი ან სურათი, პირობითი ნიშნებით აღინიშნება ავარიის მოხდენის ადგილები. აღნიშნულის შედეგად, როცა მონაცემები მრავლადაა, საწარმოს ტერიტორიაზე გამოიკვეთება ავარიის მხრივ ყველაზე უფრო საშიში ადგილები.

ტოპოგრაფიული მეთოდით სარგებლობა შესაძლებელია როგორც საწარმოს გეგმაზე, ანუ ჰორიზონტალურ ჭრილში, ისე ვერტიკალურ ჭრილში.

**4. ტექნიკური მეთოდი.** ამ შემთხვევაში ხდება ტექნიკური საშუალებების გაანგარიშება და გამოცდა, რომლის შედეგების მიხედვით დადგინდება ყველაზე უფრო საიმედოთა ნომენკლატურა. გამოსაცდელი ტექნიკური საშუალებები შესაძლებელია იყოს სახანძრო დაცვის პასიური და აქტიური საშუალებები, მანქანები, მექანიზმები, სამარჯვები, ინდივიდუალური ან კოლექტიური დაცვის საშუალებები და სხვ.

**5. ეკონომიკური მეთოდი.** ამ შემთხვევაში ხდება ტრავმატიზმის შედეგების ეკონომიკური შეფასება, რომლითაც უნდა გამოჩნდეს დამქირავებლისათვის უსაფრთხო პირობებით მუშაობის ეკონომიკური მიმზიდველობა ახალი

ტექნოლოგიების, ტექნიკის, უსაფრთხოების უზრუნველყოფი საშუალებების თუ სხვათა გამოყენების გზით. საპირისპირო შემთხვევაში, ანუ ანალიზის შედეგად თუ გამოჩნდება, რომ ტრავმატიზმი არაა წამგებიანი მეწარმისათვის, მაშინ შეიძლება ირიბი დასკვნის გაკეთება, რომ ქვეყნის კანონმდებლობა არაა ორიენტირებული დაქირავებულთა უსაფრთხო შრომის პირობებით უზრუნველყოფაზე.

მაშასადამე, ტრავმირებულ და პენსიაზე გასულ დაქირავებულთა ანაზღაურება ისეთი მაღალი უნდა იყოს, რომ დამქირავებლისათვის უფრო ხელსაყრელი გახდეს მათი სათანადო დამცავი საშუალებებით აღჭურვა.

#### **2.4. ტრავმატიზმის შემთხვევების გამოკვლევა და შემცირება**

ტრავმატიზმის მიზეზების გამოკვლევა ხდება დაზარალებულებისადმი დახმარების, აგრეთვე ტრავმატიზმის ხელშემწყობი მიზეზების გაანალიზებისა და შესაბამისად, მიზეზების ლიკვიდაციისა და ტრავმატიზმის პრევენციის მიზნით.

გამოკვლევის დროს უნდა შედგეს სათანადო აქტი (ფორმა ტ-1) სამ ეგზემპლარად, რომელსაც ამტკიცებს იმ ორგანიზაციის ხელმძღვანელი, სადაც დაზარალებულმა მიიღო მძიმე ტრავმა (ან გარდაიცვალა ტრავმის შედეგად). პირველი იგზავნება ზედამხედველობის სათანადო სახელმწიფო ორგანოში – შრომის სახელმწიფო ინსპექციაში, მეორე რჩება საწარმოში, ხოლო მესამე გადაეცემა დაზარალებულს ან მისი ინტერესების დამცველს.

თუ დაზარალებული დაზღვეულია, მაშინ საჭიროა მე-4 ეგზემპლარის მომზადებაც, რომელიც უნდა გადაეგზავნოს სათანადო სადაზღვევო კომპანია-ს, ყოველ ეგზემპლარში უნდა აღინიშნოს, თუ რამდენ ეგზემპლარადაა მომზადებული აქტი. ნახ. 2.2-ზე სქემატურად დატანილია აქტების მომზადების, გაგზავნისა და შენახვის წესები.

აქტები უნდა გატარდეს სპეციალურ ჟურნალში, ხოლო წლის ბოლოს ინფორმაცია ტრავმატიზმის ყველა გამოვლენის შესახებ უნდა გადაეგზავნოს სტატისტიკის სახელმწიფო დეპარტამენტს.

იმ შემთხვევაში, თუ საწარმო გასხვისდება ან დაექვემდებარება რეორგანიზაციას, აქტი ჟურნალთან ერთად უნდა გადაეცეს მოცემული საწარმოს მემკვიდრეს, ხოლო თუ საწარმო დაექვემდებარება ლიკვიდაციას, აქტი

შესანახად უნდა გადაეცეს ამ მიზნით შექმნილ სპეციალურ სახელ-მწიფო დაწესებულებას.

უნდა მოხდეს წარმოებაში მომხდარი ისეთი ტრავმების გამოკვლევა, როგორებიცაა: მოტეხილობა, კიდურების დაკარგვა, მწვავე მოწამვლა, დამწვრობა, თბური დარტყმა, მოყინვა, დახრჩობა, ცხოველებისაგან ან მწერებისაგან მიყენებული დაზიანება-დაკბენა, ელექტრული დენით, ელვით, აფეთქებით, ავარიით მიყენებული ზიანი და ა.შ. ტრავმების გამოკვლევა უნდა მოხდეს იმ შემთხვევაშიც, თუ მისი მიყენების ინიციატორი არის რომელიმე სხვა პირი განზრახვით ან შემთხვევით.

წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის, ავარიის ან ხანძრის შემთხვევაში აქტის შედგენასთან ერთად უნდა გაკეთდეს მოხსენება, რომლის ტიპური სახე წარმოდგენილია დანართი ნ-ის სახით სახელმძღვანელოს ბოლოს. უბედური შემთხვევა მოხდენიდან 24 საათში უნდა იქნეს გამოკვეული, ხოლო აქტი, როგორც აღინიშნა, უნდა მომზადდეს 3 ან 4 ეგზემპლარად. აქტის ბოლო გრაფა ივსება საავადმყოფოდან მიღებული ინფორმაციით. შესაბამისად, აქტის მომზადება ხანგრძლივი პროცესია, მაგრამ მისი შევსება უნდა დაიწყოს შემთხვევიდან 24 სთ-ში.

|  |                          |   |   |   |
|--|--------------------------|---|---|---|
| მუშაგის კატეგორია ან უბედური შემთხვევის სასიალო          |                          | განხილვის ადგილი - სადაც მოხდა შემთხვევა<br>განხილვის ადგილი - კომისია 3, 5, 7 ან მეტი პერსონა<br>განხილვის ადგილი - კომისიის მუშაობის გადამამართველი - 24 სთ | კომისია მტკიცდება   | აქტის I ეგზემპლარის შენახვის ადგილი       |
| ეროვნული უბედური შემთხვევა                               | ძირითადი მუშაგი          |   | იმ ორგანიზაციის მფლობელის ან დირექტორის მიერ, სადაც მოხდა შემთხვევა | საკუთარი ორგანიზაცია 45 წლის განმავლობაში |
|  | შემთავსებელი             |   |   |   |
|  | სხვა ორგანიზაციის მუშაგი |   |   |   |
|  | სტუდენტი-პრაქტიკანტი     |   |   |   |
| მივლინებაში მყოფი  | საკუთარი დირექტორის მიერ | სასწავლებელში ან ადგილზე  | საკუთარი ორგანიზაცია  |   |
| ფაქტური ავარია, ტრაგედია ან ერთეული სასიკვდილო შემთხვევა |                          | შემთხვევის ადგილის მფლობელის ან დირექტორის მიერ   | საკუთარი ორგანიზაცია 45 წლის განმავლობაში                           |   |
| ფაქტური მოწამვლა, რადიაცია                               |                          |   |   |   |
| საგანგებო სიტუაცია                                       |                          | 1. კომისია არის სახელმწიფოს მიერ შექმნილი<br>2. მუშაობის გადამამართველი - 2 კვირა<br>3. დანარჩენი მოთხოვნები უცვლელია   |   |   |

|   |  |
|---|--|
| შენიშვნები:   |  |
| საერთო შენიშვნა ერთეულ შემთხვევებზე   | 1. აქტის II ეგზემპლარი - ფანშრობის საბინისტროში<br>2. აქტის III ეგზემპლარი - სადაზღვევო კომპანიაში<br>3. აქტის ასლი - დაზარალებულს<br>4. უნდა ეწეროს, რომ არის I, II, ასლი და ა.შ.<br>5. მოწამვლისას კომისიაში უნდა ჩაერთოს სანიტარი |
| საერთო შენიშვნა ფაქტურ ან ერთეულ სასიკვდილო შემთხვევებზე  | 1. 24 სთ-ის განმავლობაში შეტყობინება:<br>ა) პროკურატურას ადგილმდებარეობის მიხედვით;<br>ბ) სადაზღვევო კომპანიას.<br>2. თურთიულლმა პირმა დამატებით დარგობრივ საბინისტროს უნდა შეატყობინოს.   |
| რეორგანიზაციის შემთხვევაში აქტის I ეგზემპლარი და სარეგისტრაციო ეურნალი გადაეცემა ორგანიზაციის მენეჯერს, ხოლო ლიკვიდაციის შემთხვევაში სათანადო არქივს. ფაქტური შემთხვევაში ყველა ობიექტზე აქტი ცალკე უნდა შედგეს. აქტის ბოლო პუნქტი სააგადმყოფოდან მიღებული დასკვნის საფუძველზე უნდა შეიქმნოს ყოველთვის. |  |

ნახ. 2.2. ტრავმატიზმის შემთხვევების გამოკვლევის აქტების მომზადების, გაგზავნისა და შენახვის ძირითადი მოთხოვნები: 1-ზე მეტი დაზარალებულის დროს ავარია, პროფესიული დაავადება ან ტრავმირება ფაქტურია

თუ უბედური შემთხვევა მოხდა მივლინებაში, განხილვა ხდება შემთხვევის მოხდენის ადგილზე, ხოლო აღრიცხვა უნდა მოხდეს მუშაობის ადგილ-ზე. სტუდენტებისა და მოსწავლეების საწარმოო პრაქტიკისას უბედური შემთხვევის დროს, შემთხვევა განიხილება და აღრიცხება წარმოებაში, თუ პრაქტიკას წარმოების წარმომადგენელი ხელმძღვანელობს. იმ შემთხვევაში კი, თუ პრაქტიკის ხელმძღვანელი სასწავლებლიდანაა, შემთხვევა განიხილება წარმოებაში, ხოლო აღრიცხება სასწავლებელში.

წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის განსახილველად დამქირავებული ვალდებულია დაუყოვნებლივ შექმნას კომისია არანაკლებ 3 კაცის

შემაღგენლობით. აუცილებელი შემაღგენლობა შემდეგია: 1. შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტი, 2. კოლექტივის პროფკავშირის წარმომადგენელი და 3. დამქირავებელი ან მისი წარმომადგენელი. უსაფრთხოების იმ სპეციალისტის ჩართვა არ შეიძლება კომისიაში, რომელიც უშუალოდაა ვალდებული შემთხვევის მოხდენის ადგილზე უსაფრთხო პირობების შექმნაში. კომისიის წევრთა უფრო დიდი რიცხვის შემთხვევაში მათი საერთო რაოდენობა მაინც კენტი უნდა იყოს.

კომისიის შემაღგენლობა მტკიცდება დამქირავებელი ბრძანებით, რითაც გამოხატულია მისი პასუხისმგებლობა.

უბედური შემთხვევა, რომელიც შეემთხვა მოცემული საწარმოს ტერიტორიაზე სხვა ორგანიზაციის წარმომადგენელს, გამოიკვლევა იმ ორგანიზაციის კომისიის მიერ, რომლის მუშაკიცაა დაზარალებული.

თუ უბედური შემთხვევა დაუდგა სამუშაოს შემთავსებელს (ანუ პირს, რომელიც მოცემულ სამუშაოს ასრულებს შეთავსებით, ხოლო მისი ძირითადი სამუშაო ადგილი სხვა ორგანიზაციაშია), მაშინ შემთხვევას იკვლევს კომისია, რომელიც შექმნილია შემთავსებელ ორგანიზაციაში, ანუ იქ, სადაც მოხდა უბედური შემთხვევის ფაქტი.

ჯგუფური უბედური შემთხვევა სპეციალურ გამოკვლევას მოითხოვს ტრაუმის სიმძიმის მიუხედავად. ჯგუფურად ითვლება შემთხვევა, თუ დაზარალდა 1-ადამიანზე მეტი. აქტი უნდა შედგეს ყველა დაზარალებულზე ცალ-ცალკე. ასეთივე გამოკვლევას მოითხოვს უბედური შემთხვევა სასიკვდილო შედეგით.

სპეციალურ გამოკვლევა ნიშნავს განსახილველ კომისიაში შრომის დაცვის სახელმწიფო ინსპექტორისა და დაზარალებულის წარმომადგენლის ჩართვას.

მოხდენიდან 24 სთ-ის განმავლობაში ასეთ შემთხვევებში დამქირავე-ბელი (იურიდიული პირი) ვალდებულია ამის შესახებ შეატყობინოს:

- შრომის დაცვის სათანადო ინსპექციას ან დარგობრივ სამინისტროს;
- პროკურატურას უბედური შემთხვევის ადგილის მიხედვით;
- იმ ორგანიზაციას, რომელმაც მიავლინა დაზარალებული (ასეთის არსებობის შემთხვევაში);
- დამზღვევ სააგენტოს (იმ შემთხვევაში, თუ დაზარალებული არის ან იყო დაზღვეული);

თუ დამქირავებელი ფიზიკური პირია, მაშინ იგი ვალდებულია შემთხვევის შესახებ იმავე ვადაში შეატყობინოს პროკურატურასა და დამზღვევ სააგენტოს.

ანალოგიურად ხდება მწვავე მოწამვლისა და ძლიერი რადიაციული დასხივების შემთხვევების განხილვა და შეტყობინება როგორც იურიდიული, ისე

ფიზიკური დამქირავებლის შემთხვევაში. ოღონდ კომისიაში აუცილებელია სახელმწიფო სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ინსპექტორის ჩართვა დამატებით და აგრეთვე დამატებით – ქვემოთ წარმოდგენილი ნიმუშის მოხსენების გაგზავნა სახელმწიფო სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ ინსპექციაში.

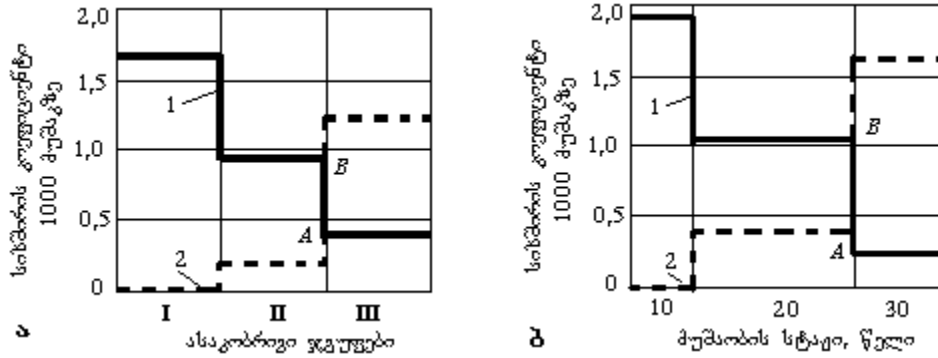
საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში, როცა დაღუპული ადამიანების რიცხვი ან განადგურებული ქონების ფასი მნიშვნელოვანია, უბედური შემთხვევების გამოკვლევას ახდენს სპეციალურად ამ მიზნით შექმნილი სახელმწიფო კომისია, რომლის შექმნის წესიც განსაზღვრულია კანონით, ხოლო კომისიამ მუშაობა უნდა დაასრულოს 2 კვირის ფარგლებში.

ამასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ “საგანგებო სიტუაციების შესახებ” საქართველოს კანონით გათვალისწინებულია საგანგებო სიტუაციების კრიტერიუმების შემუშავება, ხოლო ჯერ-ჯერობით ამ მხრივ საკანონმდებლო ვაკუუმი. კრიტერიუმები საჭიროა საგანგებო სიტუაციების შესაფასებლად, რადგან ყველა აგარია თუ სხვა უბედური შემთხვევა არ წარმოადგენს საგანგებო სიტუაციას. კრიტერიუმი ის ობიექტური მაჩვენებელია, რომელიც ციფრული მონაცემებია დაშვებული ან დაღუპული ადამიანების, საქონლის, განადგურებული ქონების, საზოგადოებაზე მიყენებული მორალურ-ფსიქოლოგიური ზარალის და სხვათა შესახებ. მხოლოდ კანონით დადგენილი ნორმის ზემოთ დამდგარი ზიანი მისცემს მოვლენას საგანგებო სიტუაციის კვალიფიკაციას.

ამგვარად, საგანგებო სიტუაციის შემთხვევაში სახელმწიფო ვალდებულია უბედური შემთხვევა გამოიკვლიოს 2 კვირის ვადაში, ხოლო თუ როდის გვაქვს საგანგებო სიტუაციასთან საქმე, ჯერ-ჯერობით კანონით განსაზღვრული არ არის.

საწარმოო ტრავმატიზმის შემთხვევების შემცირება შესაძლებელია: საორგანიზაციო-ტექნიკური, სანიტარულ-ჰიგიენური, სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებებით; შრომის დაცვასთან დაკავშირებული ნორმების განუხრელი შესრულებით; წარმოების ტექნოლოგიის გაუმჯობესებით; საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციით და მათი ნორმებთან შესაბამისობის კონტროლით; დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების, სპეცტანსაცმლის, სპეცფეხსაცმლის და სხვათა გამოყენებით; ხმაურის, განათების, მიკროკლიმატის პარამეტრების და სხვათა ნორმების დაცვით; შრომის დაცვის საკითხებში სწავლებების მოწოდებით და პერსონალისათვის სათანადო ჩვენების გამოძევათ; საწარმოო ობიექტების სერტიფიკაციით შრომის დაცვის მოთხოვნებთან შესაბამისობის დადგენის მიზნით.





ნახ. 2.3. პროფდავადებისა და ტრავმატიზმის შემთხვევათა ცვალებადობის ხასიათი ასაკისა და სამუშაო სტაჟის მიხედვით:

ა - დაზარალებულთა ასაკის მიხედვით; ბ - სტაჟის მიხედვით; 1 - ტრავმატიზმი; 2 - პროფესიული დაავადება; I - 30-40 წელი; II - 40-50 წელი; III - 50-60 წელი; AB მონაკვეთზე წირები თანხვედნილია

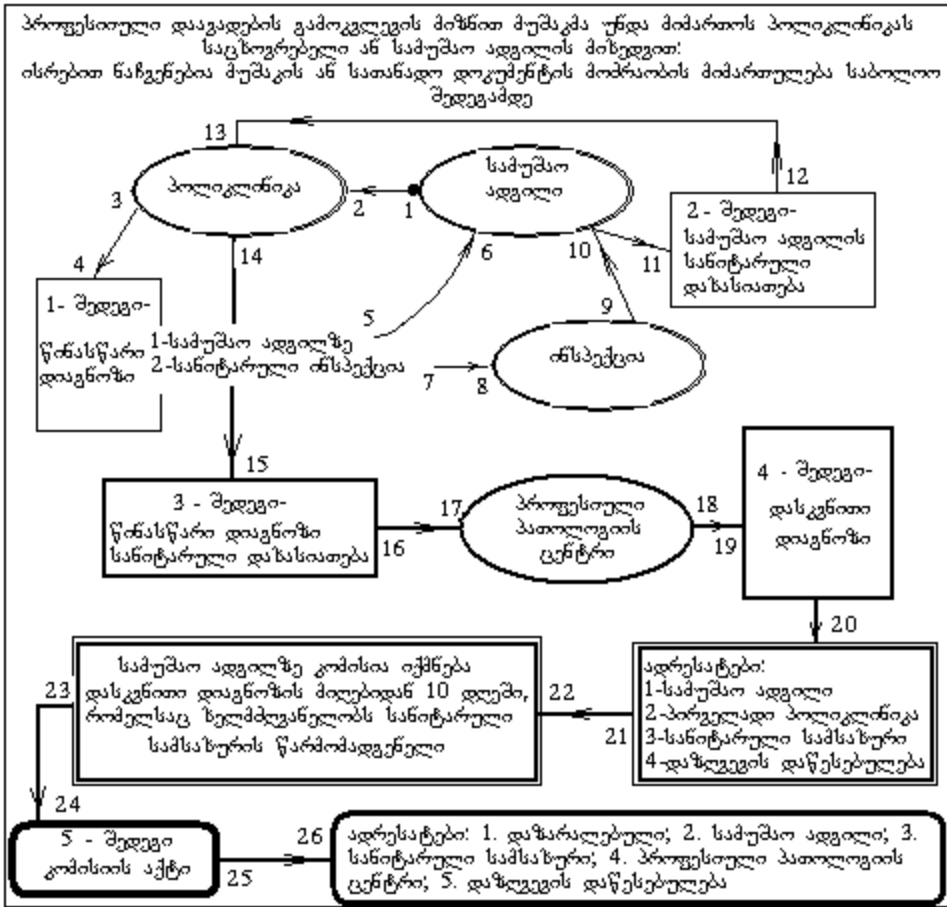
## 2.5. პროფესიული დაავადებების შემთხვევების გამოკვლევა

პროფესიული დაავადების შემთხვევების გამოკვლევა შესაძლებელია იმავე მეთოდებით, რომლებითაც სარგებლობენ ტრავმატიზმის ანალიზისათვის. მაშასადამე, ეს მეთოდებია 2.3 პარაგრაფში განხილული: 1. სტატისტიკური, 2. მონოგრაფიული, 3. ტოპოგრაფიული, 4. ტექნიკური, 5. ეკონომიკური და მათზე აღარ შეეჩერდებით. უნდა გვახსოვდეს, რომ ტრავმა და პროფესიული დაავადება სხვადასხვაგვარად გამოვლინდება.

ნახ. 2.3-ზე მოცემულია ტყობის შახტების მუშათა შორის პროფესიული დაავადებისა და ტრავმატიზმის შემთხვევათა ცვალებადობის ხასიათი ასაკისა და სამუშაო სტაჟის შესაბამისად.

პროფესიული დაავადების შემთხვევის წინასწარი დიაგნოზის დასმა უნდა მოხდეს პოლიკლინიკაში, რომელსაც დაზარალებულმა უნდა მიმართოს თავისი სურვილისამებრ – სამუშაო ან საცხოვრებელი ადგილის მიხედვით (ნახ. 2.4).

დაავადების დადასტურების შემთხვევაში პოლიკლინიკამ 3 დღეში უნდა მიაწოდოს შეტყობინება: 1. სამუშაო ადგილის შემქმნელს და 2. სახელმწიფო სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ ინსპექციას. ეს უკანასკნელი სათანადო შემოწმების შემდეგ, 2 კვირის ვადაში, ამზადებს აქტს დაზარალებულის შრომის პირობების სანიტარულ-ჰიგიენური დახასიათების შესახებ.



ნახ. 2.4. პროფესიული დაავადების გამოკვლევის სტრუქტურული სქემა:

1-2; 3-4 და ა.შ. მუშაკის ან სათანადო დოკუმენტის მოძრაობა

აღნიშნული აქტის დასკვნების მართებულებასთან და რეალისტურო-ბასთან დაკავშირებით სამუშაო ადგილის შემქმნელს აქვს დავის წარმართვის უფლება.

წინასწარი დიაგნოზის დასმიდან არა უგვიანეს 1 თვისა, პოლიკლინიკა მიმართვით აგზავნის დაზარალებულს ისეთ სამედიცინო დაწესებულებაში, სადაც ჰყავთ პროფესიული პათოლოგიების სპეციალისტები. მიმართვას თან უნდა ერთვოდეს: 1. შრომის პირობების სანიტარულ-ჰიგიენური დახასიათება, 2. ინფორმაცია დაზარალებულის სამედიცინო შემოწმების შესახებ.

ქრონიკული პროფესიული დაავადების დასკვნითი დიაგნოზის დადგენიდან 3 დღის ვადაში, პროფესიული პათოლოგიის ცენტრიდან დიაგნოზი უნდა გადაეგზავნოს: 1. სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ სამსახურს, 2. დამქირავე-ბელს,

3. დაზღვევის ორგანოს და 4. იმ პოლიკლინიკას, რომელმაც მიმარ-თვით გააგზავნა დაზარალებული მითითებულ ცენტრში.

შეტყობინების მიღებიდან 10-დღის ვადაში სამუშაო ადგილის შემქმნელი ვალდებულია ბრძანებით შექმნას პროფესიული დაავადების გამოკვლევი კომისია, რომლის ხელმძღვანელიცაა სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის სამსახურის მთავარი ექიმი. აღნიშნულ კომისიაში ჩართული უნდა იქნენ: სამუშაო ადგილის შემქმნელის წარმომადგენელი, შრომის დაცვის სპეციალისტი, პროფკავშირის წარმომადგენელი.

გამოკვლევის დასრულებიდან კომისია 3-დღიან ვადაში ამზადებს სათა-ნაღო აქტს 5 ეგზემპლარად. აღნიშნული ეგზემპლარების ადრესატები შემდე-გია: 1. დაზარალებული, 2. სამუშაო ადგილის შემქმნელი, 3. სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის სამსახური, 4. პროფესიული პათოლო-გიის ცენტრი და 5. სადაზღვევო კომპანია.

აქტის გასაჩივრება ნებისმიერი მხარის მიერ შესაძლებელია სასამარ-თლო წესით.

გამოკვლევის მასალებთან ერთად აქტი ინახება 75 წლის განმავლობაში სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის სამსახურში და იმ ორგანიზაციაში, სადაც შესრულდა გამოკვლევა. აღნიშნული ორგანიზაციის ლიკვიდაციის შემთხვევაში ყველა მასალა გადაეცემა სანიტარულ-ეპიდემიო-ლოგიური ზედამხედველობის სამსახურს.

აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული მექანიზმი ჩვენს ქვეყანაში ჯერ-ჯერობით არ მოქმედებს მთელი რიგი მიზეზების გამო, რომელთა შორის ძირითადია ეკონომიკური ხასიათის პრობლემები, რაც მკაფიო გახდება სხვა ქვეყნების ანალოგიების მომარჯვებით.

მაგალითად, ფინეთში, რომელიც მოსახლეობის რაოდენობით ჩვენს ქვეყანასთან შესადარია, ყოველწლიურად ხდება პროფესიული დაავადების 13 ათასამდე შემთხვევის გამოვლენა, რუსეთისათვისაც დაახლოებით იგივე მაჩვენებელია მთელი წლის განმავლობაში, ხოლო აშშ-ში შემთხვევების რიცხვი დაახლოებით 500 ათასია.

რუსეთისათვის და ანალოგიურად მთელი პოსტსაბჭოთა სივრცისათვის დაავადებათა წარმოუდგენლად დაბალი რიცხვითი მონაცემები შრომის უფრო უკეთესი პირობებით კი არაა განპირობებული, არამედ პროფესიული დაავადების ცუდი დიაგნოზით მისი განვითარების ადრეულ სტადიაზე. ეს უკანასკნელი კი განპირობებულია მუშა-მოსამსახურეების დაბალი ანაზღაუ-რებით სამედიცინო

მომსახურების ფასთან შედარებით და ამის შედეგად, საკუთარ ჯანმრთელობაზე ნაკლები ზრუნვით.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს პარლამენტში უფრო მეტი ლობისტი გამოუჩნდა ექიმთა კორპუსს (მათ დაქირავებულ შრომას), რაც გამოხატულია ქვეყნის ეკონომიკური განვითარებისათვის შეუფერებლად მაღალი სატარიფო განაკვეთების დაწესებით და ნაკლები ლობისტი გამოუჩნდა მრავალი სხვა სახის დაქირავებულ შრომას (გარდა თვით პარლამენტართა დაქირავებული შრომისა).

დავუბრუნდეთ ისევ ჩვენს ძირითად მიმართულებას და აღვნიშნოთ, რომ საორგანიზაციო, ტექნიკური და ეკონომიკური ღონისძიებების პარალელურად, საწარმოო ტრავმატიზმისა და პროფდაავადებების შემცირების ნაცადი გზაა მუშაკთა სწავლება, ინსტრუქტაჟი და ტრენაჟი.

## **2.6. მომუშავეთა სწავლება და ინსტრუქტაჟი**

ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალისა და მუშების სწავლება შრომის დაცვის საკითხებზე უნდა მოხდეს სპეციალური პროგრამის მიხედვით, რომელშიდაც ასახული უნდა იქნეს კონკრეტული საწარმოს თავისებურებები. პროგრამის შედგენისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს შრომის დაცვის მოქმედი წესები, ინსტრუქციები და ნორმები. მუშათა სწავლების პროგრამაში გაშუქებული უნდა იქნეს ის საკითხები, რომლებიც უშუალოდ შეეხება მათ სამუშაო პირობებს.

ინსტრუქციაში გათვალისწინებული უნდა იქნეს შემდეგი საკითხების შესწავლა:

- საწარმოო სანიტარია და შრომის ჰიგიენა;
- შრომის მავნე პირობების (ხმაური, ვიბრაცია და ა.შ.) სალიკვიდაციო მეთოდები;
- საწარმოო ტრავმატიზმის წარმოშობი მიზეზების პროფილაქტიკა;
- სამედიცინო-სანიტარული სამსახურის ორგანიზაცია;
- ელექტროუსაფრთხოება;
- მუშათა და ინჟინერ-ტექნიკური პერსონალის მოქმედება ქარხნებში, საწარმოებსა და ტექნოლოგიურ ხაზებზე;
- ხანძარსაწინააღმდეგო ღონისძიებები;
- საწარმოო ტრავმატიზმის შემთხვევების განხილვა, უბედური შემთხვევების მიზეზების გამოკვლევა.

**შესავალი ინსტრუქციის** გაუვლელად სამუშაოზე დაშვება აკრძალულია. შესავალი ინსტრუქტაჟი უნდა ჩაუტარდეს ყველას განათლებისა და

სამუშაო სტაჟის მიუხედავად, როგორც მუდმივ, ისე დროებით სამუშაოზე მისაღებ პერსონალს. შესავალი ინსტრუქტაჟის დანიშნულებაა პერსონას გააცნოს უსაფრთხოების ღონისძიებები, სამუშაოთა უსაფრთხო წარმართვის მეთოდები, საწარმოო სანიტარიის საკითხები და სხვ.

ინსტრუქტაჟის ფარგლებში აცნობენ შრომის შინაგანაწესს (სამუშაო დრო, დასვენება, შვებულება), მის მოვალეობას სამუშაო დროის პერიოდში, სპეცტანსაცმლის მოხმარის წესს, პირველადი დახმარების აღმოჩენის წესს, პირადი ჰიგიენის საფუძვლებს, ზიანის მიყენების ანაზღაურების პირობებს და სხვა საკითხებს წარმოების სპეციფიკისა და დასაკავებელი თანამდებობის შესაბამისად. ინსტრუქტაჟს ატარებს უსაფრთხოების ტექნიკის ინჟინერი.

შესავალი ინსტრუქტაჟის შემდეგ ტარდება **პირველადი ინსტრუქტაჟი** უშუალოდ სამუშაო ადგილზე, რომელსაც ატარებს უშუალო უფროსი და სამუშაოზე მისაღებ პირს გულდასმით აცნობს სამუშაო ადგილს და უსაფრთხოების წესებს მოცემული ადგილისათვის. ასეთი ინსტრუქტაჟი საჭიროა აგრეთვე მაშინ, როცა პერსონა ერთი უბნიდან გადაჰყავთ მეორეზე.

**განმეორებითი ინსტრუქტაჟი** ტარდება სამუშაოს ხელმძღვანელის (ოსტატის, სამუშაოთა მწარმოებლის, სამუშაოთა უფროსი მწარმოებლის) მიერ მინიმუმ 6 თვეში ერთხელ ან საწარმოს ხელმძღვანელის მიერ დამტკიცებული გრაფიკით. განმეორებით ინსტრუქტაჟს ატარებენ აგრეთვე, როცა მუშა ან სხვა პერსონალი გადაჰყავთ ერთი სამუშაოდან მეორეზე ან ერთი სახის მოწყობილობიდან მეორეზე. აღნიშნული ინსტრუქტაჟის დანიშნულება არის უსაფრთხოების წესების მოთხოვნების აღდგენა პერსონალის მეხსიერებაში.

**გაუთავალისწინებელი (არაგეგმური) ინსტრუქტაჟი** ტარდება მაშინ, როდესაც ინერგება ახალი ტექნოლოგიური პროცესი, მოხდა უბედური შემთხვევა ან ისეთი დარღვევა, რასაც შესაძლებელია მოჰყოლოდა უბედური შემთხვევა. ტიპური ინსტრუქცია წარმოდგენილია დანართი 5-ის სახით.

დასკვნის სახით აღვნიშნოთ, რომ შესავალი ინსტრუქტაჟის ჩამტარებელი უნდა იყოს უსაფრთხოების ინჟინერი, ხოლო დანარჩენის ჩამტარებელი უშუალო უფროსი.

## **2.7. პირველადი დახმარების აღმოჩენის წესი**

ტოქსიკური ნივთიერებებით მწვავე მოწამელის, დენით დაზიანებისა და სხვა ტრავმული შემთხვევებისას შესაძლებელია გვექონდეს ოთხი შემთხვევა: 1. როცა ადამიანი გრძნობაზეა, სუნთქავს და აქვს გულისცემა; 2. დაზარალებული უგონოდაა, მაგრამ პულსი და სუნთქვა აღენიშნება; 3. დაზარალებული ცუდად

სუნთქავს, მაგრამ პულსი ისინჯება; 4. არც პულსია, არც გულის-ცემა, თვალის გუგები გაფართოებულია და არ რეაგირებს სინათლეზე და მტკივნეულ გამაღიზიანებელზე.

გულის შეკუმშვები მიუთითებს იმაზე, რომ გული მუშაობს. ამის შესამჩნევად უნდა მოუვსდინოთ მას მკერდის მარცხენა ნახევარზე ყუ-რის დადებით ან შევამოწმოთ პულსი ყველაზე შესამჩნევ ადგილას – საბილეთ არტერიასთან, სადაც ყველაზე სუსტი პულსიცი კი ისინჯება, ხოლო თუ აქაც არ ისინჯება, გული აღარ იკუმშება (ნახ. 2.5). ამ შემთხვევაში დაშავებულის თვალის გუგები გაფართოებულია. სუნთქვისა და გულისცემის შემოწმება უნდა მოხდეს სწრაფად – 15-20 წმ-ში.

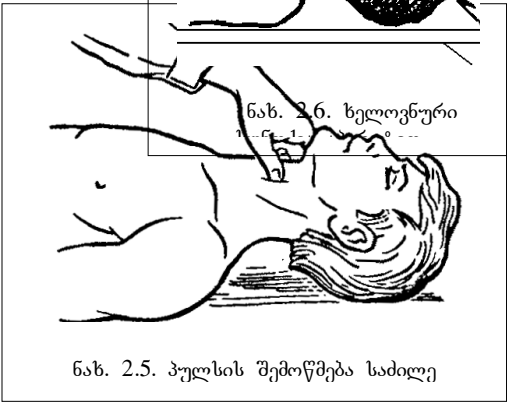
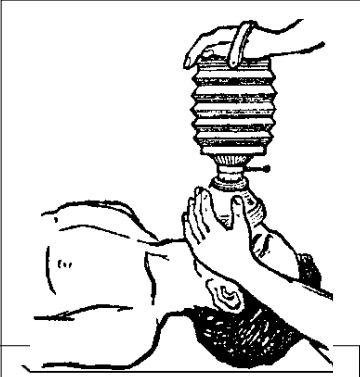
**თუ ადამიანი ბრძნობაზეა, მან არ უნდა** იმოძრაოს, უნდა და-ვაწვინოთ მშრალ ადგილზე, ზემოდან დავაფაროთ ტანსაც-მელი და დაველო-დოთ ექიმს. ამასთან ერთად, დავაკვირდეთ სუნთქვასა და გულისცემას. მოწამლულს უნდა ამოვურეცხოთ კუჭი. თუ ექიმის გამოძახება შეუძლებელია, იგი საკაცით უნდა გადავიყვანოთ სავადმყოფოში.

**თუ დაზარალებული უბრძნოდაა, მაგრამ პულსი და სუნთქვა** აღენიშნება, უნდა დავაწვინოთ მოხერხებულად, გავუხსნათ ქამარი, ტანსაც-მელი, მივაწოდოთ სუფთა ჰაერი, ნიშადურიანი ბამბა მივუტანოთ ცხვირთან, სახეზე ვასხუროთ წყალი, დავუზილოთ და გავუთბოთ სხეული. იგი უნდა იყოს მშვიდ გარემოში ექიმის მოსვლამდე.

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

ხელოვნური სუნთქვა შესაძლებელია ჩატარდეს ხელით ან სპეციალური აპარატით. ნახ. 2.6-ზე მოცემულია ხელის პორტატული აპარატით დახმარების ილუსტრაცია.

აპარატის შეკუმშვით ადამიანს ჰაერი მიეწოდება 0,25–1,5 ლ მოცულობით. აპარატს აქვს სარქველი, რომელიც შეიძლება მივუერთოდ ჟანგბადის ბალიშს და დაზარალებულს მივაწოდოთ ჟანგბადით გამდიდრებული ჰაერი.



ნახ. 2.5. პულსის შემოწმება საბილეთ

ნახ. 2.6. ხელოვნური

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

დაშავებულს უნდა შევუხსნათ ტანსაცმელი, დავაწვინოთ იატაკზე ან მაგიდაზე ზურგით, თავქვეშ ამოვუდოთ ერთი ხელი, მეორეთი გადავუწიოთ თავი ისე, რომ ნიკაპი და ყელი ერთ ხაზზე იყოს, შემდეგ თავქვეშ ამოვუდოთ ტანსაცმელი, გავუსინჯოთ პირის ღრუ, რომ არ ჰქონდეს სისხლი და ნერწყვი, თუ აქვს პროთეზი, მოვაშოროთ იგი. პირი გამოვუწმინდოთ ცხვირსახოცით ან პერანგის სახელოთი და ყურადღება მივაქციოთ, რომ ენამ არ დაკეტოს სასა (ენა არ ჩაუვარდეს).

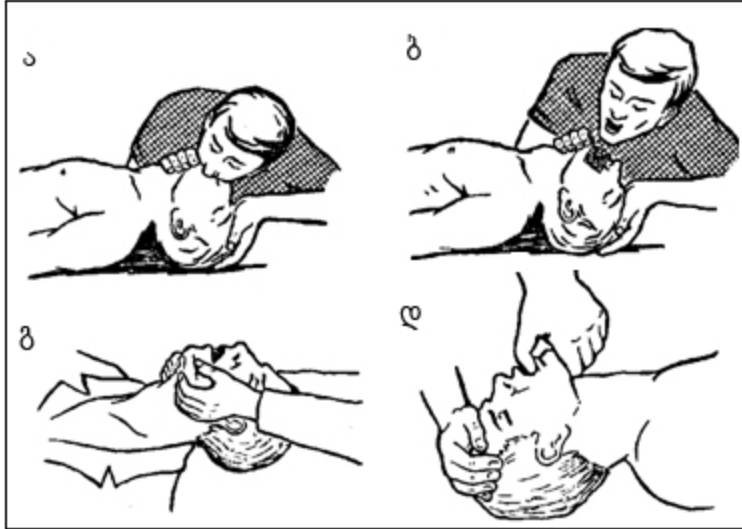
დამხმარე ღრმად ჩაისუნთქავს და მერე დაშავებულს ჩაბერავს პირში. ამ დროს მან უნდა მოიცვას მთელი პირი, ხოლო ცხვირი დაფაროს ლოყით ან ხელი მოუჭიროს. შემდეგ იგი მოცილდება დაზარალებულს, ხელახლა ჩაისუნთქავს და ისევ ჩაბერავს. პატარა ბავშვებს ერთდროულად ბერავენ პირში და ცხვირში (ნახ. 2.7).

თუ ხელოვნური სუნთქვა არ იძლევა ეფექტს, შესაძლებელია ქვედა ყბის წინ გამოწევა ისე, რომ ქვედა კბილები ზედას წინ აღმოჩნდეს (ნახ. 2.7. გ, დ).

ზრდასრულ ადამიანს წუთში 10-12-ჯერ უტარდება ხელოვნური სუნთქვა, ბავშვებს – 15-18-ჯერ, ანუ ყოველ 3-4 წმ-ში ერთხელ.

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

**თუ სასიცოცხლო ნიშნები არ აღმნიშნება**, ანუ როცა არც პულსია, არც გულისცემა, თვალის გუგები გაფართოებულია და არ რეაგირებს სინათლეზე და მტკივნეულ გამაღიზიანებელზე, ეს ნიშნავს კლინიკურ სიკვდილს. ამ დროს დაუყოვნებლივ საჭიროა ხელოვნური სუნთქვა და გულის მასაჟი. დროული და სწორი პირველი დახმარება გადარჩენის საწინდარია. ძირითადად, დრო კლინიკური სიკვდილიდან ბიოლოგიურ სიკვდილამდე არის 4-5 წთ, მაგრამ ყოფილა შემთხვევებიც, როცა ეს დრო უფრო მეტია. ამიტომ ექიმის მოსვლამდე მას პირველადი დახმარება არ უნდა შეუწყვიტოთ.

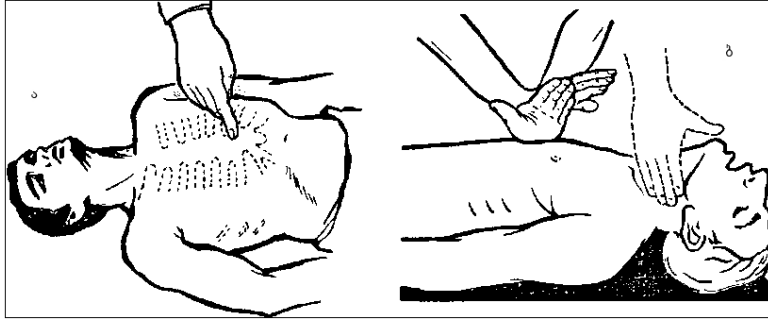


ნახ. 2.7. ხელოვნური სუნთქვა „პირიდან-პირში“ ჩაბერვით და ქვედა ყბის გამოწვევა: ა – ჩასუნთქვა; ბ – ამოსუნთქვა; გ, დ – ქვედა ყბის გამოწვევა

გულის მასაჟის ჩასატარებლად (ხელოვნურ სუნთქვასთან ერთად) დაშვებული მაგარ ზედაპირზე უნდა დავაწვინოთ გულალმა, გავუხსნათ ტანსაცმელი, გავუშვივლოთ მკერდი. დამხმარე ღებება დაშვებულის ერთ-ერთ მხარეს ისე, რომ ადვილად დაიხაროს მასზე. დაწოლა ხდება გულის ქვედა მესამედზე (ნახ. 2.8). დამხმარე მასზე ადებს ერთი ხელის გულის ქვედა ნაწილს, ზემოდან მეორე ხელს სწორი კუთხით და აწვება მას. თითები გაშლილია და არ ეხება დაშვებულს.

დაწოლა ხდება სწრაფი ბიძვით. ამ დროს მკერდის ქვედა მესამედი უნდა ჩაიზნიქოს 3-4 (მსუქნებისათვის 5-6) სმ-ზე. რბილ ქსოვილზე დაწოლა არ შეიძლება, რადგან შეიძლება დავაზიანოთ 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 სუნთქვაც.

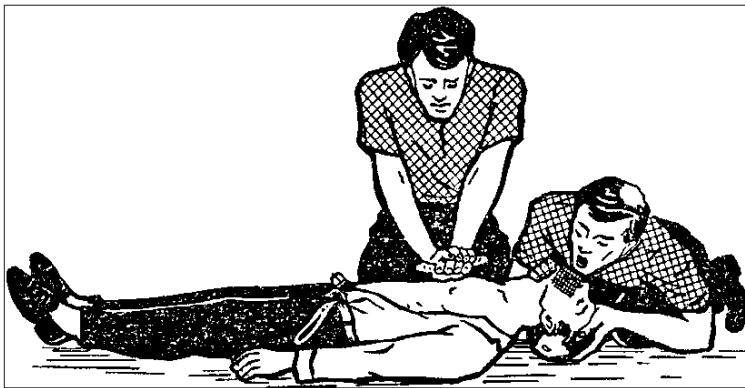




ნახ. 2.8. გულის ხელოვნური მასაჟი:

ა - დაზარალებულის მკერდზე დაწოლის ადგილი გულის მასაჟის დროს; ბ - ხელების მღებარეობა და პულსის შემოწმება საძილე არტერიაზე გულის მასაჟის დროს

თუ დამხმარე ორია, მაშინ ერთი ატარებს გულის მასაჟს, მეორე – ხელოვნურ სუნთქვას. ისინი ერთმანეთს შეენაცვლებიან ყოველ 5-10 წთ-ში. ყოველ ერთ ღრმა ჩაბერვას უნდა მოჰყვეს 5-ჯერ დაწოლა გულზე. თუ ეს შედეგს არ იძლევა, ყოველ ორ ჩაბერვას უნდა მოყვეს 15 დაწოლა. ჩასუნ-თქვის (ჩაბერვის) დროს დაწოლა არ შეიძლება (ნახ. 2.9).



ნახ. 2.9. გულის მასაჟსა და ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება ორი ადამიანის მიერ

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

მასაჟის ეფექტურობაზე მიუთითებს პულსი საძილე არტერიაზე, ასევე გუგების 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 (გულის კუნთის უჯრედების – ფიბრილების მოუწესრიგებელ მოძრაობაზე, როცა გული აღარ მუშაობს ტუმბოს მსგავსად).

ამ შემთხვევაში პირველადი დახმარება გრძელდება ექიმის მოსვლამდე ან გზაშიც მისი საავადმყოფოში გადაყვანისას, სადაც ჩაუტარებენ გულის ელექტრულ დეფიბრილაციას.

გულის დეფიბრილაცია არის ფიბრილაციის საწინააღმდეგო პროცესი, ანუ გულის ნორმალური, ბუნებრივი მუშაობის აღდგენა, რაც მიიღწევა დიდი ღენის მოკლევადიანი იმპულსების ზემოქმედებით დაშავებულის გულზე. ამ შემთხვევაში ძლიერი ელექტრული გამაღიზიანებლებით ხდება გულის კუნთის ყველა უჯრედის ერთდროული აგზნება და შესაბამისად გულის შეკუმშვა ისეთნაირად, როგორც ბუნებრივი ერთჯერადი შეკუმშვაა. ამის შემდეგ მისი რიტმული შეკუმშვები შეიძლება აღდგეს. დეფიბრილაციას ახდენენ სპეციალური აპარატით – დეფიბრილატორით. დეფიბრილატორში ხდება მუდმივი ღენის კონდენსატორის განმუხტვა გულის გავლით. თანამედროვე დეფიბრილატორების ორივე ელექტროდი ერთნაირია და წარმოადგენს ლითონის ბადროს იზოლირებული სახელურით. ელექტროდებს ათავსებენ გულმკერდზე: ერთს მარჯვნივ, მეორეს კი პირდაპირ გულზე. განმუხტვის დროს მდებარეობს ერთ-ერთ სახელურზე.

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

## 2.8. ნებართვების მიღება

**სამუშაოების ჩატარების ნებართვა.** მიწის ან სხვა სამუშაოების ჩატარება ისეთ ადგილას, სადაც კომუნიკაციებია, რომელთაგან მოსალოდნელია საფრთხე (ღენის დარტყმა, აფეთქება, ცეცხლის გაჩენა, გა-რემოში ტოქსიკური და მავნე ნივთიერებების გამოყოფა და ა.შ.) ნებადართულია მხოლოდ უფლებამოსილი ორგანიზაციების ან პირებისათვის.

ნებართვაში განსაზღვრული უნდა იყოს:

1. სამუშაოს მოცულობა და შესრულების ვადა.
2. მოსალოდნელი საფრთხე და შესაძლებელი რისკი.
3. საკონტროლო ზომების ჩამონათვალი, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია საფრთხის მინიმიზაცია.
4. სამუშაოს შეთანხმების პირობა ყველა მონაწილესთან და კოორდინაცია მომიჯნავე სამუშაოთა შემსრულებლებთან.

5. უბედური შემთხვევისას ადამიანების ევაკუაციის გეგმა და გარემოზე ნეგატიური გავლენის შემცირების ღონისძიებები.
6. სამუშაოზე პასუხისმგებელი პირი და მონაწილეები.
7. მონაწილეთა კვალიფიკაციის დამადასტურებელი დოკუმენტები.  
ნებართვის გარეშე სამუშაოს ჩატარება არ შეიძლება და იწვევს დამრღვევის პასუხისგებას.

**მენარბეტიკული სისტემების გამორთვის ნებართვა.**  
ელექტრული, მექანიკური, ჰიდრავლიკური, პნევმატიკური და სხვა ენერგეტიკული სისტემების გამორთვის ნებართვას, ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, ესაჭიროება მითითებული 7-პუნქტიანი ჩამონათვლის შესრულება.

აგრეთვე, დამატებით:

1. დაგროვებული ენერგიის უტილიზაციის საშუალების მითითება (ან ენერგიის აკუმულაციის შეუძლებლობის დასაბუთება), მისი შეთანხმება კვალიფიციურ სპეციალისტთან და სამუშაოს შესრულება კვალიფიციური სპეციალისტის მიერ.
2. გამორთვის ადგილებში შემოღობვის მოწყობა და გამაფრთხილებელი ნიშნების განთავსება.
3. გამორთვის საიმედოობის პერიოდულად შემოწმება აპრობირებული მეთოდით.

ნებართვის გარეშე სამუშაოს ჩატარება არ შეიძლება და იწვევს დამრღვევის პასუხისგებას.

**უჩვეულო პირობებში მუშაობის ნებართვა.** შეზღუდულ სივრცეში (მიწისქვეშ, წყალქვეშ, ხიდზე, კაშხალზე, ესტაკადასა და ა.შ.), ტოქსიკური, რადიოაქტიური, ვიბრაციული, ანომალური ტემპერატურის მქონე და ა.შ. გარემოში მუშაობის ნებართვას, ისევე როგორც წინა შემთხვევაში, ესაჭიროება მითითებული 7-პუნქტიანი ჩამონათვლის შესრულება.

აგრეთვე, დამატებით:

1. იმის დასაბუთება, რომ სამუშაოს შესრულება სხვა გზით შეუძლებელია.
2. დასტური, რომ სამუშაოში მონაწილე პერსონალს აქვს უჩვეულო პირობებში მუშაობის სათანადო კვალიფიკაცია.
3. ყველა ენერგეტიკული სისტემის გათიშვა, რომელიც ზეგავლენას ახდენს უსაფრთხოებაზე, გამორთვის საიმედოობის პერიოდული შემოწმება აპრობირებული მეთოდით, აკუმულირებული ენერგიის მავნე ზეგავლენის შეფასება და მისი მინიმიზაციისათვის გამოყენებული ტექნიკური საშუალებების მითითება.
4. სამუშაო ადგილის შემოღობვა და გამაფრთხილებელი ნიშნების განთავსება.

5. სამუშაო ადგილებში არასანქცირებული შეღწევის გამორიცხვა მორიგის (მორიგეების) დაყენებით.
6. გარემოს ჰაერის ვარვისობის შემოწმება ისეთნაირად, იმდენჯერ და ისეთი აპარატურით, როგორც ეს განსაზღვრულია ნორმატიული აქტებით.  
ნებართვის გარეშე სამუშაოს ჩატარება არ შეიძლება და იწვევს დამრღვევის პასუხისგებას.

## **2.9. დაცვის კოლექტიური და ინდივიდუალური საშუალებები**

გამოყენების ხასიათის მიხედვით განასხვავებენ დაცვის კოლექტიურ და ინდივიდუალურ საშუალებებს. ორი და მეტი ადამიანის ერთდროულად დასაცავი საშუალება კოლექტიურია, ხოლო სხვა შემთხვევაში საქმე გვაქვს დაცვის ინდივიდუალურ საშუალებებთან.

მრეწველობის ობიექტებზე, ტრანსპორტზე, სოფლის მეურნეობაში და სხვაგან გამოყენებული კოლექტიური საშუალებები დაყოფილია კლასებად და მოცემულია სათანადო სახელმწიფო სტანდარტებში. მათ მიეკუთვნება ჰაერის გარემოს, სამუშაო ადგილის განათების, ხმაურისა და ვიბრაციის ნორმალ-ზაციის საშუალებები, ელექტრული დენის დარტყმისაგან, მექანიკური, ქიმიური, ბიოლოგიური ფაქტორებისაგან დასაცავი საშუალებები. კოლექტიური დაცვის საშუალებებს აგრეთვე მიეკუთვნება დაცული ზონების, აკრძალული ზონების დაწესება, საწარმოო და საცხოვრებელი ზონების გამმიჯნავი გამწვანების მოწყობა და სხვ.

კოლექტიური დაცვის საშუალებები იყოფიან დაცვის სუბიექტურ და ობიექტურ საშუალებებად. განვიხილოთ აღნიშნული საშუალებები.

**დაცვის სუბიექტური საშუალებები.** აღნიშნული საშუალებების მოქმედება დაფუძნებულია მომუშავეს მიერ შეგნებული დაცვითი მოქმედების შესრულებაზე, რითაც მცირდება საშიში ფაქტორების გავლენა.

მაშასადამე, სუბიექტური საშუალებების დამცავი თვისებები ვლინდება ადამიანის გააზრებული მოქმედების შედეგად, რასაც განაპირობებს მისი გამოცდილება, კვალიფიკაცია, უსაფრთხოების ტექნიკის ნორმების ცოდნა და დაცვა. აღნიშნულის საფუძველზე ადამიანს შეუძლია დაიცვას თავისი თავი და გარემომყოფები დაშავებისაგან.

უსაფრთხოების წესების, საწარმოო სანიტარიის, მუშაობის უსაფრთხო მეთოდების სწავლება, ცოდნის პერიოდული შემოწმება და მათი განუხრელი დაცვა კონტროლის გზით, აგრეთვე მომუშავეთა კვალიფიკაციის ამაღლება და

შრომითი და საწარმოო დისციპლინის დაცვისადმი მათი მზაობა ხელს უწყობს სუბიექტური საშუალებების დამცავი თვისებების გამოვლენას.

კოლექტიური დაცვის სუბიექტური საშუალებების ძირითადი სახეებია: კონტროლის, სიგნალიზაციის მოწყობილობები, გამაფრთხილებელი პლაკატები, ხმოვანი სიგნალი, შუქსიგნალი და სხვ.

ავტომატური კონტროლისა და სიგნალიზაციის მოწყობილობები გამოიყენება მანქანების, დანადგარების, პროცესების და სხვათა მუშაობის რეჟიმის შემოწმებისა და კორექტირების საქმეში პერსონალის დასახმარებლად. აღნიშნული საშუალებებით, აგრეთვე სათანადო ხელსაწყოებით: მანომეტრით, თერმომეტრით, ვოლტმეტრით, სითხეთა დონის მაჩვენებლებით და ა.შ., ხდება წნევის, ტემპერატურის, ძაბვის, სითხეთა დონის და სხვათა საშიში სიდიდეების გამოვლენა გაზომვების გზით. სათანადო ციფერბლატზე სახიფათო დონეები გამოყოფილია წითელი ფერით, ხოლო აღნიშნული სიდიდის რეალურად მიღწევის შემთხვევაში, საშიშ და განსაკუთრებით საშიშ პროცესებში ან წარმოებაში ჩართვება შუქსიგნალი, ხმოვანი სიგნალიზაცია ან ორივე ერთად.

ხშირად გამოიყენება ორი ფერის შუქსიგნალი: წითელი და მწვანე. მაგალითად, დეპოებში დამკვიდრებულია პრაქტიკა, რომ სარემონტო თხრილის თავზე ჩართული წითელი შუქის შემთხვევაში დაუშვებელია თხრილზე სარემონტოდ დამდგარ ელმავალზე მუშაობა, რადგან წითელი შუქი ნიშნავს საკონტაქტო ხაზის ქსელში ჩართვას. ქსელიდან ამორთვის მაჩვენებელია მწვანე შუქი, ხოლო თუ არცერთი სიგნალი არ ანთია, მაშინ უსაფრთხოებიდან გამომდინარე, ეს უნდა მივიღოთ როგორც წითელი სიგნალი შუქსიგნალის გამორთვის ნამდვილი მიზეზის დადგენამდე.

ყველა სახის ტრანსპორტი, ამწე მექანიზმები და ა.შ. აღჭურვილია ხმოვანი სიგნალით, რომელიც აფრთხილებს პერსონალს საშიშროების შესახებ. ასეთი სიგნალიზაცია გამოიყენება აგრეთვე ფეთქებადი საშუაობების ჩატარებისას, დიდი კონსტრუქციების დალაგებისას, ფიზიკური სიდიდეების სახიფათო დონეების მიღწევისას და ა.შ.

პლაკატები შესაძლებელია იყოს: 1. ამკრძალავი (მაგალითად, “არ იმუშაოთ დამცავი დამიწების გარეშე” საჭიროა იქ, სადაც სხვა შემთხვევაში მოსალოდნელია დენის დარტყმა; “არ იმუშაოთ დუბლირებული ონკანების გარეშე” საჭიროა წნევიანი ჰურჭლებისათვის ერთ-ერთი ონკანის დაზიანების შემთხვევაში საფრთხის ასაცილებლად; “არ იმუშაოთ გამწოვი ვენტილაციის ჩართვის გარეშე”, “ნუ მოსწევთ” და ა.შ.). 2. გამაფრთხილებელი (მაგალითად, “ფრთხილად, მოსალოდნელია არაგაბარიტული ტვირთი”; “მოერიდეთ

მატარებელს” და ა.შ.). 3. მაჩვენებელი (მაგალითად, “სახანძრო გასას-ვლელი”, “დასვენების ზონა”, “ავტომანქანის შესაკეთებელი თხრილი”, “სა-სადილო”, “სამედიცინო პუნქტი” და ა.შ.).

გარდა ამისა, ადამიანის ადაპტირებისა და მართებული ორიენტა-ციისათვის გამოიყენება პირობითი შეღებვა. მისი ერთნაირობა განაპირობებს ადამიანის რეაქციის გამოძევაებას სათანადო ფერის სიგნალის მიმართ. მაგალითად, წითელი ფერით იღებება დამცავი გადაღობვის შიგნითა მხარე, ამოსართავი დილაკები, ჩართვა-ამორთვის ბერკეტები და სხვ. წითელი ფერით ანათებს აგრეთვე ყველა ამკრძალავი ნათურა, ტექნოლოგიური პროცესის ნორმალურიდან გადახრის მაჩვენებელი ნათურა და ა.შ.

ელექტროდანადგარების, წნევიანი ბალონების, მილსადენების პირობები-სათვის საზოგადოდ მიღებული განსაზღვრული შეღებვა თავიდან აგვაცილებს შეცდომებს. მაგალითად, ელექტროდანადგარების სალტების შესაღებად ფაზების შესაბამისად მიღებულია ფერები: ა-ფაზა – ყვითელი; ბ-ფაზა – მწვანე; ც-ფაზა – წითელი. ტექნოლოგიური მილსადენებისათვის გამოიყენება ფერები: წყალი – მწვანე; ორთქლი – წითელი; ჰაერი – ცისფერი; ბუნერივი აირი – წითელი და ა.შ. ჟანგბადის ბალონები იღებება ცისფრად და უკეთდება შავი ფერის წარწერა, ნახშირბადის დიოქსიდის ბალონები იღებება შავად და უკეთდება ყვითელი ფერის წარწერა და ა.შ.

ამგვარად, ადამიანის დროული და მართებული რეაქცია დაცვის სუბიექტურ საშუალებებზე – ხმოვან და შუქსიგნალებზე, პლაკატებზე, საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოების მაჩვენებლებზე, პირობით შეღებვაზე და ა.შ., თავიდან აგვაცილებს უბედურ შემთხვევებსა და საწარმოო ტრავ-მატიზმს. ამასთან ერთად, ადამიანის ყურადღების კონცენტრაციაზე უარყო-ფით გავლენას ახდენს: დაღლილობა, ხმაური და ვიბრაცია, ჯანმრთელობის მდგომარეობა და თვითშეგრძნება, სინათლის დამაბრმავებელი მოქმედება ან არასაკმარისი განათება, ცუდი ვენტილაცია ან ექსტრემალური ტემპერა-ტურული პირობები, ინფორმაციით გადატვირთვა, როცა ადამიანი ვეღარ ასწრებს დროულ რეაგირებას და სხვა მრავალი სუბიექტური ფაქტორი. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ადვილი მისახვედრია, თუ რატომ ეწოდება დაცვის აღნიშნულ საშუალებების – სუბიექტური.

**დაცვის ობიექტური საშუალებები.** ადვილი მისახვედრია აგრეთვე, რომ დაცვის ობიექტური საშუალებების მოქმედება დამოკიდებული არ უნდა იყოს ადამიანის გამოცდილებაზე, კვალიფიკაციაზე და მსგავს რეალობებზე და მათ ყველა შემთხვევაში უნდა შეეძლოთ ადამიანზე უარყო-ფითი ფაქტორების

ზემოქმედების შემცირება. ობიექტური საშუალებებია ყველა დაბრკოლება (გარსაცმი, შემოღობვა, იზოლაცია და ა.შ.), რომელიც ადამიანს საშუალებას არ მისცემს შეეხოს მბრუნავ ნაწილებს, ელექტრო-ქსელებს, შევიდეს საშიშ ტერიტორიაზე და სხვ. სამუშაო ადგილების უსაფრთხოება და კომფორტულობა: ვენტილაცია, კონდიციონერება, გათბობა, დამცავი დამიწება, დამცავი დანულება, პოტენციალთა გათანაბრება, ხმაურის ჩახშობა, ვიბრაციის ჩაქრობა და ა.შ., აგრეთვე დაცვის ობიექტური საშუალებებია, რომლებიც მოქმედებენ ადამიანის კვალიფიკაციისაგან დამოუკიდებლად.

დაცვის ობიექტური საშუალებების დაპროექტების, დამზადებისა და ექსპლუატაციის დროს საჭიროა განისაზღვროს მისი ელემენტების ისეთ მტყუნებათა ალბათობა, რომლებსაც შეუძლიათ ტრავმატიზმის ან საგანგებო სიტუაციების ინიცირება. შესაბამისად, ამ გზით განისაზღვრება მომსახურების ოპტიმალური პირობები, დათვალიერებისა და რემონტის ვადები აღნიშნულ სისტემათა საიმედოობის გასაზრდელად. საიმედოობა კი ხასიათდება სამი თვისებით: მედეგობით, რემონტისათვის ვარგისიანობით და მტყუნების დაბალი დონით.

**მედგობა** არის ტექნიკური მოწყობილობის თვისება შეინარჩუნოს მუშაობის უნარიანობა მთელი პერიოდისათვის, რაც განსაზღვრულია მისი პასპორტით ტექნიკური დათვალიერების, გამოცდისა და რემონტის დროის მხედველობაში მიღებით.

**რემონტისათვის ვარგისიანობა** არის დაცვის საშუალების თვისება ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის შემდეგ კვლავ ექნეს შესაძლებლობა თავიდან აგვაცილოს, აღმოაჩინოს ან შეგვატყობინოს მტყუნება. დროის გასვლის კვალობაზე სისტემის გაუარესების გამო თანდათანობით მტყუნებების ასაცილებლად საჭიროა ძირითადი ელემენტების პერიოდული გამოცდა. ამ დროს ელემენტების გაზომილ პარამეტრებს უდარებენ შესაბამის საპასპორტო მონაცემებს და შეაქვთ სპეციალურ ყურნალში ან მოწყობილობათა პასპორტში. ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ელემენტებისათვის მიუთითებენ აგრეთვე მომდევნო გამოცდის თარიღს.

**მტყუნება.** როდესაც სისტემებში რომელიმე ელემენტის მტყუნებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს მთელი სისტემის დაცვითი თვისებების მოშლა. ამის გამო ისეთი ელემენტები, რომლებიც ყველაზე ხშირად გამოდიან მწყობ-რიდან საჭიროებენ დუბლირებას ან მთელმა სისტემამ ასეთ დროს უნდა გააკეთოს შეტყობინება საწარმოო საშიშროების წარმოქმნის შესახებ და მოქმედება გააგრძელოს აკრძალვის რეჟიმით, ანუ შეუძლებელი გახადოს საწარმოო

პროცესის წარმართვა ძირითადი საზღვრის ბლოკირებით. შესაბამისად, უმტყუნო მუშაობის რაოდენობრივი შეფასება უნდა მოხდეს უმტყუნო მუშაობისა და საშიში მტყუნების რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით ან უსაფრთხო მუშაობის პირობით (მხედველობაში გვაქვს აკრძალვის რეჟიმი).

ნებისმიერი მტყუნება დამოუკიდებელი მოვლენაა, ხოლო უმტყუნო მუშაობა დროის მიხედვით აისახება ფორმულით

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (2.6)$$

სადაც  $t$  არის დრო, რომლის განმავლობაშიც მოწყობილობა მუშაობს;  $\lambda$  - მტყუნების რიცხვი დროის ერთეულში (მტყუნების ინტენსიურობა).

უმტყუნო მუშაობის ალბათობის კონკრეტული მნიშვნელობები როგორც მთელი მოწყობილობისათვის, ისე მისი ცალკეული ელემენტისათვის დგინდება ექსპლუატაციის პროცესში, ან საიმედოობის სპეციალური გამოცდების მიხედვით. დაცვითი მოწყობილობის სისტემის დაპროექტებისას უმტყუნო მუშაობის ალბათობა განისაზღვრება შემცველი ელემენტების უმტყუნო მუშაობის მონაცემების მიხედვით მოწყობილობის სტრუქტურისა და მოქმედების სქემის შესაბამისად.

მრავალელემენტური დაცვითი მოწყობილობის სისტემის მტყუნება შესაძლებელია გამოიწვიოს ყოველი მათგანის მტყუნებამ და ის ვერ კრძალავდეს: 1. ადამიანების მოხვედრას საშიშ ზონაში; 2. საშიში ობიექტის (გარემოს) მოახლოებას ადამიანების სამუშაო ზონაში. ასეთ შემთხვევაში უსაფრთხო მუშაობის ალბათობა მთელი სისტემისათვის განისაზღვრება რთული მოვლენის სრული ალბათობის ფორმულით, რომელაც აქვს სახე

$$P(\bar{A}) = \sum_{j=0}^k P(H_j)P(\bar{A}/H_j), \quad (2.7)$$

სადაც  $P(H_j)$  არის მთელი მოწყობილობის  $H_j$  მდგომარეობაში ყოფნის ალბათობა, რაც განპირობებულია ელემენტების შესაძლო მდგომარეობების თანხვედრით;  $P(\bar{A}/H_j)$  - უსაფრთხო მუშაობის პირობითი ალბათობა, თუ მოწყობილობა იმყოფება  $H_j$  მდგომარეობაში.

ბოლო ფორმულიდან ჩანს, რომ უსაფრთხოების გაზრდა შესაძლებელია მოვლენათა ისეთი დამთხვევისას, როცა უსაფრთხო მუშაობის პირობითი ალბათობა ერთის ტოლია. მოვლენათა ასეთი დამთხვევა კი შესაძლებელია ყველა ელემენტის გამართული მუშაობით. უსაფრთხოების გაზრდა (მთელი



მოწყობილობისათვის საშიში მტყუნების გამორიცხვა) შესაძლებელია აგრეთვე მუშაობის პირობითი ალბათობის მომატების ხარჯზე მაშინაც კი, თუ რომელიმე ელემენტი ან მათი ჯგუფი გადავიდა აკრძალვის რეჟიმზე.

ყოველი  $i$  ელემენტს შეუძლია მტყუნება დროის  $[0, t]$  ინტერვალში  $q_i(t)$  ალბათობით.  $i$  ელემენტის უსაფრთხო მუშაობის ალბათობა დროის ამ პერიოდში  $P_i(t) = 1 - q_i(t)$ . იმის ალბათობა, რომ  $i$  ელემენტის მტყუნებისას არ მოხდება მთელი მოწყობილობის საშიში მტყუნება, განისაზღვრება ფორმულით  $P(\bar{A}/i) = 1 - P(A/i)$ .

მთელი მოწყობილობის საშიშ მტყუნებათა საერთო ალბათობის განსასაზღვრავად განხილული უნდა იქნეს ელემენტთა მდგომარეობის ყველა შესაძლებელი კომბინაცია.

ამ მიზნით შემოვიტანოთ  $i$  ელემენტის მდგომარეობის აღმწერი ცვლადი  $\alpha_i$ . აღნიშნულ ცვლადს დროის  $[0, t]$  ინტერვალში შეუძლია მიიღოს მნიშვნელობები:  $\alpha_i = 0$ , თუ ელემენტი მუშაობს მტყუნების გარეშე და  $\alpha_i = 1$  იმ შემთხვევაში, თუ ელემენტმა მოახდინა მტყუნება. ასეთ შემთხვევაში დაცვის მოწყობილობის ყოველი  $H_j$  მდგომარეობა დროის  $[0, t]$  ინტერვალში შესაძლებელია აღიწეროს  $\alpha_i (i = 1, 2, \dots, n)$  ცვლადების ერთობლიობით.  $\alpha_i$  ცვლადების ყველა შესაძლო კომბინაცია 3- და 4-ელემენტის მქონე მოწყობილობისათვის შესაბამისად აისახება რიცხვთა შემდეგი კომბინაციებით:

3 ელემენტისათვის – 000, 010, 001, 011, 100, 101, 110, 111 (სულ 8, ანუ  $2^3$  კომბინაცია); 4 ელემენტისათვის – 0000, 0100, 1000, 1100, 0010, 0001, 0011, 0101, 0110, 0111, 1001, 1010, 1011, 1101, 1110, 1111 (სულ 16, ანუ  $2^4$  კომბინაცია) და ა.შ.  $n$ -ელემენტის მქონე მოწყობილობისათვის  $[0, t]$  ინტერვალში ელემენტთა მდგომარეობის შესაძლებელ კომბინაციათა რიცხვი იქნება  $2^n$ .

დავუშვათ, რომ  $H_j$  მდგომარეობაში  $\alpha_i$  ცვლადების ნაწილი ღებულობს მნიშვნელობებს  $\alpha_i = 1$ , ხოლო დანარჩენები ნულის ტოლია. როგორც აღინიშნა,  $\alpha_i$  ცვლადი ერთის ტოლ მნიშვნელობას ღებულობს ალბათობით –  $q_i = 1 - P_i(t)$ , ხოლო ნულის ტოლია უმტყუნო მუშაობის ალბათობა  $t$  დროის

განმავლობაში. დროის  $[0, t]$  ინტერვალისათვის შემოვიტანოთ  $i$  ელემენტის ალბათობის აღნიშვნები მისი  $\alpha_i$  მდგომარეობის მიხედვით:

$$P_i^{\alpha_i}(t) = P_i(t), \text{ როცა } \alpha_i = 0; \quad (2.8)$$

$$P_i^{\alpha_i}(t) = 1 - P_i(t), \text{ როცა } \alpha_i = 1. \quad (2.9)$$

თუ ყოველი ელემენტის მტყუნება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელია, მაშინ  $H_j$  მდგომარეობის ალბათობა, რომელიც აღიწერება  $\alpha_i (i = 1, 2, \dots, n)$  ცვლადების ერთობლიობით, სათანადო ალბათობათა ნამრავლის ტოლია

$$P(H_j) = P_1^{\alpha_1}(t) P_2^{\alpha_2}(t) \dots P_n^{\alpha_n}(t). \quad (2.10)$$

ბუნებრივია, რომ აღნიშნული დროის განმავლობაში  $i$  ელემენტმა თუ მტყუნების გარეშე იძუშავა, ანუ თუ მისთვის  $\alpha_i = 0$ , მაშინ მოცემული ელემენტის მიხედვით მთელ მოწყობილობას არ ექნება საშიში მტყუნება. ე.ი. ამ შემთხვევაში  $P(\bar{A}/i) = 1$ . თუ  $\alpha_i = 1$ , მაშინ მთელი მოწყობილობის უსაფრთხო მუშაობის პირობითი ალბათობა უდრის რაღაც  $P(\bar{A}/i)$  სიდიდეს.

აღნიშნული დაიწერება შემდეგი სახით:

$$P^{\alpha_i}(\bar{A}/i) = 1, \text{ როცა } \alpha_i = 0; \quad (2.11)$$

$$P^{\alpha_i}(\bar{A}/i) = P(\bar{A}/i), \text{ როცა } \alpha_i = 1. \quad (2.12)$$

შესაბამისად,  $H_j$  მდგომარეობაში მყოფი მოწყობილობის უსაფრთხო მუშაობის პირობითი ალბათობა გამოისახება სათანადო ალბათობათა ნამრავლის სახით

$$P(\bar{A}/H_j) = P^{\alpha_1}(\bar{A}/1) P^{\alpha_2}(\bar{A}/2) \dots P^{\alpha_n}(\bar{A}/n). \quad (2.13)$$

ყველა მდგომარეობის გათვალისწინებით მოწყობილობის უსაფრთხო მუშაობის ალბათობა განისაზღვრება სათანადო  $P(H_j)P(\bar{A}/H_j)$  ნამრავლთა აჯამების გზით

$$P(\bar{A}) = \sum_{j=1}^{2^n} P(H_j)P(\bar{A}/H_j). \quad (2.14)$$

$t$  დროის განმავლობაში ორი და მეტი ელემენტის ერთდროული მტყუნების ალბათობის გაუთვალისწინებლად ანგარიშის შესრულება დიდ ცდომილებას არ

იძლევა და უსაფრთხო მუშაობის გაანგარიშებული სიდიდე ოდნავ შემცირებული იქნება. ამ უკანასკნელის რეალური სიდიდე გამუტ-ვლილზე უფრო მეტი იქნება, ხოლო მოწყობილობის საიმედოობა გარკვეული რეზერვით იქნება განსაზღვრული.

ფორმულებში შემავალი ყველა სიდიდის რიცხვითი მნიშვნელობები განისაზღვრება ექსპლუატაციის ან სპეციალური გამოცდის შედეგების მიხედვით. ცალკეული ელემენტის უმტყუნო მუშაობის ალბათობას განსაზღვრავენ მტყუნებების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით. თუ მოწყობილობაში სერიული ელემენტები გამოიყენება, მაშინ შესაძლებელია ამ ელემენტების დამამზადებელი ქარხნის მიერ მოცემული სათანადო მახასიათებლებით სარგებლობა.

დამცავი მოწყობილობის უსაფრთხო მუშაობის პირობითი ალბათობა  $P(\bar{A}/i)$ ,  $i$  ელემენტის მტყუნებისას შემდგენაირად განისაზღვრება. ვთქვათ დროის  $[0, t]$  ინტერვალში ვაკვირდებით მოწყობილობათა გარკვეული პარტიის მუშაობას და ამ დროს  $i$  ელემენტმა მოგვცა  $N_i$  მტყუნება, რო-მელთაგან  $n_i$  რაოდენობა დაკავშირებული იყო უსაფრთხოების პირობის მოსალოდნელ საშიშ დარღვევასთან. ასეთ დროს საშიში მტყუნების პირობითი ალბათობის შეფასება შესაძლებელია  $P^*(A/i) = n_i/N_i$  სიდიდით, ხოლო მოწყობილობის პირობითი უსაფრთხო ალბათობა განისაზღვრება ფორმულით

$$P^*(A/i) = 1 - \frac{n_i}{N_i} = \frac{N_i - n_i}{N_i}. \quad (2.15)$$

თუ  $i$  ელემენტის მტყუნებათა საერთო რიცხვიდან არცერთ მათგანს შედეგად არ მოჰყვა უსაფრთხოების დარღვევა, მაშინ პირობითი უსაფრთხო ალბათობის სარწმუნო ინტერვალის ზედა ზღვარი (ქვედა ნულს უდრის ასეთ შემთხვევაში) შესაძლებელია განისაზღვროს ფორმულით

$$P^*(A/i) = 1 - \sqrt[N_i]{1 - \beta}, \quad (2.16)$$

სადაც  $\beta$  არის სარწმუნო ალბათობა, რომლის მიხედვითაც  $P(A/i)$  პირობითი უსაფრთხო ალბათობის შეფასება არ გამოდის სარწმუნო ინტერვალის ფარგლებიდან.

**დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები** პირადი აღჭურვილობის საგნებია და მათი დანიშნულებაა ადამიანის ან მისი ცალკეული ორგანოს დაცვა გარემოს არახელსაყრელი პირობებისაგან. გარემოს ცნება აქ გულისხმობს

როგორც ბუნებრივად ჩამოყალიბებულ პარამეტრებს (ტემპერატურას, წნევას და ა.შ.), ისე მათ ცვალებადობას ადამიანის საქმიანობის შედეგად. აღნიშნული საშუალებები შესაძლებელია ადამიანს იცავდნენ გადახურებისაგან, გაცივებისაგან, ღენის დარტყმისაგან, გამოსხივებისაგან და ა.შ. ან იცავდნენ მის ცალკეულ ორგანოებს – მხედველობის, სმენის, სუნთქვის და ა.შ. შესაბამისად, დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების გამოყენება შესაძლებელია როგორც ღია გარემოში, ისე დახურულ სივრცეში.

**ჩაჩქანი.** ერთმანეთისაგან განსხვავებულია საწარმოო, სპორტული, საბრძოლო და სხვა სახის ჩაჩქნები. ყველა შემთხვევაში ჩაჩქანი ადამიანის თავს იცავს დარტყმისაგან, გაცივებისაგან, გაჭუჭყიანებისაგან, გადახურები-საგან და სხვა მანვე ფაქტორებისაგან. გამოდის სპეციალური ჩაჩქნები, რომლებიც ადამიანს იცავენ ღენის დარტყმისაგან, ხმაურისაგან და ა.შ. იგი მზადდება მაღალი სიმტკიცის მსუბუქი მასალისაგან. სერიულ გამოშვებამდე ჩაჩქნებს ამოწმებენ დარტყმაზე, დარტყმის ენერჯის ამორტიზების უნარზე, წყალმდეგობაზე, თერმომდეგობაზე, ელექტრულ წინააღობაზე, ხმაურის ჩახშობის უნარზე და სხვა ისეთ თვისებებზე, რომლებსაც უნდა აკმაყოფილებდეს მოცემული სახეობა.

ფართო გავრცელება ჰპოვა პოლიეთილენისაგან დამზადებულმა ჩაჩქნებ-მა. დანიშნულების მიხედვით მათ აქვთ განათებისა და სხვა საჭირო მოწყობილობების დასამაგრებელი საშუალებები. ზოგიერთი სახის ჩაჩქნის კომპლექტში შედის განათების დუბლირებული საშუალებები მეტი საიმედოობისათვის და აგრეთვე სხვადასხვა საკონტროლო და საზომი ხელსაწყოები. წარმოებაში გამოსაყენებელი და სპორტული ჩაჩქნების მოწყობილობა შედარებით მარტივია და სიმსუბუქით გამოირჩევიან.

**რესპირატორები და აირწინაღმები.** სუნთქვის ორგანოების დასაცავად გამოყენებულია რესპირატორები და აირწინაღები. პირველი მათგანი მხოლოდ ჰაერის გასაფილტრად გამოიყენება, ხოლო მეორე იცავს აგრეთვე სახისა და თავის კანს გარემოსაგან მისი იზოლირების გზით.

აღსანიშნავია, რომ პირველი რესპირატორი შეიქმნა 1799 წელს ა.ფონ ჰუმბოლტის მიერ და მისი დანიშნულება იყო მიწისქვეშ ნახშირის შახტებში მომუშავე სამთოელთა დაცვა. მას მსხლისებრი მოქნილი რეზერვუარი ჰქონდა, რომლიდანაც ხდებოდა ჰაერის შესუნთქვა, ხოლო მასში მოთავსებული იყო დოლბანდის საცვლელი ფილტრი, რომელიც მხოლოდ მტვრის ნაწილაკებს აკავებდნენ. იმ პერიოდისათვის ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური იარაღი ცნობილი არ იყო



ნახ. 2.10. ჩაჩქნები:

1 – მრეწველობაში გამოყენებული თანამედროვე ჩაჩქანი, რომელსაც ბუნებრივი ვენტილაცია აქვს, მისი ფასია 130–149 ლარი, ჩაჩქანი არ იცავს ელექტროენერჯის დარტყმისაგან და გამდნარი ლითონის შხეფებისაგან, სანიკაპე ლველი იცავს მის თავიდან წაძრობას ექსტრემალურ ვითარებაში (სიმალიდან ადამიანის ჩამოვარდნისას, წაქცევისას და ა.შ.); 2 – სპელეოლოგიური ჩაჩქანი, რომელიც აღჭურვილია დუბლირებული სანათებით (ელექტრული და აცეტილენის), ფასი დაახლოებით 200 ლარი; 3, 4 – მთამსვლელთა ჩაჩქნები, მეორე უფრო თანამედროვეა, მისი მასაა დაახლოებით 350 გ, ხოლო ფასი – 150 ლარი; 5 – აშშ-ის მფრინავების მიერ ვიეტნამის ომის დროს გამოყენებული ჩაჩქანი; 6 – ინგლისური ჩაჩქანი, რომელსაც ინგლისისა და აშშ-ის მეტროპოლები იყენებდნენ პირველი მსოფლიო ომის დროს

გერმანიის არმიის მიერ პირველ მსოფლიო ომში გამოყენებულმა ქიმიურმა იარაღმა დასაბამი მისცა აირწინაღების კონსტრუქციების დახვეწასა და მათ განვითარებას. მნიშვნელოვანი ბიძგი ამ საქმეში იყო გააქტიურებული ნახშირის გამოყენება მფილტრავ ელემენტად, რომლითაც მიღწეული იქნა ტოქსიკური აირებისა და პათოგენური მიკროორგანიზმების გაუვნებლება. პირველი სერიული იარწინაღები გამოვიდა ინგლისში, რომელიც დამუშავებული იყო ედუარდ ჰარისონის მიერ.



ნახ. 2.11. რესპირატორი:

1 – საფილტრი შესასუნთქი სარქველი ორივე მხარეზე; 2 – დამცავი ეკრანის მქონე ამოსასუნთქი სარქველი; 3 – რესპირატორის ფილტრი

თანამედროვე აირწინაღობში გამოიყენება ქაღალდის საცვლელი ფილტრი და სხვადასხვა სახის აბსორბენტის რამდენიმე შრე. პირველი შრე ჰაერის ფარდობით ტენიანობას ამცირებს, ხოლო მომდევნო შრე (შრეები) ახდენენ ტოქსიკური ნივთიერებების აბსორბციას, ბაქტერიების მოსპობასა და რადიაქტიული ნივთიერებების გაუვნებლებას კაპილარულ-ფოროვანი სტრუქტურის მეშვეობით.

რესპირატორი იცავს სასუნთქ ორგანოებს რადიაქტიური, საწარმოო, ჩვეულებრივი მტვრისაგან და ბაქტერიებისა და ფაგებისაგან (ნახ. 2.11). 7–17 წლის ბავშვებისა და მოზრდილებისათვის გამოდის შედარებით მცირე ზომის რესპირატორები. უფრო პატარა ბავშვებისათვის გამოდის სპეციალური დამცავი კამერა, რომელიც მხრით ან ხელით სატარებელია.

ქსოვილის მტვესაწინაღობი ნილაბი შესაძლებელია გაკეთდეს დოლბანდის 100X50 სმ ზომის ნაჭრისაგან. მის შუა ნაწილში იდება 30X20 სმ ზომის და 1–2 სმ სისქის ბამბის ფენა. დოლბანდის ბოლოები უნდა გაიჭრას 30–35 სმ სიგრძეზე ისე, რომ მივიღოთ ორი წყვილი შესაკრავი.

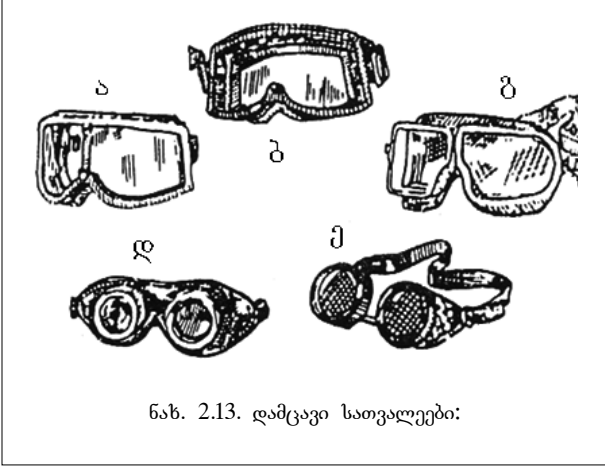
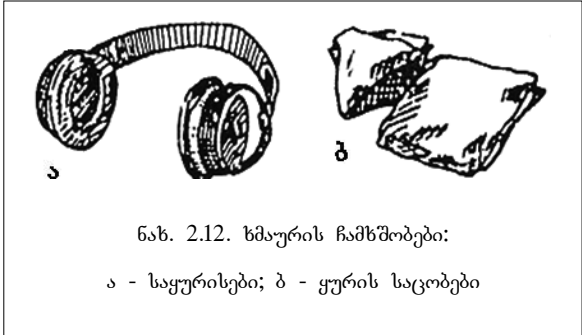
საჭიროების დროს შემოსაკრავი უნდა დავიფაროთ ცხვირსა და პირზე. ზედა ბოლოები უნდა შევიკრათ კისრის ზედა ნაწილში ყურების უკან, ხოლო ქვედა ბოლოები – კეფაზე.

**ხმაურისაგან დასაცავი საშუალებები.** ხმაურის ჩამხშობები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა საერთო ტექნიკური ღონისძიებებით შეუძლებელია ხმაურის უსაფრთხო პარამეტრებამდე დაყვანა ან როცა მცირე ხნით სრულდება სამუშაოები გაძლიერებული ხმაურის პირობებში. ინდივიდუალური ჩამხშობები: ა) ძალიან წმინდა ბოჭკოსაგან დამზადებული რბილი საფენები, რომლებიც გარედან დაეფარება ყურის ნიჟარებს ან რეზინისაგან მომზადებული წაკვეთილი კონუსები, რომლებიც უნდა მოთავსდეს ყურის ნახვრეტებში; ბ) საყურისები, რომლებიც შიგნიდან ამოგებულია რბილი მასალისაგან და მჭიდროდ ეკვრის ყურებს თავზე გადატარებული რკალისებრი ზამბართი (ნახ. 2.12). ასეთი საყურისები ყველაზე უფრო ეფექტურია მაღალი სიხშირის მქონე ხმაური-სას; გ) სპეციალური მუზა-რადები გამოიყენება 120 დბ-ზე მეტი ხმაურის დონის შემთხვევაში, რომლის დროსაც საფენები და საყურისები სათანადო ეფექტს არ იძლევიან.

**თვალის დასაცავი საშუალებები.** თბური და სხივური მოქმედებისაგან, აგრეთვე მექანიკური დაზიანებისაგან თვალების დასაცავად გამოიყენება სპეციალური სათვალები, ფარები და ნიღბები (ნახ. 2.13).

მექანიკური დაზიანებისაგან დასაცავად გამოიყენება 3-4 მმ სისქის მინის სათვალები, რომლებსაც აგრეთვე აქვთ გვერდითი საფარი-ბი. საიმედოობის გასაზრდელად ხშირად გამოიყენება ტრიბლექსური მინა, რომელიც სამშრიანია, მინის ორ შრეს შორის მოთავსებულია 0,5 მმ სისქის პოლიეთილენის შრე. ეს უკანასკნელი მინის გატეხვის შემთხვევაში ხელს უშლის ნამსხვრევების წარმოქმნას, ხოლო მასში სხივის გარდატეხის კოეფიციენტი ისეთივეა, როგორც მინაში.

ჰაერში მწვავე ან შხამიანი მტკერის და ბოლის არსებობისას გამოიყენება სათვალე, რომელსაც რეზინის ჩარჩო აქვს. აღნიშნული სათვალე ჰერ-მეტულად ერგება სახეზე, ხოლო გამოყენებული მინა, შიგნიდან არ იორ-თქლება.



სხივური ენერგიისაგან დასაცავად გამოიყენება შუქის ფილტრის მქონე სათვალე, ხოლოთ აირით შეღებულისას სპეციალური სათვალე, რომელსაც აქვს სხვადასხვა დიაპაზონის მომწვანო-მოყვითლო ფერის შუქფილტრი. ელექტროშეღებულის შემთხვევაში სახე და თვალები დაცულია სპეციალური ფართით.

გამოიყენება აგრეთვე ნიღბები და მუზარადები, რომელთა მინები იმავე პრინციპითაა დამზადებული, როგორითაც აღწერილი სათვალეების შემთხვევაში.

**სპეციალური დამცავი ტანსაცმლის კომპლექტი.** განსაკუთრებით მავნე სამუშაოს დროს, აგრეთვე არანორმალურ პირობებში: სინესტის, მაღალი და დაბალი ტემპერატურების, გაჭუჭყიანებისა და სხვა არახელსაყრელ პირობებში, ჰიგიენური მოთხოვნის გათვალისწინებით, მომუშავეებზე წარმოების მიერ უფასოდ გაიცემა სპექტანსაცმელი (ნახ. 2.14) და ინდივიდუალური დაცვის სხვა სახეობის საშუალებები.



ნახ. 2.14. სპექტანსაცმლის ზოგიერთი სახეობა:  
 ა - ზამთრის კოსტუმი; ბ - მამაკაცის სამუშაო ლაბადა; გ, დ - სასიგნალო ფილეტები (ფერადი)

აღნიშნული საშუალებების გაცემა, შენახვა და გამოყენება რეგულარ-დება სპეციალური ტიპური ინსტრუქციით. იმ შემთხვევაში, თუ დარგობრივი ნორმებით გათვალისწინებული არ არის დამცავი საშუალებანი (დამცავი ქაშარი, დიელექტრიკული ხელთათმანები, ფეხსაცმელები, საფენები, რესპირატორი, აირწინალი, დამცავი ჩაფხუტი და სხვ.) ორგანიზაციის ადმინისტრაციას, სამუშაოს ხასიათისა და პირობების შესაბამისად, შეუძლია გასცეს მუშაკზე დაცვის საშუალებანი იმ ვადით, რაც ინსტრუქციით არის გათვალისწინებული. ზამთრის პერიოდში მომუშავეებს გარე სამუშაოებისათვის დამატებით ეძლევათ



თბილი სპექტანსაცმელი და ფეხსაცმელი. ასევე, თუ მუშაობა ტარდება შენობის შიგნით, სადაც გათბობა არ არის, შენობაში მუშაობა გათანაბრებულია გარე საბუთებთან.

მაშველებისათვის გამოიყენება სხვა და სხვა სახის სპეციალური დამცავი ტანსაცმლის კომპლექტი. რომელიც შესაძლებელია იყოს საერთო სამ-ხედრო დამცავი კომპლექტი, მსუბუქი დამცავი კოსტუმი, დამცავი ცომბინე-ზონი და დამცავი მფილტრავი ტანსაცმელი (ნახ. 2.15).



ნახ. 2.15. ჩერნობილის ატომური სადგურის სამაშველო საბუთებისათვის გამოყენებული დამცავი კოსტუმები

სპექტანსაცმელი, სპეცფეხსაცმელი და დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებები არის წარმოების, ორგანიზაციის საკუთრება და მომუშავეს საბუთოდან გათავისუფლების შემთხვევაში იგი დაბრუნებული უნდა იქნეს. თუ სპექტანსაცმელი და დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებები უვარ-გისი განდა ტარებისათვის, გაცვდა იმ ვადამდე, რაც ინსტრუქციით დაწე-სებულია და მის გაცვეთაში მომუშავეს ბრალი არ მიუძღვის, მაშინ ვადის გასვლამდე შეცვლილი უნდა იქნეს ან, თუ შესაძლებელია, განახლდეს და ისე გაიცეს.

თუ სპექტანსაცმელი და დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებები დაბრუნების შემდეგ კარგ მდგომარეობაშია, ადმინისტრაცია მას გასცემს ხელმეორედ სხვა მომუშავეზე და განუსაზღვრავს ტარების ვადას. გაცემამდე იგი სანიტარულად დამუშავებული უნდა იქნეს. თუ ადმინისტრაციამ არ გასცა სპექტანსაცმელი ან დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებები, რომელიც მომუშავეს ერგება (უქონლობის გამო), მომუშავეს შეუძლია თვითონ შეიძინოს

შესაბამისი სპექტანსაცმელი ან დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებები და ორგანიზაცია ვალდებულია, აუნაზღაუროს საფასური, მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად.

ორგანიზაციის ადმინისტრაცია ვალდებულია უზრუნველყოს მომუშავეებისათვის მიცემული სპექტანსაცმლის, სპეცფეხსაცმლისა და დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებების შენახვა, გარეცხვა, გაშრობა, დეზინფექცია, დეზაქტივაცია და შეკეთება.



ნახ. 2.16. თანამედროვე ცეცხლგამძლე დამცავი კოსტუმი

აღსანიშნავია, რომ მომუშავეთა სპექტანსაცმლით, სპეცფეხსაცმელითა და დაცვის სხვა სახეობის ინდივიდუალური საშუალებებით უზრუნველყოფა დაკავშირებულია მატერიალურ დანახარჯებთან და მიმართულია შრომის პირობების გაჯანსაღებისა და გაუმჯობესებისკენ, დაავადებების შემცირებისა და შრომის ნაყოფიერების ზრდისაკენ. სპექტანსაცმლის, სპეცფეხსაცმლისა და დაცვის სხვა ინდივიდუალური საშუალებების რაციონალური გამოყენება შრომის ნაყოფიერებას ზრდის დაახლოებით 2–5 %-ით.

ადამიანის მოღვაწეობის თითქმის ყველა სფეროში გამოიყენება მოცე-მული დარვისათვის დამახასიათებელი სხვადასხვაგვარი სპექტანსაცმელი და

ფეხსაცმელი, რომელთა დანიშნულებაა ადამიანის სხეულის დაცვა ბუნებრივი ან ხელოვნური გარემოს მანვ ზემოქმედებისაგან.

ყველა მათგანი მიეკუთვნება კანის დამცავ საშუალებებს და იცავს ადამიანის სხეულს, აგრეთვე ჩვეულებრივ სამოქალაქო ტანსაცმელს ტოქსიკური და მანვ ნივთიერებათა ორთქლისა და წვე-თების, რადიაქტიური მტვრისა და ბაქტე-რიული აეროზოლები-საგან. კანის დასაცა-ვად შესაძლებელია გამოვიყენოთ სხვადა-სხვა სახელდახელო საშუალებები, საცხით გაპოხილი ჩვეულებრივი ტანსაცმელი, ფეხსაცმელი და ა.შ. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოსაყენებელია ლაბადები და მოსასხამები.

თავის, კისრის დაზიანების აცილების მიზნით და ტანსაცმლის ჰერმეტიზაციის უზრუნველსაყოფად სასურველია ყაბლახის გამოყენება, რომელიც საყელოზე უნდა მიეკეროს ტანსაცმელს. ჰერმეტიზაციის მიზნებისათვის აგრეთვე უნდა ამოიკეროს ტანსაცმლის ჯიბეები, ხოლო მკერდისა და მუც-ლის ღრუს დასაცავად მკვრივი მატერიისაგან უნდა შეიკეროს ერთ ან რამდენიმე შრიანი წინსაფარი, რომელიც მჭიდროდ უნდა შევიკრათ და მხოლოდ შემდეგ ჩავიცვათ კოსტუმი და წამოვიხათ ლაბადა ან მოსასხამი.

ხელებისა და ფეხების დასაცავად გამოიყენება ხელთათმანები და რეზინის ან ტყავის მაღალყელიანი ჩექმები ან ნახევარჩექმები (ნახ. 2.17).

ტანსაცმლის გაუღენტა შესაძლებელია მინერალურ ან მცენარულ ზეთზე დამზადებული საპნიან-ცხიმიანი ემულსიით, რომელიც ორგანიზმს მცირე ხნის განმავლობაში იცავს ტოქსიკურ ნივთიერებათა



ნახ. 2.17. სპეცფეხსაცმელი:

ა, ბ გ - ტყავის ნახევარჩექმები; დ, ე ვ - რეზინის ჩექმები; ზ - ვიბრაციის ჩამქრობი ლანჩის მქონე

ორთქლისაგან. ემულ-სიის დასამზადებლად 2 ლ ცხელ წყალში იხსნება 250–300 გ წვრილად დაჭრილი საოჯახო საპონი, ემატება 0,5 ლ მინერალური ან მცენარეული ზეთი, ხსნარი ხელმეორედ ცხელდება და მასში თავსდება ტანსაცმლის კომ-პლექტი, რომელიც ოღნავ უნდა გაიწუროს, ხოლო შემდეგ გაიფინოს გასამ-რობად.

## 2.10. სამუშაოს მენეჯერული ორგანიზაცია

ტექნიკური პროგრესი მნიშვნელოვნად აფართოებს წარმოების შესაძლებლობებს, ცვლის შრომის პირობებს, საშუალებებსა და მეთოდებს, აღიძვრს შრომის ნაყოფიერებას, სახეს უცვლის ადამიანის შრომის მოქმედებას.

ადამიანს შეუძლია მაღალმწარმოებლურად იმუშაოს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ აქვს უნარი და შესაძლებლობა ოპტიმალურად გამოიყენოს არსებული ტექნიკური საშუალებები, რომელიც დაეხმარება მას ფუნქციურ შესაძლებლობათა გამჟღავნებაში.

ადამიანის და მანქანის ურთიერთობისას ხშირად შეიმჩნევა, რომ საინჟინრო თვალსაზრისით კარგად დაპროექტებულ მანქანაზე მუშაობის დროს ადამიანი უშეშებს შეცდომებს, რაც ზოგჯერ ავარიასა და კატას-ტროფას იწვევს.

მანქანასთან შედარებით ადამიანი მალე იღლება, ხშირად ეფანტება ყუ-რადღება გარე გამაღიზიანებლთა ზემოქმედების გამო, გამოთვლით ოპერაციებს ნელა და ხშირად არაზუსტად ასრულებს, დროის გარკვეულ მონაკვეთში ამუშავებს უფრო მცირე რაოდენობის ინფორმაციას, შეზღუდულია მისი გამტარ-უნარიანობა. ასეთ პირობებში მანქანა გაცილებით ძლიერია ადამიანზე.

ტექნიკის განვითარებასთან დაკავშირებით, ხშირად აღნიშნავდნენ, რომ ადამიანი შეიცვლებოდა მანქანით, რომელიც თითქოს უფრო საიმედო, სწრაფი და ზუსტია. ამ თვალსაზრისის მიმდევრები მიიჩნევენ, რომ თუ ადამიანი მთლიანად ვერ გამოირიცხება წარმოების პროცესიდან, მისი როლი უნდა შემცირდეს, რამდენადაც ეს შესაძლებელია.

მიღებულია, რომ ადამიანისა და მანქანის ურთიერთობაში პრობლემები წამოიჭრება ადამიანის შესაძლებლობათა შეზღუდულობის გამო. ასეთივე დარწმუნებით შეიძლება აღინიშნოს, რომ პრობლემები წამოიჭრება აგრეთვე მანქანის შესაძლებლობათა შეზღუდულობის გამოც. მართლაც, მანქანას არა აქვს უნარი იმუშაოს მოულოდნელ სიტუაციაში, მას არ შეუძლია ყოველ-გვარი შეცდომის გამოსწორება, არასრული ინფორმაციის გამოყენება და სხვ.

ადამიანისა და მანქანის შესაძლებლობათა შეზღუდულობის გამო დღის წესრიგშია მათ შორის ფუნქციათა სწორად განაწილების პრობლემა. წარმოებაში ადამიანის როლი და ადგილი იცვლება ახალი ტექნიკის დანერგვასთან დაკავშირებით. ცალკეული ოპერაციები, რომლებსაც ადრე ადამიანი ასრულებდა, თანდათან მანქანას გადაეცემა. წარმოებაში ადამიანის ფუნქციად რჩება დაპროგრამება, მართვა და კონტროლი.

ადამიანს უხდება მრავალი ობიექტის ერთდროული მართვა. თვით მართვა კარგავს კონტაქტურ ხასიათს და გადაიქცევა დისტანციურად. თანა-მედროვე ტექნიკა აიძულებს მას იმუშაოს გაცილებით სწრაფად.

შრომის პირობების შეცვლასთან დაკავშირებით წამოიჭრა საკითხთა რი-გი. მაგ., რამდენი სიგნალის აღქმა შეუძლია ადამიანს ერთდროულად; როგო-რია მისი სისწრაფის ოპტიმუმი, რომელი ფერი და სინათლის რა ხარისხია ოპტიმალური კონკრეტულ პირობებში და სხვ. ამ საკითხების გადასაჭრელად საჭიროა ადამიანის ფსიქიკური პროცესების ღრმად შესწავლა. სისტემის საიმედოობისათვის უფრო მნიშვნელოვანია არა მარტო ოპერატორის აღქმის, აზროვნების, მოქმედების ცალკეულ ფუნქციურ შესაძლებლობათა დადგენა, არამედ მისი მოღვაწეობის ერთ მთლიანობაში შესწავლა, აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ყველა მხარე, რომელზეც დამოკიდებულია ოპერატორის მუშაობის წარმატება. ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ფუნქციების განაწილება ადამიანსა და მანქანას შორის, სამუშაო ველის, შრომის გარემოს, ადამიანთა ურთიერთობისა და მართვის ოპტიმალური ორგანიზაცია.

## 2.11. საინჟინრო ფსიქოლოგია

**საინჟინრო ფსიქოლოგია და პერბონომიკა.** ფსიქოლოგია სჭირდებათ პრაქტიკულად ყველგან, სადაც საქმე ეხება ადამიანის ინტელექტუ-ალური და ემოციური რესურსების ეფექტურ გამოყენებას.

შრომის პროცესში ადამიანის მოქმედების თავისებურებებს შეისწავლის შრომის ფსიქოლოგია, რომლის ჩამოყალიბება დაიწყო XX საუკუნის დასაწყისში. თავდაპირველად შრომის ფსიქოლოგიაში ცენტრალური ადგილი პრო-ფესიული შერჩევის პრობლემებს ეკავა. მაშინ სპეციალური კითხვარების საშუალებით ცდი-ლობდნენ ადამიანის მიერ ამა თუ იმ პროფესიის დაუფლების უნარის დადგენას. გაიხსნა საკონსულტაციო ბიუროები იმ ახალგაზრდების დასახმარებლად, რომლებიც პროფესიას ირჩევდნენ. იმავე პერიოდში დიდი მნიშვნელობა მიენიჭა დაღლილობისა და შრომის ნაყოფიერების დაქვეითების მიზეზთა შესწავლას. ამ საკითხების კვლევის დროს შრომის ფსიქოლოგია მჭიდროდ დაუკავშირდა შრომის ფიზიოლოგიას.

შემდგომ იწყება შრომის ფსიქოლოგიის განვითარების ახალი ეტაპი. აუცილებელი გახდა გარკვეულიყო, თუ რა გავლენას ახდენს ფსიქიკურ მოქმე-დებაზე გარემო, სამუშაო ადგილი, ხელსაწყოთა კონსტრუქცია, მათი განლაგება და სხვა. პირველი გამოკვლევები ამ სფეროში მე-20 საუკ. 20-იან წლებში

ჩატარდა და საფუძველი დაედო შრომის ფსიქოლოგიის დამოუკიდებელ მიმდინარეობას, რომელიც საინჟინრო ფსიქოლოგიის სახელითაა ცნობილი.

საინჟინრო ფსიქოლოგია შეისწავლის ადამიანი-ოპერატორის მოქმედებას მართვის ავტომატურ სისტემაში. დამოუკიდებელ მეცნიერებად იგი მე-20 საუკ. 40-იან წლებში ჩამოყალიბდა. თავისი მნიშვნელობით ფსიქოლოგიაში ერთ-ერთი ცენტრალური ადგილი უკავია ამჟამად. იგი ფსიქოლოგიისა და ტექნიკის შესაყარზე განვითარებული მეცნიერების დარგია.

საინჟინრო ფსიქოლოგია არის ადამიანის ქცევის შესახებ ცოდნა ნებისმიერ სისტემაში და მიზნად ისახავს სისტემის შემადგენელი ელემენტების ისეთ მოწყობას, რომ მაქსიმალურად გამოვლინდეს ადამიანის შესაძლებლობები, ანუ ენერჯის მინიმალური ხარჯვის პირობებში მაქსიმალური ეფექტი იქნეს მიღებული.

საინჟინრო ფსიქოლოგია თავისი შინაარსით იგივეა, რაც ტერმინი „ერგონომიკა“, რომელიც მიიღეს ინგლისში 1949 წელს, როცა ინგლისელ მეცნიერთა ჯგუფმა საფუძველი ჩაუყარა ერგონომიკულ კვლევათა საზოგადოებას. ზოგიერთ ქვეყანაში ამ მეცნიერულ დისციპლინას აქვს განსხვავებული სახელწოდება, აშშ-ში – „ადამიანური ფაქტორების კვლევა“, „ადამიანური ინჟინერია“, გერმანიაში – „ანთროპოტექნიკა“ და ა.შ.

მაშასადამე, ერგონომიკა (საინჟინრო ფსიქოლოგია) მეცნიერულ დისციპლინაა, რომელიც წარმოიშვა ტექნიკური მეცნიერების, ფსიქოლოგიის, შრომის ფიზიოლოგიის და ჰიგიენის ძირითად დებულებებზე დაყრდნობით. ერგონომიკა სწავლობს სისტემას – „ადამიანი-მანქანა-გარემო“, რაც ფაქტობრივად ამოწურავს შრომის პროცესში ადამიანის ურთიერთობას როგორც გარემოსთან, ისე ტექნოლოგიურ მოწყობილობებთან.

ერგონომიკა ორგანულ კავშირშია მხატვრულ კონსტრუირებასთან (დინამიკასთან), რომლის მიზანია ჰარმონიული საგნობრივი გარემოს შექმნა, რომელიც უპასუხებს ადამიანის მატერიალურ და სულიერ მოთხოვნილებებს. ეს მიიღწევა საგანთა ფორმალური თვისებების დაწვრილებითი განსაზღვრის გზით. საგანთა ფორმალურ თვისებებს, მოცემულ შემთხვევაში, მიეკუთვნება არა მარტო მათი გარეგნული მხარე, არამედ, ძირითადად სტრუქტურული კავშირები, რომლებიც სისტემას ანიჭებს ფუნქციურ და კომპოზიციურ მთლიანობას.

ამგვარად, ერგონომიკას (საინჟინრო ფსიქოლოგიას) არ აინტერესებს არც ადამიანი, არც მანქანა თავისთავად და შესაბამისად არ არის არც ანთროპოლოგიის, არც ტექნიკური დისციპლინის განხრა. სწორედ ესაა მისი თავისებურება, რაც ეფექტურობასაც განაპირობებს.

**სამუშაო ადგილის ორგანიზაცია.** ერგონომიკაში სამუშაო ადგილის ორგანიზაცია არის ორი ძირითადი ელემენტის – სამუშაო ზონისა და ოპერატორის ოპტიმალური პოზის შეხამება.

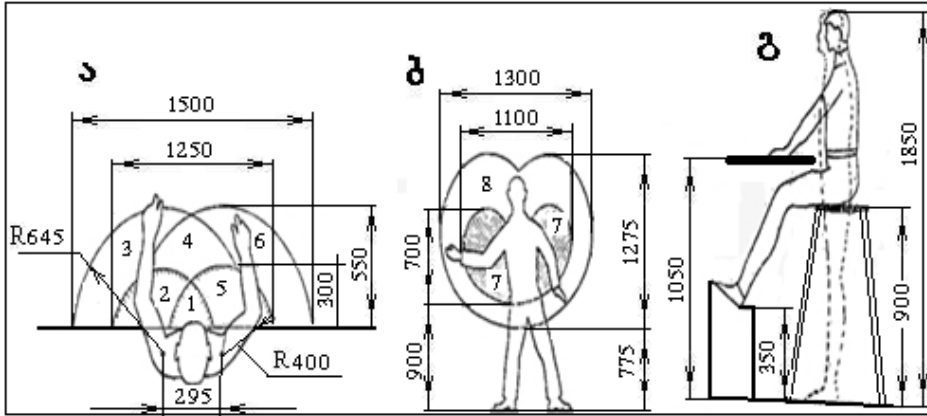
სამუშაო ზონად ითვლება ადგილი, სადაც მომუშავე იმყოფება სისტემატურად ან პერიოდულად და ახორციელებს დაკვირვებას, ექსპერიმენტს ან რაიმე საწარმოო პროცესს.

სამუშაო ზონის შერჩევა შეიძლება განხორციელდეს ორი გზით, როდესაც ოპტიმალური სამუშაო ზონა განისაზღვრება ექსპერიმენტულად (მოდელირება, მაკეტის დამზადება და სხვ.) და არაპირდაპირი გზით, როდესაც ოპტიმალურ სამუშაო ზონას ადგენენ ადამიანის ანთროპომეტრული გაზომვის შედეგად, ე.ი. ადამიანის სხეულის გასაშუალოებული ზომების მიხედვით. ასეთ შემთხვევაში, პირველ რიგში მხედველობაში მიიღება ადამიანის სიმაღლე, ხელების სიგრძე და მათი მოქმედების რადიუსი. დაპროექტების დროს აიღება ამ განზომილებათა საშუალო მნიშვნელობა, რომელიც დამახასიათებელია რომელიმე ქვეყნის ან მოსახლეობის ჯგუფისათვის. მაგალითად, ჩვენს ქვეყანაში 20-50 წლის ასაკის მამაკაცებისათვის საშუალო სიმაღლე მიღებულია 170 სმ, ხოლო ქალებისათვის – 160 სმ.

განვიხილოთ სამუშაოს ოპტიმალური ზომები, როდესაც ოპერატორი მუშაობს მაგიდასთან დამჯდარი. აქ გამოიყოფა შემდეგი ძირითადი ზონები (ნახ.2.18):

1 ზონა. ყველაზე უფრო მოხერხებული ადგილია, რადგან ადამიანი ამ ზონაში ახორციელებს კარგ მხედველობით კონტროლს და თავისუფლად შეუძლია იმუშაოს ორივე ხელით.

2 და 3 ზონებში გართულებულია მხედველობითი კონტროლი. ამ ზონებში შეიძლება კარგად ვიხმაროთ მხოლოდ ცალი ხელი და გაძნელებულია მეორე ხელის გამოყენება. ასეთ ზონებში ხელსაყრელია განვალაგოთ ისეთი აპარატურა, ხელსაწყოები და მართვის ორგანოები, რომლებზეც საკმა-რისია ვიმოქმედოთ ცალი ხელით.



ნახ. 2.18. ოპერატორის სამუშაო ზონის სტრუქტურული სქემა:

- ა. პორიზონტალური სიბრტყე „მჯღომარე პოზისათვის“; ბ. ვერტიკალური სიბრტყე „მდგომარე“ პოზისათვის; გ. „მჯღომარე-მდგომარე“ ტიპის სამუშაო ზონა; 1 – მოხერხებული ზონა წვრილმანი და ზუსტი სამუშაოებისათვის; 2 და 5 - კარგად მისაწვდომი ზონები მარჯვენა და მარცხენა ხელისათვის; 3 – მისაწვდომი ზონა მხოლოდ მარცხენა ხელისათვის; 4 – ძნელად მისაწვდომი ზონები მარჯვენა და მარცხენა ხელისათვის; 6 – მისაწვდომი ზონა მხოლოდ მარჯვენა ხელისათვის; 7 – ოპტიმალური სამუშაო ზონა; 8 – ფეხების და ფიქსირებული მდგომარეობისას ხელების მისაწვდომი ზონა

4 ზონა ძნელად მისაწვდომია. აქ შეიძლება დავამონტაჟოთ ის აპარატურა, ხელსაწყოები ან მართვის ორგანოები, რომლებიც რაიმე მიზეზის გამო ვერ მოთავსდა 2 და 3 ზონებში.

5 და 6 ზონებში მოქმედებს მარტო მარჯვენა ხელი ან მარცხენა ხელი, ამიტომ ამ ზონებში უნდა მოთავსდეს ისეთი ხელსაწყოები და აპარატურა, რომლებსაც იშვიათად ვხმარობთ.

ანალოგიურად შეიძლება გამოიყოს ზონები ფეხზე მდგომარე მუშაობის პირობებისათვის. მომუშავე ოპერატორის ოპტიმალური მდგომარეობა შეირჩევა იმის მიხედვით, რომ ადამიანს ექნეს მიმოხედვის ფართო დიაპაზონი და სხეული იმყოფებოდეს მოხერხებულად.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ თუ მუშაობის პროცესში მოქმედებაშია ადამიანის კუნთების მცირე ჯგუფი, მაშინ სასურველია ოპერატორი იყოს მჯღომარე. თუ მუშაობის პროცესში მონაწილეობას ლებულობს ადამიანის კუნთების დიდი რაოდენობა, მაშინ რეკომენდებულია სამუშაო პოზად ავირჩიოთ ფეხზე დგომა.

გარდა აღნიშნულისა, ერგონომიკა იძლევა საერთო რეკომენდაციებს სხვადასხვა ტიპის სამუშაო მაგიდების, სკამების და სხვა მოწყობილობათა კონსტრუირებისათვის იმისდა მიხედვით, თუ როგორია სამუშაოს ხასიათი და სამუშაო პოზა.



მიღებულია, რომ ოპერატორის სკამი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: გვადლებდეს საშუალებას მუშაობის პროცესში შევცვალოთ სხეულის მდგომარეობა, საჭიროების შემთხვევაში – მოვახდინოთ სკამის სიმაღლის რეგულირება და მივცეთ საზურგეს სათანადო დახრილობა.

მუშაობის პროცესში ადამიანს მთელი რიგი განსხვავებული პოზების მიღება უხდება, რომელთაგან ზოგიერთს ხანგრძლივად ინარჩუნებს. ცხადია, რომ ყველა პოზა არ არის ერთნაირად მოსახერხებელი. ზოგი მათგანი საკმაოდ მანეჯ კი არის. იწვევს არანორმალურ სუნთქვას და სხვ. სამუშაო ადგილის მოუწესრიგებლობა განსაკუთრებით სკამებისა და მაგიდების არანორმალური სიმაღლით იწინს თავს, რასაც თან მოსდევს დაძაბული ან მოხრილი ჯდომა და სხვ. ეს პირობები მანეჯა, რადგან იწვევენ გადაღლას, ხოლო ზოგჯერ – პათოლოგიურ შედეგებს.

მრავალი გამოკვლევის შედეგად დადგენილია რეკომენდაციები, რომლებიც საფუძვლად უდევს ადამიანისადმი სკამის ოპტიმალურად მორგების კონსტრუქციებს, ასე, მაგალითად:

1. სკამის სიმაღლე წვივის სიგრძეზე ნაკლები უნდა იყოს, რომ შეიძლებოდეს ფეხების დაწოლა იატაკზე. როდესაც ფეხები საყრდენს არ სწვდება, მაშინ წარმოიშობა ფეხებში სისხლის ცირკულაციისთვის არახელ-საყრელი პირობები.

2. სკამის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს მანძილს მუხლებიდან ზურგამდე.

3. დასაჯდომი ზედაპირი 3–5<sup>0</sup>-ით უნდა იყოს დახრილი ზურგისაკენ, რომ მჯდომარემ არ ისრიალოს, როცა საზურგეს ეყრდნობა.

4. საზურგე 105–115<sup>0</sup>-ით უნდა იყოს დახრილი.

მართალია, გამართული მუშაობა დამატებით სიმძიმეს უქმნის ოპერატორს, მაგრამ, თავის მხრივ, მჯდომარე პოზაც ავითარებს სტატიკურ დაღლას. ამიტომ საჭიროა სამუშაო ადგილის ისეთნაირი მოწესრიგება, რომ ოპერატორს ისევე კარგად შეეძლოს ფეხზე დგომით მუშაობა, როგორც მჯდომარეს. ამ მხრივ საუკეთესო საშუალებაა სამუშაო ფრონტის მოწოვა ფეხზე მდგომი ადამიანის სიმაღლეზე და მაღალი სკამი, რომელიც უზრუნველყოფს ოპერატორის ერთნაირად მოხერხებულ მუშაობას ორივე პოზაში.

ამ ვითარების გამომხატველ მდგომარეობას „მჯდომარე-მდგომარე“ ტიპს უწოდებენ. სამუშაო ადგილის ორგანიზაცია „მჯდომარე-მდგომარე“ ტიპზე, რომელიც ოპერატორს საშუალებას აძლევს ყოველ მომენტში თვითონ განსაზღვროს სასურველი სამუშაო პოზა, რაციონალურია არა მხოლოდ ფსიქოლოგიური თვალსაზრისით, არამედ წმინდა ფიზიოლოგიურადაც. პოზების ცვლა

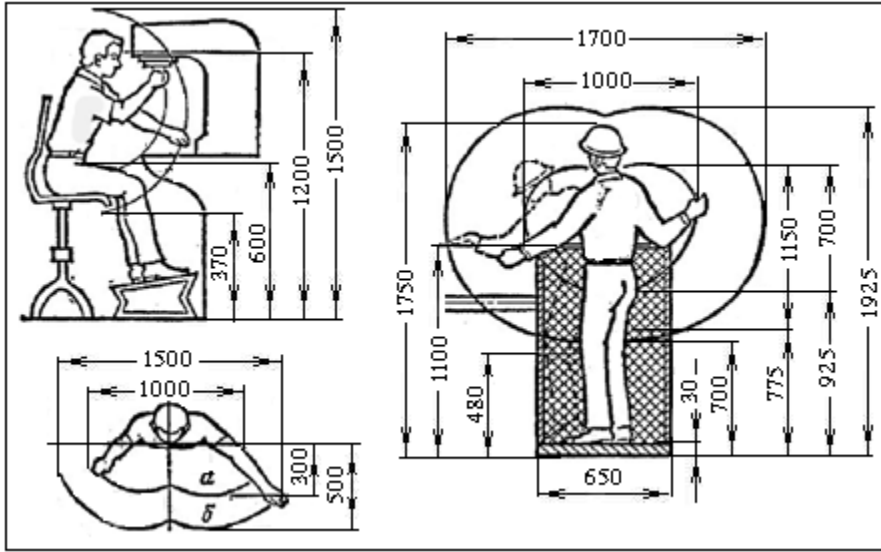
საშუალებას იძლევა შეიცვალოს მომუშავე კუნთების ჯგუფი და დაისვენოს დაღლილმა კუნთებმა, სისხლის მიმოქცევის ნორმალური მიმდინარეობის აღდგენა სხეულის იმ ნაწილებში, სადაც იგი დარღვეული იყო ამა თუ იმ პოზიში ხანგრძლივად ყოფნისას. ზოგიერთი სახის სამუშაოსათვის „მჯდომარე-მდგომარე“ ტიპის პოზა არა თუ სასურველია, არამედ აუცილებელიც კია. ეს, პირველ რიგში, ეხება ისეთ სამუშაოებს, რომლებიც დაკავშირებულია მომუშავის ერთგვაროვან, მონოტონურ მოქმედებასთან. ამ შემთხვევაში პოზის შეცვლას უკვე გარკვეული ნაირფეროვნება შეაქვს შრომის პირობებში და ამგვარად წარმოადგენს მონოტონურობასთან და მასთან დაკავშირებულ შეკავებებთან (ზოგჯერ ძილის მდგომარეობამდე რომ მიჰყავს ოპერატორი) ბრძოლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ხერხს.

ბუნებრივია, რომ „მჯდომარე-მდგომარე“ ტიპის სამუშაო პოზის შემთხვევაში მაგიდა (დაზგა ან სხვ.) უნდა იყოს მაღალი, ვიდრე მჯდომარე მდგომარეობისთვისაა. ასევე იზრდება სკამისა და ფეხის დასადგამის სიმაღლის ზომები. მაგიდის სხვა ზომები და სამუშაო ზედაპირის ხელვის კუთხე რჩება იგივე, რაც რეკომენდებულია მჯდომარე პოზისათვის.

მუშაობის დროს მთავარია არ იყოს სტატიკური დაძაბულობა, ფუჭი მოძრაობები და სხეულის ზედმეტი გადანაცვლება. ეს მიიღწევა სამუშაო პოზის და სამუშაო ადგილის რაციონალიზაციით. რაციონალური სამუშაო პოზის შემთხვევაში კუნთების აქტიური დაძაბვა მინიმალურია. მკვლევართა აზრით, სამუშაო პოზა ნორმალურია, როცა მომუშავის სხეული იმყოფება ვერტიკალურ მდგომარეობასა და 150<sup>0</sup>-ით წინდახრის ფარგლებში.

რაც შეეხება სამუშაო ადგილს, მისი რაციონალურად მოწყობისას, პირველ რიგში, ითვალისწინებენ ადამიანის ანთროპომეტრიულ მონაცემებს. ამ მონაცემებით დგინდება ოპერატორის სამოქმედო ზონები. ნახ. 2.19-ზე მოცემულია ხელების სამუშაო ზონა ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. ზედა კიდურების მაქსიმალური ზონები ყოველთვის უახლოვდება ნახევარსფეროს, რომლის რადიუსსაც ხელის სიგრძე შეადგენს. ამ ნახევარსფეროს ფარგლებში თითები ყველა წერტილს უნდა სწვდებოდეს. ამგვარი მოძრაობები არაა ხელსაყრელი, რადგან დიდ დროსა და ენერგიას მოითხოვს, ეს ზონა 50 სმ-ით შემოიფარგლება. ნორმალური ზომა 40 სმ-ით განისაზღვრება, ხოლო ოპტიმალური ზონა კონკრეტული სამუშაო პირობებით ვლინდება. ყველაზე რაციონალურია მოძრაობები ნორმალურ და ოპტიმალურ ზონებში, რომლებშიც მომუშავეს ობიექტებით მანიპულირება შეუძლია მხოლოდ წინამხრის გადაადგილებით და არაა საჭირო მთელი ხელით მოძრაობა. ამ ზონებში უნდა მოთავსდეს საჭირო სამართავები,

იარაღები, მასალები, დოკუმენტები, ხოლო მაქსიმალურში - მხოლოდ იშვიათად საჭირო.



ნახ. 2.19. ხელების სამუშაო ზონის ზომები:

- ა - „მჯდომარე“ პოზიციას; ბ - „მდგომარე პოზიციას; 1 - ოპტიმალური სამუშაო ზონა; 2 - მაქსიმალური სამუშაო ზონა

აქვე უნდა აღინიშნოს ენერგეტიკული უსარგებლობა ისეთი ტიპის სამუშაო მოძრაობებისა, როცა მოქმედი კიდური აღწევს ზღვრულ მდგომარეობას – მაქსიმალურ მოხრას ან მაქსიმალურ გაშლას. ეს უსარგებლობა იმით აიხსნება, რომ კიდურის შესაბამისი რგოლის ზღვრულ მდგომა-რეობამდე გადაადგილებისას მნიშვნელოვნად ღიძღება კუნთის წვევისათვის საჭირო ძალა, ამიტომ კუნთმა უნდა განავითაროს ღიძი ძალისხმევა, რათა დაძლეულ იქნეს წინაღობა.

ერგონომიკის ამოცანას წარმოადგენს აგრეთვე ინდიკაციის საშუალებათა კონსტრუირება. ზუსტდება მხედველობითი და სმენითი ინდიკაციის ოპტიმალური მახასიათებლები. დადგენილია, რომ ადამიანი მხედველობის საშუალებით ღებულობს მთელი საჭირო ინფორმაციის 80%-ს, დანარჩენი 20% კი მოდის სმენით ანალიზატორზე. იმისათვის, რომ შევამციროთ მხედველობის გადატვირთვა, საჭიროა ინფორმაცია რაციონალურად გავანა-წილოთ ინდიკაციის სხვადასხვა საშუალებებს შორის.

მიღებული შედეგების თანახმად, ციფრები და სკალები სასურველია გავაფორმოთ მარტივად, ყოველგვარი ზედმეტობის გარეშე. სკალებზე ციფრული მაჩვენებლები უნდა იზრდებოდეს ქვემოდან ზემოთ ან მარცხნიდან მარჯვნივ. სიგნალი არ უნდა შეიცავდეს ზედმეტ ინფორმაციას, რომლის

გარჩევას და დაზუსტებას დრო სჭირდება. კონტროლის გასაადვილებლად მუშა და გადატვირთვის ღიაპაზონი უნდა აღინიშნოს სხვადასხვა ფერით. სკალების ფერი სასურველია შესრულდეს ღია ფერებით, რათა მასზე დატანილმა აღნიშვნებმა ფონთან შექმნას ღიდი კონტრასტი.

იმისათვის, რომ შრომის პროცესში გავზარდოთ ოპერატორის მუშაობის სისწრაფე, სიზუსტე და შევამციროთ მომუშავის დადლილობა, საჭიროა ღიდი ყურადღება დავუთმოთ სამუშაო სივრცეში სასიგნალო მოწყობილობისა და მართვის ორგანოების რაციონალურ განლაგებას. ერგონომიკა ამის შესახებ იძლევა განსაზღვრულ პრინციპებს, რომლებიც შემდეგია:

1. ფუნქციური ორგანიზაციის პრინციპი (როდესაც ხელსაწყოები და მართვის ორგანოები ჯგუფდება მათი ფუნქციების მიხედვით);
2. მნიშვნელობის მიხედვით დალაგების პრინციპი (როცა ყველაზე ხშირად საჭირო ხელსაწყოები განლაგდება მოხერხებულ სამუშაო ზონაში, დანარჩენები კი – მეორეხარისხოვან ადგილებში);
3. მიმდევრობითი დალაგების პრინციპი (როცა მართვის ორგანოებისა და ხელსაწყოების განლაგება ხდება ჩასატარებელ ოპერაციათა მიმდევრობის შესაბამისად);
4. გამოყენების სიხშირის პრინციპი (როცა ყველაზე უფრო ხშირად ხმარებულ ხელსაწყოს ან მართვის ორგანოს მიუჩინენ უფრო მოხერხებულ ადგილს);
5. ოპტიმალური განლაგების პრინციპი (ამ დროს მხედველობაში მიიღება თითოეული ხელსაწყოს ან მართვის ორგანოს თავისებურება და ანათვლის სიზუსტე).

მართვის ორგანოების ეფექტური მუშაობისათვის აუცილებელია განისაზღვროს აგრეთვე მართვის რომელ სისტემას ვირჩევთ, ხელით თუ ფეხით მართვას. როგორც ცნობილია, ხელით მართვას იყენებენ, როდესაც მუშაობა არ მოითხოვს ღიდ ძალებს და საჭიროა ჩატარდეს ზუსტი სამუშაოები, ხოლო როცა საჭიროა ღიდი ძალა და ნაკლები სიზუსტე, შეიძლება გამოვიყენოთ ფეხით მართვა.

იმის გამო, რომ მართვის სისტემად უფრო ხშირად ირჩევენ ხელით მართვას, ამიტომ ერგონომიკა განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევს ე.წ. ფსიქოტექნიკის საკითხებს, რომელიც შეისწავლის ნაკეთობის ფორმის თანაფარდობას ადამიანის ხელის ანატომიურ და ფიზიოლოგიურ თავისებურებასთან. მაგალითად, მოხერხებულად ითვლება ღილაკებისა და კლავიშების ფორმა, რომლებიც კარგად შეეფარდება ადამიანის ხელის ანატომიურ აგებულებას.

არსებობს მცდარი შეხედულება იმის შესახებ, რომ თითქოს ყველაზე უკეთესია ვიმუშაოთ ისეთი მართვის ორგანოებით, რომლებიც გადართვების დროს არ მოითხოვს ძალას, რაც არ არის სწორი, რადგან ასეთ პირობებში ადამიანი-ოპერატორი ვერ გრძნობს სახელურს და მოქმედებს არაზუსტად. გარდა ამისა, თვითონ ადამიანი წარმოადგენს გონივრულ, მოქნილ, მცირე ენერჯის მქონე გენერატორს, რომლისთვისაც მუშაობის დროს აუცილებელია მცირეოდენი კუნთური ენერჯის ხარჯი.

## **2.12. შრომისუნარიანობა და დაღლილობა**

შრომის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა მომუშავის შრომისუნარიანობის მაღალი დონის შენარჩუნება.

შრომისუნარიანობაში იგულისხმება მოცემული დროის განმავლობაში განსაზღვრული ეფექტიანობით შრომითი საქმიანობის შესასრულებლად ადამიანის პოტენციური შესაძლებლობანი.

შრომისუნარიანობის შეზღუდვებულ სიდიდეს წარმოადგენს დაღლილობა. დაღლილობა არის მომუშავის ორგანიზმში გამოწვეული ფიზიოლოგიური ცვლილებები, რომელთა მიზეზია შრომითი საქმიანობის პროცესში ენერჯის ხარჯვა.

შრომისუნარიანობა არ არის მუდმივი სიდიდე, იგი იცვლება დროის მიხედვით, რასაც შრომისუნარიანობის დინამიკა ეწოდება. ამ დინამიკას გააჩნია რამდენიმე სტადია ანუ ფაზა. შრომისუნარიანობის ფაზების გამოსავლენად და შესაფასებლად აგებენ სპეციალურ გრაფიკს, რომელსაც შრომისუნარიანობის მრუდი ეწოდება (ნახ. 2.20).

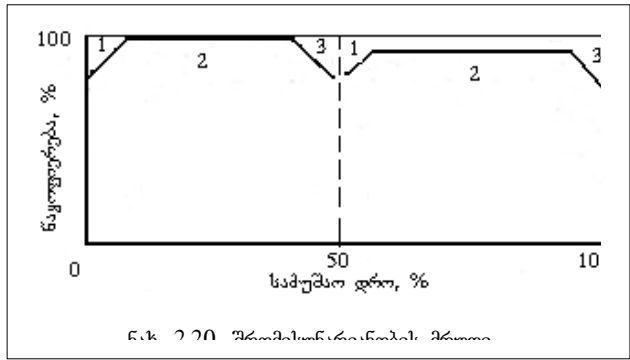
როგორც ნახაზიდან ჩანს, მუშაობის პირველ სტადიაში შრომისუნარიანობა იზრდება და 0,5–1,5 საათის შემდეგ აღწევს მაქსიმუმს. ამ სტადიას მუშაობაში შესვლის სტადია ეწოდება. მეორე არის მყარი შრომისუნარიანობის სტადია და იგი სამ საათს გრძელდება. შემდეგ დგება მესამე სტადია, რომელსაც დაღლილობის განვითარების სტადია ეწოდება და იგი 0,25–0,5 საათს გრძელდება. ამ დროს სასურველია მოეწყოს შესვენება.

შესვენების შემდეგ ყველა სტადია მეორ-დება, მხოლოდ მუშაო-ბაში შესვლის სტადია უფრო ხანმოკლეა და შრომის ნაყოფიერება უფრო დაბალია, ვიდრე დღის პირველ ნახევარ-ში.

შრომისუნარიანობის გაზრდის ძირითადი მეთოდები შეიძლება დავეყოთ აქტიურ და პასიურ მეთოდებად. აქტიური მეთოდებია: შრომის დაყოფა და კოოპერაცია, შრომის რიტმის ოპტიმიზაცია, სამუშაო ადგილის რაციონალური ორგანიზაცია, შრომისა და დასვენების რეჟიმის სრულყოფა, ფიზიკულ-ტურისა და სპორტის საშუალებების რაციონალური გამოყენება.

პასიურ მეთოდებს მიეკუთვნება: მეტეოროლოგიური პირობებისა და განათებულობის გაუმჯობესება, ხმაურის, ვიბრაციის, აგრეთვე ჰაერის მტვრიანობის და დაგაზიანების შემცირება და სხვ.

აქტიური მეთოდები უშუალოდ მოქმედებს შრომის პროცესზე, მის ორგანიზაციასა და მომუშავეს ორგანიზმზე, ხოლო პასიური მეთოდები ქმნიან ოპტიმალური შრომისუნარიანობისათვის საუკეთესო გარემოს.



### 2.13. ობიექტების მართვა

**ინფორმაციის გამოსახვის საშუალებები.** მათი გამოყენებით ოპერატორი იღებს სრულ ინფორმაციას მართვის ობიექტის მდგომარეობის შესახებ. ინფორმაციის გამოსახვის საშუალებათა დაპროექტების საბოლოო მიზანია ადამიანის მიერ საჭირო ინფორმაციის დროული მიღების უზრუნველყოფა. ამ ინფორმაციის ანალიზი, ლოგიკური დამუშავება და საჭირო გადაწყვეტილების მიღება.

ოპერატორის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლებისა და დაძაბულობის დონის შემცირებისათვის ინფორმაცია უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს:

1. შინაარსის მიხედვით ადეკვატურად უნდა ასახავდეს მართვის ობიექტის და გარემომცველი პირობების მდგომარეობას.
2. რაოდენობის მიხედვით უნდა ასახავდეს მხოლოდ იმ ცნობებს, რომელიც აუცილებელია ოპერატორისათვის გადაწყვეტილების მისაღებად და განსა-ზღვრული მოქმედების შესასრულებლად.

3. ფორმის მიხედვით უნდა შეესაბამებოდეს ოპერატორის ამოცანებს და მის ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობებს ინფორმაციის მისაღებად და გადასა-მუშავებლად.

**მართვის ორგანიზმი.** მათი დანიშნულებაა მმართველი ზემოქმედების გადაცემა ოპერატორის მიერ. მათი საშუალებით ოპერატორი ახორციელებს მიღებულ გადაწყვეტილებების რეალიზაციას. მართვის ორგანოები უნდა იყოს მუშაობაში საიმედო და მომსახურებისათვის მოსახერხებელი, უნდა გამორიცხავდეს ავარიებსა და ტრავმებს გადატვირთვების ან ოპერატორის შეცლომითი მოქმედებისას.

მართვის ორგანოები დანიშნულების მიხედვით შეიძლება დაყვით ოთხ კლასად:

1. მართვის ორგანოები, რომლებიც გამოიყენება აპარატურის ჩართვის, გამორთვის და გადართვისას;
2. მართვის ორგანოები, რომელთა საშუალებითაც ხორციელდება განმეორებითი მოქმედებების რივი;
3. მართვის ორგანოები, რომელთა საშუალებითაც ხორციელდება აპარატურის განუწყვეტელი რეგულირება და აწყობა;
4. ავარიული მართვის ორგანოები.

მართვის ორგანოების დაპროექტების დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ რაციონალური სამუშაო მოძრაობები. შრომის პროცესიდან აუცილებლად უნდა გამოვრიცხოთ ზედმეტი, მცირედ ეფექტური, დამღლელი მოძრაობები და მოქმედებანი.

მართვის ორგანოების შემთხვევითი ამოქმედების თავიდან ასაცილებლად მათ ისეთნაირად განლაგებენ, რომ ოპერატორის ფუნქციის შესრულებისას გამოირიცხოს მათზე უნებლიე გამოღება. მართვის ორგანოებს უკეთდება საიმედო ბლოკირება და მექანიკური წინაღობა, რათა გამოირიცხოს მათი ჩართვა-გამორთვა განსაზღვრული ძალის გამოყენების გარეშე.

**მართვის კულტების მოწყობა.** სამუშაო ადგილის ორგანიზაციის დროს, ადამიანის ანთროპომეტრული ფაქტორების (სიმაღლე, ხელითა და ფეხით მომსახურების რადიუსი, ხედვის ხაზის სიმაღლე და სხვ.) გარდა აუცილებელია გავითვალისწინოთ შემდეგი ფაქტორები:

1. ოპერატორის მუშაობის პოზა;
2. ინდიკატორის პანელებისა და მართვის ორგანოების კონფიგურაცია და განლაგების ხერხი;
3. სამუშაო ადგილის ხილვადობა;

4. სამუშაო ზედაპირის გამოყენების აუცილებლობა, წერის ან სხვა სამუშაოებისათვის, ტელეფონის აპარატის განლაგებისათვის, ოპერატორისათვის საჭირო ინსტრუქციებისა და მასალების შენახვისათვის.

სამუშაო ადგილის ელემენტს, რომელზედაც განლაგებულია ინფორმაციის გამოსახვის საშუალებანი და მართვის ორგანოები, მართვის პულტი ეწოდება. მისი კონსტრუქცია განისაზღვრება დანიშნულებით, ოპერატორის მუშაობის სპეციფიკითა და ადამიანის ანთროპომეტრული ფაქტორებით. მართვის პულტის ფორმა და ზომები დამოკიდებულია მასზე განლაგებული ინფორმაციის გამოსახვის საშუალების და მართვის ორგანოების რაოდენობაზე, აგრეთვე ოპერატორის სამუშაო პოზაზე.

მართვის პულტზე სხვადასხვა მართვის ორგანოების ოპტიმალური განლაგებისა და ხელით ჩასატარებელი ოპერაციების ზონები მოცემულია 2.21 ნახ-ზე. პირველ ზონაში უნდა განლაგდეს ყველაზე ხშირად გამოყენებული და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი მართვის ორგანოები.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მართვის პულტზე ინფორმაციის გამო-სახვის საშუალებებისა და მართვის ორგანოების ურთიერთგანლაგებას. მართვის ელემენტები და ორგანოები უნდა განლაგდეს ისეთნაირად, რომ მუშაობის დროს ოპერატორმა რაციონალურად და ეკონომიურად გამოიყენოს ორივე ხელი. მართვის ორგანოების სიმრავლის დროს რეკომენდებულია სხვადასხვა ფორმის გადამრთველი სახელურების გამოყენება, რათა ოპერატორმა მოახდინოს მართვა მხედველობითი კონტროლის გარეშე.

სამუშაო შესრულების მოხერხებულობისა და გადაღლის შესამცირებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს სამუშაო სავარძლის სწორ შერჩევას. მისი კონსტრუქცია უნდა უზრუნველყოფდეს ძირითადი სამუშაო პოზის შენარჩუნებას დიდი ხნის განმავლობაში, ხელს არ უნდა უშლიდეს სამუშაო მოძრაობებს, პოზისა და მდგომარეობის შეცვლას. უნდა უზრუნველყოფდეს დასვენების საშუალებას.



### 3. ჰაერის შედგენილობა და ნორმირება



### 3.1. ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობა

ატმოსფერული ჰაერი აირისებრი გარსია, რომელიც გარს არტყია დედამიწას, მოძრაობს მასთან ერთად და შედგება აირებისა და სხვადასხვა ორთქლის ნარევისაგან. ატმოსფერული ჰაერის ფიზიკური მდგომარეობა და ქიმიური შედგენილობა იცვლება დროსა და სივრცეში. სიმაღლის მატებით მისი ტემპერატურა, ტენიანობა, სიმკვრივე და წნევა მცირდება, ხოლო ოზონის შემცველობა მატულობს.

ატმოსფერულ ჰაერს ახასიათებს წნევა, რომელიც დედამიწის მიზიდულობის გავლენით განპირობებული ჰაერის მასის დაწოლაა დედამიწის ზედაპირზე და სხვა საგნებზე. ნაგებობების ვენტილაციის შემთხვევაში ჰაერის ნაკადზე ყოველთვის მოქმედებს ატმოსფერული წნევა, ანუ მოცემული დონის ზემოთ არსებული ჰაერის მასის დაწოლა.

ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ, ატმოსფერული წნევა იზრდება და ტემპერატურა კლებულობს. ჰაერს მაქსიმალური ტემპერატურა და ტენიანობა აქვს ზღვის დონეზე ტროპიკებთან.

სიმაღლის მატებით ჰაერის უფრო და უფრო გაიშვიათებულია, მაგრამ მისი პროცენტული შედგენილობა მაღალი ტურბულიზაციის შედეგად პრაქტიკულად უცვლელია დედამიწის ზედაპირიდან 75–85 კმ სიმაღლის ფარგლებში. გადახრა ძირითადად გვხვდება მსხვილი სამრეწველო ცენტრების, ტყის მასივების და სხვა მსგავსთა თავზე, ანუ დედამიწის ზედაპირზე განთავსებული ინდუსტრიული ან რეკრეაციული ზონების მიხედვით, ხოლო ცვალებადობა ძირითადად ხდება ნახშირორჟანგის ხარჯზე, რომელიც ე.წ. სათბურის ეფექტით ხასიათდება. ისტორიული თვალსაზრისით ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობა განუხრელად იცვლება მისი ხარისხის გაუარესების მიმართულებით ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის, ამის გამო ტყის მასივების შემცირებისა და უდაბნოების წარმოქმნის შედეგად.

ატმოსფერული ჰაერი, ისე როგორც ჰაერის ნებისმიერი ლოკალური მოცულობა (ჭურჭელში, სათავსში, გვირაბში და ა.შ.) აკმაყოფილებს ამაგის კანონს

$$V = \sum V_i, \quad (3.1)$$

სადაც  $V$  არის ჰაერის საერთო მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $V_i$  - ჰაერის ცალკეული კომპონენტის (მაგალითად, აზოტის, ჟანგბადის და ა.შ.) მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $i$ -ს ადგილზე შესაძლებელია დაიწეროს აზოტის, ჟანგბადისა და სხვა მდგენლის ინდექსი.

ამაგის კანონი ერთი შეხედვით ძალიან მარტივია – ჰაერის მთელი მოცულობა მისი ცალკეული კომპონენტების მოცულობათა ჯამის ტოლია. ცალკეული მდგენლის მოცულობას ეწოდება პარციალური მოცულობა, ანუ ის მოცულობა, რასაც იკავებს მოცემული აირი ნარევის საერთო მოცულობიდან მოცემული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში.

ამასთან ერთად პარციალურ მოცულობას თავისი შესაბამისი პარციალური წნევაც ახასიათებს, რომელიც ის წნევაა, რაც ექნება ნარევის მოცემულ კომპონენტს იმ შემთხვევაში თუ მარტო ის დაიჭერს ნარევის მთელ მოცულობას. პარციალური წნევების კანონს დალტონის კანონი ეწოდება, ხოლო მისი ფორმულა შემდეგია

$$P = \sum p_i, \quad (3.2)$$

სადაც  $P$  არის ჰაერის ნარევის საერთო წნევა, პა;  $p_i$  - ჰაერის ცალკეული კომპონენტის წნევა, პა.

ჰაერის ყოველი კომპონენტი, შესაძლებელია დახასიათდეს მისი კონცენტრაციის მიხედვით როგორც მთელი ატმოსფეროსათვის, ისე ჰაერის ლოკალური რაოდენობისათვის შეზღუდულ სივრცეში. ჰაერის ნებისმიერი მდგენლის მოცულობითი კონცენტრაცია გამოითვლება ფორმულით

$$c_i = \frac{V_i}{V} \times 100\%, \quad (3.3)$$

სადაც  $c_i$  არის აირთა ნარევის ცალკეული კომპონენტის კონცენტრაცია, %. 100%-ის გარეშე მიღებულ სიდიდეს უგანზომილებო კონცენტრაცია ეწოდება, რომელიც შედარებით იშვიათად გამოიყენება ჩვენში და პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში. აღნიშნული ქვეყნების ფარგლებს გარეთ უგანზომილებო კონცენტრაცია ფართოდ გამოიყენება და მას ეწოდება *ppm – part(s) per million* მილიონის ნაწილი - მნ (უფრო დაწვრილებით იხ. გვ. 103).

ზღვის ღონეზე ატმოსფერული ჰაერის პროცენტული შედგენილობა მოცულობის მიხედვით, ანუ ცალკეული კომპონენტის კონცენტრაცია  $c_i$  მოცემულია 3.1 ცხრილში.

ზღვის ღონეზე  $0^{\circ}C$  ტემპერატურის დროს ჟანგბადის პარციალური წნევა 3.1 ცხრილის მონაცემების მიხედვით შეადგენს დაახლოებით ატმოსფერული წნევის  $1/5$ , ანუ  $20,95$  კპა. ასეთი პარციალური წნევის პირობებში ხდება ადამიანის სისხლის მაქსიმალური გაჯერება ჟანგბადით. როგორც ვხე-დავთ, ამ შემთხვევაში უფრო მოსახერხებელია წნევის ერთეულით, კპა-ით სარგებლობა, რადგან პარციალური წნევის რიცხვითი სიდიდე ზუსტად შეესაბამება მოცემული კომპონენტის პროცენტებით გამოხატულ მოცულობით კონცენტრაციას.

ცხრილი 3.1

ატმოსფერულ ჰაერის შედგენილობა და მოცულობითი კონცენტრაცია ზღვის ღონეზე

| №  | ატმოსფერული ჰაერის შემადგენელი კომპონენტები – ცალკეული აირები  | $c_i$ , % |
|----|--|-----------|
| 1. | აზოტი  | 78,0840   |
| 2. | ჟანგბადი   | 20,9476   |
| 3. | არგონი   | 0,9340    |
| 4. | ნახშირორჟანგი  | 0,0314    |
| 5. | ჰელიუმი, ნეონი, კრიპტონი, ქსენონი, ოზონი, რადონი, წყალბადი, წყალბადის ზეჟანგი, ამიაკი, იოდი და სხვა შემთხვევითი მინარევები | 0,0030    |
| 6. | სულ  | 100       |

შენიშვნა: პროცენტული შედგენილობა ნაჩვენებია აბსოლუტურად შშრალი ჰაერისათვის. წყლის ორთქლის პროცენტული რაოდენობა იცვლება  $0,2-2,6\%$ -ის დიაპაზონში.

მამასადამე, კილოპასკალებით გამოხატული ჰაერის რომელიმე კომპონენტის პარციალური წნევის რიცხვითი სიდიდე რიცხობრივად მისი კონცენტრაციის პროცენტული რაოდენობის ტოლია. შესაბამისად, ატმოსფერულ ჰაერში აზოტის პარციალური წნევაა  $78,08$  კპა; არგონის –  $0,93$  კპა; ნახშირორჟანგის  $0,03$  კპა.

### 3.2. ჰაერის წნევა და ფარდობითი ტენიანობა

წნევის მოძველებული ერთეული  $1$  ფიზიკური ატმოსფერო არის წნევა, რომლითაც მოქმედებს ფართობის ერთეულზე  $760$  მმ სიმაღლის ვერცხლის-წყლის სვეტი ზღვის ღონეზე  $0^{\circ}C$  ტემპერატურის დროს. წნევის ძველ და საერთაშორისო სისტემის (პასკალი, კილოპასკალი, ჰექტოპასკალი, მეგაპასკალი) ერთეულებს შორის შემდეგი დამოკიდებულებაა:

$$1 \text{ ფიზ. ატმ.} = 760 \text{ მმ ვწყ. სვ.} = 1,0332 \text{ კგ/სმ}^2;$$

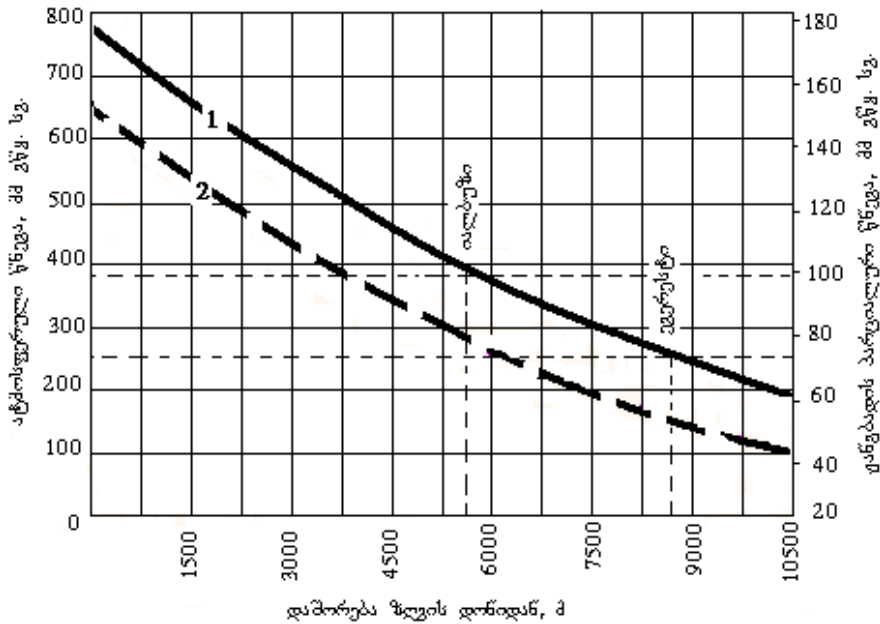
1 ბარი = 1,02 ფიზ. ატმ. = 10 კპა = 100 კპა;

1 მგპა =  $10^6$  ნ/მ<sup>2</sup> = 10,2 ფიზ. ატმ.;

1 ფიზ. ატმ.  $\approx$  1 ბარი = 10 კპა.

1982 წლიდან ქიმიის დარგში სტანდარტული ატმოსფერული წნევის სიდიდელ შემოდებულა 1 ბარი, ანუ 100 კპა.

ატმოსფერული წნევისა და ჟანგბადის პარციალური წნევის ცვალებადობა სიმაღლის მიხედვით წარმოდგენილია ნახ. 3.1-ზე.



ნახ. 3.1. ატმოსფერული და ჟანგბადის პარციალური წნევის ცვალებადობა:  
 1 - ჰაერის წნევა; 2 - ჟანგბადის პარციალური წნევა. დატანილია იალბუზისა და ვევრესტის სიმაღლეთა შესაბამისი საშუალო სიდიდეები

ატმოსფეროში ყოველთვის არის მექანიკური მინარევები: მტვერი, ბოლის ნაწილაკები, წყლის უმცირესი წვეთები და ყინულის ანალოგიური კრისტალები. ჰაერი დიდი რაოდენობის მტვერს შეიცავს მატერიკების თავზე, ხოლო ოკეანეების ზემოთ უფრო სუფთაა. გამონაკლისია ატლანტის ოკეანის ცენტრალური ნაწილი, სადაც გაბატონებულია სამრეწველო რაიონებიდან მიმართული ძლიერი ქარები. მატერიკების თავზეც მუდმივი არაა მტვრია-ნობა. ადვილი მისახვედრია, რომ ატმოსფეროს მომეტებული მტვრიანობა შეინიშნება მსხვილი ინდუსტრიული ცენტრების თავზე.

აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული მექანიკური მინარევებიც აკმაყოფილებენ ამავსა და დალტონის კანონებს და დამატებით ყველა მათგანისათვის შესაძლებელია აგრეთვე (3.3) ფორმულის გამოყენება. მაშასადამე, საერთო წნევის

უცვლელობის პირობებში, მტვერი და ბოლი, განავითარებენ რა ჰაერში საკუთარ პარციალურ წნევას, პროპორციულად ამცირებენ დანარჩენი ყველა კომპონენტისა და მათ შორის, ჟანგბადის პარციალურ წნევას. ამგვარად, ეს უკანასკნელი კომპონენტები იკავებენ რა ჟანგბადის ადგილს, თითქოსდა “აძევებენ” მას აირთა ნარევიდან.

(3.3) ფორმულით მიღებული შედეგი წყლის ორთქლის შემთხვევაში გვაძლევს ჰაერის ფარდობით ტენიანობას. წყლის ორთქლის შემთხვევ-ისათვის უფრო მიღებულია შემდეგი ფორმულა

$$\varphi = \frac{p}{p_h} \times 100\% , \quad (3.4)$$

სადაც  $\varphi$  არის ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %;  $p, p_h$  - შესაბამისად წყლის ორთქლის პარციალური წნევა და იმავე ტემპერატურაზე გაჯერებული წყლის ორთქლის პარციალური წნევა, პა. 100%-ის გარეშე მიღებულ სიდიდეს ეწოდება ფარდობითი ტენიანობა ერთის ნაწილებში.

### 3.3. ჰაერის სიმკვრივე

**სიმკვრივე.** ჰაერის, ისე როგორც ნებისმიერი სხვა ნივთიერების სიმკვრივე არის მოცულობის ერთეულზე მოსული მასა, მისი განზომილებაა კგ/მ<sup>3</sup>. ყველა ნივთიერების სიმკვრივე საზოგადოდ  $\rho$  ასოთი აღინიშნება, ხოლო ვენტილაციის მიზნებისათვის ჰაერის სიმკვრივეს  $\gamma$  სიმბოლოთი აღნიშნავენ. რადგანაც  $\rho$  ასოთი უკვე ვისარგებლეთ წყლის ორთქლის პარციალური წნევის აღსანიშნავად, ამიტომ სიმკვრივის აღსანიშნავად ვისარგებლოთ  $\gamma$  სიმბოლოთი. ამგვარად, ყველა ნივთიერებისათვის სიმკვრივე განისაზღვრება ფორმულით

$$\gamma = \frac{m}{V} , \quad (3.5)$$

სადაც  $m$  არის ნივთიერების მასა, კგ;  $V$  - ნივთიერების მოცულობა, მ<sup>3</sup>.

სიმკვრივე საშუალოდ ახასიათებს ჰაერის ნებისმიერი რაოდენობის მასას ისე, რომ მისი რიცხვითი სიდიდე დამოკიდებული არაა მოცემულ ადგილზე ჰაერის საერთო რაოდენობაზე. ადვილი მისახვედრია, რომ მარტო მასის ერთეულით სარგებლობისას რიცხვითი სიდიდე დამოკიდებულია ნივთიერების რაოდენობაზე მოცემულ ადგილზე (ან მოცულობაში).

მოცულობის საშუალოდ დასახასიათებლად გამოიყენება სიმკვრივის შებ-რუნებული სიდიდე, რომელსაც კუთრი მოცულობა ეწოდება. აღნიშნული

სიდიდით სარგებლობენ თერმოდინამიკაში, სადაც ძირითადი მუშა სხეული ჰაერი ან აირთა ნარევია.

სარგებლობენ აგრეთვე კუთრი წონის ცნებით, რომელიც არის ნიუტონებით გამოსახული ნივთიერების წონის ფარდობა მის მოცულობასთან.

**მოცულობითი სიმკვრივე.** ტექნიკაში და საზოგადოდ ადამიანის პრაქტიკული საქმიანობის სფეროში საქმე გვაქვს არაერთგვაროვან სხეულებთან, მასალებთან ან პროდუქტებთან. მაგალითად, ქვიშა, ქვანახშირი, შეშა, მარცვლეული და ა.შ.

აღნიშნული მასალების ან პროდუქტების შესაფასებლად სარგებლობენ მოცულობითი სიმკვრივის ცნებით, რაც არის ერთეული მოცულობის მასა, მისი განზომილებაა კგ/მ<sup>3</sup>. ადვილი მისახვედრია, რომ ერთი და იმავე მასა-ლისაგან დამზადებული ფოროვანი სხეულის, მაგალითად სამშენებლო ბლოკის მინერალური ნაწილის სიმკვრივე უცვლელია, მაშინ როდესაც მისი მოცულობითი სიმკვრივე ცვალებადია შემჭიდროვების ხარისხის მიხედვით. რაც უფრო მაღალი წნევით იქნება დამზადებული ბლოკი, მით უფრო ნაკლები სიცარიელები იქნება მასში და შესაბამისად, მით უფრო მეტი სიდიდის მოცულობითი სიმკვრივეთ დახასიათდება.

აღსანიშნავია, რომ მოცულობითი სიმკვრივის სისტემაგარეშე ერთეული ტ/მ<sup>3</sup> ფართოდ გამოიყენება საინჟინრო საქმეში მყარი და თხევადი მასალების შესაფასებლად და მას ხშირად მოცულობით წონას უწოდებენ, რაც მცდარი ტერმინია.

**ფარდობითი სიმკვრივე.** ჰაერის კომპონენტების შემთხვევაში სარგებლობენ ფარდობითი სიმკვრივის ცნებით. ჰაერის ამა თუ იმ კომპონენტის ფარდობითი სიმკვრივე უგანზომილებო სიდიდეა, რომელიც ერთმანეთთან ადარებს მოცემული კომპონენტის სიმკვრივისა და ჰაერის ნარევის საშუალო სიმკვრივის რიცხვით სიდიდეებს. ფარდობითი სიმკვრივე განი-საზღვრება ფორმულით

$$\zeta_i = \frac{\gamma_i}{\gamma}, \quad (3.6)$$

სადაც  $\zeta_i$  არის ჰაერის  $i$  კომპონენტის ფარდობითი სიმკვრივე;  $\gamma_i$  - ჰაერის  $i$  კომპონენტის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;  $\gamma$  - მრავალკომპონენტიანი ჰაერის საშუალო სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>.

რომელიმე კომპონენტის ჰაერის მიმართ ფარდობითი სიმკვრივის გაანგარიშება შესაძლებელია მიახლოებითი ფორმულით

$$\zeta_i \approx \frac{M_i}{29}, \quad (3.7)$$

სადაც განმარტებული სიდიდის გარდა  $M_i$  არის ჰაერის  $i$  კომპონენტის მოლეკულური წონა, აიღება 3.2 ცხრილის მიხედვით; 29 - ჰაერის დამრგვალებული მოლეკულური წონა.

ცხრილი 3.2

ნივთიერებათა მოლეკულური წონები

| ქიმიური ფორმულა                   | მოლეკულური წონა | ქიმიური ფორმულა                   | მოლეკულური წონა | ქიმიური ფორმულა                                  | მოლეკულური წონა |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|--|-----------------|
| NH <sub>3</sub>                   | 17.031          | H <sub>2</sub> COCH <sub>2</sub>  | 44.053          | NO <sub>2</sub>                                  | 46.006          |
| AsH <sub>3</sub>                  | 77.945          | HCHO                              | 30.026          | N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>                    | 92.011          |
| C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>     | 78.114          | H <sub>2</sub> NNH <sub>2</sub>   | 32.045          | O <sub>3</sub>                                   | 47.998          |
| Br <sub>2</sub>                   | 159.808         | H <sub>2</sub>                    | 2.016           | PH <sub>3</sub>                                  | 33.998          |
| CS <sub>2</sub>                   | 76.143          | HBr                               | 80.912          | CH <sub>3</sub> CHOCH <sub>2</sub>               | 58.080          |
| CO                                | 28.010          | HCl                               | 36.461          | SiH <sub>4</sub>                                 | 32.117          |
| CCl <sub>4</sub>                  | 153.822         | HCN                               | 27.026          | SO <sub>2</sub>                                  | 64.065          |
| Cl <sub>2</sub>                   | 70.905          | H <sub>2</sub> S                  | 34.082          | SO <sub>2</sub> F <sub>2</sub>                   | 102.062         |
| ClO <sub>2</sub>                  | 67.452          | CH <sub>3</sub> SH                | 48.109          | (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NNH <sub>2</sub> | 60.0984         |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S | 62.136          | CH <sub>3</sub> NHNH <sub>2</sub> | 46.072          | ჰაერის   | 29              |
| C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>     | 28.054          | NO                                | 30.006          |  |                 |

3.2 ცხრილის მონაცემების გათვალისწინებით წყალბადის შემთხვევი-სათვის (3.7) ფორმულა მიიღებს სახეს

$$\zeta_{H_2} \approx \frac{2,16}{29} \approx 0,074. \quad (3.8)$$

შესაბამისად, წყალბადის ფარდობითი სიმკვრივე ჰაერის მიმართ შეადგენს 0,074 ანუ წყალბადი ჰაერზე უფრო მსუბუქია და არასაკმარისი ტურბული-ზაციის შემთხვევაში მისი დაგროვება შესაძლებელია ნაგებობათა თალურ ნაწილში და – შეძლებულია იატაკთან.

3.2 ცხრილის მონაცემებითა და (3.7) ფორმულით შესაძლებელია მითითებულ ნივთიერებათა ფარდობითი სიმკვრივის განსაზღვრა და ტექნო-ლოგიურ პროცესებში მავნე, საშიშ და ტოქსიკურ მინარევთა უპირატესი დაგროვების ადგილთა პროგნოზი.

### 3.4. ჰაერის მინარევთა კონცენტრაცია

**ჰაერის მინარევები.** ატმოსფერული ჰაერი სხვადასხვა ნივთიერებებს შეიცავს. ჰაერში ბუნებრივად არსებულ ნივთიერებებს ეწოდება ჰაერის კომპონენტები, ხოლო ადამიანის საქმიანობით ჰაერში შეტანილ ნივთიერებებს – ჰაერის მინარევები. ადამიანის საქმიანობის შედეგად შეტანილი ჰაერის

მინარევეები შესაძლებელია იყოს ისეთივე, როგორც ბუნებაში გვხვდება ან იყოს ისეთი, რომელსაც მხოლოდ ტექნოგენური წარმოშობა ახასიათებს. აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით მინარევი არის მყარი, თხევადი და აირისებრი.

ჰაერის მავნე მინარევი არის ისეთი, რომელიც უსაფრთხოების მოთხოვნების დარღვევის შემთხვევაში, ადამიანის სხეულთან კონტაქტისას (კანის, ფილტვების, კუჭის, სისხლის მეშვეობით), იწვევს საწარმოო ტრავმას, პროფესიულ დაავადებას ან ჯანმრთელობის მდგომარეობის სხვა გაუარესებას, რომლის გამოვლენა შესაძლებელია თანამედროვე მეთოდებით.

ყველა სახეობის მავნე მინარევის დასაშვები ნორმები განსხვავებულია მათი კლასის შესაბამისად (იხ. დანართი 12, ცხრ. №8). სულ გვხვდება 4 კლასი. I კლასი – განსაკუთრებით სახიფათო ნივთიერებები, რომელთა და-საშვები კონცენტრაცია სამუშაო ზონის ჰაერში შეადგენს 0,1 მგ/მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლებს; II კლასი – სახიფათო ნივთიერებები, დასაშვები კონცენტრაცია – 01,-1,0 მგ/მ<sup>3</sup>; III კლასი – ზომიერად სახიფათო ნივთიერებები, დასაშვები კონცენტრაცია – 1,1-10,0 მგ/მ<sup>3</sup>; IV კლასი – ნაკლებად სახიფათო ნივთიერებები, დასაშვები კონცენტრაცია – > 10,0 მგ/მ<sup>3</sup>.

განსაკუთრებით სახიფათოა ისეთი მინარევი, რომელიც იწვევს ან ფეთქდება ჰაერის რომელიმე კომპონენტთან (ჟანგბადთან, ნახშირორჟანგთან ან აზოტთან) ერთად. მავნეა ისეთი მინარევი, რომელიც გარკვეულ პირობებში იწვევს ადამიანის დაზიანებას. მაგალითად, ნეიტრალური ნაცარი შესაძლებელია გახდეს მავნე იმ შემთხვევაში, თუ მოხვდება ადამიანის თვალებში ან სასუნთქ გზებში.

**მინარევის კონცენტრაცია.** მინარევთა კონცენტრაცია შესაძლებელია გამოსახული იქნეს ჰაერში მისი მოცულობის ან მასის მიხედვით. მოცულობის მიხედვით იქნება გამოსახული კონცენტრაციის მაჩვენებელი, თუ მასის მიხედვით, იგი უნდა იქნეს დაყვანილი ჰაერის ერთეულ მოცულობაზე.

მოცულობის ერთეულზე დაყვანილი მინარევთა კონცენტრაცია არის უგანზომილებო სიდიდე, რადგან წილადის მრიცხველში გვაქვს მინარევთა მოცულობა, ხოლო მნიშვნელში – ჰაერის საერთო მოცულობა. პროცენტებში გადასაყვანად აღნიშნული სიდიდე უნდა გამრავლდეს 100-ზე. ანალოგიური სიდიდის გამოსათვლელი ფორმულა (3.3) ზემოთ იყო მოცემული, როცა ვიხილავდით ჰაერის კომპონენტებს. იმავე ფორმულითაა შესაძლებელი მინარევების მოცულობითი კონცენტრაციის განსაზღვრა. ამიტომ ხელმეორედ მოვიტანთ მხოლოდ ფორმულას, ნუმერაციის გარეშე, ოდნავი ცვლილებით.

$$c_1 = \frac{V_i}{V} \times 100\% .$$



ამგვარად, მოცულობის მიხედვით მინარევთა კონცენტრაცია გამოისახება %-ებით მოცულობა მოცულობაში, ხოლო სათანადო სიდიდე –  $c_1$  სიმბოლო-ლოთი.

მასის მიხედვით ერთეულ მოცულობაზე დაყვანილი მინარევთა კონცენტრაციის რიცხვითი მნიშვნელობის საზომად საბჭოთა კავშირში იყენებდნენ სიდიდეს მგ/მ<sup>3</sup>. იმის გათვალისწინებით, რომ ჰაერის 1 კუბური მეტრის მასა ახლოს არის 1 000 000 მილიგრამთან, სხვა ქვეყნებში ანალოგიურ საზომ სიდიდედ გამოიყენება *ppm – part(s) per million* მილიონის ნაწილი -მმ, რის შესახებ ზემოთ აღინიშნა.

**ზღპ.** მაგნე მინარევი შესაძლებელია სხვადასხვა კონცენტრაციით მოხვდეს ჰაერში და იყენებენ ცნებას ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია, რომლის აბრევიატურა არის **ზღპ** და ნიშნავს მინარევის ისეთ კონცენტრაციას, რომელიც არაა საშიში. შესაძლებელია მოცემული იქნეს მგ/მ<sup>3</sup>, ან *ppm*-ის სახით. მაგალითად, *CO*-სათვის **ზღპ** არის 200 მგ/მ<sup>3</sup> მაშინ, თუ ადამიანი ასეთ გარემოში არ იმყოფება 15 წთ-ზე უფრო ხანგრძლივად. *ppm*, ანუ **მმ**-ის მიხედვით იგივე სიდიდე არის 160, რაც მიღებულია 200-ის გაყოფით 1,25-ზე - კილოგრამობით გამოსახულ ჰაერის სტანდარტულ სიმკვრივეზე.

### 3.5. ჰაერის ძირითადი კომპონენტები

ჰაერის ძირითადი კომპონენტებია ჟანგბადი, ნახშირორჟანგი და აზოტი. აღნიშნულს გარდა ჰაერს შესაძლებელია შეერიოს ფეთქებადი, ტოქსიკური, რადიაქტიური ნივთიერებები აირის, მტვრის ან ორთქლის სახით.

**შანგბადი.** ჟანგბადისათვის ( $O_2$ ) დამახასიათებელი არ არის სუნი, ფერი და გემო. მისი ფარდობითი სიმკვრივე ზღვის დონეზე და  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე შეადგენს 1,103, ე.ი. ჟანგბადის სიმკვრივე ატმოსფერული ჰაერის საშუალო სიმკვრივეზე მეტია. ჟანგბადის მოლეკულური წონაა 32, ნორ-მალურ პირობებში, როცა ჰაერის სიმკვრივეა 1,2 გ/ლ, 1 ლ ჟანგბადის მასაა 1,323 გ.  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე მოცულობის მიხედვით წყალში ხსნადობა 5% შეადგენს.

ადამიანი ჩასუნთქვისას ითვისებს ჰაერში არსებული ჟანგბადის დაახლოებით 1/5. ამონასუნთქი ჰაერი შეიცავს დაახლოებით 17 %  $O_2$  და 4%  $CO_2$ . ამონასუნთქი ჰაერში ოდნავ მატულობს აზოტის კონცენტრაცია, ხოლო

ორგანიზმის მიერ შთანქმული ჟანგბადის რაოდენობა აღემატება გამოყოფილ ნახშირორჟანგს.

როგორც აღინიშნა, ადამიანის სისხლის მაქსიმალური გაჯერება ჟანგბადით ხდება მაშინ, როცა მისი პარციალური წნევა შეადგენს 20,95 კპა (ატმოსფერული წნევის დაახლოებით 1/5). ადვილად დამახსოვრების მიზნით აღნიშნულ დამთხვევას ვუწოდოთ მეხუთედების კანონი.

მაშასადამე, მეხუთედების კანონი ისაა, რომ ატმოსფერული ჰაერის საერთო შედგენილობიდან დაახლოებით 1/5 მოდის ჟანგბადზე, ხოლო ადამიანი ითვისებს ჩასუნთქულ ჰაერში არსებული ჟანგბადის დაახლოებით 1/5 ნაწილს.

ამოსუნთქულ ჰაერში ჟანგბადის პროცენტული რაოდენობის მიხედვით (17 %) შესაძლებელია დავადგინოთ დისკომფორტის ზონის შესაბამისი პარციალური წნევა, რაც შეადგენს 17,0 კპა. ამ დროს ადამიანს უხშირდება სუნთქვა და გულისცემა, ხოლო ჟანგბადის 12,0 კპა პარციალური წნევისას ატმოსფერო სასიკვდილოა ადამიანისათვის. მაშასადამე, 17,000–20,950 კპა არის ჟანგბადის პარციალურ წნევათა ადამიანის სასიცოცხლო დიაპაზონი.

ნეიტრალური აირის ატმოსფერულ ჰაერზე უეცარი დამატება შეზღუდულ სივრცეში იწვევს ჟანგბადის კონცენტრაციის მკვეთრ შემცირებას. 3% კონცენტრაციისას, ანუ რაც იგივეა, 3 კპა პარციალური წნევისას ადამიანი 1–2 წთ-ში გრძობას კარგავს, ხოლო 5–10 წთ-ში ხდება კლინიკური სიკვდილი. მაგალითად, ჟანგბადის კონცენტრაციის მკვეთრი შემცირება შესაძლებელია მიწისქვეშა სამუშაოების ჩატარებისას, სამთო მასივიდან ნეიტრალური აირის უეცარი გამოყოფის შემთხვევაში.

ნებადართულია, რომ ზღვის დონის ქვემოთ განლაგებულ სასარგებლო წიაღისეულის მოსაპოვებელ გვირაბებში სავენტილაციო ჰაერში ჟანგბადის კონცენტრაცია გაცილებით უფრო ნაკლები იყოს (19,0–19,5%), ვიდრე ეს გვხვდება ზღვის დონეზე 3.1 ცხრილის შესაბამისად. საქმე ისაა, რომ ჰაერის წნევის საერთო ზრდის გამო დიდ სიღრმეებზე მატულობს აგრეთვე ჟანგბადის პარციალური წნევა და უფრო ნაკლები კონცენტრაციის შემთხვევაშიდაც მისი სიდიდე არ გამოდის ზემოაღნიშნული სასიცოცხლო დიაპაზონიდან.

**ნახშირორჟანგი (ნახშირბადის დიოქსიდი).** ნახშირორჟანგი ( $CO_2$ ) ოდნავ მომჟავო სუნის უფრო აირია. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 1,52, მოლეკულური წონა – 44, ნორმალურ პირობებში 1 ლ ნახშირორჟანგის მასა – 1,96 გ.  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობა 179,7% შეადგენს მოცულობის მიხედვით.

ნახშირორჟანგი ქიმიურად მეტად ინერტულია, არ იწვის და წვას ხელს არ უწყობს.

ფიზიოლოგიურად მცირედ ტოქსიკურია. ბუნებრივ ფონთან შედარებით 100-ჯერ გაზრდილი კონცენტრაციისას (3%) სუნთქვის სტიმულირებას ახდენს ცენტრალური ნერვული სისტემის სასუნთქი ცენტრის აგზნების გამო. 6% კონცენტრაციისას ადამიანი სისუსტეს გრძნობს და სუნთქვა უჭირს, 10%-ზე გრძნობას კარგავს, ხოლო 20–25% იწვევს სასიკვდილო მოწამ-ვლას.

ნახშირორჟანგის უეცარი ბუნებრივი გამოყოფა შესაძლებელია ქვანახშირის შახტებში. ცნობილია შემთხვევები, როცა უეცრად გამოყოფილი ნახშირორჟანგის მოცულობა შეადგენდა 700 ათას მ<sup>3</sup>, ხოლო მასთან ერთად გამოტყორცნილი სამთო მასის წონა – 65 ათას ტ.

**აზოტი.** აზოტისათვის ( $N_2$ ) დამახასიათებელი არ არის სუნი, ფერი და გემო. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,97, მოლეკულური წონა – 28,016, ნორმალურ პირობებში 1 ლ აზოტის მასა – 1,25 გ,  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობა –2%. აზოტი ქიმიურად ძლიერ ინერტულია. ჰაერში მისი კონცენტრაციის ზრდა ადამიანზე გავლენას ახდენს მხოლოდ იმიტომ, რომ ამ დროს მცირდება ჟანგბადის პარციალური მოცულობა და წნევა.

### **3.6. ჰაერის კონცენტრაციის ნორმირება**

ჰაერის კონცენტრაციის ნორმირება სანიტარული ამოცანაა, რომლის მიზანია ადამიანისათვის სასუნთქად ვარგისი ჰაერის გარემოს შენარჩუნება. საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის დაცვას მავნე ანთროპოგენური ზემოქმედებისაგან არეგულირებს "საქართველოს კანონი ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ".

გარდა აღნიშნულისა, ადამიანის ტექნოგენური საქმიანობის შედეგად შესაძლებელია ჰაერში მოხვდეს ტოქსიკური, რადიაქტიური, წვალი, ფეთქებადი და სხვა მავნე მინარევები, რომელთა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზღკ) რეგლამენტირებულია სხვადასხვა დარგის ნორმების მიხედვით. აღნიშნული ნორმირების მიზანია მკვეთრად შემცირდეს ან აღიკვეთოს ადამიანის ორგანიზმში ტოქსიკური და მავნე ნივთიერებების მოხვედრა სუნთქვის, შეხების თუ სხვა გზით.

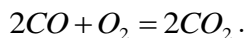
ნორმების დაცვა აუქმობებს შრომის პირობებს, სამუშაო ადგილებზე აგვაცილებს ადამიანების მოწამვლას და ხანგრძლივი პერსპექტივით – პროფესიულ დაავადებას.

ადვილად მისახვედრი მიზეზების გამო სხვადასხვა დარგობრივი ნორმების მონაცემების მოტანა მოცემული სახელმძღვანელოს ფარგლებში შეუძლებელია. მითუმეტეს ძნელია ამის გაკეთება ჩვენი ქვეყნის პირობებში, რადგან საქართველოში მოქმედებს ტექნიკური რეგლამენტაციის მრავალფეროვანი ნორმები (მხედველობაში გვაქვს საქართველოს მთავრობის 2006 წლის 24 თებერვლის №45 დადგენილება). აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჰაერის ტოქსიკური და მავნე მინარევების განხილვისას მოცემულია ზღკ-ის მნიშვნელობები ყველაზე უფრო მკაცრი ნორმების მიხედვით – მიწისქვეშა სამუშაოების პირობისათვის. სხვა სამუშაოებისათვის ნორმა უფრო ნაკლები სიმკაცრით ხასიათდება.

### **3.7. ჰაერის ტოქსიკური და ფეთქებადი მინარევები**

**ნახშირბადის მონოოქსიდი ანუ ნახშირჰანგი.** ნახშირბადის მონოოქსიდისათვის ( $CO$ ) დამახასიათებელი არ არის სუნი, ფერი და გემო. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,97, მოლეკულური წონა – 28, ნორმალურ პირობებში 1 ლ ნახშირბადის მონოოქსიდის მასა – 1,25 გ,  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობა –3,3%.

ნახშირბადის მონოოქსიდი იწვის და ფეთქდება ჰაერში 12,5–75,0% კონცენტრაციისას. აფეთქების მაქსიმალური ენერგია აქვს 30%-იან ნარევს, რომლის აალების ტემპერატურა არის  $630-810^{\circ}C$ . წვის რეაქციას აქვს სახე



აირი მეტად ტოქსიკურია, რადგან ადვილად უერთდება სისხლის ჰემოგლობინს (ჟანგბადთან შედარებით 250–300-ჯერ უფრო აქტიურად) და მის-გან აძევებს ჟანგბადს. ადამიანის სისხლის სრულად გაჯერებისათვის საკმარისია 300 სმ<sup>3</sup> (1 ლ = 1000 სმ<sup>3</sup>) ნახშირბადის მონოოქსიდი.

აღნიშნული აირით მოწამვლის სიმპტომები შემდეგია:

1. სუსტი მოწამვლა – ნახშირბადის მონოოქსიდის 0,048% კონცენტრაციის ჰაერით სუნთქვა 1 სთ-ის განმავლობაში. ამ დროს აღინიშნება თავის ტკივილი, ხმაური ყურებში, თავბრუსხვევა და გაძლიერებული გულისცემა.

2. ძლიერი მოწამვლა – ნახშირბადის მონოოქსიდის 0,128% კონცენტრაციის ჰაერით სუნთქვა 0,5–1 სთ-ის განმავლობაში. ამ დროს ზემოაღნიშნული სიმპტომების გარდა დამატებით აღინიშნება მოძრაობის უნარის დაკარგვა და აზროვნების უნარის შეზღუდვა.
3. სასიკვდილო დოზა – ნახშირბადის მონოოქსიდის 0,4% კონცენტრაციის ჰაერით მცირე ხნით სუნთქვისას ადამიანი კარგავს გრძნობას და ეწყება კრუნჩხვები, ხოლო 1% კონცენტრაციისას დამლუპველია რამდენიმე შესუნთქვა.

მოწამვლის ხარისხი აგრეთვე დამოკიდებულია ადამიანის აგებულებაზე (მსუქანი, გამხდარი), ორგანიზმის მდგომარეობაზე (დასვენებული, დაღლილი). ფრჩხილებში მითითებულ პირველ შემთხვევებში მოწამულობა უფრო ადვილად გადასატანია.

*CO*-თი მოწამვლისას პირველი დახმარებაა ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება სუფთა ჰაერზე.

*CO* გამოიყოფა არასრული წვის შედეგად, მათ შორის შიდაწვის ძრავებშიც. გამოიყოფა აგრეთვე კომპრესორებში მაშინ, თუ მისი მაცივარი წესრიგში არაა. ამ დროს კომპრესორის ღუშისა და სხვა ნაწილების გასა-პოხად გამოყენებული ზეთი მაღალი ტემპერატურის გავლენით იშლება ნახ-შირჟანგად და მეთანად.

სხვადასხვა საბუთო ადგილებში მისი დასაშვები კონცენტრაცია ერთმანეთისაგან განსხვავებულია. ქვანახშირის შახტებში მისი დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,0024% (20 მგ/მ<sup>3</sup>).

**აზოტის ოქსიდები.** აზოტის ოქსიდებისათვის (*NO*, *NO<sub>2</sub>*, *N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>*, *N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>*) დამახასიათებელია მურა ფერი და მწვავე სუნი. ჰაერში მდგრადი ფორმებია აზოტის ორჟანგი *NO<sub>2</sub>* და ორაზოტოთჟანგი *N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>*. ტემპერატურის ზრდისას ეს უკანასკნელი იშლება აზოტის ორჟანგად. ორივე მათგანი კარგად იხსნება წყალში.

აზოტის ორჟანგის ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,97, მოლეკულური წონა – 46,01, ნორმალურ პირობებში 1 ლ ნახშირბადის მონოოქსიდის მასა – 2,05 გ.

ორაზოტოთჟანგის ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 3,18, მოლეკულური წონა – 92,02, ნორმალურ პირობებში 1 ლ ნახშირბადის მონოოქსიდის მასა – 4,11 გ.

აზოტის ოქსიდები მეტად ტოქსიკური ნივთიერებებია, იწვევენ სასუნთქი გზებისა და თვალების გაღიზიანებას, მძიმე შემთხვევებში – ფილტვების შეშუპებას. მათი მომწამვლელი ზემოქმედება მაშინვე არ ვლინდება, აღნიშნულისათვის საჭიროა 4–6 სთ, ხოლო ზოგჯერ 20–30 სთ. მოწამვლის სიმპტომებია: გულისრევა, ხველება, თავის ტკივილი, ტემპერატურის მომატება, გულის მოქმედების დარღვევა, გალურჯება. აზოტის ოქსიდების სასიკვდილო დოზაა მისი ხანმოკლე შესუნთქვა 0,025% კონცენტრაციისას.

აზოტის ოქსიდები იმიტომაც განსაკუთრებით საშიში, რომ ადამიანი მათ ვერ შეიგრძნობს. შესაძლებელია მან მიიღოს სასიკვდილო დოზა და მინიმუმ 4 სთ-ის განმავლობაში ვერც შეიგრძნოს და გარშემო მყოფებმაც ვერაფერი ვერ შეამჩნიონ. აღნიშნულის გამო მნიშვნელოვანია დოზიმეტრული კონტროლი ისეთ ობიექტებზე, სადაც მოსალოდნელია მათი გამოყოფა. აზოტის ოქსიდები გამოიყოფა აფეთქებითი სამუშაოებისას. ამის გამო საჭიროა ჟანგბადის ნულოვანი ბალანსის მქონე ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყენება ისეთ ობიექტებზე, სადაც ვენტილაციის პირობები გართულებულია. ღიზელის ძრავების გამონაბოლქვები მომეტებულად შეიცავენ აზოტის ოქსიდებს და შედარებით ნაკლები რაოდენობით – ნახშირბადის მონოოქსიდს. ბენზინზე მომუშავე შიდაწვის ძრავები კი – პირიქით, უპირატესად გამოყოფენ ნახშირბადის მონოოქსიდს.

ქვანახშირის შახტებში აზოტის ოქსიდების დასაშვები კონცენტრაცია აზოტის ორჟანგზე გადაანგარიშებით არ უნდა აღემატებოდეს 0,0002%.

**გოგირდოვანი აირი.** გოგირდოვანი აირი ( $SO_2$ ) უფეროა, რომელსაც აქვს ძლიერი მხუთავი სუნი და მომჟავო გემო. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 2,22, მოლეკულური წონა – 64,07, ნორმალურ პირობებში 1 ლ გოგირდოვანი აირის მასა – 2,86 გ.  $20^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყლის 1 მოცულობაში იხსნება გოგირდოვანი აირის 40 მოცულობა.

გოგირდოვანი აირი ძლიერ ტოქსიკურია, იგი იწვევს სასუნთქი გზებისა და თვალების გაღიზიანებას, მძიმე შემთხვევებში იწვევს ბრონქების ანთებას, სასისა და ფილტვების შეშუპებას. 0,05% კონცენტრაცია სასიკვდილოდ საშიშია რამდენიმე შესუნთქვისას. 0,0005% კონცენტრაციას ადამიანი შეიგრძნობს და ამის გამო მისი საშიშროება გარკვეულ კონტროლს ექვემდებარება საზომი ხელსაწყოების გარეშე.

ქვანახშირის შახტებში მისი დასაშვები კონცენტრაციაა 0,00035%.

**გოგირდწყალბადი.** გოგირდწყალბადი ( $H_2S$ ) უფერო აირია, რომელსაც აქვს ლაყე კვერცხის სუნი და მოტკბო გემო. მისი ფარდობითი სიმ-

კვრივე შეადგენს 1,19, მოლეკულური წონა – 34,09, ნორმალურ პირობებში 1 ლ გოგირდწყალბადის მასა – 1,52 გ.  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყლის 1 მოცულობაში იხსნება გოგირდწყალბადის 4,4 მოცულობა. გოგირდწყალბადი იწვის და ჰაერში 6% კონცენტრაციისას ფეთქდება. ადამიანი გოგირდწყალბადს შეიგრძნობს ჰაერში 0,0001% კონცენტრაციისას.

გოგირდწყალბადი ძლიერ ტოქსიკურია, გამაღიზიანებლად მოქმედებს თვალებზე და სასუნთქ გზებზე. მოწამვლის სიმძიმის მიხედვით მისი ნიშნებია: თვალებისა და სასუნთქი გზების გაღიზიანება და წვა, დაღლილობის შეგრძნება, გულის რევა, გრძნობის დაკარგვა. სასიკვდილო დოზაა 0,1% კონცენტრაცია მცირე ხნით.

მოწამვლის შემთხვევაში პირველი დახმარებაა ხელოვნური სუნთქვის ჩატარება ჰაერის სუფთა ჭავლზე და ქლორის შესუნთქვა. ქლორიანი ხსნარით დასველებული ცხვირსახოცის შემოხვევა სასუნთქ ორგანოებზე.

ქვანახშირის შახტებში მისი დასაშვები კონცენტრაციაა 0,00066%.

**ამიაკი ( $NH_3$ )** უფერო აირია დამახასიათებელი მკვეთრი სუნით. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,596, მოლეკულური წონა – 17,03, ნორმალურ პირობებში 1 ლ ამიაკის მასა – 0,77 გ. კარგად იხსნება წყალში. ჰაერში 30% კონცენტრაციისას ფეთქდება.

ამიაკი ტოქსიკურია, აღიზიანებს კანს, თვალებსა და სასუნთქ გზებს. დიდი კონცენტრაცია იწვევს სასის შეშუპებას.

ჰაერში ამიაკის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციაა 0,0025%.

**აპროლქინი ( $CH_2CHCOH$ )** უფერო ადვილად აორთქლებადი სითხეა. ის წარმოიქმნება მაღალ ტემპერატურაზე დიზელის საწვავისა და საპოხი მასალების დაშლის შედეგად. ორთქლი კარგად იხსნება წყალში, ხოლო მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 1,9.

აპროლქინი ძლიერ მომწამვლელი ნივთიერებაა, რომელიც აღიზიანებს თვალსა და სასუნთქ გზებს, იწვევს თავბრუდახვევას, გულის რევას, ტკივილებს მუცელში. 0,014% კონცენტრაციის აპროლქინის შემცველი ჰაერით 10-წთიანი სუნთქვა იწვევს ადამიანის დაღუპვას.

ჰაერში აპროლქინის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,00008%.

**მბიმე ნახშირწყალბადები, აცეტილენი.** მბიმე ნახშირწყალბადებიდან ჰაერში შესაძლებელია მოხვდეს ეთანი ( $C_2H_6$ ), პროპანი ( $C_3H_8$ ) და ბუთანი ( $C_4H_{10}$ ). აღნიშნული ნივთიერებები გამოიყოფა ფეთქებადი

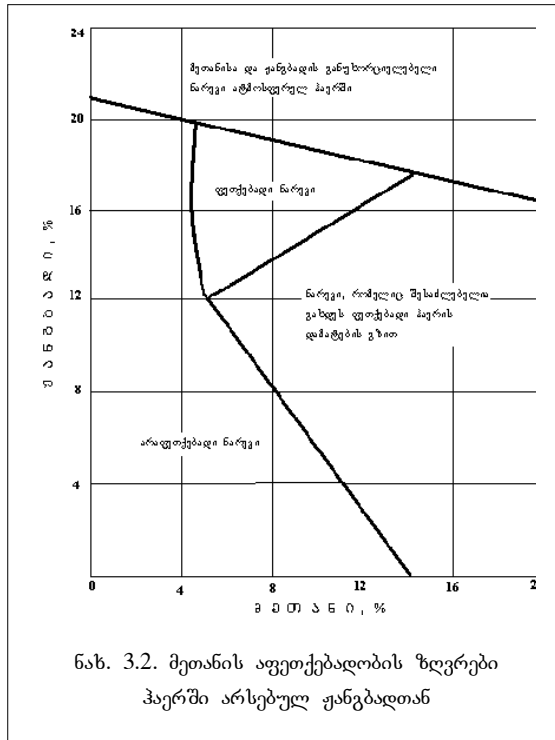
სამუშაოების შესრულებისას, აგრეთვე მეტამორფიზმის დაბალი ხარის-ხის მქონე ქვანახშირის საბადოების დამუშავებისას. სამივე აირი აფეთქება-საშიშია და ამასთან ერთად ჰაერს აძლევენ ნარკოტიკულ თვისებას.

აცეტილენიც ( $C_2H_2$ ) ასევე საშიში ფეთქებადი ნივთიერებაა, რომელიც გამოიყოფა ფეთქებადი სამუშაოებისას.

**მეთანი.** აღნიშნული აირი ყველაზე საშიშია იმის გამო, რომ ფართო გავრცელება აქვს. იგი გვხვდება ქვანახშირის საბადოების დამუშავებისას, ნაგვის ლპობისას, ბუნებრივი აირი, რომელსაც საწვავად ვიყენებთ ძირითა-დად მეთანია. მას სხვანაირად ჭაობის გაზსაც უწოდებენ, რადგან ჭაობები დიდი რაოდენობით გამოყოფენ. მეთანისათვის ( $CH_4$ ) დამახასიათებელი არ არის სუნი, ფერი და გემო. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,5539, მოლეკულური წონა – 16,03, ნორმალურ პირობებში 1 ლ

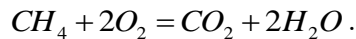
მეთანის მასა – 0,716 გ,  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობა – 3,5%. ჩვეულებრივ პირობებში მეთანი ინერტულია და უერთდება მხოლოდ ჰალოიდებს.

მცირე რაოდენობის მეთანი ფიზიოლოგიურად მავნე არაა. ჰაერში მისი კონცენტრაციის მატება საშიშია იმიტომ, რომ მის ხარჯზე ხდება ჟანგბადის კონცენტრაციის შემცირება. 50–80% კონცენტრაციისას და ჟანგბადის ნორ-მალური შემცველობის ჰაერი იწვევს თავის ძლიერ ტკივილსა და ძილის შეგრძნებას. მეთანთან ეთანისა და პროპანის მინარევი ჰაერს აძლევს მცირედ ნარ-კოტიკულ თვისებას.



ნახ. 3.2. მეთანის აფეთქებადობის ზღვრები ჰაერში არსებულ ჟანგბადთან

მეთანი იწვის ღია ცის-ფერი ალით, რომლის ქი-მიური ფორმულაა



მიწისქვეშ, ნახშირის მომპოვებელ სამთო საწარ-მოებში მეთანის წვა მიმდინარეობს ჟანგბადის უკმა-რისობის პირობებში, რაც იწვევს ნახშირბადის მონო-ოქსიდის წარმოქმნას, რეაქ-ცია მიდის შემდეგი ფორმუ-ლით





გამოყოფილი წყლის ორთქლის უდიდესი ნაწილი სწრაფად კონდენსირდება, რაც იწვევს გაიშვიათების შექმნას მოცემულ არეში და ხელს უწყობს ჰაერის ახალი ნაკადის შემოდინებას. მეთანის აალების ტემპერატურაა  $650-750^{\circ}C$ . აალების ტემპერატურა დამოკიდებულია ჰაერში მეთანის შემცველობაზე, ჰაერის ნარევის შედგენილობაზე, მის წნევაზე და აალების წყაროს სახეობაზე. მეთანის წვის სითბოა  $54\ 425$  კჯ/კგ ( $13\ 000$  კკალ/კგ).

ჰაერთან მეთანი წარმოქმნის წვად და ფეთქებად ნარევეს. ჰაერში  $5-6\%$  კონცენტრაციისას იწვის მხოლოდ სითბოს წყაროს ახლოს.  $5-6\%$ -დან  $14-16\%$ -მდე კონცენტრაციისას ჰაერ-მეთანის ნარევი ფეთქდება, ხოლო  $14-16\%$  ზემოთ არც იწვის და არც ფეთქდება, მაგრამ აქვს წვის უნარი სითბოს წყაროს სიახლოვეს ჟანგბადის მიწოდების პირობით (ნახ. 3.2). აფეთქების სიძლიერე დამოკიდებულია მასში მონაწილე მეთანის აბსოლუტურ რაოდენობაზე.

აფეთქებას მაქსიმალური ძალა აქვს მეთანის  $9,5\%$  კონცენტრაციისას. უფრო მაღალი კონცენტრაციისას მეთანის ნაწილი აუფეთქებელი რჩება ჟანგბადის ნაკლებობის გამო. მეთანის მაღალი თბოშემცველობა განაპირობებს ნარჩენი ნაწილის მიერ აფეთქების ალის ტემპერატურის საგრძნობ დაწევას.  $14-16\%$ -ზე უფრო მაღალი კონცენტრაციისას ხდება თვითჩაქრობა და აფეთქება არ წარმოიშვება.

ყველაზე ადვილად აღდება ნარევი, რომელშიც მეთანის კონცენტრაცია  $7-8\%$  არ აღემატება.

სხვადასხვა ნახშირწყალბადებისა (მეთანის, ეთანის და ა.შ.) და წყაბადის ჰაერთან  $X$  ნარევის აფეთქებადობის ქვედა ზღვარი განისაზღვრება ლე შატელიეს ფორმულით

$$X = \frac{100}{\frac{K_1}{N_1} + \frac{K_2}{N_2} + \dots + \frac{K_m}{N_m}}, \quad (3.9)$$

სადაც  $K_1, K_2, \dots, K_m$  არის ნარევის ყოველი ფეთქებადი ან წვადი კომპონენტის კონცენტრაცია (%) იმ პირობით, რომ  $\sum_{i=1}^m K_i = 100\%$ ;  $N_1, N_2, \dots, N_m$  - ყოველი ფეთქებადი კომპონენტის აფეთქების ქვედა ზღვარი ნორმალური შედგენილობის ჰაერში, %.

მეთან-ჰაერის ნარევის აფეთქებადობის ზღვრები ფართოვდება მისი საწყისი ტემპერატურის ან წნევის გაზრდით. მაგალითად,  $10$  ატმოსფერო წნევაზე ნარევის ფეთქებადობის დიაპაზონია  $5,9-17,2\%$ .

მეთანისათვის დამახასიათებელია აალების შეყოვნების თვისება სითბოს წყაროსთან შეხების შემდეგ, რასაც ინდუქციის პერიოდი ეწოდება. ინდუქციის პერიოდის ხანგრძლივობა მკვეთრად მცირდება ნარევის ტემპერატურის ზრდით და უმნიშვნელოდ იზრდება მეთანის კონცენტრაციის გაზრდით ჰაერ-ში. აღნიშნული მაჩვენებლები მოცემულია 3.3 ცხრილში.

ინდუქციის პერიოდს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აფეთქების სამუშაოების ჩასატარებლად მეთანშემცველ ნახშირის შახტებში. აქ იყენებენ ე.წ. დაცულ ფეთქებად ნივთიერებებს, რომლის აფეთქების პროდუქტების უსაფრ-თხო ტემპერატურამდე გაცივებისათვის საჭირო დრო ნაკლებია ინდუქციის პერიოდის ხანგრძლივობაზე.

ცხრილი 3.3

ინდუქციის პერიოდის ხანგრძლივობა ტემპერატურისა და მეთანის კონცენტრაციის მიხედვით

| მეთანის კონცენტრაცია, % | ინდუქციის პერიოდის ხანგრძლივობა (წმ) ანთების ტემპერატურის მიხედვით, °C |      |      |       |
|-------------------------|--|------|------|-------|
|                         | 775  | 875  | 975  | 1075  |
| 6                       | 1,08   | 0,35 | 0,12 | 0,039 |
| 7                       | 1,15   | 0,36 | 0,13 | 0,041 |
| 8                       | 1,25   | 0,37 | 0,14 | 0,042 |
| 9                       | 1,30   | 0,39 | 0,14 | 0,044 |
| 10                      | 1,40   | 0,41 | 0,15 | 0,049 |
| 12                      | 1,64   | 0,44 | 0,16 | 0,055 |

შეუზღუდავ სივრცეში მეთანის აფეთქების პროდუქტების ტემპერატურა აღწევს 1875<sup>0</sup> C, ხოლო ჩაკეტილ სივრცეში – 2150–2650<sup>0</sup> C. გამოყოფილი აირების წნევა დაახლოებით 9-ჯერ აღემატება ნარევის საწყის წნევას აფეთქებამდე. აფეთქების ტალღით მეთან-ჰაერის ნარევის წინასწარი შეკუმ-შვის პირობებში შესაძლებელია შედარებით მაღალი წნევების განვითარება აფეთქების პროდუქტების მიერ, 30 მეგაპასკალი (დახლოებით 30 ატმოს-ფერო) და მეტი. ჰაერში მეთანის აფეთქებისას ტალღის სიჩქარე წამში იცვლება რამდენიმე ათეული მეტრიდან 1000-მეტრამდე.

ქვანახშირის შახტებში მეთანის დასაშვები კონცენტრაცია სამუშაო ად-გილებზე შეადგენს 1,0%.

აღსანიშნავია, რომ შახტებში მომხდარი მეთანის აფეთქებების შედეგად დაღუპული ადამიანების რიცხვი აშშ-ში დაახლოებით 100-ჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე უკრაინაში. ამ უკანსკნელ ქვეყანაში ყოველ მილიონ ტონა მოპოვებულ ქვანახშირზე 2005 წლის მონაცემებით იღუპება 4 ადამიანი.

კიდევ უფრო უარესი მდგომარეობაა საქართველოში. მილიონ ტონა მოპოვებულ ნახშირზე გადახარისხებით, 2010 წლის შედეგების შესაბამისად, ტყებში დაღუპულთა რიცხვი დაახლოებით 1000-ჯერ აღემატება იმავე სიდიდეს აშშ-ის პირობებში.

**წყალბადი.** წყალბადი ( $H_2$ ) უფრო აირია. მისი ფარდობითი სიმკვრივე შეადგენს 0,07, მოლეკულური წონა – 1,0, ნორმალურ პირობებში 1 ლ წყალბადის მასა – 0,09 გ,  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე წყალში ხსნადობა –2,1%. წყალბადი იწვის და ფეთქდება ჰაერში მისი კონცენტრაციისას 4–74%. აალების ტემპერატურა შეადგენს  $450-550^{\circ}C$ . წყალბადი გამოიყოფა აკუმულატორების ბატარეების დამუხტვისას. კალიუმისა და ქვანახ-შირის შახტებში, ზოგიერთი სახეობის ქანთა მასივიდან და ა.შ. წყალბადის მაქსიმალურად დასაშვები კონცენტრაცია ჰაერში შეადგენს 0,5%.

### **3.8. საწარმოო მტვერი ჰაერში და მისი ზემოქმედება**

სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესის დროს წარმოიქმნება საწარმოო მტვერი – ჰაერში შეტიენარებული მცირე ზომის ნაწილაკები, რომლებიც ნელ-ნელა ილექება. ჰაერში შეტიენარებულ მტვერს ეწოდება დისპერსიული ფაზა, ხოლო ჰაერს - დისპერსიული გარემო. მტვერისა და ჰაერის ნარევის კი აეროზოლი ეწოდება.

ტექნოლოგიურ პროცესებში მტვერი წარმოიქმნება მასალების დამსხვრევის, დაფქვის, გაცრის, ტრანსპორტირების, დატვირთვა-გადმოტვირთვის, გადამუშავების დროს. აგრეთვე მიწის სამუშაოების, ელექტროშედულების და სხვა სამუშაოების შესრულებისას.

წარმოშობის მიხედვით მტვერი შეიძლება იყოს ორგანული, არაორგანული და შერეული. ორგანულს მიეკუთვნება ცხოველური და მცენარეული წარმოშობის მტვერი. მაგალითად, ბეწვი, მერქანი, ქვანახშირი, ტორფი და სხვ. არაორგანულს მიეკუთვნება ლითონური და მინერალური წარმოშობის მტვერი. მაგალითად, ალუმინის, ცემენტის, სამშენებლო ქვების და სხვათა.

ადამიანის ორგანიზმზე მტვერის მავნე მოქმედება დამოკიდებულია მის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებზე, ზომებზე, ფორმაზე, კონცენტრაციაზე, მოქმედების ხანგრძლივობაზე და სხვ.

მტვერის ქიმიური შედგენილობა არსებით გავლენას ახდენს ორგანიზმზე. მტვერის მოქმედების სპეციფიკა იმით აიხსნება, რომ ორგანიზმში იგი უმთავრესად სასუნთქი ორგანოებიდან ხვდება. ამიტომ, უპირველესად, მტვერი აზიანებს სუნთქვის ორგანოებს. იწვევს ბრონქიტს, პნევმოკონიოზს, ხან-დახან

ალერგიას. არასპეციფიკურ დაავადებებს მიეკუთვნება ზედა სასუნთქი ორგანოების დაზიანება, კანის გაწითლება, მხედველობის გაუარესება. ჩასუნთქული მტვერი ხშირად იწვევს ტუბერკულოზს, მსუბუქი ფორმის ონკოლოგიურ დაავადებებს. ყველაზე მავნე და აგრესიულ მტვრად ითვლება კაჟმიწის, სილიკატების, ნახშირის, ზოგიერთი ლითონის და მინერალური შედგენილობის მტვერი, რომლებიც ფილტვებში წარმოშობენ უხეშ ქსოვილს – ფიბროზს, რის შედეგადაც დაზიანებული ფილტვის ნაწილის მოქმედება ირღვევა და იწყება მძიმე პროფესიული დაავადება – პნევმოკონიოზი

პნევმოკონიოზი პროფესიულ დაავადებათა საერთო სახელია, რომელიც ხანგრძლივი პერიოდით სუნთქვის პირობებში, მავნე აეროზოლების სახეობათა მიხედვით, ქვემოთ მოცემული დაავადებების სახით კონკრეტდება. ამ თვალსაზრისით, ყველაზე საშიშია თავისუფალი სახის კვარცის მტვერი, რომელიც აღწევს სასუნთქი ორგანოებიდან სისხლში და იხსნება მასში. ჰაერი, რომელიც შეიცავს თავისუფალი სახით კაჟმიწას  $S_iO_2$  – იწვევს სილიკოზს, აზბესტის მტერის ზემოქმედება იწვევს აზბესტოზს, ტალკის მტვერი – ტალკოზს, ცემენტის მტვერი – ცემენტოზს, ნახშირის მტვერი – ანტრა-კოზს, ალუმინის მტვერი – ალუმინოზს და სხვ.

აღნიშნული დაავადებებიდან უფრო მეტად გავრცელებულია პნევმოკონიოზის მეტად საშიში სახეობა – სილიკოზი. იგი ხშირად გვხვდება სამთამადნო წარმოებების მუშაკებში. სილიკოზი გვხვდება აგრეთვე იმ მუშებში, რომელთა სამუშაო მოითხოვს ცემენტის, ქვიშის, ხრეშის გამოყენებას.

თავისუფალი სახით კაჟმიწა (ქვიშა, კვარცი) უარყოფითად მოქმედებს კანზე. ადამიანის ხანგრძლივად ყოფნა მტვრიან გარემოში იწვევს კანის დაავადებას, ასუსტებს აგრეთვე მხედველობასა და სმენას. გარდა ამისა, იგი აზიანებს გულს, ფილტვებს, მთელ ორგანიზმს, იწვევს ცენტრალური ნერ-ვული სისტემის მოშლას.

ადამიანის ორგანიზმზე მტერის მოქმედების მავნებლობა დამოკიდებულია მის დისპერსიულობაზე – ნაწილაკების სიდიდეზე. დისპერსიულობის მიხედვით მტვერი იყოფა სამ ჯგუფად: ხილული (ზომით 10 მკ და მეტი), მიკროსკოპული (ზომით 0,25–10,00 მკ.). ულტრამიკროსკოპული, რომელიც მხოლოდ ელექტრონულ მიკროსკოპში ჩანს (ზომით 0,25 მკ-ზე ნაკლები) მცირე ზომის ნაწილაკები შედარებით დიდხანს არიან ჰაერთან შეტივინა-რებული, ამიტომ ასეთი მტერის მოქმედება უფრო მავნებელია.

მტვრის სისაღე პრაქტიკულ გავლენას არ ახდენს მის მავნებლობაზე. მაგ., კვარცის მტვერი უფრო საშიშია, ვიდრე უფრო სალი ქანების მტვერი (კარბორუნდი, კორუნდი).

მტვრის მოქმედების მავნებლობა ფასდება მისი კონცენტრაციით და ტოქსიკურობით. კონცენტრაცია განისაზღვრება გარკვეული რაოდენობის მტვრიანი ჰაერის გატარებით მტვრის დამჭერ ფილტრში, რომლის შემდეგ დაჭერილი მტვრის მასის გადაანგარიშება ხდება ჰაერის მოცულობის მიხედვით. მტვრის მასა განისაზღვრება ფილტრის მასების მიხედვით გაზომვების დაწყებამდე და მის შემდეგ. ფილტრში გატარებული დამ-ტვრიანებული ჰაერის მოცულობა იზომება ელექტრული ან ექვივალენტური ასპირატორებით.

ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია განისაზღვრება ფორმულით

$$c_2 = \frac{P_2 - P_1}{V_0}, \quad (3.10)$$

$P_1$  არის ფილტრის საწყისი მასა სინჯის აღებამდე, მგ;  $P_2$  - ფილტრის მასა სინჯის აღების შემდეგ, მგ;  $V_0$  - ფილტრში გატარებული ჰაერის მოცულობა, მ<sup>3</sup>.

შედარებით მცირე მტვრიანობის დროს გამოიყენება *OYEUC-1* ტიპის ან სხვა სახეობის სპეციალური ხელსაწყო – კონიმეტრი, რომელიც შედგება ცილინდრულ ტუმბოსთან შეერთებული მიმღები კამერის, დამნოტივებელი კამერისა და საკონტროლო მინისაგან. ამ დროს განისაზღვრება მინაზე დაგროვებული მტვრის მასა, რომლის გადაანგარიშებაც უნდა მოხდეს ჰაერის მოცულობის მიხედვით.

მტვრის ნაწილაკების რაოდენობისა და დისპერსიის ხარისხის დასადგენად არსებობს აგრეთვე სხვა მრავალი მეთოდი, რომლის დროსაც გამოიყენება შემდეგი ხელსაწყოები: ნაკადური ულტრამიკროსკოპი *BDK-4*, ფოტომტვერმზომი *F-1*, *F-2*, *FEP-6*, ელექტრული კონიმეტრი *EKTM*, *EK-4*, ელექტრული მტვერმზომი *PRP-3* და სხვ.

მტვრის მავნე მოქმედებისაგან თავიდან ასაცილებლად აუცილებელია გამოვიყენოთ კოლექტიური დაცვის საშუალებები, ბიოლოგიური მეთოდები, მტვრის წარმოქმნის და გავრცელების საწინააღმდეგო ტექნოლოგიები. ამ უკანასკნელს მიეკუთვნება მასალის დატენიანება, პროცესის ჰერმეტიზაცია, მტვერწარმოქმნელი მასალების მიღებით ტრანსპორტირება, პროდუქციის დაფასოება და შეფუთვა თანამედროვე მანქანებით, ჩასატვირთ-გადმოსატვირთი მოწყობილობის ჰერმეტიზაცია.

ყველაზე მთავარი კოლექტიური დაცვის ღონისძიებაა ეფექტური ადგილობრივი ვენტილაციის მოწყობა. დაავადების თავიდან აცილების მიზნით სამუშაოზე მიღების დროს მუშაკებს წინასწარ უტარდებათ სამედიცინო შემოწმება, რომელიც გარკვეული პერიოდულობით უნდა განმეორდეს.

მტვრის წარმოქმნისა და გავრცელების აცილება უფრო ეფექტურია ტექნოლოგიური ღონისძიებების გატარებით. ასეთ ღონისძიებას მიეკუთვნება, უპირველესად, მტვრის წარმოქმნელი ყველა პროცესის ჰერმეტიზაცია და მექანიზაცია, მანქანა მოწყობილობებზე სპეციალური ჰერმეტიკული გარსაცმების დაყენება, ტრანსპორტირებისას მასალის დატენიანება, მტვრის გაწმენდა საწარმოო მტვერსასრუტებით და სხვ. ძალიან მნიშვნელოვანია მტვრის წარმოქმნელი ტექნოლოგიური პროცესების დროს ხელით შრომის მინიმუმამდე დაყვანა.

ლითონის მიღებზე და კონსტრუქციებზე კოროზიის საწინააღმდეგო საფარის გაკეთების, აგრეთვე მუკავითი მათი გაწმენდის დროს მთლიანად ან ნაწილობრივ გამორიცხულია სილიკოზით დაავადების საშიშროება. ამ დაავადების საშიშროება მნიშვნელოვნად მცირდება თუ ცეცხლგამძლე მასალის წარმოებისას კვარცხლ ნედლეულს მაგნიზიუმით შევცვლით.

### **3.9. ჰაერის მიკროკლიმატური პარამეტრების ნორმირება საწარმოო სივრცეში**

წელიწადის თბილი პერიოდი ხასიათდება გარეთა ჰაერის  $+10^{\circ}C$  ან უფრო მაღალი ტემპერატურით, ხოლო ცივი პერიოდი –  $+10^{\circ}C$  -ზე ნაკლები ტემპერატურით.

სამუშაო ზონაში ნორმირებულია როგორც ჰაერის მაღალი, ისე დაბალი ტემპერატურა, აგრეთვე ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერის სიჩქარე.

აღამიანი მუშაობის ან დასვენების პირობებში სხვადასხვა რაოდენობის სითბოს გამოყოფს. მუშაობის დროს ჭარბი სითბოს გარემოზე გადაცემის მიზნით, სხეულიდან იწყება სითბოს აორთქლება (ოფლის გამოყოფა), რითაც უფრო ადვილად ნარჩუნდება ორგანიზმის ტემპერატურული წონასწორობა. სხვა თანაბარ პირობებში, აღამიანის ორგანიზმის თბორეგულაციის დონე და ხასიათი დამოკიდებულია სათავსოს ჰაერის ტემპერატურაზე, ფარდობით ტენიანობაზე და სიჩქარეზე. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის მომატება ამცირებს ოფლის აორთქლებას და ამის შედეგად აღამიანი უფრო მძაფრად შეიგრძნობს მაღალი ტემპერატურის მავნე ზეგავლენას. ანალოგიურადაა საქმე დაბალი ტემპერატურის შემთხვევაშიც. მაღალი ფარდობითი ტენიანობა ზრდის ჰაერის თბოგამტარობას და შესაბამისად, ორგანიზმისაგან სითბოს ართმევის უნარს. მაშასადამე, მაღალი ფარდობითი ტენიანობის პირობებში აღამიანი დაბალ ტემპერატურასაც უფრო მძაფრად შეიგრძნობს.

ჰაერის სიჩქარეც ანალოგიურ ზეგავლენას ახდენს ადამიანის შეგრძნებაზე, რადგან სიჩქარის მომატებით იზრდება თბოგადაცემის კოეფიციენტი-ტის რიცხვით სიდიდე და გარკვეულ პირობებში, ადამიანის ორგანიზმის მიერ კონვექციით გაცემული სითბოს რაოდენობა. ადამიანის ორგანიზმიდან მიმართული კონვექციური თბური ნაკადი შესაძლებელია გაანგარიშებული იქნეს ფორმულით

$$q = \alpha_q (t_2 - t_1), \quad (3.11)$$

სადაც  $q$  არის ადამიანის ორგანიზმის ზედაპირის ერთეულიდან აღძრული თბური ნაკადი, ვტ/(მ<sup>2</sup>);  $\alpha_q$  – თბოგაცემის კოეფიციენტი, ვტ/(მ<sup>2</sup>.გრად);  $t_1, t_2$  – შესაბამისად, ადამიანის სხეულის ზედაპირისა და ჰაერის გარემოს ტემპერატურა, °C.

ფორმულიდან ჩანს, რომ როცა  $t_1 > t_2$ , ანუ ადამიანის სხეულის თბოგამცემი ზედაპირის ტემპერატურა უფრო მაღალია ჰაერის ტემპერატურაზე, ჰაერის სიჩქარის გაზრდა გამოიწვევს  $\alpha$  კოეფიციენტის მატებას და შესაბამისად, უფრო მეტი გაგრილების ეფექტს როგორც ობიექტურად, ისე ცალკეული ინდივიდის სუბიექტური შეგრძნებით. იმ შემთხვევაში, თუ ჰაერის ტემპერატურა უფრო მეტია, მაშინ სიჩქარის მომატება გამოიწვევს დისკომფორტის შეგრძნებას, რასაც ობიექტური საფუძველი ექნება – თბური ნაკადი ამ შემთხვევაში მიმართული იქნება ჰაერიდან ადამიანის სხეულისაკენ. ტანსაცმლისა და სხეულის ღია ადგილების თანაფარდობის გათვალისწინებით ადამიანის სხეულის თბოგამცემი ზედაპირის საშუალო ტემპერატურა შესაძლებელია მივიღოთ  $t_1 = 27 - 28$  °C -ის ფარგლებში.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, 28 °C-ზე უფრო მაღალი ტემპერატურისათვის ჰაერის სიჩქარის მომატება გამოიწვევს დისკომფორტის შეგრძნებას, რომელიც მით უფრო მძაფრი იქნება, რაც უფრო მაღალი რიცხვითი სიდიდე ექნება ფარდობით ტენიანობას. ამ დროს სხეულიდან გადაცემული სითბო განპირობებული იქნება მხოლოდ ოფლის აორთქლებით და ადამიანმა შესაძლებელია მიიღოს თბური დარტყმა. თბური დარტყმის მიღება უფრო სავარაუდოა მაღალი ტემპერატურის, მაღალი ფარდობითი ტენიანობისა და ჰაერის მაღალი სიჩქარის პირობებში.

შედარებით წყნარ მდგომარეობაში მყოფი ადამიანი, როცა გარემოს ტემპერატურა შეადგენს 20 °C, გამოყოფს დაახლოებით 450-600 კჯ სითბოს ერთი საათის განმავლობაში. აქედან კონვექციაზე მოდის დაახლოებით

15,3%, აორთქლებაზე 29,1%, ხოლო დანარჩენი 41,7% თბურ გამოსხივე-ბაზე. შესაბამისად, თბოგაცემის კოეფიციენტი  $\alpha_q = 10-13$  კტ/(მ<sup>2</sup>.გრად ამ პირობებისათვის), რომელიც მძიმე სამუშაოს შემთხვევაში შესაძლებელია 4-ჯერ გაიზარდოს.

ზემოთმოყვანილი სითბური ბალანსის მონაცემებიდან ჩანს, რომ საერ-თო გამოყოფილი სითბოს რაოდენობიდან ადამიანი ყველაზე მეტს – 41,7%-ს გამოყოფს გამოსხივებით. სხივური თბოგადაცემა ადამიანის სხეულს და ჰაერს ან სათავსოს ზედაპირს შორის ხდება მათი აბსოლუტურ (კელვინის სკალით გაზომილ) ტემპერატურათა მეოთხე ხარისხის შესაბამისად.

მაღალი ტემპერატურის პირობებში ეფექტურია გამაგრილებელი ეკრანების – ცივი ზედაპირების მოწყობა. ცივი ზედაპირები საზოგადოდ უფრო ეფექტურია ჰაერის კონდიციონებასთან შედარებით აღნიშნული მეოთხეხარისხიანი კანონზომიერების გამო, რადგან კონვექციური ნაკადის სიდიდე ტემპერატურათა სხვაობის მხოლოდ პირველი ხარისხის პროპორციულია, რაც ჩანს (3.8) ფორმულიდან. ვარიანტების შედარებისას ისიც გასათვალისწინებელია, რომ კონდიციონირებული ჰაერი კომფორტულობის შეგრძნებას ზრდის სუნთქვის გამოც.

აღსანიშნავია, რომ ანომალური ტემპერატურული პირობები იწვევს შრომის მწარმოებლურობის შემცირებას 20–30%-ის ფარგლებში.

ოპტიმალური მიკროკლიმატური პირობები არის პარამეტრების ისეთი შერწყმა, რომელიც ადამიანზე ხანგრძლივი და სისტემატური ზემოქმედების დროს იწვევს კომფორტის შეგრძნებას და ქმნის ნაყოფიერი შრომის პირობებს.

დასაშვები მიკროკლიმატური პირობები პარამეტრების ისეთი შერწყმაა, როცა ადამიანზე ხანგრძლივი და სისტემატური ზემოქმედების შედეგად მიკროკლიმატმა შესაძლებელია გამოიწვიოს ორგანიზმის თერმორეგულაციის მექანიზმის დაძაბვა, მაგრამ არ გამოვიდეს ფიზიოლოგიური შეგუებადობის ზღვრებიდან. ამავე დროს, არ შეიგრძნობა დისკომფორტი, არ უარესდება გუნება-განწყობილება და არ ეცემა შრომის ნაყოფიერება.

ოპტიმალური პარამეტრების დაცვა სამუშაო ან დასვენების ადგილებზე შესაძლებელია ვენტილაციასთან შერწყმული კონდიციონირების სისტემით, ხოლო დასაშვების – მხოლოდ ვენტილაციის სისტემებით.

ამ შემთხვევაში კონდიციონირების სისტემა გულისხმობს არა მხოლოდ ჰაერის გაგრილებას, არამედ მის გათბობას, გაშრობა-დატენიანებას, იონიზა-ციას და ა.შ. საჭიროების შესაბამისად, ანუ ჰაერის სათანადო პარამეტრების ოპტიმალურ ფარგლებში მოქცევას.



### 3.10. ჰაერის სიჩქარის, ხარჯის, რაოდენობის განსაზღვრა

სამუშაო ადგილებზე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ჰაერის მიკროკლიმა-ტური პარამეტრების პერიოდულ კონტროლს, რაც უნდა მოხდეს აღნიშნული პარამეტრების საწრმუნო გაზომვით და დასაშვებ ნორმებთან შედარების გზით.

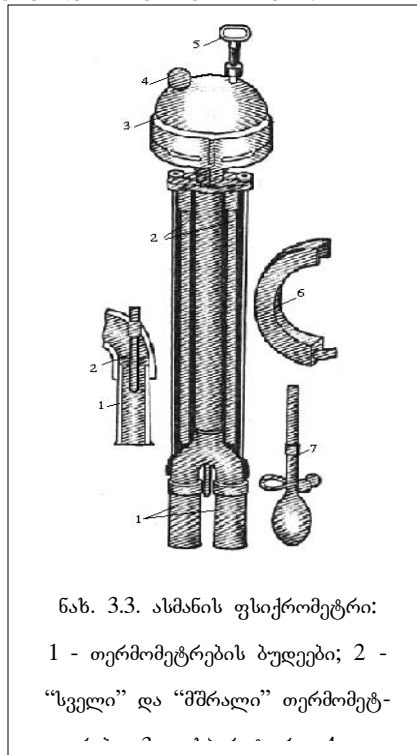
**ტემპერატურის გაზომვა.** ჰაერის ტემპერატურა იზომება თერმომეტრით, რომელიც მოთავსებულია ლითონის დამცავ ბუდეში. ტემპერა-ტურის გაზომვის ადგილზე ვათავსებთ თერმომეტრს და ვიღებთ პირველ ანათვალს 5 წთ-ის შემდეგ, ამის შემდეგ კიდევ 5 წთ-ის შემდეგ ვიღებთ მეორე ანათვალს. თუ პირველი და მეორე ანათვალი ერთნაირია, მაშინ განა-ზომი მართებულია.

**ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრა.** ფარდობითი ტენიანობის გაზომვა უშუალოდ არ ხდება. ერთდროულად იზომება ჰაერის ტემპერატურა ჩვეულებრივი, ანუ “მშრალი” თერმომეტრით და ე.წ. “სველი” თერმომეტრით. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში თერმომეტრის სინდიეს შემოხვეული აქვს სათანადო ზომის ბატისტის ნაჭერი, რომელიც უნდა დასველდეს გამოხდილი წყლით სპეციალური პიპეტის მეშვეობით. პიპეტი, ბატისტის ნაჭრები და მისამაგრებელი ან ჩამოსაკიდებელი დეტალები მოყვება ფსიქრომეტრს, რომელიც ფარ-დობითი ტენიანობის საზომ ხელსაწყოა.

“მშრალი” და “სველი” თერმომეტრით განაზომების სხვაობის მიხედვით განისაზღვრება ფარდობითი ტენიანობა.

აღნიშნული ხელსაწყო წარმოდგენილია ნახ. 3.3-ზე.

განაზომების ადების წესი შემდეგია: პიპეტი ბოლომდე უნდა აივსოს გამოხდილი წყლით და მასში უნდა ჩავყოთ თერმომეტრის ბატისტაშემოხვეული სინდიეი, ხოლო მეორე თერმომეტრს ხელი არ უნდა ვახლოთ. ამის შემდეგ უნდა დაიქოქოს ასპირატორის ვენტილატორი, რომელიც დაქოქვის დაწყებისთანავე დაიწყებს მუშაობას. ბოლომდე დაქოქვის შემდეგ, ფსიქრომეტრი უნდა დაიკიდოს იმ ადგილზე, სადაც სასურველია ფარ-დობითი ტენიანობის განსაზღვრა.



ნახ. 3.3. ასმანის ფსიქრომეტრი:  
1 - თერმომეტრების ბუდეები; 2 -  
“სველი” და “მშრალი” თერმომეტ-

ფსიქრომეტრის ხელში დაჭერა ანათვლები ალების მიზნით იწვევს ცდომილებას და არაა სასურველი. 5-წთ-ის შემდეგ ვიღებთ ანათვალს როგორც “შშრალი”, ისე “სველი” თერმომეტ-რიდან. მათი სხვაობის მიხედვით ვადგენთ ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეს 3.4 ცხრილის მიხედვით. შესაძლებელია ფარდობითი ტენიანობის უფრო ზუსტი განსაზღვრაც, სპეციალური ფორმულების მიხედვით. ამ შემთხვევაში საჭიროა აგრეთვე მონაცემები ბარომეტრული წნევის შესახებ.

ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრავი გრაფიკები და ცხრილები აგრეთვე მოცემულია ფსიქრომეტრის პასპორტში.

გამოდის აგრეთვე ელექტროფსიქრომეტრები,

რომლებშიდაც ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრის წესი ასმანის იმავე მეთოდს – “სველი” და “შშრალი” თერმომეტრების ჩვენებათა სხვაობით სარგებლობას ეფუძნება (ნახ. 3.4.ბ). აღნიშნული ფსიქრომეტრით შესაძლებელია ფარდობითი ტენიანობის გაზომვა როგორც ღია ცის ქვეშ, ისე შენობებში. ელექტროენერგია მოცე-მულ ფსიქრომეტრში გა-მოიყენება ასპირატორის ასამოქმედებლად. შესაბა-მისად, აღნიშნულ ფსიქ-რომეტრს არა აქვს ვენ-ტილატორის დასაქოქი მოწყობილობა. აღნიშნულ ფსიქრომეტრს აგრეთვე არა აქვს ჩამოსაკიდებელი კავი და აღჭურვილია სათანადო ჩანგლით, რომლის დასამაგრებელი ადგილი ნაჩვენებია ნახაზზე.



ნახ. 3.4. ჰიგრომეტრი და ფსიქრომეტრი:

ა - ჰიგრომეტრი; ბ - M-34M ტიპის ოლიოპროსიქრომეტრი; 1 - ჩამოსა ითობოლი

ცხრილი 3.4

ფარდობითი ტენიანობის ცვალებადობა “შშრალი” და “სველი” თერმომეტრების სხვაობის მიხედვით

| “შშრალი”<br>თერმომ.<br>ჩვენება | “შშრალი” და “სველი” თერმომეტრების ჩვენებათა სხვაობა |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
|                                | 0   | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|                                | ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %                       |    |    |    |    |    |    |    |
| 0                              | 100   | 81 | 63 | 46 | 28 | 12 | –  | –  |
| 5                              | 100   | 86 | 71 | 58 | 43 | 31 | 17 | 4  |
| 6                              | 100   | 86 | 72 | 59 | 46 | 33 | 21 | 8  |
| 7                              | 100   | 87 | 74 | 60 | 48 | 36 | 24 | 14 |
| 8                              | 100   | 87 | 74 | 62 | 50 | 39 | 27 | 16 |
| 9                              | 100   | 88 | 75 | 63 | 52 | 41 | 30 | 19 |
| 10                             | 100   | 88 | 77 | 64 | 53 | 43 | 32 | 22 |
| 11                             | 100   | 88 | 79 | 65 | 55 | 45 | 35 | 25 |
| 12                             | 100   | 89 | 79 | 67 | 57 | 47 | 37 | 27 |
| 13                             | 100   | 89 | 79 | 68 | 58 | 49 | 39 | 30 |
| 14                             | 100   | 89 | 79 | 69 | 59 | 50 | 41 | 32 |

|    |     |    |    |    |    |    |    |    |
|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 15 | 100 | 90 | 80 | 70 | 61 | 51 | 43 | 34 |
| 16 | 100 | 90 | 80 | 70 | 61 | 53 | 43 | 34 |
| 17 | 100 | 90 | 80 | 71 | 62 | 55 | 47 | 40 |
| 18 | 100 | 90 | 80 | 72 | 63 | 55 | 48 | 41 |
| 19 | 100 | 91 | 81 | 72 | 64 | 57 | 50 | 41 |
| 20 | 100 | 91 | 81 | 73 | 65 | 58 | 50 | 42 |
| 21 | 100 | 91 | 82 | 74 | 66 | 58 | 50 | 44 |
| 22 | 100 | 91 | 82 | 74 | 66 | 58 | 51 | 45 |
| 23 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 | 59 | 52 | 46 |
| 24 | 100 | 91 | 83 | 75 | 67 | 59 | 53 | 47 |
| 25 | 100 | 92 | 84 | 76 | 68 | 60 | 54 | 48 |
| 26 | 100 | 92 | 84 | 76 | 69 | 62 | 55 | 50 |
| 27 | 100 | 92 | 84 | 77 | 69 | 62 | 56 | 51 |
| 28 | 100 | 92 | 84 | 77 | 70 | 64 | 57 | 52 |
| 29 | 100 | 92 | 85 | 78 | 71 | 65 | 58 | 53 |
| 30 | 100 | 92 | 85 | 79 | 72 | 66 | 59 | 53 |

შენიშვნა: ათწილადებით გამოსახული სხვაობის შემთხვევაში ცხრილით სარგებლობისას გამოყენებული უნდა იქნეს წრფივი ინტერპოლაცია.

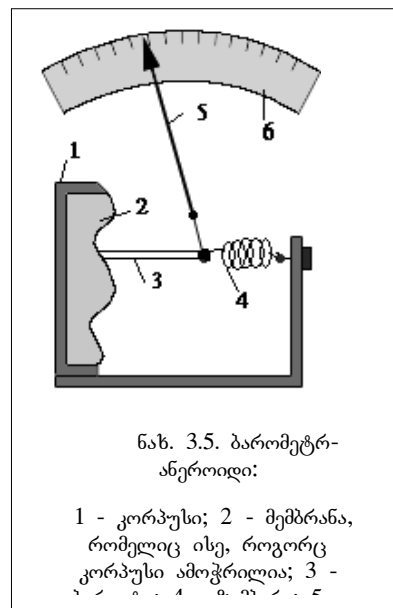
ტენიანობის გასაზომად აგრეთვე გამოიყენება უფრო ნაკლები სიზუსტის მქონე ტენიანობის ხელსაწყო ჰიგრომეტრი, რომელიც დაფუძნებულია ადა-მიანის ცხიმგაცილი თმის სიგრძის ცვალებადობაზე ფარდობითი ტენიანობის სიდიდის მიხედვით (ნახ. 3.4.ა).

**წნევის გაზომვა.** ერთმანეთისაგან უნდა გავმიჯნოთ ბარომეტრული წნევის გაზომვა და წნევათა სხვაობის გაზომვა ჰაერის ნაკადის ორ კვეთს შორის. ეს უკანასკნელი მცირე სიდიდეა, აგრეთვე სპეციფიკური ხასიათისა და მოცემული სათანადო ცნებების გაცნობის შემდეგ 4.4 პარაგრაფში.

ნახ. 3.5-ზე წარმოდგენილია ბარომეტრ-ანეროიდის გამარტივებული სქემა.

უფრო ზუსტია ვერცხლისწყლიანი ბარომეტრი, რომელზეც წნევის ათვლა პირდაპირ მილიმეტრებში ხდება. მაგრამ მის გამოყენებას ახლავს უხერხულობაც: ძნელია ტრანსპორტირება დიდი ზომების გამო, მსხვერვალია და შესაბამისად, გამოსაყენებელია მხოლოდ ლაბორატორიებში.

პრაქტიკული სარგებლობისათვის უფრო მოსახერხებელია ლითონის ბარომეტრი – ბარომეტრ-ანეროიდი, რომელ-საც შედარებით ნაკლები სიზუსტე ახასიათებს.

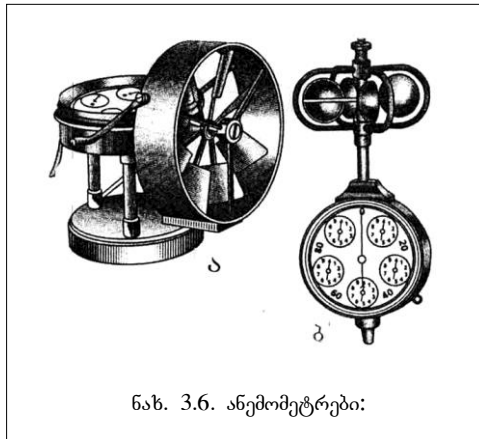


ბარომეტრის ძირითადი ნაწილია ცილინდრული კამერა, რომლისგანაც ჰაერი გამოტუმბულია. კამერა ზემოდან დაფარულია გოფირებული სახუ-რავით – მემბრანით. გოფირება აუცილებელია იმისათვის, რომ მემბრანას ექნეს ზამბარისებური თვისება. ბერკეტის მეშვეობით მემბრანა უერთდება ზამბარას, რომელიც უძრავადაა მიმაგრებული კორპუსთან ერთი ბოლოთი, ხოლო მეორე ბოლოსთან დაკავშირებულია ისარი, რომელიც სკალაზე უჩვენებს წნევის სიდიდეს.

ბარომეტრ-ანეროიდის სკალა დაყოფილია ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებში 600–790-ის დიაპაზონში, ან იმავე დიაპაზონში წნევათა სიდიდეები დატანილია პასკალებში.

იმის გამო, რომ ატმოსფერული წნევა კლებულობს დედამიწის ზედა-პირიდან დაშორების კვალობაზე, შესაძლებელია ბარომეტრის სკალა აჩვენებდეს აგრეთვე ზღვის დონიდან დაშორებას. ასეთ ბარომეტრს სიმაღლის მზომი, ანუ ალტიმეტრი ეწოდება. ეს უკანასკნელი გამოიყენება მთამსვლელების, პარაშუტისტების, მფრინავების და სხვათა მიერ.

ბარომეტრს ახლავს შემასწორებელი კოეფიციენტები: 1. ტემპერატურული, რომელიც გვიჩვენებს 1 გრადუსით ტემპერატურის ცვლილებისას, როგორ უნდა შესწორდეს განაზომი; 2. მუდმივი შემასწორებელი კოეფიციენტი სხვადასხვა წნევაზე, რომელიც ითვალისწინებს იმ მასალის თვისებებს, რომლისგანაც დამზადებულია ხელსაწყო. ბარომეტრს ახასიათებს ინერციულობა. ამის გამო გაზომვის ადგილზე ბარომეტრის



ნახ. 3.6. ანემომეტრები:

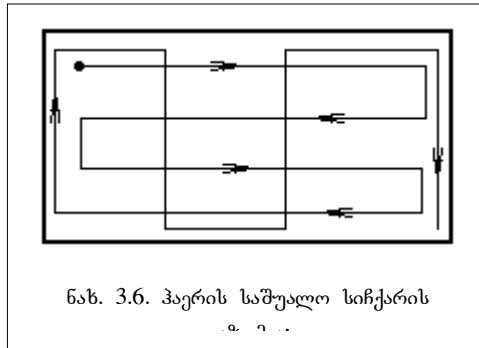
განთავსებიდან 25–30 წთ-ის შემდეგ უნდა ავიღოთ ანათვალი.

**ჰაერის სიჩქარის გაზომვა.** ჰაერის სიჩქარე იზომება ანემომეტრით, რომელიც ორი სახისაა: ფრთებიანი და ჯამებიანი (ნახ. 3.6). ფრთებიანი ანემომეტრში ტრიალებს მუშა თვალი, რომელიც მოთავსებულია ცილინდრში, ხოლო ჯამებიანში – ჯვარედზე დამაგრებული 4 ცალი ნახევრადსფერული ჯამი. ამ უკანასკნელით იზომება მაღალი სიჩქარეები 1–40 მ/წმ-ის დიაპაზონში, ხოლო ფრთებიანი ანემომეტრით ხდება მცირე სიჩქარეების გაზომვა 0,1–5 მ/წმ-ის ფარგლებში.

ჰაერის სიჩქარის გაზომვისას მხედველობაში უნდა გვექონდეს, რომ იგულისხმება საშუალო სიჩქარე რაიმე კვეთში. იმ შემთხვევაში, როცა ჰაერის სიჩქარე ჰაერსატარში იმდენად მცირეა, რომ ანემომეტრის ფრთები პერიოდულად ბრუნავს, მაშინ სიჩქარის გაზომვა ხდება ცენტრში, ხოლო ჰაერსატარის მთელი კვეთისათვის საშუალო სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით

$$\bar{V} = kV, \tag{3.12}$$

$\bar{V}$ ,  $V$  შესაბამისად არის ჰაერის საშუალო სიჩქარე ჰაერსატარისათვის და ცენტრში გაზომილი სიჩქარე, მ/წმ;  $k$  - კვეთში სიჩქარეთა უთანაბრო განაწილების კოეფიციენტი,  $k=1,2-1,4$ . სიჩქარის გაზომვის ამ წესისათვის ნაკლები სიზუსტეა დამახასიათებელი და იყენებენ მხოლოდ მაშინ, როცა სხვა გზით შეუძლებელია სიჩქარის გაზომვა.



სიჩქარე შესაძლებელია გაიზომოს როგორც ჰაერსატარში, ისე ნებისმიერ კვეთში, რომელშიდაც შესაძრწევია ჰაერის მოძრაობა. ამ შემთხვევაში შესაძლოა დამკვირვებელი იმყოფებოდეს კვეთში, ან კვეთი მდებარეობდეს მის წინ დაახლოებით 2,0–2,5 მ მანძილზე. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში დამკვირვებელს “ხელი დაგრძელებული აქვს”, ანუ ანემომეტრი დამაგრებული აქვს 1,5–2,0 მ სიგრძის ჯოხზე.

ყველა კვეთის შემთხვევაში დამკვირვებელი ანემომეტრიანი ხელით აკეთებს დაახლოებით ისეთ მოძრაობას, როგორც ნაჩვენებია ნახ. 3.6-ზე. გაზომვა მიზანშეწონილია დასრულდეს 100 წმ-ის განმავლობაში.

დაკვირვებას ახდენს ორი ადამიანი. ერთი ანემომეტრით აკეთებს მოძრაობას მისი ჩართვა-გამორთვის ჩათვლით, ხოლო მეორე წამზომის – ჩართვა-გამორთვას. ეს უკანასკნელი აგრეთვე აცნობებს პირველს დროის მიმდინარეობის შესახებ ხელის მოძრაობის ტემპის დასაზუსტებლად. ანემომეტრის მაჩვენებელი 100-ზე უნდა გაიყოს, ხოლო ამ უკანასკნელი სიდიდის მიხედვით, ანემომეტრის პასპორტში არსებულ გრაფიკზე დგინდება საშუალო სიჩქარე პირველი მიახლოებით. სიჩქარის დასაზუსტებლად უნდა



ვისარგებლოთ  $k_1$  კოეფიციენტით, თუ სიჩქარე იზომება “დაგრძელებული ხელით”, მაშინ  $k_1 = 1,14$ , ხოლო სხვა შემთხვევაში  $k_1$  განისაზღვრება ფორმულით

$$k_1 = \frac{S - 0,4}{S}, \quad (3.13)$$

სადაც  $S$  არის იმ კვეთის ფართობი, რომელშიდაც დამკვირვებელი იმყოფება.

ბოლო ხანებში გამოდის აგრეთვე სხვადასხვა სახის ელექტრო და ციფრული ანემომეტრები, რომლებიც სიძვირის მიუხედავად ძალზე მოსახერხებელია. ნახ. 3.7-ზე გამოსახული ელექტროანემომეტრის ფასი დაახლოებით 2500 აშშ-ის დოლარია.

**ჰაერის ხარჯის გამომთვლა.** ჰაერის ხარჯი გამოითვლება საშუალო სიჩქარისა და კვეთის მიხედვით შემდეგი ფორმულით

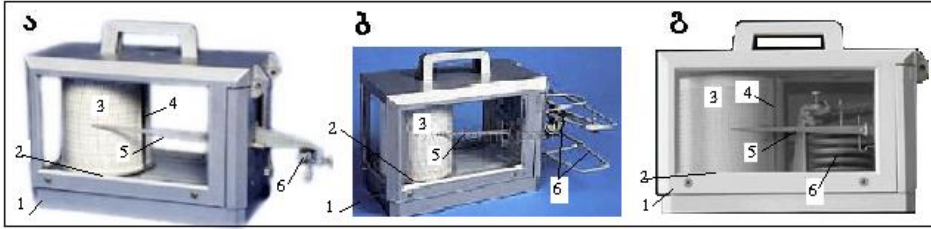
$$Q = VS. \quad (3.14)$$

ჰაერის ხარჯის გამოთვლისას დარწმუნებული უნდა ვიყოთ, რომ სხვა კვეთში ჰაერის მოძრაობა არ ხდება, ანუ მოცემულ კვეთში გადის სათავსოს მთელი ჰაერის ხარჯი.

### 3.11. ჰაერის კლიმატური პარამეტრების ცვალებადობა

ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ბარომეტრული წნევა მუდმივ ცვალებადობას განიცდის, როგორც დღე-ღამის, ისე უფრო ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში. აღნიშნული პარამეტრების ცვალება-დობაზე დაკვირვება შესაბამისად ხდება თერმო-, ჰიგრო- და ბაროგრაფებით, რომლებიც წარმოდგენილია ნახ. 3.8-ზე.

აღსანიშნავია, რომ აღნიშნული ხელსაწყოები კი არ ზომავენ ტემპერატურას და ბარომეტრულ წნევას ან კი არ განსაზღვრავენ ფარდობით ტენიანობას, არამედ გაზომილი ან განსაზღვრული სიდიდის ცვალებადობას აფიქსირებენ იმ პერიოდის განმავლობაში, რა რესურსიც აქვს მოსამართ საათის მექანიზმს. საათის მექანიზმთან დაკავშირებულია დოლურა, რომელიც ბრუნავს, ხოლო სათანადოდ დაყენებული, მელნით ავსებული კალამი, ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის ან ბარომეტრული წნევის დანაყოფებიან ქაღალდზე აღნიშნავს ცვალებადობას გრაფიკის სახით, რომელიც წარმოდგენილია ნახ. 3.8-ზე.



ნახ. 3.8. თერმო-, ჰიგრო- და ბაროგრაფები:

ა - თერმოგრაფი; ბ - ჰიგროგრაფი; გ - ბაროგრაფი; 1 - კორპუსი; 2 - საათის მექანიზმი; 3 - მბრუნავი დოლურა; 4 - დოლურაზე სპეციალური ქაღალდის დასამაგრებელი სარტყელი; 5 - ბერკეტი თვითმწერი კალმით; 6 - ტემპერატურის, ტენიანობის, წნევის ცვალებადობის შემგრძნები ელემენტი

საათის მექანიზმის რესურსის მიხედვით გამოდის დღე-ღამური და კვირეული თერმო-, ჰიგრო- და ბაროგრაფები.

აღნიშნული ხელსაწყოების დაყენება შემდეგნაირად ხდება: წინასწარ შეირჩევა ადგილები, რომლებიც ყველაზე უფრო კარგად დაახასიათებენ მოცემულ სათავსში ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის ან ბარომეტრული წნევის ცვალებადობას. ამის შემდეგ განსაზღვრავენ დაკვირვების პერიოდს (დღე-ღამე, კვირა) და შეირჩევენ სათანადო ხელსაწყოსა და დანაყოფებიან სპეციალურ ქაღალდს, რომელიც უნდა დამაგრდეს დოლურაზე. შემდეგ გა-ზომავენ ან განსაზღვრავენ დაკვირვების ადგილებში სათანადო პარამეტრის რიცხვით სიდიდეს და მის შესაბამისად მექანიზმით აყენებენ კალამს. ამ უკანასკნელში ჩასხმულია სპეციალური მელანი, რომლის ღია ზედაპირი არ შრება 2-3 თვის განმავლობაში. ქაღალდს დამაგრებამდე უკანა მხარეზე უნდა დაეწეროს დაკვირვების ადგილი, თარიღი, ხოლო წინა მხარეზე ჩართვის საათი და დასაკვირვებელი პარამეტრის რიცხვითი სიდიდე დაკვირვების დაწყებისას.

## **4. ნაგებობათა ბუნებრივი და ხელოვნური კენტილაცია**

### **4.1. სათავსებში ჰაერცვლის შემდინის ხერხები**

ჰაერცვლა ნიშნავს დახურულ სათავსში არსებული ჰაერის ნაწილობრივ ან სრულ შეცვლას ატმოსფერული ჰაერით, რაც უნდა შესრულდეს გარ-კვეული ჯერადობით. ასამოდრავებლად ჰაერს უნდა მიენიჭოს ენერგია, რომელიც შესაძლებელია მან მიიღოს ბუნებრივი ან ხელოვნური გზით. აღნიშნული ენერგია იხარჯება აეროდინამიკური წინალობის გადალახვაზე, ანუ იმ წინალობის გადალახვაზე, რომელიც ექმნება ჰაერს უძრავ ან მოძრავ ზედაპირებთან ხახუნისას ან სხვა ნაკადთან შერევისას მისი მოძრაობის გზაზე.

ბუნებრივი გზით ჰაერზე მინიჭებულ ენერგიას ბუნებრივი წევა ეწოდება, ხოლო ხელოვნურად მინიჭებულ ენერგიას მექანიკური წევა. ეს უკანასკნელი შესაძლებელია იყოს ატმოსფერულ წნევაზე მეტი ან ნაკლები. პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს მომდენ ვენტილაციასთან, ხოლო მეორეში – გამწოვთან.

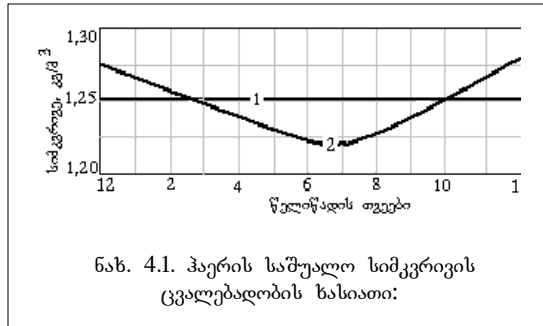


ბუნებრივი წვევის მაგალითია ბუნარი, როცა საწვავი ანთების მომენტი-დანვე გამოყოფს ცხელ აირებს, რომლებიც გაფართოებისა და ამის შედეგად, სიმკვრივის შემცირების გამო, ანუ გრავიტაციული ძალებით ბუნებრივად მიემართებიან ქვემოდან ზემოთ. მაშასადამე, თუ გვაქვს ცეცხლი, მას ბუნებრივადვე მოყვება სათანადო წვევა. ბუნებრივი წვევის მომდევნო მაგალითია მეტ-როს გვირაბში მოძრავი მატარებელი, რომელიც დგუშური ეფექტით მის წინ არსებულ ჰაერის მასას ანიჭებს მაღალ წნევას, ხოლო მიდევნებულ ნაკადს შეიწოვს გაიშვიათების ხარჯზე შექმნილი ნაკლები წნევის გამო. მაშასადამე, სახეზე თუ გვაქვს მოძრავი მატარებელი, მაშინ იგი ბუნებრივადვე აღძრავს სათანადო წვევას. ეს უკანასკნელი შედარებით ძნელი გამოსათვლელია თეო-რიულად, ხოლო სიმკვრივის ცვალებადობით განპირობებული წვევის გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$h = (\gamma_1 - \gamma_2)gH, \quad (4.1)$$

სადაც  $h$  არის ბუნებრივი წვევის დებრესია, პა;  $\gamma_1$  და  $\gamma_2$  - შესაბამისად, ჰაერის საშუალო სიმკვრივე ატმოსფეროში და ბუნების საკვამურში, ნ/მ<sup>3</sup>;  $g$  - თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;  $H$  - საკვამურის სიმაღლე, მ. დახრილი ჰაერსადენის შემთხვევაში  $H$  არის ვერტიკალური სიმაღლე.

ამ ფორმულით შესაძლებელია აგრეთვე გაანგარიშებული იქნეს სიმკვრივის ცვალებადობით აღძრული წვევებისმიერი მიწისქვეშა ან მიწისზედა ნაგებობისათვის, როცა ვიცით მასში მოძრავი და ატმოსფერული ჰაერის საშუალო სიმკვრივეები.



ნახ. 4.1. ჰაერის საშუალო სიმკვრივის ცვალებადობის ხასიათი:

მიწისქვეშა ნაგებობის შემთხვევაში მასში მოძრავი ჰაერის საშუალო სიმკვრივე ნაკლებად განიცდის სეზონურ ცვალებადობას, ხოლო ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივე სეზონის შესაბამისად მკვეთრად განსხვავებულია. აღნიშნული ცვალებადობის პრინციპული ხასიათი წარმოდგენილია ნახ. 4.1-ზე.

ნახაზიდან ჩანს, რომ ზაფხულის თვეებში ატმოსფერული ჰაერის სიმკვრივე ნაკლებია მიწისქვეშა ნაგებობის სავენტილაციო ჰაერის სიმკვრივეზე, ხოლო წელიწადის ცივ სეზონში – პირიქით. აღნიშნულის გამო ბუნებრივი წვევა სეზონის მიხედვით იცვლის მოძრაობის მიმართულებას. შესაბამისად, გარდამავალ პერიოდში ჰაერის მოძრაობა არ ხდება, რადგან სიმკვრივეთა

სხვაობა ნულის ტოლია. ანალოგიურად ხდება ჰაერის სიმკვრივითა ცვალებადობა დღე-ღამის განმავლობაშიც, ოღონდ უფრო ნაკლები ამპლიტუდით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ ბუნებრივი წევით განპირობებული ვენტილაციის ორგანიზებული მართვა შეუძლებელია ყოველ-თვის და უტყუარი მართვა შესაძლებელია მხოლოდ ხელოვნური ვენტილა-ციის შემთხვევაში.

მაშასადამე, სათავსებში ჰაერცვლა შესაძლებელია გამოვიწვიოთ ბუნებ-რივი ან ხელოვნური წვეის ხარჯზე.

შედარებით ნაკლები ინტენსიურობის არაორგანიზებული ჰაერცვლის გამოწვევა შესაძლებელია შენობაში არსებული ფანჯრების გაღებით, რასაც აერაცია ეწოდება და შენობის გადამღობი კონსტრუქციების ღიობებისა და ღრეჩობის მეშვეობით, რასაც ჰაერის ინფილტრაცია ეწოდება.

ატმოსფერულზე ჭარბ წნევას მომდენი ვენტილაციის შემთხვევაში ტრა-დიციულად კომპრესია ეწოდებოდა, ხოლო ატმოსფერულზე ნაკლებ წევას გამწოვი ვენტილაციის დროს – დეპრესია. თანამედროვე ტერმინოლოგიით ორივე მათგანის აღსანიშნავად ისე, როგორც ბუნებრივი წვეის შემთხვევაში, დეპრესია გამოიყენება. მაშასადამე, ბუნებრივი წვეის დეპრესია ნიშნავს, წნე-ვის ერთეულით (მაგალითად, პასკალით) გაზომილ, ჰაერის ნაკადზე ბუნებ-რივად მინიჭებულ წნევას, ხოლო მექანიკური წვეის დეპრესია ნიშნავს ვენ-ტილატორის მეშვეობით ჰაერის ნაკადზე მინიჭებულ, ატმოსფერულთან შე-დარებით ჭარბ ან ნაკლებ წნევას.

ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა, ანუ ვენტილატორის დეპ-რესია ყველაზე მძლავრი ნიშუშისათვის, რომლის მწარმოებლურობა არის 1000 მ<sup>3</sup>/წმ, დიამეტრი – 5 მ, შეადგენს 100 კპა, ანუ დაახლოებით უტოლ-დება ატმოსფერულ წნევას (101,325 კპა). აღნიშნული წვეის შესაფასებლად უნდა აღინიშნოს, რომ ასეთ ვენტილატორებს უკეთებენ ლითონის ცხაურებს ნაკადის მიერ ადამიანების შეტაცების გამოსარიცხად. ასეთ ვენტილატორებს ამზადებს ფირმა “ფლაკტეული”, რომელმაც სპეციალურად დაამზადა ვენტი-ლატორები ლა-მანშის გვირაბის გასანიაველად, რომელთა დიამეტრია 4 მ, სტატიკური წნევა – დაახლოებით 3 კპა, მწარმოებლურობა 300 მ<sup>3</sup>/წმ, სიმძლავრე 900 კვტ.

ნებისმიერი ჰაერსადენის აეროდინამიკური წინაღობის გადასალაზხავად დასახარჯ ენერგიასაც ანალოგიური სახელი – ჰაერსადენის დეპრესია ეწოდება.

მაშასადამე, ბუნებრივი წვეის ან ვენტილატორის დეპრესია არის ჰაერის ნაკადზე ბუნებრივად ან ვენტილატორით მინიჭებულ წევა. ხოლო ჰაერსა-დენის

და სხვა მსგავსთა დებრესიაა მისი აეროდინამიკური წინაღობის გადა-სალახავად დასახარჯი წნევა.

ვენტილაციის გაანგარიშების არსია ბუნებრივი წვევის საკმარისობის დასაბუთება მოცემული სათავსის ვენტილაციის მიზნებისათვის ან სათანადო სიმძლავრის ვენტილატორის შერჩევა, რომელსაც შესაძლებლობა ექნება გადალახოს ჰაერსადენთა ერთობლიობის, ანუ სავენტილაციო ქსელის აეროდინამიკური წინაღობით განპირობებული დებრესია.

#### **4.2. ვენტილაციის გაანგარიშება**

**ჰაერის ხარჯის** დადგენა ხდება ჰაერცვლის ჯერადობის დადგენილი ნორმების შესაბამისად, რომელიც განსხვავებულია სათავსის დანიშნულების ან მასში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესის მიხედვით.

**ჰაერცვლის ჯერადობა** უჩვენებს, თუ სათავსის ჰაერის მთლიანი მოცულობა 1 სთ-ის განმავლობაში რამდენჯერ შეიცვლება ახალი სავენტილაციო ჰაერით. მნიშვნელოვანი მახასიათებლები ვენტილაციისათვის არის როგორც ჰაერის ხარჯი, ისე მისი სიჩქარე და ჰაერცვლის ჯერადობა. მაგალითად, თუ ჰაერცვლის ჯერადობა 3-ის ტოლია ეს ნიშნავს, რომ 1 სთ-ის განმავლობაში სათავსოს ჰაერი 3-ჯერ შეიცვლება. ჰაერცვლის ჯერადობა დამოკიდებულია აგრეთვე სათავსოს საერთო მოცულობაზე, მასში მომუშავეთა რაოდენობაზე და ტექნოლოგიური პროცესის შედეგად გამოყოფილ ჰაერის მავნე მინარევებზე.

სათავსებში, რომლებშიც 1 მუშაზე მოდის სათავსის 20 მ<sup>3</sup> მოცულობა, ზამთარში და წლის გარდამავალ პერიოდში გათვალისწინებული უნდა იქნეს გარე ჰაერის მოდინება მინიმუმ 30 მ<sup>3</sup>/სთ ყოველ მომუშავეზე. ისეთ სათავსებში კი, სადაც 1 მუშაზე მოდის 20–40 მ<sup>3</sup> მოცულობა – მინიმუმ 20 მ<sup>3</sup>/სთ ყოველ მომუშავეზე. ამასთანავე წლის ყველა პერიოდში დასაშვებია ჰაერის რეცირკულაცია.

**ჰაერის რეცირკულაცია** არის სათავსიდან ამოწოვილი ჰაერის ხელმეორედ მასში შებრუნება სათბობის დაზოგვის მიზნით. რეცირკულაციას ძირითადად მიმართავენ წლის ცივ პერიოდში ისეთ სათავსებში, სადაც ჰაერი მავნე მინარევებით არ ბინძურდება.

ჰაერის ხარჯის გაანგარიშება ხდება ჭარბი სითბოს, ტენიანობის ასიმილაციის, აგრეთვე მტვრისა და ტოქსიკური მინარევების უსაფრთხო კონცენტრაციამდე დაყვანის პირობიდან გამომდინარე. შემდეგი ანგარიშისათვის იყენებენ ჰაერის ხარჯის იმ მნიშვნელობას, რომელსაც რიცხობრივად ყველაზე

მეტი სიდიდე აქვს. ჭარბი სითბოს გასაანგარიშებელ ფორმულებში გამოიყენება ჰაერის მასური ხარჯი, რომელიც იანგარიშება ფორმულით

$$G = Q\gamma, \quad (4.2)$$

სადაც  $G$  არის ჰაერის მასური ხარჯი, კგ/წმ;  $\gamma$  - ჰაერის საშუალო (სტანდარტული) სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>,  $\gamma = 1,20-1,25$  კგ/მ<sup>3</sup>.

ჭარბი სითბოს შემთხვევაში ჰაერის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით

$$G = \frac{q_t}{c_p(t_2 - t_1)}, \quad (4.3)$$

სადაც  $q_t$  არის სათავსში გამოყოფილი ჭარბი სითბოს რაოდენობა, კვტ;  $c_p$  - ჰაერის თბოტევადობა მუდმივი წნევისას, კვ/(კგ·გრად);  $t_1$  და  $t_2$  - შესაბამისად, სათავსში მიწოდებული და მისგან ამოწოვილი ჰაერის ტემპერატურა, °C.

მაგნე აირების გამოყოფის შემთხვევაში ჰაერის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით

$$Q = \frac{m}{x_2 - x_1}, \quad (4.4)$$

სადაც  $Q$  არის ჰაერის მოცულობითი ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ;  $m$  - სათავსში დროის ერთეულში გამოყოფილი მაგნე აირების მასა, მგ/წმ;  $x_1$  და  $x_2$  - შესაბამისად, აირების კონცენტრაცია ატმოსფერულ ჰაერში და სათავსის ჰაერში აირების დასაშვები კონცენტრაცია მგ/მ<sup>3</sup>.

4.1 და 4.2 ცხრილებში შესაბამისად მოცემულია ადამიანის მიერ სხვადასხვა პირობებში გამოყოფილი ნახშირორჟანგის (ნახშირბადის დიოქსიდის) რაოდენობა და ნახშირორჟანგის შემცველობის დასაშვები სიდიდეები სხვადასხვა დანიშნულების სათავსებში.

ცხრილი 4.1

ადამიანის მიერ სხვადასხვა პირობებში გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა

| ადამიანის ასაკი და შესრულებული სამუშაოს სახეობა     | გამოყოფილი ნახშირორჟანგი |      |
|---|--------------------------|------|
|   | ლ/სთ                     | გ/სთ |
| ფიზიკური მუშაობა                                    | 45                       | 68   |
| შედარებით ნაკლები დატვირთვით მუშაობა დაწესებულებაში | 23                       | 35   |
| დასვენების პირობებში                                | 23                       | 35   |
| 12 წლამდე ბავშვი                                    | 12                       | 18   |

ნახშირორქანის (ნახშირბადის დიოქსიდის) შემცველობის დასაშვები სიდიდეები სათავსებში

| სათავსის დასახელება                          | ნახშირორქანის რაოდენობა |      | ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, % |
|--|-------------------------|------|-------------------------------|
|  | ლ/სთ                    | გ/სთ |                               |
| საცხოვრებელი ბინა                            | 1,0                     | 1,5  | 30 – 60                       |
| ბავშვების ოთახი და საავადმყოფო               | 0,7                     | 1,0  | 30 – 60                       |
| აღამიანთა პერიოდული სამყოფელი (დაწესებულება) | 1,25                    | 1,75 | 30 – 60                       |
| აღამიანთა ხანმოკლე სამყოფელი                 | 2                       | 3    | > 95                          |

ჭარბი ტენის შემთხვევაში ჰაერის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით

$$G = \frac{q_m}{d_2 - d_1}, \quad (4.5)$$

სადაც  $G$  არის ჰაერის მასური ხარჯი, კგ/წმ;  $q_m$  - სათავსში ღროის ერთეულში გამოყოფილი წყლის ორთქლის მასა, მგ/წმ;  $d_1$  და  $d_2$  - შესაბამისად, ატმოსფერული და სათავსოდან ამოწოვილი ჰაერის ტენშემცველობა, მგ/კგ. აქ კგ-ობით გაზომილია ჰაერის მშრალი ნაწილის მასა, ხოლო მგ-ობით, ტენის მასა. შესაძლებელია ორივე მათგანი გაზომილი იქნეს კგ-ობით. ასეთ შემთხვევაში  $d_1$  ან  $d_2$  უგანზომილებო სიდიდეა, რომელსაც უფრო ნაკლები რიცხვითი სიდიდე ექნება პირველ შემთხვევასთან შედარებით.

მტვრის შემთხვევაში ჰაერის ხარჯი იანგარიშება ფორმულით

$$G = \frac{g_1}{s_2 - s_1}, \quad (4.6)$$

სადაც  $G$  არის ჰაერის მასური ხარჯი, კგ/წმ;  $g_1$  - სათავსში ღროის ერთეულში გამოყოფილი მტვრის მასა, მგ/წმ;  $s_1$  და  $s_2$  - შესაბამისად, სათავსის ჰაერში მტვრის დასაშვები და ატმოსფერულ ჰაერში მტვრის არსებული კონცენტრაცია, მგ/მ<sup>3</sup>.

როგორც აღინიშნა, მიღებული სიდიდეებიდან შემდეგი გაანგარიშებისათვის ტოვებენ იმ სიდიდეს, რომელსაც ჰაერცვლის მეტი ჯერადობა ესაჭიროება. ამ უკანასკნელის მიხედვით ანგარიშობენ სავენტილაციო ქსელის დეპრესიას შემდეგი ფორმულით

$$h = RQ^2, \quad (4.7)$$

სადაც  $h$  არის სავენტილაციო ქსელის დებრესია, პა;  $R$  - ქსელის აეროდინამიკური წინაღობა, ნ.წმ<sup>2</sup>/მ<sup>8</sup>;  $Q$  - ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ.

ქსელის აეროდინამიკური წინაღობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$R = \frac{\alpha \Pi L}{S^3}. \quad (4.8)$$

სადაც  $\alpha$  არის აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი, ნ.წმ<sup>2</sup>/მ<sup>4</sup>;  $\Pi$  - ჰაერსადენის პერიმეტრი, მ;  $L$  - ჰაერსადენის სიგრძე, მ;  $S$  - ჰაერსადენის განივი კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

ვენტილატორის შესარჩევად (4.7) ფორმულით მიღებულ სიდიდეს უნდა დაემატოს ადგილობრივი და შუბლური წინაღობების გადასალახავად საჭირო დებრესიები, რომელთა საანგარიშო ფორმულები ქვემოთ იქნება მოცემული, აგრეთვე უნდა დაემატოს თვით ვენტილატორში ენერჯის შიდა დანაკარგების შესაბამისი დებრესია (ვენტილატორის დინამიკური წნევა) და მიღებული სიდიდე უნდა გაიზარდოს 10–20%-ით. ასეთნაირად შერჩეული ვენტილატორი ქსელში იმუშავებს შეფერხებების გარეშე, რადგან მას ექნება 20%-იანი რეზერვი როგორც ჰაერის ხარჯის, ისე დებრესიის მოსამატებლად.

### 4.3. ვენტილაციის ნორმირება

ადამიანი სიცოცხლის უმეტეს ნაწილს სათავსში ატარებს, ამიტომ მისი ჯანმრთელობის, ენერჯის აღდგენისა და კარგი შრომისუნარიანობისათვის საჭიროა სათავსის ჰაერი აკმაყოფილებდეს განსაზღვრულ სანიტარულ-ჰიგიენურ მოთხოვნებს. აღნიშნული მოთხოვნების უზრუნველყოფა ძირითადად ხდება ვენტილაციის გზით, რომელთანაც, როგორც აღინიშნა წინა თავში, შესაძლებელია შეთავსებული იქნეს საკონდიციონერო (ჰაერის გასათბობი ან გასაგრილებელი, საფილტრი, დასატენიანებელი, საშრობი, საიონიზაციო) მოწყობილობები ან დანადგარები.

საკონდიციონერო მოწყობილობების დანიშნულებაა წლის პერიოდის მიხედვით სათავსოში უზრუნველყოს ჰაერის ისეთი ტემპერატურა, რომელიც მიზანშეწონილი იქნება შრომისა და დასვენებისათვის. საფილტრი მოწყობილობის დანიშნულებაა სათავსოში მიაწოდოს მტვრისაგან გასუფთავებული ჰაერი. შესაძლებელია საქმე გვექნეს საპირისპირო შემთხვევასთანაც, როცა სათავსოდან გაწოვილ ჰაერს ასუფთავებენ მტვრისაგან ატმოსფეროს დაბინძურების აცილების მიზნით. ჰაერის დატენიანება-გაშრობა შესაძლებელია განპირობებული იქნეს კომფორტის პირობებიდან გამომდინარე ან სათავსოში

შესასრულებელი ტენოლოგიური პროცესის ხასიათით და ა.შ. ყველა შემთხვევაში სათავსოში სუფთა ჰაერის მიწოდება და სასუნთქად უვარგისი ჰაერის ატმოსფეროში განდევნა ხდება ვენტილაციის მეშვეობით.

თვით ჰაერს სუნი არა აქვს, მაგრამ სხვადასხვა მინარევები მას აძლევს სასიამოვნო ან არასასიამოვნო არომატს. როდესაც ჰაერს აქვს არასასიამოვნო სუნი, თუნდაც უვნებელი (არატოქსიკური) აირისაგან გამოწვეული, ნორ-მალური სუნთქვა ირღვევა, ადამიანი იწყებს ზერელე, ხშირ სუნთქვას, რის შედეგადაც ორგანიზმი ღებულობს ჟანგბადის ნაკლებ რაოდენობას, რაც იწვევს ორგანიზმის ფიზიოლოგიური პროცესების დარღვევას. ამ არასა-სურველი ფაქტორის ხანგრძლივი ზემოქმედებით ადამიანის ჯანმრთელობა უარესდება, ხოლო შრომის უნარიანობა მცირდება.

შენობებში ვენტილაციისა და კონდიციონირების (კერძოდ, გათბობის) სისტემების მოწყობა საჭიროა არა მხოლოდ ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის თვალსაზრისით, არამედ სამშენებლო კონსტრუქციების ხანმდეგობის შენარჩუნების მიზნითაც. ცნობილია, რომ ის შენობები და ნაგებობები, რომლებსაც ცუდი გათბობა და ვენტილაცია აქვთ, სამშენებლო კონსტრუქციების დატენიანების, გაყინვისა და ამ უკანასკნელით გამოწვეული დაბრეცის გამო ადრე გამოდის მწყობრიდან.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ვენტილაციის სისტემებს სპეციალური მოთხოვნებს უყენებენ, რომლებიც მოცემულია დარგობრივ ნორმებში და მათზე ყურადღებას აქ არ გავამახვილებთ ადვილად მისახვედრი მიზეზის – მათი მრავალფეროვნების გამო. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ხის, ქაღალდის დასამუშავებელი, საფეიქრო, ლითონდასამუშავებელი, პოლიგრაფიული, კვების მრეწველობის, ელექტროგენერაციის და სხვა საწარმოთა სათავსოებში სავენტილაციო ჰაერს სულ სხვადასხვაგვარი მოთხოვნები აქვთ წაყენებული ტექნოლოგიებისა და დარგის სპეციფიკის გათვალისწინებით. ამასთან ერთად მხედველობაშია მისაღები, რომ საზოგადოებრივი დანიშნულების ისეთ ნაგებობებში, როგორცაა მუზეუმი, სამხატვრო გალერეა, არქივი, წიგნსაცავი და ა.შ., მხატვრული, კულტურული და ისტორიული განძეულობების დაცვა და შენახვა შესაძლებელია მხოლოდ ჰაერის განსაზღვრული ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში, რომელიც ანალოგიურადაა ნორმირებული და მოცემული ტექნიკური რეგლამენტაციის სათანადო ნორმაში.

#### **4.4. ჰაერის სტატიკური, დინამიკური და მთლიანი წნევა ქსელებში**

ჰაერსადენთა ქსელებში განასხვავებენ სტატიკურ, დინამიკურ და მთლიან წნევას.

1. სტატიკური წნევა მოქმედებს ჰაერსადენის კედლებზე. იგი გვიჩვენებს, თუ შიდა წნევა რა სიდიდითაა მეტი ან ნაკლები ატმოსფერულ წნევაზე. როდესაც შიდა წნევა მეტია ატმოსფერულზე, მას დადებითი მნიშვნელობა აქვს, ხოლო როცა ნაკლებია – უარყოფითი.

ჰაერსადენის კედლის იმ ნაწილში, სადაც წნევას დადებითი მნიშვნელობა აქვს თუ გავაკეთებთ ნახვრეტს, მაშინ ჰაერი ატმოსფეროში გამოდი-ნებას დაიწყებს. თუ იმ ნაწილში გაკეთდება ნახვრეტი, სადაც წნევას უარ-ყოფითი მნიშვნელობა აქვს, მაშინ ჰაერსადენში ატმოსფეროდან ჰაერის შე-წოვა მოხდება.

როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი სტატიკური წნევა შესაძლებელია აგრეთვე შეიქმნას სათავსოში. დადებითი სტატიკური წნევის მისაღებად საჭიროა სათავსოში ჰაერის დაჭირხვნა, ხოლო უარყოფითის მისაღებად აუცი-ლებელია მისგან ჰაერის ამოწოვა.

2. სტატიკურისაგან განსხვავებით, დინამიკური წნევა მხოლოდ მოძრავ ჰაერს ახასიათებს და ამ დროს განვითარებული წნევა სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია. დინამიკური წნევა ყოველთვის დადებითია. იგი მოქმედებს ნებისმიერ სიბტრეყზე, რომელიც მოძრავი ნაკადის მიმართ რაიმე კუთხითაა განლაგებული. ნაკადის ტრაექტორიის პარალელურ სიბრტეყზე დინამიკური წნევა 0-ის ტოლია, ხოლო მაქსიმალური მნიშვნელობა აქვს მართობულ სიბრტეყში.

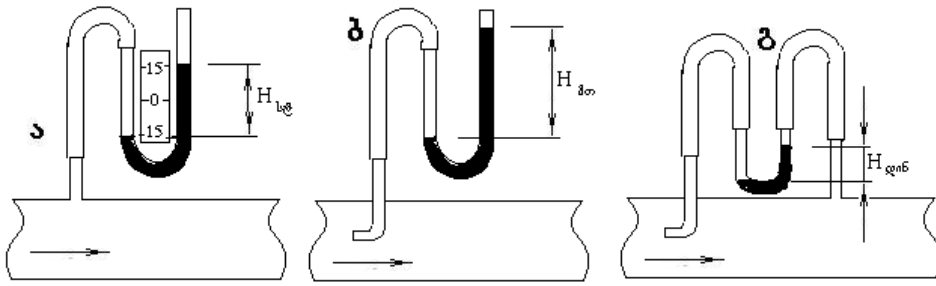
3. სტატიკური და დინამიკური წნევების ჯამს საერთო ან მთლიანი წნევა ეწოდება. მთლიანი წნევა გამოხატავს 1 მ<sup>3</sup> მოძრავი ჰაერის ენერჯიის მთლიან მარაგს, რომელიც შესაძლებელია მან მიიღოს ბუნებრივი წნევის ან ვენტულატორის გავლენით.

ნახ. 4.2-ზე მოცემულია ჰაერსადენის მონაკვეთი, რომელშიდაც მოძრავი ვენტულატორის მიერ მიწოდებული ჰაერი (ისრის მიმართულებით). ჰაერის მოძრაობა განპირობებულია ატმოსფერულთან შედარებით ჭარბი წნე-ვით, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით

$$\Delta p = p_1 - P_A, \quad (4.9)$$

სადაც  $\Delta p$  არის ჭარბი წნევა, პა;  $p_1$  - ჰაერის წნევა ჰაერსადენში;  $P_A$  - ატმოსფერული წნევა.





ნახ. 4.2. სტატიკური, დინამიკური და მოლიანი წნევის განსაზღვრისათვის ჰაერსატარში

ჭარბი წნევა იმდენად უმნიშვნელო სიდიდეა ჰაერსადენში, რომ ჩვეულებრივი მანომეტრით მისი გაზომვა შეუძლებელია. ამიტომ ასეთი წნევის გასაზომად გამოიყენება მსუბუქი სითხეებით (წყლით ან სპირტით) ავსებული მანომეტრი, რომელსაც დებრესიომეტრი ან მიკრომანომეტრი ეწოდება.

ასეთი დებრესიომეტრის უმარტივესი სახე, რომელიც არის წყლით ავსებული  $U$ -სებრი მინის მილაკი, წარმოდგენილია აღნიშნულ ნახაზზე.

ნახ. 4.2ა-ზე ნაჩვენებია სტატიკური წნევის გაზომვის წესი. დებრესიომეტრის ერთი ბოლო მიერთებულია ჰაერსადენთან ისე, რომ მასზე დინამიკური წნევა არ მოქმედებს. მილის ღია ბოლოს ჰაერის ნაკადი კი არ ეჯახება ამ შემთხვევაში, არამედ გვერდს აუვლის, რადგან მოძრაობს მის პარალელურ სიბრტყეზე. შესაბამისად,  $U$ -სებრი მანომეტრის მუხლებში დანაყოფთა სხვაობა აჩვენებს სტატიკურ წნევას მოცემულ ჰაერსადენში. ნახაზზე ნაჩვენები დანაყოფთა სხვაობა უჩვენებს ატმოსფერულთან შედარებით ჭარბ წნევას (რადგან მანომეტრის მარჯვენა მუხლი ატმოსფეროს უკავშირდება). ატმოსფერულზე ნაკლები წნევის შემთხვევაში მარჯვენა მუხლში სითხის დონე იქნებოდა უფრო ქვემოთ მარცხენა მუხლთან შედარებით. ნახ. 4.2ა-ზე ნაჩვენებია აგრეთვე სკალა, რომლის დანაყოფის ფასი არის 1 მმ. თუ მანომეტრში ჩასხმულია წყალი, ამ ნახაზზე ნაჩვენები სტატიკური წნევაა  $15+15 = 30$  მმ, ანუ წყლის სვეტის 30 მმ. წნევის ანათვალის ყო-ველთვის ანალოგიურად უნდა იქნეს აღებული, ანუ უნდა შეიკრიბოს მარ-ცხენა და მარჯვენა მუხლების მაჩვენებლები.

ვენტილაციაში, კერძოდ კი დებრესიათა გაზომვაში, ისეთ წნევებთან გვაქვს საქმე, რომ ვერცხლისწყლის მილიმეტრი, რომლითაც მიღებულია ატმოსფერული და უფრო მაღალი წნევების გაზომვა ტექნიკურ სისტემაში, ძალიან მსხვილი ზომსადარია და ამიტომ შემოდებულია წნევის სიდიდის შეფასება უფრო მცირე ზომის ერთეულით – წყლის სვეტის მილიმეტრებით.

საერთაშორისო სისტემის ერთეული პასკალი კიდევ უფრო მცირე სიდიდეა და ამის გამო მოსახერხებელია აღნიშნული მიზნებისათვის.

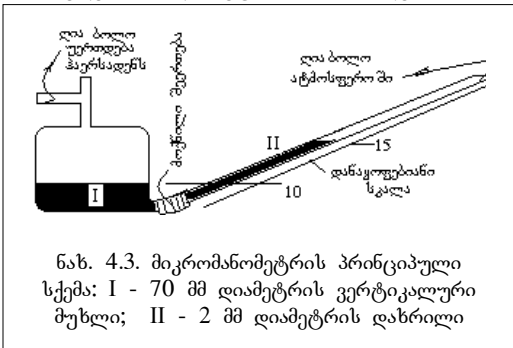
წნევის ერთეულთა შორის შემდეგი თანაფარდობაა:  $1 \text{ მმ წყ სვ} = 1 \text{ კგ/მ}^2 = 9,8 \text{ პა}$ . აქ გათვალისწინებულია, რომ  $1 \text{ კგ} = 9,8 \text{ ნ.მ/წმ}^2$ .

მთლიანი წნევა, რომელიც არის სტატიკურ და დინამიკურ წნევათა ჯამი, იზომება იმ შემთხვევაში, თუ მილის ღია ბოლო მოთავსებულია ჰაერის ნაკადის შემხვედრად (ნახ. 4.2.ბ). ამ შემთხვევაში სითხის მარცხენა სვეტს გადაეცემა ჰაერსადენის მთლიანი წნევა და მუხლებში სითხის დონეთა სხვაობა მის სიდიდეს გვიჩვენებს.

როგორც ვიცით, დინამიკური წნევა მთლიანი და სტატიკური წნევების სხვაობის ტოლია. ამ სხვაობის გასაზომად საჭიროა ორი მილაკის გამოყენება  $U$ -სებრ მანომეტრთან ერთად, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 4.2.გ-ზე. მარცხენა მილაკი დებულობს მთლიან წნევას, რომლის სტატიკური მდგენელი ბათილდება მარჯვენა მილაკის მეშვეობით ისე, რომ მანომეტრის მუხლებში დონეთა სხვაობა გვიჩვენებს დინამიკური წნევის სიდიდეს.

ნახ. 4.2-ზე ნაჩვენებ ყველა დეპრესიომეტრს, რაღა აღნიშვნა უნდა, პრაქტიკული გამოყენების მიზნით უნდა ექნეს მილიმეტრებიანი დანაყოფები და ასეთ შემთხვევაში აღებული ანათვალი იქნება წყლის სვეტის  $1 \text{ მმ-ის}$ , ანუ  $9,8$  პასკალის სიზუსტით.

$10$ -ჯერ უფრო მეტი სიზუსტის მიღწევა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ ერთი მუხლი მეორის მიმართ დახრილი იქნება თანაფარდობით  $1:10$ . ამ შემთხვევაში ვერტიკალური მუხლის ზედაპირის ფართობი უნდა იყოს გაცილებით დიდი დახრილ მილთან შედარებით და წნევათა სხვაობის ათვლა მოხდება მხოლოდ დახრილი მილის მაჩვენებლის მიხედვით. დიამეტრთა მისაღები თანაფარდობაა  $35:1$ , ანუ თუ ვერტიკალური მუხლის დიამეტრია  $70 \text{ მმ}$ , დახრილი მუხლის დიამეტრი უნდა იყოს  $2 \text{ მმ}$ . ეს უკანასკნელი სიდიდე პრაქტიკულად გამოცდილი და მისაღებია. აღნიშნული მიკრომანო-მეტრი წარმოდგენილია ნახ. 4.3-ზე, რომლის დამზადება სირთულეს არ წარმოადგენს,



სკალისათვის შესაძლებელია ხის სახაზავის გამოყენება, რომელზედაც დამაგრებული მინის მილი ადვილად აღარ გამოვა მწყობრიდან. აქვე ისიც აღნიშნოთ, რომ ნახ. 4.2-ზე გამოსახული დეპრესიომეტრიც ადვილი

დასამზადებელია და ამისათვის საკმარისია 2 ცალი მინის სწორი მილი, რომლებიც დამაგრდება ხის სახაზავზე, ხოლო მოხრილი შეერთება შესაძლებელია განხორციელდეს რეზინის ან სხვა მოქნილი მილით.

ნახაზზე გამოსახულ მიკრომანომეტრის ჩვენებაა წყლის სვეტის 5 მმ (სკალაზე 0 ნაჩვენებია არაა, რადგან ყველა შემთხვევაში უნდა მოხდეს ღონეთა სხვაობის მიხედვით ანათვლის აღება). დიდი ჭურჭელში ღონის მაჩვენებელია დანაყოფი 10, ხოლო მილში სითხის ღონის მაჩვენებელია დანაყოფი 15. ნახაზზე ვერტიკალურ 1 მმ-ს შეესაბამება დახრილ მუხლში 10 მმ, ანუ გაზომვის სიზუსტე ამ შემთხვევაში იქნება 0,1 მმ.

თუ წყლის მაგივრად მუშა სითხე იქნება სპირტი, მაშინ ანათვალის უნდა გამრავლდეს სპირტის სიმკვრივეზე (0,8 კგ/ლ) და შესაბამისად, უფრო მაღალი იქნება გაზომვის სიზუსტე.

კიდევ უფრო მაღალი (0,665 პა) სიზუსტე აქვს M111 ტიპის მიკრომანომეტრს, რომელიც წნევის ცვალებადობას აფიქსირებს ანეროიდული კოლოფების მეშვეობით, ხოლო ანათვლის აღება ხორციელდება ხელსაწყოთა კომპლექტში შემაკალი ლუბის მეშვეობით. ანათვლების აღების წესი და ხელსაწყოთა სარგებლობა მოცემულია ხელსაწყოთა პასპორტში.

თუ სტატიკურ წნევას აღვნიშნავთ  $H_{სტ}$  სიმბოლოთი, დინამიკურს  $H_{დ}$  სიმბოლოთი, ხოლო ჭარბს, ანუ მთლიან წნევას აღვნიშნავთ  $H_{აშ}$  სიმბოლოთი, მაშინ განმარტების თანახმად შეგვიძლია დავწეროთ

$$H_{აშ} = H_{სტ} + H_{დ}. \quad (4.10)$$

როცა ცნობილია ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მაშინ შესაძლებელია გამოთვლილი იქნეს დინამიკური წნევის რიცხვითი სიდიდე შემდეგი ფორმულით

$$H_{დ} = \frac{V^2 \gamma}{2}, \quad (4.11)$$

სადაც  $H_{დ}$  არის დინამიკური წნევა, პა;  $V$  – ჰაერის ნაკადის სიჩქარე, მ/წმ;  $\gamma$  – ჰაერის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>.

(4.11) ფორმულიდან ჩანს, რომ დინამიკური წნევა ჰაერის სიჩქარისა და სიმკვრივის პირდაპირპროპორციულია.

ჰაერის სიჩქარე კი ჰაერის ხარჯის ( $Q$ ) პირდაპირპროპორციული და ჰაერსადენის კვეთის ( $S$ ) უკუპროპორციული დამოკიდებულებით ხასიათდება, რაც გამოიხატება ფორმულით

$$V = \frac{Q}{S}. \quad (4.12)$$

შესაბამისად, თუ ცნობილია ჰაერის სიჩქარე, მოცემული ფორმულით გავიანგარიშებთ ჰაერის ხარჯს და პირიქით.

აღნიშნოთ, რომ:

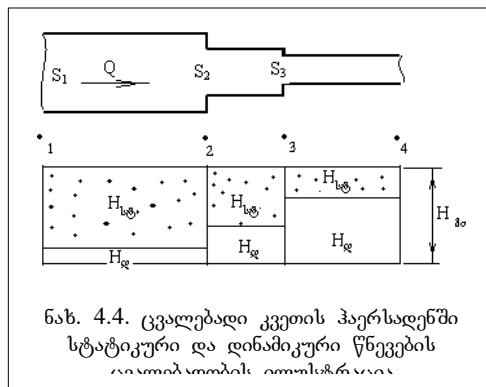
1. საჭირხნ ჰაერსადენში მთლიანი წნევა ( $H_{\text{მთ}}$ ) ყოველთვის დადებითია, სტატიკური წნევა ( $H_{\text{სტ}}$ ) ასევე დადებითია იმ იშვიათი შემთხვევის გარდა, როცა ჰაერის დიდი სიჩქარის დროს ლოკალურ უბანზე მისი სიდიდე უარყოფითი ხდება. მთლიანი წნევის აბსოლუტური სიდიდე სტატიკურ წნევას აღემატება დინამიკური წნევის ( $H_{\text{დ}}$ ) სიდიდით.

2. შემწოვ ჰაერსადენში მთლიანი ( $H_{\text{მთ}}$ ) და სტატიკური წნევები ( $H_{\text{სტ}}$ ) ყოველთვის უარყოფითია. ამ შემთხვევაში მთლიანი წნევის აბსოლუტური სიდიდე სტატიკურ წნევაზე ნაკლებია დინამიკური წნევის ( $H_{\text{დ}}$ ) სიდიდით.

3. ჰაერსადენიდან ჰაერის დანაკარგები ნიშნავს მისი ცუდად ან ნაკლებად შემჭიდროებული გადაბმის ადგილებიდან ჰაერის გაპარვას. სასარგებლო დანაკარგებია მაშინ, თუ საჭირხნი ჰაერსადენით ხდება სუფთა ჰაერის მიწოდება, რადგან დანაკარგები სათავსის საერთო სავენტილაციო ნაკადს ემატება. ტოქსიკური და მავნე მინარევებით გაჯერებული ჰაერის არინება აუცილებლად გამწოვი ჰაერსადენით უნდა მოხდეს. ასეთ შემთხვევაში დანაკარგები იქნება შეწოვაზე, ანუ გაჭუჭყიანებული ჰაერი კი არ გაგრ-ცელდება სათავსში, არამედ პირიქით – გაჭუჭყიანებულ ჰაერს, რომელიც იმოძრავებს ჰაერსადენში, დაემატება სათავსის სუფთა ჰაერი.

სტატიკური წნევა ადვილად შეიძლება გარდაკეპნად დინამიკურად და პირიქით, რისთვისაც საკმარისია ჰაერსადენის კვეთის ფართობის შეცვლა, რაც გავლენას ახდენს სიჩქარის სიდიდეზე. აღნიშნული წარმოდგენილია ნახ. 4.4-ზე.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ წნევის დანაკარგებს (ხახუნისა და ადგილობრივი წინაღობის გადასალახავად), მაშინ ცვალებადი კვეთის ჰაერსადენში მთლიან წნევას ( $H_{\text{მთ}}$ ) ნახაზზე აღნიშნულ სამივე უბანზე (1-2, 2-3, 3-4) ერთიდაიგივე რიცხვითი სიდიდე ექნება. იმ პირობით, თუ ჰაერის ხარჯი  $Q = const$ , ხოლო



ნახ. 4.4. ცვალებადი კვეთის ჰაერსადენში სტატიკური და დინამიკური წნევების დინამიკის ილუსტრაცია

$S_1 > S_2 > S_3$ , მაშინ შესაბამის სიჩქარეებს შორის იქნება დამოკიდებულება

$V_1 < V_2 < V_3$  და დინამიკური წნევა ( $H_{დ}$ ) მოიმატებს სიჩქარის მომატების კვალობაზე, ხოლო სტატიკური წნევა ( $H_{სტ}$ ) მოიკლებს დინამიკური წნევის ნმატის სიდიდით. აღნიშნულის ილუსტრაცია მოცემულია ნახაზზე.

მაგალითად, (4.11) ფორმულით გამოთვლილი დინამიკური წნევა 1-2 მონაკვეთზე იქნება 3,75 პა; 2-3 მონაკვეთზე – 15 პა; 3-4 მონაკვეთზე – 60 პა შემდეგი პირობებისათვის:  $Q = 10 \text{ მ}^3/\text{წმ}$ ;  $\gamma = 1,2 \text{ კგ/მ}^3$ ,  $S_1 = 4 \text{ მ}^2$ ;  $S_2 = 2 \text{ მ}^2$ ;  $S_3 = 1 \text{ მ}^2$ . ადვილი მისახვედრია, რომ გამოთვლისათვის ვისარ-გებლეთ აგრეთვე (4.12) ფორმულით. ნიშანდობლივია, რომ კვეთის 2-ჯერ შემცირებით მოხდა დინამიკური წნევის 4-ჯერ გაზრდა, რადგან (4.11) ფორმულის თანახმად დინამიკური წნევა სიჩქარის კვადრატის პროპორ-ციულია.

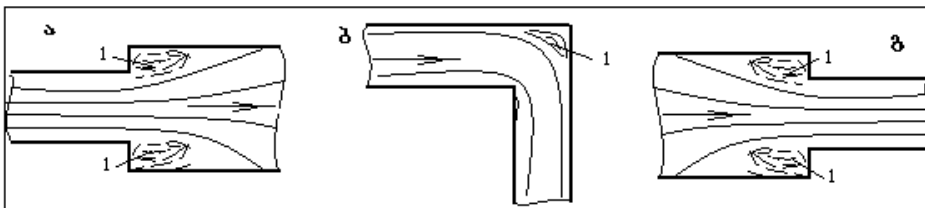
ნახაზზე ილუსტრირებულისაგან განსხვავებით, მთლიან წნევას ყოველ-თვის აქვს დანაკარგები, რომლის ანაზღაურება ხდება ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევით. აღნიშნული დანაკარგების არქონის შემთხვევაში საქმე გვექნებოდა პერპეტუუმ მობილესთან, ანუ ჰაერის ნაკადზე ერთხელ მინიჭებული ენერგიით შესაძლებელი იქნებოდა მისი უსასრულო მოძრაობა. ენერგიის დანაკარგები ახლავს აგრეთვე დინამიკური წნევის სტატიკურში და პირუკუ გადასვლას. კერძოდ, ჰაერსადენის უეცრად გაფართოებისას კვეთი ჰაერის ნაკადით მთლიანად არ შეივსება და კვეთების შეუღლების მიმდებარე სივრცეში წარმოიშობა გრივალური ზონა, რაც იწვევს ენერგიის დანაკარ-გებს გაფართოებაზე და ნაკადის აგრივლაზე და ა.შ. (ნახ. 4.5).

#### **4.5. აეროდინამიკური წინააღმდეგობის სახეები**

ჰაერის სიბლანტე არის დეფორმაციაზე (ფორმის ცვალებადობაზე) წინააღმდეგობის გაწვევის უნარი. სიბლანტე იწვევს ჰაერსადენის კედლებზე მის მიკვრას, რაც თავის მხრივ განაპირობებს კედელთან ახლოს მოძრავი ჰაერის შრის დამუხრუჭებას. დამუხრუჭების გავლენა მცირდება ჰაერსადენის კედლებიდან დაშორების კვალობაზე და მის ცენტრალურ ნაწილში აღარ შეინიშნება ამის შედეგად წარმოიშობა მხები დამაბულობა და მისი შესა-ბამისი აეროდინამიკური ძალა – ხახუნის ძალა. ხახუნის ძალა ანალო-გიურად მოქმედებს აგრეთვე ნაკადის შიგნითაც, ჰაერის ცალკეულ შრეებსა და მოცულობებს შორის, რომლებიც ერთმანეთის მიმართ ფარდობითად მოძ-რაობენ და შესაბამისად, ჰაერი აქაც ეწინააღმდეგება ფორმის ცვალებადობას. ჰაერზე

მინიჭებული ენერჯის ნაწილი შინაგანი ხახუნის გამო, ისე როგორც კედლებთან დამუხრუჭებაზე დახარჯული ენერჯია, სითბოდ გარდაიქმნება და ჰაერის ნაკადისათვის უკვალოდ იფანტება გარემოში.

ენერჯის აღნიშნული კარგვა იწვევს წნევათა იმ ძალების წონასწო-რობის დარღვევას, რაც ახასიათებს უძრავ ჰაერს და წარმოიშობა წნევათა დამატებითი სხვაობა, რომელსაც ვუწოდოთ წნევის გრადიენტი და არ უნდა აგვერიოს წნევათა აეროსტატიკურ სხვაობაში. წნევის გრადიენტი მცირე რიცხვითი სიდიდებით ხასიათდება, რომელიც მხოლოდ იმ სხეულების ზედაპირზეა შესაძლებელი გაიზომოს (ამისაგან განსხვავებით, აეროსტატი-კური წნევის სხვაობა ნაკადში იზომება), რომლებსაც ჰაერი ეხება და წარმოადგენს აეროდინამიკური წინაღობის ძალის მეორე მდგენელს – წნევის ძალას.



ნახ. 4.5. ადგილობრივი წინაღობების სახეები:  
 ა - უეცარი გაფართოება; ბ - ნაკადის 90°-იანი მოხვევა; გ - უეცარი შევიწროება; 1 - ძირითადი დინებისაგან დამოუკიდებელი ნაკადები; ისრით ნაჩვენებია ნაკადის მოძრაობის მიმართულება

ამგვარად აეროდინამიკური წინაღობის საერთო ძალა ორი მდგენლის – ხახუნისა და წნევის ძალებისაგან შედგება. მათი თანაფარდობა კონკრეტულ პირობებში სხვადასხვაგვარად გამოვლინდება და დამოკიდებულია ჰაერსადე-ნის კედლების სიმქისეზე, გეომეტრიულ პარამეტრებზე (განივკვეთის ფარ-თობზე, პერიმეტრზე, სიგრძეზე), მასში მოსახვევების, კვეთის შევიწროებების ან გაფართოებების არსებობაზე, ჰაერსატარის ფასონურ ნაწილებზე (ჰაერგა-მომშვებ, ჩამკეტ-სარეგულირებელ და სხვა მოწყობილობებზე).

აღნიშნულ გამოვლინებას სამი ტიპური სახე აქვს, რის მიხედვითაც განასხვავებენ ხახუნის, ადგილობრივ და შუბლურ წინაღობებს. სამივე მათ-განი აეროდინამიკური წინაღობების სახეებია და ყველა მათგანის გადალახ-ვაზე იხარჯება ვენტილატორის მიერ ქსელიდან წაღებული ან ბუნებრივი წევის ენერჯია.

აღსანიშნავია, რომ ზემოთ მოცემული (4.8) ფორმულით ხდება ხახუნის წინაღობის, ხოლო (4.7) ფორმულით, მის გადასალახავად საჭირო დეპრე-სიის გაანგარიშება. როგორც ამ ფორმულებიდან ჩანს, ხახუნის წინაღობის განსაზღვრისას ვსარგებლობთ გეომეტრიული პარამეტრებით ( $P, L, S$ ), ჰაე-

რის ხარჯით ( $Q$ ), ხოლო კედლების სიმქისე გათვალისწინებულია აეროდინამიკური წინაღობის  $\alpha$  კოეფიციენტი. რეინოლდსის კრიტერიუმის რიცხვითი მნიშვნელობის ცვალებადობის მიხედვით  $\alpha$  კოეფიციენტი ზოგადად სხვადასხვა ტემპით იცვლება და აღნიშნულ ცვალებადობას აქვს ავტომოდელური უბნები, რომელთა ფარგლებშიც კოეფიციენტი შესაძლებელია მუდმივ სიდიდედ მივიჩნიოთ. განვითარებული ტურბულენტური მოძრაობის პირობებში, როცა  $Re > 0,5 - 1,0 \times 10^5$  კოეფიციენტი  $\alpha$  დამოკიდებული აღარაა რეინოლდსის რიცხვზე, ხოლო ლამინარული მოძრაობის შემთხვევაში დამოკიდებულება  $\alpha = f(Re)$  უნდა გავითვალისწინოთ.

რეინოლდსის კრიტერიუმს აქვს შემდეგი სახე

$$Re = \frac{VD}{\nu}, \quad (4.13)$$

სადაც  $V$  არის ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ;  $D$  - ჰაერსადენის ჰიდრავლიკური დიამეტრი, მ;  $\nu$  - კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტი, მ<sup>2</sup>/წმ.

იმის გამო, რომ  $\alpha$  კოეფიციენტი თავის თავში შეიცავს კინემატიკური სიბლანტის კოეფიციენტს, თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარებას და ხახუნის უგანზომილებო  $\lambda$  კოეფიციენტს, ფუნქციური დამოკიდებულება  $\alpha = f(Re)$ , უმჯობესია წარმოვადგინოთ  $\lambda = f'(Re)$  დამოკიდებულებით, რომელსაც ჰიდრავლიკაში დიდი ისტორია აქვს. აღნიშნული დამოკიდებულება წარმოდგენილია ნახ. 4.6-ზე, რომელსაც შეიძლება ეწოდოს გაგენ-ჰუაზიელ-რეინოლდს-ნიკურადის დადგენილ კანონზომიერებათა გრაფიკული ასახვა.

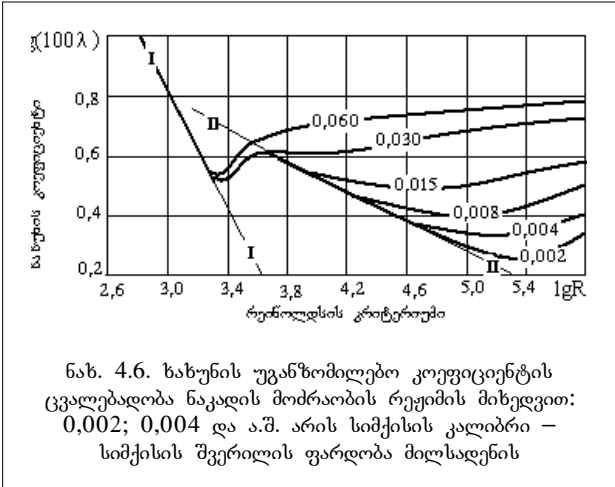
I-I წრფე ნახ. 4.6-ზე შეესაბამება ფრანგი მეცნიერების გაგენისა და ჰუაზიელის კანონს, რომლის მიხედვითაც ხახუნის უგანზომილებო კოეფიციენტი მცირდება ჰიპერბოლურად ( $\lambda = 64/Re$ ), დამოკიდებულია მხოლოდ ნაკადის სიჩქარეზე ( $Re$ ) და მის სიდიდეზე გავლენას არ ახდენს კედლების სიმქისე.

აღნიშნული კანონის შეზღუდულობა ექსპერიმენტებით დაადასტურა ინგლისელმა მეცნიერმა რეინოლდსმა, რომელმაც აჩვენა, რომ კოეფიციენტის შემცირების ტემპი კლებულობს (4.13) ფორმულით განსაზღვრული რიცხვის კრიტიკული მნიშვნელობისათვის, რომელიც 2000 ათასიდან იწყება (თანამედროვე წარმოდგენებით, რეინოლდსის კრიტერიუმის პირველი კრიტიკული რიცხვითი სიდიდე  $Re > 2300$ ), ხოლო შემდეგ იწყებს მატებას. კოეფიციენტის

სიდიდეზე ამ დროს გავლენას ახდენს როგორც ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე ( $Re$ ), ისე კედლების სიმქისე.

საბოლოო სიცხადე ამ საკითხში შეიტანა გერმანიაში მცხოვრებმა ქართველმა ემიგრანტმა იაკობ ნიკურაძემ. II-II წრფე ნახ. 4.6-ზე შეესაბამება ნიკურაძის მიერ დადგენილი კანონზომიერების ზონის დასაწყისს. ნიკურაძის მიხედვით, რეინოლდსის კრიტერიუმის მეორე კრიტიკული რიცხვითი მნიშვნელობებისათვის, რომელიც ფართო დიაპაზონში იცვლება, ხახუნის კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია მხოლოდ სიმქისეზე და დამოკიდებული აღარაა ნაკადის სიჩქარეზე, ანუ რეინოლდსის კრიტერიუმზე. აღნიშნული მოვლენა იმით აიხსნება, რომ ტურბულენტურობის ინტენსიფიკაციით მცირდება ლამინარული სასაზღვრო შრის სისქე, რის შედეგადაც სიმქისის შვერილებს მეტნაკლებად ეხება ძირითადი ნაკადი და მუხრუჭდება მათი წინა-ლობის გადალახვისას.

ამგვარად, სარკაზ-მის გარეშე აღვნიშნოთ, რომ გაგენ-პუაზიელის თანახმად, აღნიშნული კოეფიციენტი დამოკიდებულია ჰაერის სიჩქარეზე და მასზე გავლენას არ ახდენს ჰაერსადენის სიმქისე; რეინოლდსის თანახმად განმსაზღვრელია როგორც სიჩქარე, ისე სიმქისე; ნიკურაძე კი აღნიშნავს, რომ დიდი სიჩქარეებისათვის კოეფიციენტის სიდიდის განმსაზღვრელია მხოლოდ ჰაერსადენის სიმქისე.



ნახ. 4.6. ხახუნის უგანზომილებო კოეფიციენტის ცვალებადობა ნაკადის მოძრაობის რეჟიმის მიხედვით: 0,002; 0,004 და ა.შ. არის სიმქისის კალიბრი – სიმქისის შვერილის ფარდობა მილსადენის

განვიხილოთ აეროდინამიკური წინალობის გამოვლენის მეორე სახე – ადგილობრივი წინალობა.

ადგილობრივი წინალობებია ჰაერსადენის კვეთის შევიწროება, გაფართოება, მოხვევა, ჰაერსადენის ან ვენტილატორის ფასონური ნაწილები, ფილტრები, გარსაცმები და ა.შ., რომლებიც ლოკალურადაა განლაგებული ჰაერსადენის ფარგლებში ან სათავსოში. ადგილობრივი წინალობის უმრავლესობისათვის დამახასიათებელია ნაკადის მოწყვეტა მის ფარგლებში ინერციის ძალების გავლენით და ძირითადი ნაკადისაგან თავისუფალი დინებების წარმოქმნა. ამ დინებებს ახასიათებთ ძირითადი ნაკადისაგან განსხვავებული



ტურბულენტურობა, რაც 4.5 ნახაზიდანაც ჩანს. განსხვავებული ტურბულენტურობის წარმოშობისა და განვითარების ადგილებს მკვლარი ზონები ეწოდებათ. ადგილობრივი წინალობის გაანგარიშების მიზნით შემოღებულია უგანზომილებო სიდიდე – ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტი, რომელიც  $\xi$  ასოთი აღინიშნება და წარმოადგენს მოცემული სახეობის ადგილობრივ წინალობაში ჰაერის წნევის  $Z$  დანაკარგების ფარდობას (4.11) ფორმულით განსაზღვრულ  $H_{\text{გ}}$  დინამიკურ წნევასთან. მაშასადამე

$$\xi = \frac{Z}{H_d}. \quad (4.14)$$

უეცარი გაფართოების ან შევიწროების ადგილობრივი წინალობის დეპ-რესია შესაძლებელია ადგილობრივი წინალობის კოეფიციენტის გვერდის ავლითაც გაანგარიშდეს ბორდი-კარნოს ფორმულით, რომელიც არის (4.11) ფორმულის ნაირსახეობა

$$h = \frac{\gamma}{2} (V_1 - V_2)^2, \quad (4.15)$$

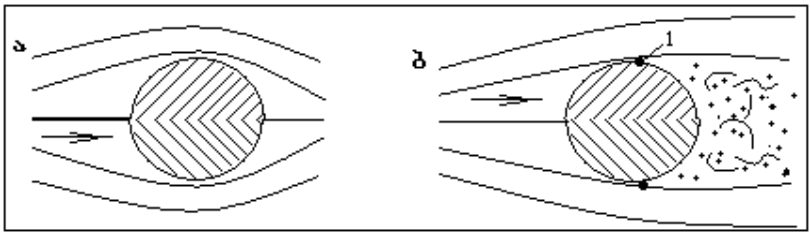
სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $V_1$  და  $V_2$  არის სიჩქარეები სათანადო კვეთებში.

განვიხილოთ აეროდინამიკური წინალობის გამოვლენის მესამე სახე – შუბლური წინალობა.

შუბლურ წინალობას წარმოადგენს ჰაერის ნაკადში მოთავსებული სხეული, რომელიც მას ხელს უშლის მოძრაობაში და რომლის წინალობის გადასალახავად საჭიროა ენერჯის დახარჯვა. შუბლური წინალობა განვიხილოთ გარსშემომდენი ფორმის – ცილინდრის სახით, რომელიც მოთავსებულია ნაკადში. თუ ნაკადი ლამინარულია, მაშინ სხეულის საზღვრებზე არ ხდება ნაკადის მოწყვეტა, რადგან ჰაერის სიბლანტის ძალები სჭარბობენ ჰაერის ნაწილაკების ინერციის ძალებს (ამ შემთხვევაში ხახუნის ძალები სიჩქარის პირველი ხარისხის პროპორციულია). სიჩქარის ზრდის კვალობაზე იზრდება რეინოლდსის კრიტერიუმის რიცხვითი სიდიდე, იწყება ტურბულენტური მოძრაობა საზღვრებზე, გამყოფ ზედაპირზე მატულობს ჰაერის დამუხრუჭება (ხახუნის ძალები ხდება სიჩქარის კვადრატის პროპორციული), ხდება ძირითადი ნაკადისაგან უფრო მცირე ნაკადების მოწყვეტა, რომლებიც ცდილობენ ნაკადის მოძრაობის საპირისპირო მოძრაობის განხორციელებას (ნახ. 4.7). ტურბულენტური ზონა, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 4.7.ბ-ზე ისევე იწყებს

ენერჯის დისიპაციას სითბოს სახით, როგორც ადგილობრივი წინაღობების შემთხვევაში.

ტურბულენტურ ზონაში მყარი სხეულის საზღვრებზე წარმოიშობა ტურბულენტური სასაზღვრო შრე. ამ უკანასკნელსა და ძირითად ტურბულენტურ ნაკადს შორის შერევა უფრო ნაკლებად ინტენსიურია ტურბულენტური ნაკადის საერთო გადაადგილებასთან შედარებით, რაც ნაკადის მოწყვეტის 1-ლი წერტილის უფრო მარჯვნივ წანაცვლებას იწვევს, ვიდრე ეს ნაჩვენებია 4.7.ბ ნახ-ზე. ამის შედეგად მცირდება ტურბულენტური ზონა და შესაბამისად, შუბლური წინაღობის სიდიდე. აღნიშნული მოვლენა აღმოაჩინა პარიზის ცნობილი კოშკის ამშენებელმა ეიფელმა. შუბლური წინაღობა ნაკადის სიჩქარის გარდა დამოკიდებულია ჰაერის ნაკადში მოთავსებული სხეულის ფორმაზე. გარსშემოდენი ფორმები უფრო ნაკლები წინაღობით ხასიათდებიან სხვა თანაბარ პირობებში.



ნახ. 4.7. შუბლური წინაღობის ილუსტრაცია:  
 ა - ლამინარული მოძრაობა; ბ - ტურბულენტური მოძრაობა; 1 - ნაკადის მოწყვეტის წერტილი; ისრით ნაჩვენებია ნაკადის მოძრაობის მიმართულება

შუბლური წინაღობა და მის გადასალახავად საჭირო ღებრესია შესაბამისად იანგარიშება ფორმულებით

$$R = \frac{c\gamma}{2} \frac{S_m}{S(S - S_m)^2}, \quad (4.16)$$

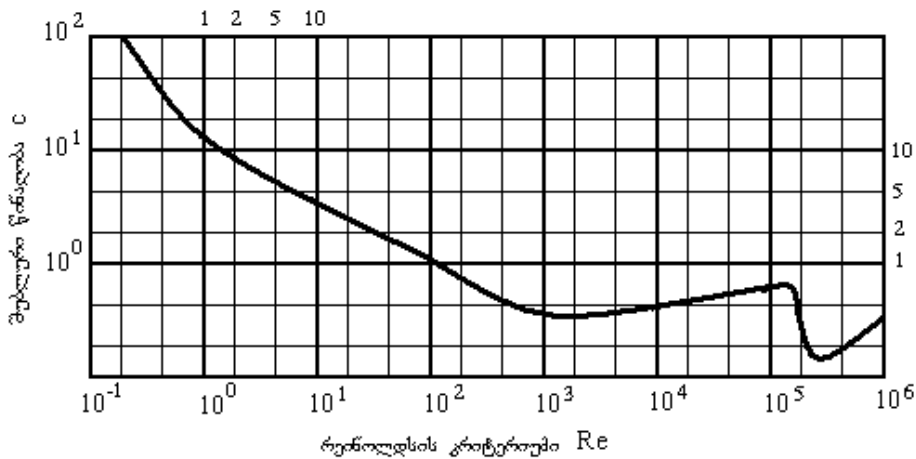
$$h = \frac{c\gamma}{2} \frac{S_m}{S(S - S_m)^2} Q^2, \quad (4.17)$$

სადაც  $c$  არის შუბლური წინაღობის უგანზომილებო კოეფიციენტი;  $\gamma$  - ჰაერის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;  $S$  - ჰაერსადენის კვეთის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $S_m$  - სხეულის მიდელური კვეთის ფართობი, რაც არის ჰაერის მოძრაობის მართობულ სიბრტყეზე სხეულის პროექციის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $Q$  - ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ.

ნახ. 4.8-ზე მოცემულია ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული  $c$  კოეფიციენტის ცვალებადობის გრაფიკი რეინოლდსის კრიტერიუმის მიხედვით.

შუბლური წინალობის  $c$  კოეფიციენტის ანალოგიურად, ადგილობრივი წინალობის  $\xi$  კოეფიციენტისა და ხახუნის წინალობის  $\alpha$  კოეფიციენტის განსაზღვრა ხდება ცდების საშუალებით, ხოლო მათი რიცხვითი სიდიდეები მოცემულია სპეციალურ ცნობარებში.

ხახუნის წინალობის  $\alpha$  კოეფიციენტის შემცირება შესაძლებელია ჰაერსატარის კვეთის ფართობის გაზრდით და მისი კედლების სიგლუვის გაზრდით. სიგლუვე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გრძელი სატრანსპორტო გვირაბების შემთხვევაში, სადაც თვითონ გვირაბები დიდი კვეთის ჰაერსატარს წარმოადგენენ, ხოლო მათი გამაგრება უნდა მოპირკეთდეს ისეთი მასალებით, რომ ზედაპირის ხორკლიანობა იყოს მინიმალური. ლითონისა და პლასტმასის ჰაერსატარები უფრო უკეთესი სიგლუვით ხასიათდებიან რეზინოვანი მასალებისა და ბრეზენტისაგან დამზადებულ ჰაერსადენებთან შედარებით.



ნახ. 4.8. შუბლური წინალობის უგანზომილებო კოეფიციენტის ცვალებადობა რეინოლდსის კრიტერიუმის მიხედვით: 1-10-ის დიაპაზონში როგორც ორდინატზე, ისე აბსცისაზე ნაჩვენებია დანაყოფის ფასი, რომელიც ძალაშია სხვა დიაპაზონებისათვისაც

ადგილობრივი წინალობის  $\xi$  კოეფიციენტის შემცირება შესაძლებელია წინალობისათვის ისეთი ფორმის მიცემით, რომელშიც ნახ. 4.5-ზე ნაჩვენები მკვდარი ზონების ზომები მინიმალური იქნება. აღნიშნულის მიღწევა შესაძლებელია მდოვრე გადასვლების გამოყენებით ჰაერის ნაკადის მოხვევის, გაფართოების ან შევიწროების ადგილებში, ხოლო ჰაერთან შეხების ზედაპირი განსაკუთრებით გლუვი უნდა იყოს. ასეთ შემთხვევაში გამოყენებულ ძაბრისებრ მოწყობილობებს, იმის მიხედვით, ჰაერს ღებულობენ, თუ ატმოსფეროში განდევნიან კონფუზორები ან დიფუზორები ეწოდება. დიფუზორის ძაბრულას გამლის ოპტიმალურ კუთხეთა დიაპაზონია  $5-8^\circ$ , ხოლო კონფუზორისა —  $5^\circ$ .

დიფუზორისებრი ან კონფუზორისებრი ფორმის მიცემა, მოპირკეთების ხარჯზე, სასურველია საავტომობილო გვირაბებისათვის, რად-გან მათ საქსპლუატაციო ხარჯების 30–60% მოდის ვენტილაციაზე. ჰაერის მოძრაობის გზაზე მოსახვევებში მიმართველი ფირფიტების დაყენება 2-ჯერ ამცირებს  $\xi$  კოეფიციენტის რიცხვით მნიშვნელობას. ჰაერსადენის  $90^\circ$ -იანი მოსახვევის  $0,1 D$  რადიუსით ( $D$  - ჰაერსადენის ჰიდრავლიკური დიამეტრი) მომრგვალებისას  $\xi$  კოეფიციენტის სიდიდე 10-ჯერ მცირდება.

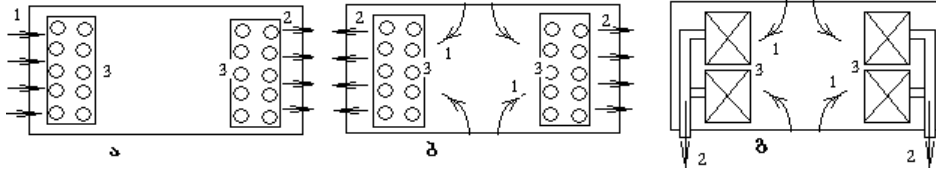
სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ვენტილაციაში გამოყენებული ფასონური ნაწილების, ფილტრების და სხვა აქსესუარების პასპორტებში პირდაპირაა მითითებული მასში ჰაერის გატარებისას წნევის კარგვა (ისე როგორც ხმაურისა და ვიბრაციის დონეები), რაც დგინდება ქარხანა-დამამზადებელში სასტენდო გამოცდების გზით.

შუბლური წინალობის შემცირება შესაძლებელია საგნებისათვის გარსშემოდენი ფორმის მიცემით. მაგალითად, ნახ. 4.7-ზე გამოსახულ ცილინდრის კვეთი წრის მაგივრად თუ იქნება წვეთის ფორმის, რაც შესაძლებელია ცილინდრზე ლითონის ფურცლისაგან დამზადებული გარსაცმის წამოცმით,  $c$  კოეფიციენტი დაახლოებით 8–10-ჯერ შემცირდება. შუბლური წინალობის შემცირება განსაკუთრებით მნიშვნელოვან ეფექტს იძლევა ჰაერის დიდი სიჩქარის შემთხვევაში.  $c$  -ს აგრეთვე ამცირებს ზედაპირის ნაკლები სიმქისე.

#### **4.6. სათავსოების ვენტილაციის სქემა**

ვენტილაციის განხორციელება შესაძლებელია ატმოსფერულზე უფრო ჭარბი წნევით, რასაც მომდენი ვენტილაცია ეწოდება და ატმოსფერულზე უფრო ნაკლები წნევით, რასაც გამწოვი ან შემწოვი ვენტილაცია ეწოდება. მოდენისა და გამწოვის ერთმანეთთან შეხამებით მიიღება ვენტილაციის სხვა-დასხვა სქემები.

დავუშვათ, რომ სათავსოში განლაგებული ტექნოლოგიური დანადგარები, რომლებიც დამონტაჟებულია 3 პუნქტებში (ნახ. 4.9) გამოყოფენ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის მავნე ნივთიერებებს. აღნიშნულ სათავსოში ატმოსფეროდან სუფთა ჰაერი მიეწოდება ისრებით ნაჩვენები 1 მიმართულებით, ხოლო იმავე რაოდენობის გაჭუჭყიანებული ჰაერი ატმოსფეროში გადის 2 მიმართულებით.



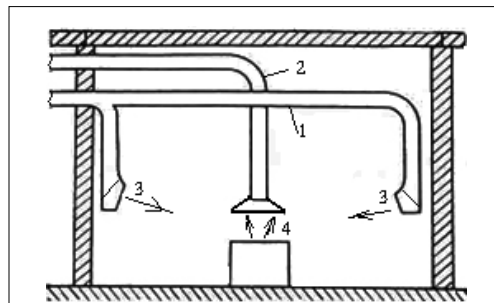
ნახ. 4.9. სათავსების ვენტილაციის სქემები:  
 ა, ბ - საერთო; გ - ლოკალური; 1 - სუფთა ჰაერი; 2 - გაჭუჭყიანებული ჰაერი; 3 - ტოქსიკური და მავნე ნივთიერებების გამოყოფის ადგილები

ნახ. 4.9.ა შეესაბამება საერთო ვენტილაციის სქემას, რომელიც ყველა-ზე უფრო მარტივი მოსაწყობია, რადგან როგორც სუფთა, ისე გაჭუჭყიანებულ ჰაერის ნაკადებს აქვს ერთი და იგივე მიმართულება და შესაძლებელია ბუნებრივი წევის გამოყენება. ნახაზზე გამოსახული სათავსოს მარ-ცხენა ნაწილში ჰაერი უფრო სუფთა იქნება მარჯვენა ნაწილთან შედარებით. ეს ნიშანი მეტნაკლებად დამახასიათებელია საერთო განიავების ყველა სქემისათვის – სუფთა ჰაერის შემოშვების ადგილებთან ახლო ზონაში უფრო სუფთა ჰაერის გავრცელება სხვა ზონებთან შედარებით. ამ უკანასკნელებშიც ჰაერში ტოქსიკური და მავნე ნივთიერებების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ნორმებს.

ნახ. 4.9.ბ-ზე ნაჩვენებია შედარებით უფრო უკეთესი საერთო ვენტილაციის სქემა, რომელშიდაც სუფთა და გაჭუჭყიანებულ ჰაერის ნაკადებს სხვა-დასხვა მიმართულება აქვს და შესაბამისად, ამ სქემის განხორციელება შესაძლებელია მხოლოდ ვენტილატორების გამოყენებით.

მავნე ნივთიერებების ატმოსფეროში განდევნის ყველაზე უფრო უკეთესი მეთოდია ლოკალური ვენტილაცია, რომლის დროსაც საფარი უკეთდება ტოქსიკური ნივთიერებების გამოყოფის ადგილს და ეს უკანასკნელები პირდაპირ გაიწოვება ვენტილატორის მიერ და არ ხდება მათი გავრცელება სამუშაო ზონაში (ნახ. 4.9.გ). ნახ. 4.10-ზე წარმოდგენილია ლოკალური მომ-დენ-გამწოვი ვენტილაციის სქემა.

იმ შემთხვევაში, როცა სათავსოს მოცულობა დიდია, ხოლო მასში მომუშავე ადამიანების რიცხვი მცირე და ამასთან ერთად, მათი სამუშაო ადგილები თუ დაფიქსირებულია, მაშინ, ტექნიკურ-ეკონომიკური პირობებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია სუფთა ჰაერის ზონები შეიქმნას მხოლოდ სამუშაო ადგილებში. ამ



ნახ. 4.10. ლოკალური ვენტილაციის სქემა:  
 1 - მომდენი ჰაერსატარი; 2 - გამწოვი ჰაერ-სატარი; 3 - სუფთა ნაკადი; 4 - გაჭუჭყიანებული ჰაერის ნაკადი

სახის ვენტილაციას ეწოდება ადგილობრივი, ანუ ნაწილობრივი ვენტილაცია, ხოლო სამუშაო ზონებში შექმნილ ჰაერის ჭავლს – ჰაერის შხაპი.

ტექნოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე, ზოგჯერ საჭიროა ავარიუ-ლი ვენტილაციის გათვალისწინება იმ შემთხვევისათვის, როცა რაიმე მიზეზით, ტექნოლოგიური ხაზებიდან შესაძლებელია მოხდეს ტოქსიკური ან მავნე ნივთიერებების გავრცელება სამუშაო სივრცეში. ასეთი ვენტილაცია, როგორც წესი, შეთავსებულია ტექნოლოგიურ ხაზთან და ხშირად ავტო-მატურად ამოქმედდება ხაზის გარსაცმის გარღვევის შემთხვევაში.

შესაძლებელია აგრეთვე განხილული სქემების კომბინაციის გამოყენება ერთ რომელიმე კონკრეტულ საწარმოში. მაგალითად, შესაძლებელია საერთო და ლოკალური სისტემების ერთობლივი გამოყენება, რაც ძალიან კარგ შედეგს იძლევა.

საერთო და ლოკალური სქემების კომბინაციათა მაგალითები მომდენი, გამწოვი და მომდენ-გამწოვი ვენტილაციის შემთხვევაში წარმოდგენილია ნახ. 4.11-ზე.

ამგვარად, გვხვდება სათავსოთა ვენტილაციის შემდეგი ძირითადი სქე-მები: 1. საერთო; 2. ლოკალური; 3. ადგილობრივი, ანუ ნაწილობრივი; 4. ავარიული; 5. კომბინირებული. ვენტილაციის სქემებს ვენტილატორებთან ერთად, ხოლო ზოგჯერ ამ უკანასკნელთა გარეშეც, სავენტილაციო სისტე-მები ეწოდება. მაშასადამე, ჩვენ გავეცანით 5 სხვადასხვა სახეობის სავენტი-ლაციო სისტემას.

ლოკალური ვენტილაციის სქემის გამოყენების შემთხვევაში სათავსები-დან ჰაერის გაწოვა გათვალისწინებული უნდა იქნეს:

1. სათავსის ზედა ზონიდან: ისეთი აირების გამოყოფისას, რომელიც ჰაერსა და წყლის ორთქლზე ნაკლები სიმკვრივით ხასიათდებიან; მაღალი ტემპერატურის მქონე აირების გამოყოფის შემთხვევაში მათი სიმკვრივის მიუხედავად; მაღალი ტემპერატურის პირობებში მაშინაც, როცა ხდება მტვრის გენერაცია; საცხოვრებელ, საზოგადოებრივ და დამხმარე სათავსებში.

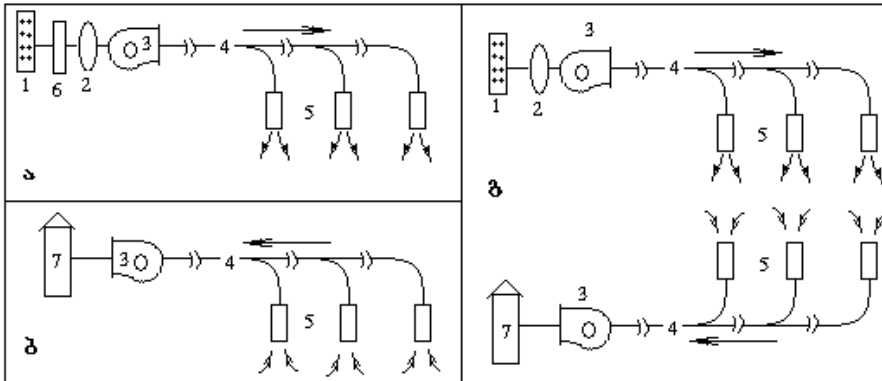
2. სათავსის ქვედა ზონიდან: ყველა სათავსში, რომელშიც გამოიყოფა მტვერი.

3. სათავსის ზედა და ქვედა ზონიდან ერთდროულად: ისეთი აირების გამოყოფისას, რომლებიც ჰაერთან შედარებით უფრო მაღალი სიმკვრივით ხასიათდებიან.

აღნიშნული ჩამონათვლით სარგებლობა შესაძლებელია აგრეთვე ბუნებ-რივი წვეის გამოყენებით მოწყობილ საერთო ვენტილაციის სქემებშიც. ნახ. 4.12-ზე

წარმოდგენილია თერმული საამქროს საერთო ვენტილაციის სქემა, რომელიც მოქმედებს ბუნებრივი წვევის ხარჯზე.

4.9.ა ნახაზისაგან განსხვავებით, ნახ. 4.12-ზე წარმოდგენილი სქემით სუფთა ჰაერის ნაკადი ქვემოდან შემოდის, აართმევს სითბოს სამუშაო ადგილს და მიემართება შენობის ჭერში მოწყობილი დეფლექტორისაკენ. ეს უკანასკნელი არის მარტივი მექანიკური მოწყობილობა, რომელიც აკომპენ-სირებს ქარის ზემოქმედებას. შესაძლებელია მას ექნეს აგრეთვე ფრთებიანი კომპენსატორი, რომელიც მოქმედებს ბუნებრივი წვევის ხარჯზე და ათანაბრებს მას. დეფლექტორი ყველა შემთხვევაში არის ადგილობრივი წინაღობა ჰაერის მოძრაობის გზაზე და ხასიათდება ადგილობრივი წინაღობის შემდეგი კოეფიციენტებით:  $\xi = 0,61$  - წრიული განივი კვეთის შემთხვევაში;  $\xi = 0,70$  - კვადრატული განივი კვეთის შემთხვევაში.



ნახ. 4.11. საერთო და ლოკალური განივების სისტემების ილუსტრაცია:

ა - მოძენი; ბ - გამწოვი; გ - მოძენ-გამწოვი; 1 - ჰაერის ასაღები კიოსკი; 2 - ჰაერგამათბობელი და დამატენიანებელი მოწყობილობა; 3 - ვენტილატორი; 4 - მაგისტრალური ჰაერსადენები; 5 - ჰაერის სარეგულირებელი ფასონური ნაწილები; 6 - ჰაერის ფილტრი; 7 - შახტი

ბუნებრივი და დეფლექტორის მიერ განვითარებული ერთობლივი წვევის გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$h = \Delta p + (\gamma_1 - \gamma_2)gH + p_2, \quad (4.18)$$

სადაც  $h$  არის ბუნებრივი დეფლექტორის მიერ განვითარებული ერთობლივი წვევის დეპრესია, პა;  $\Delta p$  - ჭარბი წნევა დეფლექტორის შესასვლელში, პა;  $\gamma_1$  და  $\gamma_2$  - შესაბამისად, ჰაერის საშუალო სიმკვრივე ატმოსფეროში და დეფლექტორში, კგ/მ<sup>3</sup>;  $g$  - თავისუფლად ვარდნილი სხეულის სიმძიმის ძალის

აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;  $H$  - დეფლექტორის სიმაღლე, მ;  $p_2$  - ქარის მიერ განვითარებული წევა, პა.

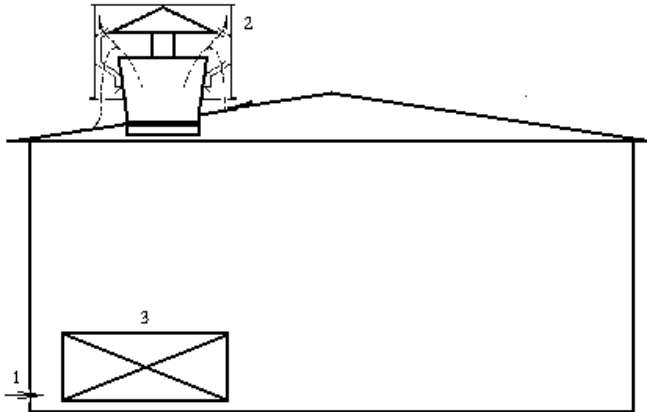
როგორც ვხედავთ, (4.18) ფორმულა შეიცავს (4.1) და (4.9) ფორმულებს.

აღნიშნული დებრესია იხარჯება: ადგილობრივი წინაღობების გადალახვაზე დეფლექტორის შესასვლელში, დეფლექტორის შახტის აეროდინამიკური წინაღობის გადალახვაზე და თვით დეფლექტორის ადგილობრივი წინაღობის გადალახვაზე. დეფლექტორი წარმოდგენილია ნახ. 4.13-ზე

როგორც ნახაზიდან ჩანს, დეფლექტორის ყველა ზომა მისი შესასვლელი ჰაერსატარის დიამეტრის ჯერადია. ამის გამო დეფლექტორის გაანგარიშებისათვის საჭიროა მისი დიამეტრის პონა და უნდა ვისარგებლოთ დეფლექტორის დებრესიითა ბალანსით. ამისათვის გადალახული წინაღობების ჯამი უნდა გავუტოლოთ (4.18) ფორმულით გაანგარიშებულ წევას. დებრე-სიითა ბალანსს შემდეგი სახე აქვს

$$h = \left( \xi_1 + \frac{\lambda}{d} H + \xi \right) H_d, \quad (4.19)$$

სადაც  $\Sigma \xi_1$  არის უგანზომილებო ადგილობრივი წინაღობების ჯამი დეფლექტორის შესასვლელში;  $\lambda$  - ხახუნის უგანზომილებო კოეფიციენტი, რომლის ცვალებადობის ხასიათი ნაკადის მოძრაობის ხასიათისა და სიჩქარის მიხედვით წარმოდგენილია ნახ. 4.6-ზე;  $d$  - დეფლექტორის შესასვლელი ჰაერსატარის დიამეტრი, მ;  $H$  - დეფლექტორის სიმაღლე, მ;  $\xi$  - დეფლექტორის ადგილობრივი წინაღობის უგანზომილებო კოეფიციენტი;  $H_d$  - დინამიკური წევა დეფლექტორის შესასვლელ ჰაერსატარში.



ნახ. 4.12. თერმული სააქროს საერთო ვენტლაციის პრინციპული სქემა:  
1 - სუფთა ჰაერი; 2 - გაჭუჭყიანებული ჰაერი; 3 - მაღალტემპერატურული მავნე ნივთიერებების გამოყოფის ადგილი



დინამიკური წნევის განსასაზღვრავი (4.11) ფორმულა ამ შემთხვევაში ლებულობს სახეს.

$$H_{\text{დ}} = \frac{V_1^2 \gamma}{2}, \quad (4.20)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $V_1$  არის ჰაერის სიჩქარე შესას-ვლელ ჰაერსატარში, რომელიც განისაზღვრება (4.19) ფორმულიდან, მაშასა-ღამე

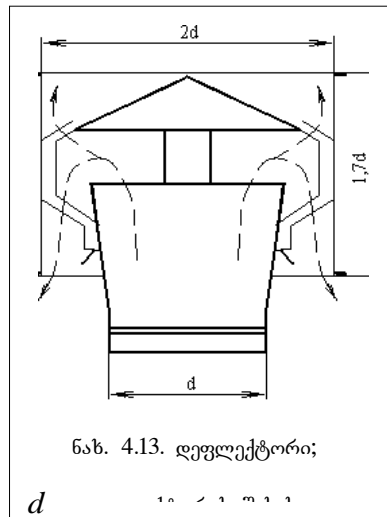
$$V_1 = \sqrt{\frac{2h}{\left(\sum \xi_1 + \frac{\lambda}{d} H + \xi\right) \gamma}}. \quad (4.21)$$

(4.21) ფორმულით გამოთვლილი სიჩქარისა და ჰაერის საჭირო ხარჯის მიხედვით, რომელიც ან წინასწარაა ცნობილი, ან გაანგარიშდება (4.3) – (4.6) ფორმულებით, გავიგებთ შესასვლელი ჰაერსატარის კვეთის ფართობს, ამ უკანასკნელის მიხედვით  $d$ -ს და ნახ. 4.13-ის შესაბამისად განისაზღ-ვრება დეფლექტორის ზომები.

#### 4.7. ადგილობრივი გამწოვები

ლოკალური ვენტილაციის განხორ-ციელება ხდება ადგილობრივი გამწოვების გამოყენებით, რომელიც შედგება ორი ძირითადი ნაწილის – ჰაერსადენისა და ჰაერმიძღებისაგან. ამ უკანასკნელის ტოქ-სიკური ნივთიერებების გენერაციის ად-გილთან განლაგების მიხედვით ადგილობ-რივი გამწოვები სხვადასხვაინარი სახელ-წოდებითაა ცნობილი: 1. გასაწოვი გარ-საცმი (გასაწოვი კარადა ან გასაწოვი ზოკერი) გამოსაყენებელია იმ შემთხვევაში, როცა შესაძლებელია ტექნოლოგიური პროცესის მოქცევა გარკვეულ შეზღუდულ სივრცეში; 2. ქოლგა გამოიყენება მაშინ, როცა შეუძლებელია ან ეკონომიკურად მიზანშეწონილი არაა ტექნოლოგიური პროცესის ლოკა-ლიზება; 3. გარსაცმისა და ქოლგის კომბინაცია, ე.წ. საფარიანი ქოლგები. ასეთ შემთხვევაში ქოლგის ყველა ან ზოგიერთ ბორტზე შესაძლებელია მოსახსნელი საფარის მიმაგრება.

ყველა აღნიშნულ მოწყობილობას შესაძლებელია ექნეს ადგილთან მისადაგებული



ნახ. 4.13. დეფლექტორი;

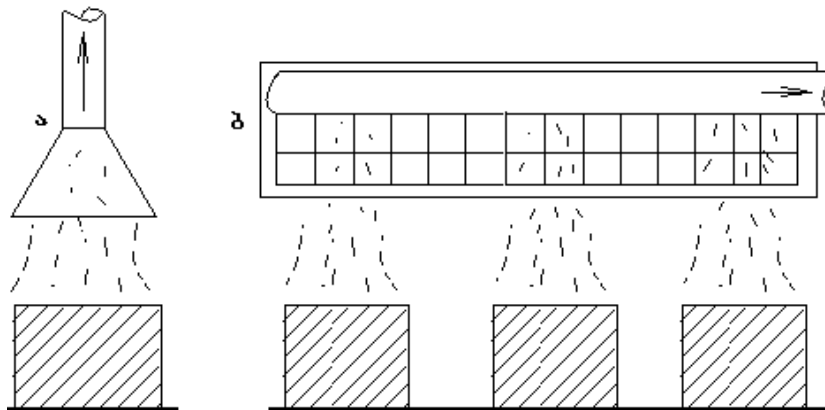
$d$

მრავალნაირი ფორმა, ხოლო მათი დანიშნულებაა ტოქსიკური და მავნე აირების სამუშაო ზონაში გავრცელების რაც შეიძლება შეფერხება, რაც პირველ რიგში განპირობებულია საიმედო შეკრებით ჰაერშიმღებში და შემდეგ მისი გაწოვით ჰაერსადენის ქსელის მეშვეობით.

ადგილობრივი გასაწოვი კამერის ყველაზე უფრო სრულყოფილი სახეა გამწოვი კარადა. მომსახურე პერსონალს ამ შემთხვევაში კონტაქტი არა აქვს კარადაში მოძრავ ჰაერთან და ამის გამო დასაშვებია ამ უკანასკნელს ჰქონდეს ტოქსიკური ნივთიერებების უფრო მაღალი კონცენტრაცია, ვიდრე ეს გათვალისწინებულია სამუშაო ზონაში დასაშვები ნორმებით. ამ შემთხვევაში ჰაერის წნევა ყოველთვის დაბალი უნდა იყოს ატმოსფერულზე, აირების არასანქცირებული გაჟონვის ასაცილებლად.

გასაწოვი კარადების ჯგუფს შესაძლებელია მივაკუთვნოთ აგრეთვე სხვადასხვა ტიპის ტექნოლოგიური კამერები. მაგალითად, საშრობი და სამღებრო კამერები, ბუნკერები და ა.შ.

ქიმიურ გამწოვ კარადებში ჰაერის გაწოვა შესაძლებელია მოხდეს მისი ქვედა ან ზედა ზონიდან. თუ რეაქციის დროს გამოიყოფა ჰაერზე უფრო მკვრივი აირები და, ამასთან ერთად, რეაქცია თუ ენდოთერმულია, ანუ კარადაში ტემპერატურა დაბალია, მაშინ გაწოვა უნდა მოხდეს კარადის ქვედა ნაწილიდან. თუ კარადაში გვაქვს ცხელი ზედაპირები, მაშინ როგორც მძიმე, ისე მსუბუქი აირების გაწოვა უნდა მოხდეს კარადის ზედა ნაწილიდან.



ნახ. 4.14. გამწოვი ქოლგები: ა - ინდივიდუალური; ბ - ჯგუფური (შემიწოვი ჩარჩოებით)

პრაქტიკაში ფართოდ გამოიყენება ამოსაწოვი ქოლგა მისი სიმარტივის გამო (ნახ. 4.14). ქოლგის გამოყენების შემთხვევაში ტოქსიკური ან მავნე ნივთიერების გენერაციის ადგილი არაა სამუშაო ზონისაგან იზოლირებული და ჰაერის ძლიერი ნაკადის მეშვეობით შესაძლებელია ქოლგისაკენ მიმარ-თული ჭავლის

გადახრა და მინარევების გავრცელება საშუალო სივრცეში. თანაბარი შეწოვის განსახორციელებლად ქოლგის გაშლის კუთხეები უნდა იყოს  $60^{\circ}$ -ის ფარგლებში.

#### **4.8. ვენტილატორები და დამხმარე მოწყობილობები**

ვენტილატორის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მუშა თვალი, რომელზე-დაც გარკვეული დახრის კუთხით დაყენებულია ნიჩბები. ნიჩბებიანი თვლის საშუალებით ხდება ჰაერის ამოძრავება და მისი ნაწილობრივი შეკუმშვა. გადაადგილებული ჰაერის მოცულობა და ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა დამოკიდებულია მუშა თვლის წრიულ სიჩქარეზე და თვით მუშა თვლის ზომებზე.

კონსტრუქციის მიხედვით ძირითადად გამოდის ღერძული და ცენტრი-დანული ვენტილატორები. პირველი მათგანი გამოიყენება, როცა საჭიროა მაღალი მწარმოებლურობა და შედარებით ნაკლები წნევა, ხოლო ცენტრიდანული ვენტილატორი ანვითარებს უფრო მაღალ წნევას და აქვს ნაკლები მწარმოებლურობა. აღსანიშნავია, რომ ღერძული უფრო მაღალი ხმაურითაც ხასიათდება ცენტრიდანულთან შედარებით.

**ცენტრიდანული ვენტილატორები** დაყოფილია დაბალი (1000 პა-მდე), საშუალო (3000 პა-მდე) და მაღალი (3000 პა-ზე მეტი) წნევების ვენტილატორებად. წნევების ცვალებადობის ასეთი ფართო დიაპაზონი მიღ-წევადია ნიჩბების გამოსვლის სხვადასხვა კუთხით. კერძოდ, ნიჩბის პირი შეიძლება იყოს წინ მიხრილი (კუთხე  $<90^{\circ}$ -ზე), რადიალური (კუთხე  $= 90^{\circ}$ ) და უკან მიხრილი (კუთხე  $>90^{\circ}$ -ზე). წინ მიხრილი ნიჩბებით შესაძლებელია წნევის კოეფიციენტის უფრო მაღალი სიდიდის მიღება.

დაბალი წნევის ვენტილატორები ძირითადად გამოიყენება ჰაერის მაღალი ხარჯის განსავითარებლად. მაგალითად, სამოქალაქო და სამრეწველო მომდენ და გამწოვ სავენტილაციო სისტემებში. მათი გეომეტრიული ზომები შედარებით დიდია, რომელთა შესამცირებლადაც ნიჩბები წინ აქვთ მიხრილი და მათი რაოდენობა მაქსიმუმამდეა აყვანილი (48 – 64 ცალი). სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად და ხმაურის დაბალი დონის მისაღწევად ნიჩბიანი თვლის წრიული სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 30 მ/წმ.

საშუალო წნევის ვენტილატორის გეომეტრიული ზომები ნაკლებია დაბალი წნევის ვენტილატორის გეომეტრიულ ზომებზე. ნიჩბების რაოდენობა არ აღემატება 24-ს და აქვს ტრაპეციისებრი ფორმა. ასეთი ფორმა უზრუნველყოფს

კონსტრუქციის სიხისტეს. საშუალო წნევის ვენტილატორებმა განსაკუთრებული გამოყენება ჰპოვა დამტკვრიანებული ჰაერის გაწოვის საქ-მეში. მტვრის ვენტილატორს აქვს 6–8 ნიჩაბი და ისეთი კონსტრუქცია, რომ აცილებულია ლიობის ავსება და გამოგნესა მექანიკური მინარევებით (ბურბუ-შელა, ნახერხი, ბოჭკო და ა.შ.).

მტვრის ვენტილატორების გამოყენება შესაძლებელია აგრეთვე კვამლის გასაწოვადაც.

სიმტკიცის თვალსაზრისით საშუალო წნევის ვენტილატორის ნიჩბიანი თვლის წრიული სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 50 მ/წმ.

მაღალი წნევის ვენტილატორები სხვა ტიპის ვენტილატორებისაგან განსაკუთრებით გამოირჩევა გარსაცმის გეომეტრიული ზომებით. გარსაცმის სიგანე, ჰაერის შესასვლელი და გამოსასვლელი კვეთების დიამეტრები ბევრად უფრო ნაკლებია დაბალი და საშუალო წნევის ვენტილატორების სათა-ნადო ზომებზე. ნიჩბიანი თვლის წრიული სიჩქარე მიღებულია 100 მ/წმ.

სავენტილაციო ტექნიკაში მაღალი წნევის ცენტრიდანულმა ვენტილატორებმა გამოყენება ჰპოვა პნევმოტრანსპორტში.

ვენტილატორის მუშა თვალი და ძრავა შესაძლებელია ერთ ლილვზე იყოს დამონტაჟებული. ასეთი ვენტილატორი უფრო კომპაქტური, ეკონომიუ-რი და უხმაუროა სხვა თანაბარ პირობებში. თვლის ასეთი შეერთება შესაძ-ლებელია დაბალი მწარმოებლურობის ვენტილატორებში. მაღალი მწარმოებ-ლურობის ვენტილატორებში მუშა თვალი ძრავას ლილვთან შეერთებულია შუალედური ქუროთი.

**ღერძული ვენტილატორი** ცილინდრულ გარსაცმში მოთავსებული ნიჩბებიანი თვალია, რომლის ბრუნვის დროს ჰაერი ნიჩბების მეშვეო-ბით ღერძული მიმართულებით გადაადგილდება. მუშა თვალი, რომელიც ლითონის მილისაა მასზე დადებული ნიჩბებით, უმეტეს შემთხვევაში უშუალოდაა დამაგრებული ძრავას ლილვზე. ზოგ შემთხვევაში ძრავა გატა-ნილია ჰაერის ნაკადიდან და თვალთან შეერთებულია ლველური გადაცემით.

ღერძული ვენტილატორი, ცენტრიდანულისაგან განსხვავებით, რევერ-სიულია, რადგანაც თვლის ბრუნვის მიმართულების შეცვლა იწვევს ჰაერის ნაკადის მოძრაობის მიმართულების შეცვლასაც. თუ ნიჩბის პროფილი არასი-მეტრიულია, მაშინ მკვეთრად ეცემა მისი მწარმოებლურობა რევერსის დროს. თანამედროვე ვენტილატორებში მიღწევადია მწარმოებლურობის 80%-ის შე-ნარჩუნება რევერსის დროს. ღერძული ვენტილატორების გამოყენება რეკო-

მენდებულია ჰაერის დიდი ხარჯისათვის 100–300 პა წნევის დიაპაზონში. ღერძული ვენტილატორის მქკ უფრო მაღალია ცენტრიდანულთან შედარებით.

შესრულების მიხედვით ვენტილატორი შესაძლებელია იყოს ჩვეულებრივი და ფეთქებაუსაფრთხო შესრულების. ფეთქებაუსაფრთხო ვენტილატორი მზადდება პლასტმასის ან ალუმინის მასალისაგან, მისი მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში, დეტალების ერთმანეთზე ხახუნის შედეგად არ წარმოიშვება ნაპერწკალი და გამორიცხულია აფეთქება ამ მიზეზით. ფეთქებაუსაფრთხო ვენტილატორები გამოიყენება იქ სადაც საჭიროა ფეთქებადი აირების გაწოვა (სამღებრო საქმეში, საღებავების წარმოებაში, სხვადასხვა ორგანული გამხსნელების წარმოებაში და ა.შ.). სამთამადნო საქმეში აგრეთვე ფეთქებაუსაფრთხო შესრულების ვენტილატორები გამოიყენება. აქ ფეთქებაუსაფრთხოება ძირითადად ძრავას შეეხება.

მომდენი ვენტილაციის მექანიკურ სისტემებში შედის შემდეგი დამხმარე მოწყობილობები და კონსტრუქციული ელემენტები:

1. ჰაერმიმღები მოწყობილობა, რომლითაც ატმოსფერული, ანუ გარე ჰაერი მიეწოდება სავენტილაციო სისტემას;

2. ჰაერის მოდინებითი კამერა, რომელშიც განლაგებულია ვენტილატორი ელექტროძრავითი და ჰაერის დასამუშავებლად საჭირო მოწყობილობები – ფილტრები, კალორიფერები, ჰაერის იონიზატორები, წყლის ფრქვევანები და ა.შ.

3. ჰაერსადენების ქსელი;

4. მომდენი ნახვრეტები და საცმები;

5. მომდენ ნახვრეტებზე დასაყენებელი ჟალუზებიანი გისოსები და ბადეები;

6. ჰაერსადენების განშტოებებსა და ჰაერმიმღებ ნახვრეტებზე დასაყენებელი სარეგულირებელი მოწყობილობები – დროსელ-სარქველები და საკვალთები.

გამწოვი ვენტილაციის მექანიკური სისტემების შედგენილობაშია შემდეგი კონსტრუქციული ელემენტები:

1. გამწოვი ნახვრეტები მათზე დასაყენებელი ჟალუზებიანი გისოსებითა და ბადეებით;

2. ჰაერსადენების ქსელი, რომლის საშუალებითაც გასაწოვი ჰაერი მიედინება გამწოვ კამერაში;

3. გამწოვი კამერა, რომელშიდაც დაყენებულია ვენტილატორი და ელექტროძრავა;

4. ჰაერსაწმენდი მოწყობილობები მაშინ, როცა ხდება ჰაერის რეციკულაცია ან გარემოს დაცვის მიზნით შეზღუდულია მანე მინარევების გატყორცნა ატმოსფეროში;

5. ამომწოვი შახტი, რომლითაც ჰაერი ატმოსფეროში გაიღვენება;

6. სარეგულირებელი მოწყობილობები – დროსელ-სარქველები და საკვალთები.

ცალკეულ სავენტილაციო სისტემაში შესაძლებელია არ გვექონდეს ყველა ზემოაღნიშნული ელემენტი. კერძოდ, მომდენი ვენტილაციის სისტემებში ყოველთვის არა გვაქვს ფილტრები და ჰაერის დასატენიანებლად და დასაიონებლად საჭირო მოწყობილობები და ა.შ.

#### 4.9. ჰაერის გაწმენდა მინარეჟებისაგან

ჰაერის გასაწმენდად გამოიყენება სხვადასხვა სახის მოწყობილობები: ციკლონები, ფილტრები და სხვ. გაწმენდა ესაჭიროება როგორც სათავსოში მისაწოდებელ, ისე ატმოსფეროში გასაშვებ ჰაერს. ნორმებით განსაზღვრულია მტერის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზღკ), რომელიც სამუშაო ადგილზე არსებულ ჰაერში, მომდენ ჭავლში და ატმოსფეროში დაბრუნებულ ჰაერში შესაბამისად აღვნიშნოთ  $n_j$ ,  $n_f$  და  $n_a$  სიმბოლოებით.

მომდენი ჭავლი არ უნდა შეიცავდეს ზღკ-ს მესამედზე, ანუ  $0,33 n_j$ -ზე მეტ მტერს. ატმოსფეროში გაშვებულ ჭავლში, თუ მისი ხარჯია 15 000 მ<sup>3</sup>/სთ და მეტი, მტერის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს სიდიდეს  $n_a = 100k$ , ხოლო ჰაერის უფრო ნაკლები ხარჯის შემთხვევაში დასაშვები სიდიდე განისაზღვრება ფორმულით  $n_a = 160k$ .

კოეფიციენტი  $k$ -ს რიცხვითი სიდიდე დამოკიდებულია სამუშაო ადგილების სავენტილაციო ჰაერში ნორმებით განსაზღვრულ მტერის ზღკ-ზე, რომელიც სხვადასხვა ნორმისათვის წარმოდგენილია 4.3 ცხრილში.

ცხრილი 4.3

ჭავლის მტერიანობის კოეფიციენტის ცვალებადობა ზღკ-ის მიხედვით

| სამუშაო ადგილზე მტერის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია ჰაერში $C_2$ , მგ/მ <sup>3</sup> | მტერიანობის $k$ კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდე |
|---|--|
| < 2   | 0,3  |
| 2 – 4   | 0,6  |
| 4 – 6   | 0,8  |
| > 6   | 1,0  |

გაწმენდის მოთხოვნილი ხარისხის შესაბამისად ირჩევენ მტერის სათან-ადო დამტერებს, დამჯენებს ან ფილტრებს.

გაწმენდის ხარისხი განისაზღვრება ფორმულით

$$\eta = \frac{n_1 - n_2}{n_1}, \quad (4.22)$$

სადაც  $n_1$  და  $n_2$  შესაბამისად არის მტვრის კონცენტრაცია ჰაერის გაწმენდამდე და გაწმენდის შემდეგ, მგ/მ<sup>3</sup>.

ორსაფეხუროვანი გაწმენდის შემთხვევაში აღნიშნული ხარისხი განისაზღვრება ფორმულით

$$\eta = \eta_1 + \eta_2 - \eta_1\eta_2, \quad (4.23)$$

სადაც  $\eta_1$  და  $\eta_2$  შესაბამისად არის გაწმენდის ხარისხი პირველი და მეორე საფეხურის შემდეგ.

საშუალო ხარისხამდე ჰაერის გასაწმენდად გამოიყენება ციკლონები, რომელთა მოქმედება დაფუძნებულია ცენტრიდანული სეპარაციის პრინციპზე. აღნიშნული ციკლონი წარმოდგენილია ნახ. 4.15-ზე.

ციკლონი ისეთნაირადაა მოწყობილი, რომ ჰაერი მასში ასრულებს დამაკლწრიულ მოძრაობას დიდი დიამეტრის გარეთა ჰაერსატარში, ცენტრიდანული და გრავიტაციული ძალებით ზდება მტვრის განცალკევება და სალექარში შეგროვება, ხოლო სუფთა ჰაერი ციკლონის კორპუსში განთავსებული მეორე ჰაერსატარით აღმავალი მოძრაობით ატმოსფეროში გაიდევენება.

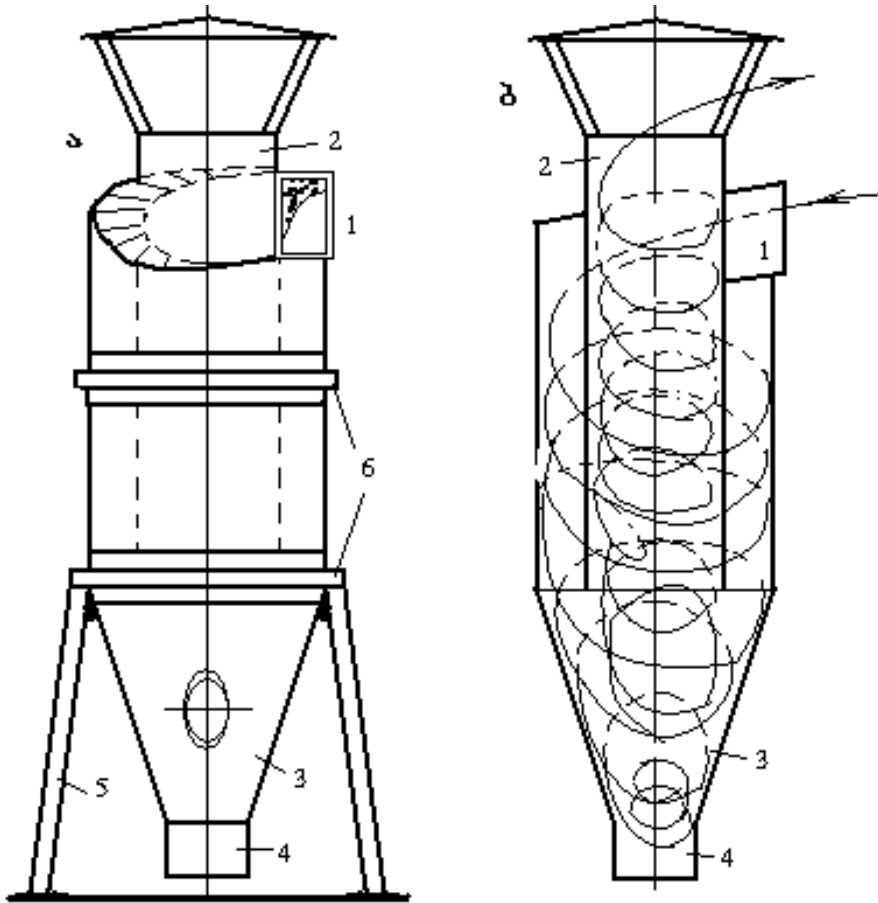
წვრილდისპერსული მტვრისაგან ჰაერის გასაწმენდად ციკლონი ეფექტური არაა და მას ძირითადად იყენებენ ატმოსფეროში გასაშვები ჰაერისაგან ნახერხის, ბურბუშელას, ქვიშის და სხვა მსგავსი მტვრის გამოსაცალკევებლად.

მტვრის გამოცალკევების უფრო მეტი შესაძლებლობა აქვს ე.წ. “სველ ციკლონებს”, რომლებშიდაც ცენტრიდანულ ძალებთან ერთად კოაგულაციის ძალები გამოიყენება. ასეთი ციკლონების გაწმენდის ხარისხი 0,85–0,95 შეადგენს, ანუ ჰაერში არსებული მტვრის 85–95% გამოცალკევდება.

საშუალო და წვრილი დისპერსიის მტვრის ჰაერისაგან განსაცალკევებლად გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციისა და დანიშნულების ფილტრები. ფილტრის ზედაპირის ფართობი განისაზღვრება ფორმულით

$$S_f = \frac{Q}{q_f}, \quad (4.24)$$

სადაც  $S_f$  არის ფილტრის ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $Q$  - ფილტრში გასატარებელი ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ;  $q_f$  - მფილტრავი ზედაპირის კუთრი დატვირთვა, მ<sup>3</sup>/(მ<sup>2</sup>.წმ).



ნახ. 4.15. ციკლონი:

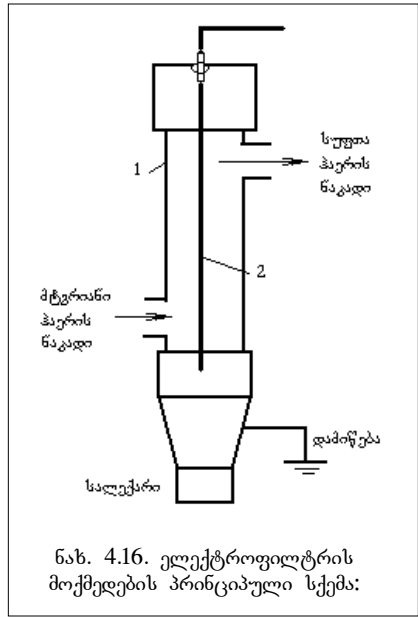
ა - საერთო ხედი; ბ - მოქმედების პრინციპი; 1 - მტვერიანი ჰაერის შესასვლელი არხი; 2 - გასუფთავებული ჰაერის ატმოსფეროში გასაშვები ჰაერსადენი; 3 - ციკლონის კონუსური ნაწილი, რომელშიდაც მთავრდება გაჭუჭყიანებული ჰაერის დაღმავალი მოძრაობა და იწყება მისი აღმავალი მოძრაობა მცირე დიამეტრის შიდა ჰაერსატარით; 4 - სალექარი; 5 - ციკლონის ღარი; 6 - სიხისტის წიბო

კასეტური ტიპის ზეთოვანი ფილტრი გამოიყენება ჰაერის გასაწმენდად, როცა მისი საწყისი მტვერშემცველობა არ აღემატება  $20 \text{ მგ/მ}^3$ . მისი გაწმენდის ხარისხი  $\eta = 0,95-0,98$ . ფილტრი შედგება კასეტებისაგან, რომლებშიდაც არის ფოლადის ბადის, ფოლადის ბურბუშელას ან ფაიფურის რგოლების რამდენიმე შრე, ხოლო ფილტრი დასველებულია თითისტარის ზეთით. ჰაერის გატარებისას ფილტრში რჩება მტვერი, რომლისგანაც პერიოდულად უნდა გაიწმინდოს კაუსტიკური სოდის 10%-იანი ხსნარით  $60-70^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე.



კასეტური ტიპის ქსოვილის ფილტრებით შესაძლებელია ჰაერის პრაქტიკულად სრული გაწმენდა  $\eta = 99,9\%$ . ქსოვილი მზადდება ლავსა-ნის ან აქაფებული პოლიურეთანისაგან.

ძალიან მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევა ელექტრული ფილტრი, რომელიც შედგება უარყოფითად დამუხ-ტული ლითონის ბადისაგან დამზადებული კორპუსისა და დადებითად დამუხ-ტული ფირფიტებისაგან (ნახ. 4.16). კორპუსი და ფირფიტა-ელექტროდები იზოლირებულია ერთმანეთისაგან. მტკვე-რი ფილტრში გავლისას იძენს ელექტრულ მუხტს და ილექება კორპუსზე, ხოლო გასუფთავებული ჰაერი ატმოს-ფეროში გადის.



## 5. აწმთქმბა და ხანძრმბი

### 5.1 ზვისა და აწმთქმბის

## ცნობები

ჩვეულებრივ პირობებში წვა წარმოადგენს ჰაერში არსებული ჟანგბადისა და საწვავი ნივთიერებების ურთიერთქმედების რთულ ფიზიკურ-ქიმიურ პროცესს, რომელსაც თან ახლავს სითბოს გამოყოფა და სინათლის გამოსხივება.

წვის პროცესის დაწყებისა და განვითარებისთვის აუცილებელია შემდეგი პირობების ერთდროული არსებობა: საწვავი მასალა, ჟანგბადის განსაზღვრული რაოდენობა და აალების საკმარის მძლავრი იმპულსი. ამ პირობებიდან თუნდაც ერთის გამოკლებისას წვა შეუძლებელია.

აალების იმპულსები შეიძლება იყოს თბური, ქიმიური, მიკრობიოლოგიური. თბური იმპულსები: ღია ცეცხლი, ნაპერწკალი, გახურებული ზედაპირი, ბოლომდე დაუწვავი საწვავის ნარჩენები და ა.შ. ქიმიური: ზეთის დაჟანგვა სუფთა ჟანგბადის მოქმედებით, ნახერხის აალება მასზე კონცენ-ტრირებული აზოტმჟავის მოქმედებით და სხვ. მიკრობიოლოგიური პროცესები სითბოს გამოყოფის თანხლებით შეიძლება წარმოიქმნას ისეთ ნივთიერებებში, რომლებიც წარმოადგენენ მიკროორგანიზმებისათვის საკვებ გარემოს, მაგალითად ტორფი.

წვად სისტემაში ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით დამოკიდებულებით წვა შეიძლება იყოს სრული და არასრული. პირველ შემთხვევაში ჟანგბადის საკმარისი ან ჭარბი რაოდენობაა, ხოლო მეორეში – ჟანგბადის უკმა-რისობაა.

დაჟანგვის ზონაში ჟანგბადის მოხვედრის ხერხის მიხედვით წვა შეიძლება იყოს დიფუზიური და კინეტიური.

დიფუზიური წვის დროს რეაქციის ზონაში ჟანგბადი ხვდება ალით გამოწვეული დიფუზიის შედეგად. მაგალითად, ასანთის, შემის წვის პროცესები და სხვ.

კინეტიკური წვის დროს რეაქციის ზონაში ჟანგბადი მიეწოდება წვად კომპონენტებთან ერთად, ანუ საქმე გვაქვს წინასწარ მომზადებული საწვავი ნარევის წვასთან. წვის ზონაში ახალი ნარევის მიწოდების სიჩქარის რეგულირებით შეიძლება სტაციონარული ალის მიღება და ამ უკანასკნელის რეგულირება. მაგალითად, საწვავი ნარევის მიწოდება როგორც კარბურატორიან, ისე დიზელის ძრავებში და სხვ.

რეაქციის მიმდინარეობის სიჩქარისა და გამოვლინების ხასიათის მიხედვით არჩევენ ნორმალურ (ნელ) წვას, აფეთქებას და დეტონაციას, ანუ ზებ-გერით წვას. ნორმალური წვისას ალი ვრცელდება წვის ზედაპირის ნების-მიერი მონაკვეთის მართობულად, ბუნებრივი კონვენციის წესით. ალის გავრცელების ნორმალური სიჩქარე ეწოდება წვის უძრავი ზედაპირისადმი ალის მართობულად გადაადგილების სიჩქარეს.

აფეთქება არის ნივთიერებათა ფიზიკური და ქიმიური გარდაქმნის სწრაფად მიმდინარე რეაქცია, რომელიც სრულდება ენერჯის ჩქარი გამოყოფით. აფეთქების დროს ხდება წვის პროდუქტებისა და გარემოს შეკუმშვა, წნევის მკვეთრი ცვლილება. წვის რეაქცია რომ მიმდინარეობდეს აფეთქების სახით, საჭიროა შემდეგი პირობები: ეგზოთერმული ქიმიური გარდაქმნა, რეაქციის დიდი სიჩქარე, რეაქციის თვითგაგრძელების 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, რომლის დროს როგორც წვის პროცესი, ისე მისი პროდუქტები ვრცელ-დებიან ბგერის სიჩქარეზე გადაჭარბებული სიჩქარით.

მაშასადამე, წვის პროდუქტების სიჩქარის მიხედვით შესაძლებელია გვექნეს: 1. ზებგერითი წვა (დეტონაცია) 2. ბგერამდელი სიჩქარის წვა (ნორმალური წვა, აფეთქება).

ზოგიერთი ნივთიერების წვა შეიძლება მიმდინარეობდეს უჟანგბადო გარემოში – გოგირდისა და ბრომის ორთქლში, აზოტის გარემოში, ნახშირორჟანგის გარემოში, აირადი ქლორის გარემოში, წყლის ქვეშ და ა.შ. მაგალითად, ტიტანი ინთება აზოტის გარემოში; მანგანუმი და მაგნიუმი – ნახშირორჟანგის გარემოში; ცირკონი – როგორც აზოტის, ისე ნახშირორჟანგის გარემოში; ალუმინ-მაგნიუმის შენადნობი – როგორც აზოტის, ისე ნახშირორჟანგის გარემოში.

ხშირად რეაქციის სიჩქარის გადიდება (ალის მოძრაობა) გამოწვეულია აირის ტურბულენტური მოძრაობით გარსის შიგნით, რომელიც აირეკლავს სუსტ დარტყმით ტალღებს. საწარმოო პირობებში ტურბულენტური ნაკადები შეიძლება ჩამოყალიბდეს დამტვერიანებულ სატრანსპორტო არხებში, სამ-სხვრევ მექანიზმებში, სავენტილაციო არხებში, ციკლონებში და ა.შ.

წვაში შესაძლებელია მონაწილე კომპონენტები იყოს წარმოდგენილი შემდეგი კომბინაციების სახით: ჰაერის ჟანგბადი+აიროვანი საწვავი; ჰაერის ჟანგბადი+თხევადი საწვავი; ჰაერის ჟანგბადი+მყარი საწვავი. პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ჰომოგენურ წვასთან, ხოლო მეორე და მესამე შემთხვევაში – ჰეტეროგენურ წვასთან.

მაშასადამე, წვადი სისტემები წამოადგენენ აირების, ორთქლის ან მტვრის ნარევეს ჰაერთან. ასეთ ნარევეში აალების ლოკალური წყაროს (მაგ., ნაპერ-წყლის) შეტანისას მიმდინარეობს ეგზოთერმული რეაქცია. გამოყოფილი სითბო ახურებს

ნარევის მეზობელ ფენას. ამ ფენის წვა იწვევს შემდეგი ფენის ანთებას და ა.შ. ნარევის მთელ მოცულობაში რეაქციის სრულ დამთავრებამდე ალის ფრონტი ვიწრო ზონის სახით, რომელშიაც ხდება ნარევის წვა, გარკვეული სიჩქარით გადაადგილება სივრცეში.

აალების წერტილოვანი წყაროდან ერთგვაროვან ნარევი გავრცელებული ალის ფრონტს აქვს სფეროსთან მიახლოებული ფორმა. ამ სფეროს რადიუსი განუწყვეტლივ მატულობს.

ალის ფრონტი პირობითად შეიძლება გავყოთ ნარევის გათბობის და რეაქციის ზონებად. მოცულობის იმ ნაწილში, სადაც ალმა გაიარა, წვის პროცესი მთლიანად დასრულებულია, გარდა იმ ადგილებისა, სადაც ალი ჩაქრა.

წვის პროცესი შეიძლება ავხსნათ ორი თეორიით – სითბური თვითაალების თეორიით და დაჟანგვის ჯაჭვური თეორიით.

სითბური თეორიის თანახმად, აალების შესაძლებლობის ძირითად პირობას წარმოადგენს რაიმე მოცულობაში სითბოს გამოყოფის სიჩქარის ისეთი გაზრდა, რაც რელაქსაციის (გარემოზე სითბოს გაცემის) სიჩქარეს მნიშვნელოვნად გადააჭარბებს. ამ თეორიით წვის პროცესი შემდეგნაირად აიხსნება: ვთქვათ, გვაქვს წვადი აირის და ჰაერის ნარევი ავსებული ჭურჭელი. თუ ამ ნარევი გავათბობთ მთელ მოცულობაში თანაბრად, ჭურჭელში დაიწყება ეგზოთერმული რეაქცია. გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე იზრდება რეაქციის სიჩქარე, ამ დროს წარმოიქმნება პირობები, რომლის დროსაც ნარევის გათბობის სიჩქარე ზეავისებრად გაიზრდება და დაიწყება სითბური წვა, ანუ სითბური თვითაალება.

წვის ჯაჭვური თეორიით, რეაქციის თვითდაჩქარება და საწვავი ნარევის თვითაალება ხდება ჯაჭვის განტოტვის შედეგად. ნივთიერება, რომლის დამატებით წარმოიქმნება დამატებითი აქტიური ცენტრები და რეაქციის სიჩქარე იზრდება, ჯაჭვური თეორიის თანახმად, დადებითი კატალიზატორებია, ხოლო რეაქციის შემწყვეტ (აქტიური ცენტრების გამქრობ) ნივთიერებას უარყოფითი კატალიზატორი ეწოდება.

სითბური თეორიის თანახმად სითბო არის თვითაალების მიზეზი და შედეგი, ჯაჭვური თეორიის თანახმად – მხოლოდ პროცესის შედეგი.

რეალურ პროცესებში თვითაალებას და წვას აქვს სითბური და ჯაჭვური ხასიათი. ნარევის ტემპერატურის გადიდებისას როგორც ჯაჭვური, ისე სითბური რეაქციები უფრო ჩქარა მიმდინარეობენ.

## **5.2. ამროზოლის წვისა და ავთიქციის თავისებურებანი**

წვადი აირების, ორთქლის და მტვერის ჰაერთან ნარევი ფეთქებადი აირნარევებია, რომლებსაც ფეთქებადი აეროზოლები ეწოდება. აღნიშნულ აეროზოლთა ანთება შესაძლებელია მხოლოდ განსაზღვრული კონცენტრაციების დროს. კონცენტრაციის ზღვრულ ფარგლებს მიღმა სტაციონარული წვა შეუძლებელია და აალების წყაროს გამოტანისთანავე წყდება. ნარევი წვადი ნივთიერების უდიდეს და უმცირეს კონცენტრაციებს, რომლის დროსაც შესაძლებელია აალება, შესაბამისად ეწოდება აალებალობის (ფეთქებალობის) ზედა და ქვედა კონცენტრაციული ზღვრები, მათ შორის ინტერვალს კი სა-შიშ კონცენტრაციათა დიაპაზონი. ფეთქებალობის კონცენტრაციული ზღვრები აირებისა და ორთქლის აეროზოლებისათვის გამოისახება მოცულობით პროცენტებში, ხოლო მტვერის აეროზოლისათვის – მგ/ლ (გ/მ<sup>3</sup>).

ფეთქებალობის ზღვრული კონცენტრაციები შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს ლაბორატორიული და ანალიზური მეთოდებით. ლაბორატორიული მეთოდი ნიშნავს საწვავი ნარევის კომპონენტის უმცირესი და უდიდესი კონცენტრაციის დადგენას, რომლის დროსაც შესაძლებელია აალება. სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით სხვადასხვა კონცენტრაციის დროს ხდება სა-სინჯი ანთება და კონცენტრაციის ფარგლების დადგენა.

ყველა ანალიზური მეთოდი ემპირიული, ანუ ცდებზე დაფუძნებულია და ცდების შედეგების განზოგადებას წარმოადგენს. ყველაზე გავრცელებული და საიმედო ლე-შატელიეს ფორმულა გადმოცემული იყო 3.4 პარაგრაფში, ფორმულა (3.7). არსებობს აგრეთვე სხვა ემპირიული ფორმულები, რომლებითაც შესაძლებელია სახიფათო კონცენტრაციების დადგენა ამა თუ იმ აეროზოლისათვის.

აალებალობის საზღვრების მნიშვნელობაზე ზეგავლენას ახდენენ ნარევის ტემპერატურა, წნევა, ნარევის შედგენილობა.

საშიშ კონცენტრაციათა დიაპაზონის მსგავსად, შესაძლებელია დადგინდეს საშიშ წნევათა ან ტემპერატურათა დიაპაზონები პრაქტიკულად ყველა აეროზოლისათვის.

ნებისმიერი ორგანული წარმოშობის მტვერი, რომელიც შესაძლებელია იყოს პლასტმასის, ფქვილის, მედიკამენტების, შაქრის, სახამებლის, ქვანახშირის და სხვათა სახით, პრაქტიკულად ფეთქებადია გარკვეულ პირობებში. ფეთქებადობა ახასიათებს ლითონების ალუმინის, მაგნიუმის და აგრეთვე სხვა არაორგანული წარმოშობის ფხვნილებს.



ნახ. 5.1. შაქრის მტკერის აფეთქების შედეგი აშშ-ის ჯორჯიის შტატში 2008 წ 7 თებერვალს

აეროზოლის აფეთქების პირობები შემდეგია:

1. ჰაერში უნდა იყოს წვადი ნივთიერების მტკერი. რაც უფრო მცირე ნაწილაკებისაგან შედგება მტკერი, მით უფრო სავარაუდო და საშიშია მისი აფეთქება;
2. მჟანგველის არსებობა, რომელიც ყოველთვისაა სუფთა ჰაერში ჟანგბადის სახით;
3. ანთების წყაროს არსებობა. ზოგიერთ მტკერს აქვს თვითაალების უნარი ინტენსიური ჟანგვის შედეგად, აგრეთვე სტატიკური მუხტების დაგროვებისა და განმუხტვის შედეგად ნაპერწკლის წარმოშობისა და თვითაფეთქების თვისება;
4. შეზღუდული შიდა სივრცე, სადაც მტკერის აფეთქება კატასტროფულ ხასიათს იძენს.

შესაძლებელია მოხდეს მცირე სიძლიერის აფეთქება, რომელიც აიტაცებს მტკერს იატაკიდან, კედლებიდან და სხვა ზედაპირებიდან, შეიქმნება აეროზოლის ღრუბელი და ხელმეორედ უფრო ძლიერი აფეთქება მოხდება.

დაახლოებით 1 მმ სისქის მტკერით დაფარული ზედაპირი პოტენციურად საშიშია აფეთქებისათვის, რადგან ამ რაოდენობის მტკერს შეზღუდულ სივრცეში შეუძლია აეროზოლის ფეთქებადი ღრუბლის წარმოქმნა. მაგალითად, პოტენციურად აფეთქებასაშიშია სათავსო, თუ მისი იატაკის 5% დაფარულია

აღნიშნული სისქის მტვრით. თუ შეუძლებელია იატაკის ან მოწყობი-ლობათა ფერის გარჩევა, მაშინ მოცემულ ადგილზე მტვრის რაოდენობა აფეთქებასაშიშა, რადგან მას შეუძლია ჰაერთან შექმნას საშიში კონცენ-ტრაციის აეროზოლი.

2008 წლის 7 თებერვალს შაქრის მტვრის მიზეზით დიდი აფეთქება მოხდა აშშ-ში – ჯორჯიის შტატის ქ. სავანას ახლოს განლაგებულ შაქარ-რაფინადის გადასამუშავებელ ქარხანაში. 30-ზე მეტი ადამიანი დაშავდა, რომელთაგან იმავე წლის მარტის თვის მონაცემებით დაღუპული იყო 13.

2008 წლის 30 დეკემბერს მოსკოვის №8 პურის ქარხნის საწყობში, სადაც ფქვილი ინახებოდა ტარის გარეშე (მილისებრ საცავში) მოხდა ძლიერ-ი აფეთქება, რომელმაც დააზიანა სამი მუშა.

### 5.3. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა

ხანძრებისა და აფეთქებების მიზეზები სამშენებლო მოედნებზე, საცხოვ-რებელ, საზოგადოებრივ და საწარმოო შენობებში შემდეგია: წვადი ნივთიერე-ბები, ჰაერის ჟანგბადი და სითბოს წყაროები, რომელთაც შეუძლიათ აალების იმპულსის როლის შესრულება. გარდა ამისა, სამშენებლო მოედ-ნებზე და ბევრ საწარმო შენობაში არის საწვავი აირები, ორთქლი და მტვე-რი, რომელთაც ჰაერთან შერევით შეუძლიათ შექმნან ფეთქებადი აეროზოლი.

უსაფრთხო პირობები, რომელთა დროსაც გამორიცხულია ხანძრის გაჩე-ნა ან აფეთქება, შემდეგია:

- წვისთვის საჭირო კომპონენტებიდან თუნდაც ერთის გამორიცხვა;
- საწვავი ნივთიერების ან ჟანგბადის არასაკმარისი თანაფარდობა საწვავი ნარევის წარმოქმნისათვის;
- სითბური იმპულსის სიმძლავრის უკმარისობა საწვავი ნარევის ასანთებად;
- სითბური წყაროს მოქმედების დროის უკმარისობა საწვავი ნარევის ასან-თებად.

უსაფრთხო პირობების დარღვევა გამოიწვევს სამრეწველო ხანძარს ან აფეთქებას. უსაფრთხო პირობების დარღვევა ხდება სხვადასხვა მიზეზით, რომელთა შორის აღსანიშნავია: სახანძრო უსაფრთხოების წესების იგნორირება, არაღამაკმაყოფილებელი ინსტრუქტაჟი, საწარმო დისციპლინის დარ-ღვევა და სხვ.

სამრეწველო აფეთქებათა მიზეზები შეიძლება პირობითად სამ ჯგუფად დავეყოთ:

1. საწარმოს ექსპლუატაციის საწყის პერიოდში წარმოშობილი ტექნოლო-გიური მოწყობილობის ელემენტთა ერთმანეთთან მისადაგების პერიოდში.

მიზეზები შეიძლება იყოს შემდეგი: საპროექტო დოკუმენტაციის ხარვეზები, მოწყობილობის ელემენტთა დეფექტები, მოწყობილობის მონტაჟის უხარისხო შესრულება, გაუმართავი ტექნოლოგიური რეჟიმი. აღნიშნული ჯგუფის მიზეზები მჟღავნდება მოწყობილობის ექსპლუატაციაში გაშვებისთანავე. უნდა აღინიშნოს, რომ პროექტებში სერიოზული შეცდომების შედეგად ხდება სამრეწველო აფეთქებათა 7%.

2. საწარმოს ექსპლუატაციის ძირითად პერიოდში წარმოშობილი: საკონტროლო-გამზომი ხელსაწყოების და მოწყობილობათა ელემენტების გაუმართაობა, უსაფრთხოების წესების დარღვევა, პროფილაქტიკური დათვალიერებისა და მოწყობილობათა რემონტის უხარისხოდ შესრულება, რემონტის წესების დარღვევა.

3. მოწყობილობათა ელემენტების დაძველების პერიოდში წარმოშობილი: დეტალების ცვეთა, მასალების კოროზია, მოწყობილობათა ელემენტების კედლების გათხელება და სხვ.

ყველაზე ხშირად ხანძრის ან აფეთქების გამომწვევი აალების იმპულსები შემდეგია: ღია ცეცხლი; საწვავი მასალის თვითაალება; ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა ცხელი ზედაპირი; დარტყმითი ნაპერწკალი; ელექტრული ნაპერწკალი და სხვ.

სამრეწველო აფეთქებათა მიზეზია ხანძარი და პირიქით, აფეთქება შეიძლება გახდეს შემდგომი ხანძრის მიზეზი.

ხანძრის დროს ადამიანებზე შეიძლება მოქმედებდეს შემდეგი საშიში ფაქტორები: ღია ცეცხლი და ნაპერწკალი; საგნების, ჰაერის გარემოს და სხვათა მაღალი ტემპერატურა; წვის ტოქსიკური პროდუქტები; კვამლი; ჟანგბადის შემცირებული კონცენტრაცია; შენობების, ნაგებობათა, დანადგარების ჩამონგრევა, აფეთქება და მსხვრევა.

**ხანძრის კლასები.** უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნებისათვის საერთაშორისო *ISO* სტანდარტის მიხედვით ხანძრები დაყოფილია შემდეგ კლასებად:

1. *A* კლასი - მყარი ნივთიერებების წვა, რომელიც ორ ქვეკლასად იყოფა:  $A_1$  - ბუნებრივი მასალების წვა; მაგალითად ქვანახშირის, შემის, საფეიქრო ნაწარმის წვა;  $A_2$  - ხელოვნურად სინთეზებული მასალების, მაგალითად, პლასტმასის წვა.

2. *B* კლასი - თხევადი ნივთიერებების წვა, რომელიც აგრეთვე ორ ქვეკლასად იყოფა:  $B_1$  - წყალში უხსნადი ნივთიერებების (ნავთობპროდუქტების, ეთერის



და ა.შ.) და აგრეთვე დნობადი მყარი ნივთიერებების (პარაფინის, სტეარინის და სხვათა) წვა; და  $B_2$  - წყალში ხსნადი ნივთიერებების (სპირტი, გლიცერინი) წვა.

3.  $C$  კლასი - აირების წვა.

4.  $D$  კლასი - ლითონების წვა, რომელიც 3 ქვეკლასად იყოფა:  $D_1$  - მსუბუქი ლითონების წვა ტუტე ლითონთა გარდა;  $D_2$  - ტუტე ლითონთა (ნატრიუმი, კალიუმი, კალციუმი) წვა;  $D_2$  - ლითონშემცველი შენაერთების (ლითონთა ჰიდრიდების) წვა.

5.  $E$  კლასი - ელექტროდანადგარების წვა.

6.  $F$  კლასი - რადიაქტიური ნივთიერებებისა და მათი ნარჩენების წვა.

**საწარმოთა კატეგორიები.** სამრეწველო საწარმოები აფეთქები-სა და სახანძრო საშიშროების მიხედვით იყოფა ექვს კატეგორიად, რაც მოცემულია დამოუკიდებელ სახელმწიფოთა თანამეგობრობასთან და მის წევრ სახელმწიფოებთან დადებული საერთაშორისო ხელშეკრულებაში. აღნიშნული კატეგორიები შემდეგია:

$A$  კატეგორიას ეკუთვნიან საწარმოები, სადაც გამოიყენება: 1. საწვავი სითხეები, რომელთა ორთქლის ანთების ტემპერატურაა  $28^{\circ}C$  და უფრო ნაკლები; 2. საწვავი აირები, რომელთა ფეთქებადობის ზედა ზღვარია 10% იმ პირობით, რომ ისინი ქმნიან აფეთქებისათვის საშიშ ნარევს არანაკლებ 5% კონცენტრაციაზე.  $A$  კატეგორიას აგრეთვე მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც იხმარება ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც ფეთქდებიან და იწვიან წყალთან, ჰაერის ჟანგბადთან ან ერთმანეთთან კონტაქტისას.

$B$  კატეგორიას მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც გამოიყენება: 1. საწვავი სითხეები, რომელთა ორთქლის ანთების ტემპერატურაა  $28-61^{\circ}C$ ; 2. საწვავი აირები, რომელთა ფეთქებადობის ქვედა ზღვარია 10%; 3. სითხეები, რომლებიც წარმოების პირობებში ცხელდებიან ანთების ტემპერატურამდე და მეტად; 4. საწვავი მტვერი ან ბოჭკო, რომლის ფეთქებადობის ქვედა ზღვა-რია  $65$  გ/მ<sup>3</sup>. ოთხივე პუნქტს ახლავს პირობა, რომ აღნიშნულმა სითხეებმა, აირებმა და მტვერმა უნდა შექმნან ფეთქებადი ნარევი შენობის 5% ან მეტ მოცულობაში.

$A$  და  $B$  კატეგორიების საწარმოები ხასიათდება როგორც ფეთქება-დობის, ისე ხანძარსაშიშროებით.

*B* კატეგორიას მიეკუთვნება საწარმო, სადაც გამოიყენება ან გადაამუშავდება: 1. სითხეები, რომელთა ორთქლის ანთების ტემპერატურაა  $61^{\circ}C$  და მეტი; 2. საწვავი მტვერი ან ბოჭკო, რომელთა ფეთქებადობის ქვედა ზღვარია  $65 \text{ გ/მ}^3$  და მეტი კონცენტრაცია; 3. ნივთიერებანი, რომლებიც იწვიან წყალთან, ჰაერის ჟანგბადთან ან ერთმანეთთან კონტაქტისას; 4. მყარი საწვავი ნივთიერებანი და მასალები, *B* კატეგორიის საწარმოები ხანძარსაშიშია.

*Γ* კატეგორიას მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც ხდება: 1. იმ მასალებისა და ნივთიერებათა დამუშავება ცხელი, გაგარვარებული ან გამდნარი სახით, რომლებიც თვითონ არ იწვიან, მაგრამ რომელთა დამუშავების პროცესებს ახლავს სითბოს, ნაპერწკლის ან ალის გამოყოფა; 2. მყარი, თხევადი და აიროვანი წვადი ნივთიერებების უტილიზება.

*Δ* კატეგორიას ეკუთვნის საწარმოები, სადაც ხდება იმ მასალებისა და ნივთიერებათა დამუშავება ცივ მდგომარეობაში, რომლებიც არ იწვიან.

*E* კატეგორიას მიეკუთვნება აფეთქებასაშიში საწარმოები, რომლებშიც გამოიყენება საწვავი აირები (თხევადი ფაზისა და მტვერის გარეშე) ისეთი რაოდენობით, რომ შეუძლია შენობის მოცულობის 5% -ზე მეტში წარმოქმნას აფეთქებასაშიში ნარევი. ტექნოლოგიური პროცესების პირობებით ასეთ საწარმოებში შესაძლოა აფეთქება (შემდგომი წვის გარეშე) წყალთან, ჰაერის ჟანგბადთან და ერთმანეთთან ურთიერთქმედებით.

*A*, *B* და *B* კატეგორიებს არ მიეკუთვნება საწარმოები, სადაც ხდება მყარი, თხევადი და აიროვანი საწვავ ნივთიერებათა დაწვა სათბობის სახით ან დაწვის გზით ხდება უტილიზება; აგრეთვე საწარმოები, სადაც ტექნოლოგიური პროცესი მიმდინარეობს ღია ცეცხლის გამოყენებით. ასეთი საწარმოები ეკუთვნიან *Γ* კატეგორიას.

ხშირად ერთ საწარმოო კორპუსში სხვადასხვა იზოლირებულ სათავსში მოთავსებულია ხანძარსაშიშროების მიხედვით სხვადასხვა კატეგორიის ტექნოლოგიური პროცესები. ამ შემთხვევაში საწარმოს კატეგორია განისაზღვრება უფრო მეტად საშიში პროცესით ან ყოველი იზოლირებული სათავსისათვის განისაზღვრება ხანძარსაშიშროების საკუთარი კატეგორია.

აფეთქების და ხანძარსაშიშროების წარმოდგენილი კლასიფიკაცია ახასიათებს მხოლოდ საწარმოო შენობებს, საზოგადოებრივი შენობების სახანძრო უშიშროების უზრუნველყოფისთვის ტექნიკური დაპროექტება დაფუძნებულია ამ შენობათა ტევადობაზე; ხოლო საცხოვრებელი სახლებისათვის ასეთი დაპროექტების საფუძველია ზომები და სართულების რაოდენობა.

ხანძარსაწინაღო ნორმირების მოთხოვნების შესრულება სავალდებულოა სამრეწველო საწარმოების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და მოღერნიზაციის შემთხვევებისათვის.

#### 5.4. ქვანახშირის მტვრის ფემქვალოზა

ქვანახშირის მტვერს შეიცავს სავენტილოაციო ჰაერი შახტებში, ქვანახშირის მამლიდრებელ ფაბრიკებში, ქვანახშირზე მომუშავე თბოელექტროსადგურებში და სხვაგან.

ქვანახშირის 1 მმ-მდე ან უფრო მცირე ზომის მტვრის კონცენტრაციისას 16–96 გ/მ<sup>3</sup>-დან 2000 გ/მ<sup>3</sup>-მდე ფარგლებში აეროზოლი იწვის და ფეთქდება. ამის გარდა ქვანახშირის მტვერი, აგრეთვე ნახშირბადის შემცველი სხვა აეროზოლებიც გაცხელებისას გამოყოფენ 15% და მეტი რაოდენობის აქროლადებს, რომლებიც ფეთქებადი აირებია. ქვანახშირის მტვრის აალების ტემპერატურა შეადგენს 750–850<sup>0</sup> C, ხოლო აფეთქების ტალღის სინქარე დეტონაციისას შეადგენს დაახლოებით 1000 მ/წმ, რაც აღემატება ბგერის სინქარეს მოცემულ ტემპერატურაზე და დიდი დამანგრეველი ძალა აქვს.

ყველაზე დიდი დამანგრეველი ძალა აქვს აფეთქებას, როცა მტვრის კონცენტრაცია იცვლება 300–400 გ/მ<sup>3</sup> დიაპაზონში.

რაც უფრო ტენიანია აეროზოლი ან რაც უფრო მეტი ინერტული ნივთიერების შემცველობით ხასიათდება, მით ნაკლებად საშიშია აეროზოლი აფეთქებისა და აალების მხრივ.

დადგენილია, რომ:

1. ქვანახშირის მტვერს აქვს აფეთქების უნარი მეთანის გარეშე;
2. ქვანახშირის მტვერს შეუძლია მცირე რაოდენობის მეთანის აფეთქება გადააქციოს დიდი სიძლიერის აფეთქებად;
3. ქვანახშირის მტვრის თანხლება ამცირებს მეთანის ჰაერთან ფეთქებადი ნარევის ქვედა ზღვარს, რომელიც 5%-ზე ნაკლები ხდება;
4. ქვანახშირის მტვრის აფეთქების პროდუქტები დიდი რაოდენობით შეიცავს ნახშირბადის მონოოქსიდს, რომელიც დამატებით საფრთხეს წარმოადგენს როგორც აფეთქების, ისე ადამიანების მოწამვლის თვალ-საზრისით.

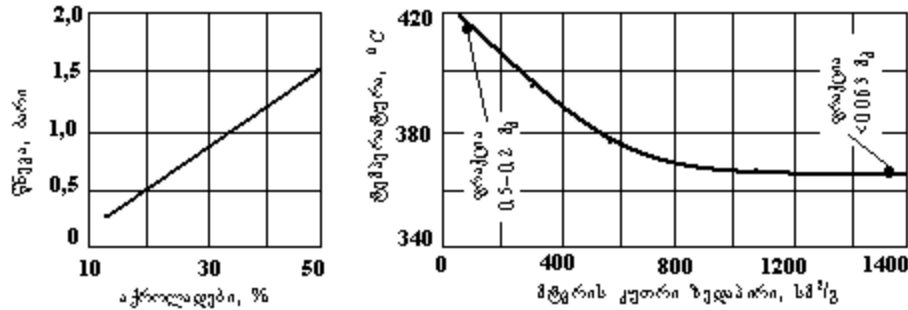
აეროზოლების წვის პროცესი რამდენადმე განსხვავებულია აირების წვის პროცესისაგან, მაგრამ საერთოც ბევრია. კერძოდ, ერთმანეთის ანალოგიური მათი თბური ეფექტი: 10% მეთანის კონცენტრაციის 1 მ<sup>3</sup> ჰაერის ნარევი

თეორიულად თითქმის იმავე თბურ ეფექტს იძლევა აფეთქებისას, რასაც – ქვანახშირის იმ მტვრის რაოდენობა, რომელიც პოტენციურადაა შესაძლებელი დაიწვას 1 მ<sup>3</sup> ჰაერში (111,5 გ ნახშირბადი). ქვანახშირის მტვრის თბური ეფექტია 34 078 კჯ/კგ (8 140 კკალ/კგ). როგორც აღი-ნიშნა, მეთანისათვის იგივე მაჩვენებლები შესაბამისად შეადგენს 54 425 კჯ/კგ (13 000 კკალ/კგ).

ქვანახშირის მტვრის აფეთქება ხასიათდება შემდეგი თავისებურებებით:

1. აფეთქების ძალას განაპირობებს მტვრის დისპერსიულობა (დაქუცმაცებულიობა), აგრეგაციის უნარი (აქროლადების გამოყოფა), ტენის ან ინერტული მინარევების (ნაცრის) შემცველობა, ასაფეთქებელი სივრცის მოცულობა, აალების წყაროს სიმძლავრე;
2. მტვრის ქიმიური შედგენილობით განპირობებულია გამოყოფილი აქროლადი აირების სახეობა, რომლებიც მონაწილეობენ აფეთქებაში;
3. აფეთქებას წინ უსწრებს სითბოს აკუმულაცია ჟანგვითი რეაქციებისა და აქროლადების გამოყოფის შედეგად;
4. ქვანახშირის მტვრის ღრუბელში ნაწილაკების ერთმანეთთან ხახუნით წარმოიშობა სტატიკური ელექტრული მუხტები, რომელთა განმუხტვის შედეგად შესაძლებელია ნაპერწკლის გაჩენა და აფეთქების ინციაცია გარედან ჩარევის გარეშე;
5. ქვანახშირის მტვრის აფეთქებისას უპირატესად წარმოიშობა ნახშირბადის მონოოქსიდი.

აქროლადების მთავარი კომპონენტებია: მეთანი, წყალბადი, ნახშირბადის მონოოქსიდი, ეთანი, აგრეთვე ფისები და სხვა მძიმე ნახშირ-წყალბადები. ქვანახშირის დაშლის პროდუქტების აფეთქებადობის ქვედა ზღვარი პრაქტიკულად მუდმივი სიდიდეა და შეადგენს 4,2%. გოგირდ-წყალბადისა და ნახშირბადის მონოოქსიდის კონცენტრაცია ნახშირის დაშლის პროდუქტებში შემთხვევით ხასიათს ატარებს, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ქვანახშირი მეტამორფიზმის მაღალ სტადიაზეა და აქროლადების გამოსავალი 15%-ზე ნაკლებია. მხოლოდ მეთანის გამოსავლიანობა ემორ-ჩილება გარკვეულ კანონზომიერებას აქროლადების საერთო კონცენტრაციისას 20–30% -ის დიაპაზონში. ამ უკანასკნელის შემდგომი გაზრდისას მეთანის შემცველობა აღარ იზრდება, ხოლო ნარევის ფეთქებადუნარიანობა მაინც აგრძელებს მომატებას დანარჩენი წვადი კომპონენტების ხარჯზე.



ნახ. 5.2. მარცხნივ – ქვანახშირის მტვრის აფეთქების წნევის მსვლელობა აქროლადების მიხედვით; მარჯვნივ – მტვრის აალების ტემპერატურის ცვალებადობა კუთრი ზედაპირის მიხედვით

აქროლადების გამოსავლის მიხედვით ქვანახშირის მტვერი დაყოფილია მცირედ ფეთქებადად, როცა მათი გამოსავალი 15%-ზე ნაკლებია და ძლიერად ფეთქებადად, როცა მათი გამოსავალი 15%-ზე მეტია.

რაც უფრო დისპერსულია ქვანახშირის მტვერი, მით უფრო მეტია მისი კუთრი ზედაპირი და შესაბამისად იზრდება მისი ფეთქებადუნარიანობა, რაც გამოხატულია აფეთქების ადგილზე წნევის ზრდით დისპერსულობის შემცირების კვალობაზე და აალების ტემპერატურის შემცირებით იმავე მიზეზით. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულება წარმოდგენილია ნახ. 5.2-ზე (მარჯვნივ). აღნიშნულის გამო მტვერი აფეთქების მხრივ უფრო საშიშია არა მისი გენერაციის ადგილზე, არამედ მისგან დაშორებით, სადაც მხოლოდ მცირე ფრაქციები გადაიტანებიან ჰაერის მიერ (მსხვილი ფრაქციები ილექებიან).

მაშასადამე, მტვრის ფეთქებადობის ხარისხი შესაძლებელია დახასიათდეს აგრეთვე აფეთქების ადგილზე წნევის სიდიდით. ეს უკანასკნელი მატულობს წვადი ნივთიერებების გამოყოფის გაზრდის კვალობაზე (ნახ. 5.2).

ქვანახშირის მტვრის აფეთქების შემთხვევაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ატმოსფერული ჰაერის შედგენილობას აფეთქების ადგილზე. როგორც აღინიშნა, თუ ჰაერში არის მეთანი, მაშინ აფეთქება შესაძლებელია მტვრის დაბალი კონცენტრაციისას. დადგენილია, რომ ძლიერად ფეთქებადი მტვრის აფეთქების ქვედა ზღვარია 17–18 გ/მ³, მაგრამ თუ მას ახლავს მეთანი, ფეთქებასაშიში ხდება უკვე 5–6 გ/მ³ მტვრის შემცველობის ჰაერი. სუსტად ფეთქებადი მტვრის შემთხვევაში, რომელსაც მიეკუთვნება ისეთი, რომელში-დაც აქროლადების გამოსავალია 10–15%-ის დიაპაზონში, აფეთქების ქვედა ზღვარი არის 50 გ/მ³.

ქვანახშირის მტვრის ფეთქებაუნარიანობაზე ჰაერში წყლის წვეთების არსებობა დიდ გავლენას ახდენს. ტენი ამ შემთხვევაში შესაძლებელია განვიხილოთ, როგორც ინერტული დანამატი, რომლითაც კლებულობს მტვრის

საერთო კონცენტრაცია. ამის გარდა, ტენი კიდევ ორი პოზიციით ამცირებს მტვრის ფეთქებაუნარიანობას: ჯერ ერთი, წყლის თბოტევადობა ინერტული მტვრის იმავე სიდიდეზე მეტია, ხოლო წყლის წვეთის აორთქლებაზე დასახარჯი სითბოს გათვალისწინებით, ტენიანობა დაახლოებით 5-ჯერ მეტ სითბოს შთანთქავს ნარევიდან ინერტულ მტვერთან შედარებით. მეორე პოზიცია ისაა, რომ ტენი ხელს უწყობს მტვრის ნაწი-ლაკების კოაგულიაციას და ამის შედეგად ამცირებს მის კუთრ ზედაპირს ჟანგვითი პროცესების შემცირების თანხლებით.

წყლის წვეთების დამცავი თვისებებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანი კოაგულიაციის უნარია.

მტვრის ნაცრიანობა ამცირებს ქვანახშირის მტვრის ფეთქებაუნარია-ნობას, მაგრამ იშვიათი გამონაკლისის გარდა ნახშირის ბუნებრივი ნაცრია-ნობა საკმარისი არაა მისი მტვრის აფეთქების ასაცილებლად.

ქვანახშირის მტვრის აფეთქებას აქვს თავისებურებები. ალის ფრონტი გავრცელების სიჩქარის მიხედვით განსხვავებულია:

1. ანთება – მტვრის წყნარი წვა ხდება ჟანგბადის უკმარისობისას;
2. აალება 4–10 მ/წმ წვის სიჩქარით 15 კპა წნევის პირობებში;
3. აფეთქება 100 მ/წმ-ზე მეტი წვის სიჩქარით;
4. დეტონაცია, რომლის დროსაც ალის ფრონტი ვრცელდება 1000 მ/წმ და მეტი სიჩქარით.



ნახ. 5.3. ინერტული მტვრის გასაფრქვევი ავტომატური სისტემის საერთო ხედი: 1 - სენსორები და მართვის ფარი; 2 - კუმშული ჰაერის რეზერვუარი; 3 - ინერტული მტვრის ჭურჭელი; 4 - საქმენები, რომლებიც

შახტებში ქვანახშირის მტვრის აფეთქების ასაცილებლად იყენებენ ჰაერის მორწყვის ან მისი ინერტული მტვრით გაჯერების მეთოდებს. ინერ-ტული მტვრით ავსებული ჭურჭლები ისეა განლაგებული, რომ აფეთქების ტალღას შეუძლია მათი ამოყირავება, ჰაერის გაჯერება ინერტული მტვრით და დეტონაციის აცილება. ჭურჭლების ამოყირავება შესაძლებელია ხელითაც.

ქვანახშირის მტვრის აფეთ-ქების ლოკალიზაციისათვის გამოიყენება აგრეთვე ავტომატური სის-ტემა (ნახ. 5.3), რომლის სენსო-რები ღებულობს პირველადი აფეთ-ქების ტალღას. სენსორებიდან მექა-ნიკური იმპულსი გადაეცემა ასამუ-შავებელ მექანიზმს, რომელიც გაარ-ღვევს სისტემის სამუშაო სივრცის მთლიანობას 15–20 მილიწამის განმავლობაში, გაათავისუფლებს შე-

კუმშულ ჰაერსა და დაახლოებით 25 კგ ინერტულ ცეცხლსაქრობ ფხვნილს. ეს უკანასკნელი აავსებს სივრცეს, სადაც მოხდება პირველადი აფეთქება და გამორიცხავს დეტონაციის განვითარების შესაძლებლობას დაახლოებით 180–200 მ<sup>3</sup> მოცულობის სივრცეში. ასეთი ავტომატური სისტემა ძირითადად გამოიყენება შახტებსა და ქვანახშირის თბოელექტროსადგურებში.

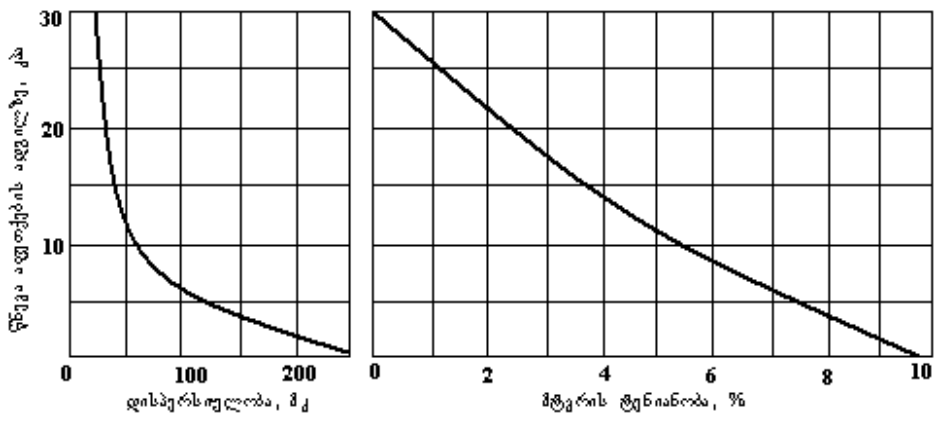
### 5.5. გოგირდისა და მისი ნაერთების მტვერის ფეთქებადობა

სპილენძისა და გოგირდ-კოლჩედანური საბადოების დამუშავებისას, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ამ უკანასკნელებში მაღალია პირიტის შემცველობა (50–90%), საშიშია სულფიდური მტვერის აფეთქება, რომლისათვისაც დამახასიათებელია დიდი რაოდენობით გოგირდოვანი აირის გამოყოფა.

სულფიდური მტვერის ანთების ძირითადი წყაროა აირისებრი პროდუქტები, რომლებიც გამოიყოფა აფეთქებითი სამუშაოებისას. სხვა წყაროები – ღია ცეცხლი ან ნაპერწკალი ამ მხრივ ნაკლებად საშიშია.

პრაქტიკით დადასტურებულია, რომ სულფიდური მტვერი მისი მაღალი სიმკვრივის გამო შორს არ ვრცელდება მისი წარმოშობის ადგილიდან. სულფიდური მტვერის აფეთქება დამოკიდებულია მასში გოგირდის შემცველობაზე, ნაწილაკების ზომებზე, ნაცრიანობაზე და ტენიანობაზე.

გოგირდის შემცველობის მატებით ალის სიგრძე იზრდება გამოსაცდელ მილში, ხოლო აფეთქების ქვედა ზღვარია გოგირდის 30%-იანი კონცენტრაცია. მტვერის დისპერსიული შედგენილობის გავლენა მის ფეთქებაუნა-რიანობაზე ნაჩვენებია ნახ. 5.4-ზე. ყველაზე სახიფათოა სულფიდური მტვერი, რომლის ფრაქციების ზომები იცვლება 10–100 მკ-ის დიაპაზონში. 250 მკ-ზე მეტი ზომის მტვერი პრაქტიკულად უსაფრთხოა აფეთქების მხრივ.



ნახ. 5.4. მარცხნივ – გოგირდის მტვრის აფეთქების წნევის დამოკიდებულება მის დისპერსიულობაზე; მარჯვნივ – იმავე სიდიდის დამოკიდებულება მტვრის ტენიანობაზე

სულფიდური მტვრის ფეთქებადობის უნარი მცირდება ტენიანობის გაზრდით. 9,0–9,5% ტენიანობისას სულფიდური მტვერი აღარ ფეთქდება. სულფიდური მტვრის აფეთქების ინტენსიურობის დამოკიდებულება ჰაერის ნარევის ტენიანობაზე წარმოდგენილია იმავე ნახაზის მარჯვენა გრაფიკზე.

გოგირდის მტვერი უფრო საშიშია ვიდრე ქვანახშირისა და სულფიდური მტვერი, რადგან აფეთქების ტემპერატურა და აფეთქებასაშიში კონცენტრაციის ქვედა ზღვარი მისთვის უფრო ნაკლებია. გოგირდის მტვრის აალებისა და აფეთქების მინიმალური ტემპერატურები მოცემულია 5.1 ცხრილში.

ცხრილი 5.1

გოგირდის მტვრის აალებისა და აფეთქების მინიმალური ტემპერატურები

| გოგირდის ნაირსახეობა | აალების მინიმალური ტემპერატურა, °C | აფეთქების მინიმალური ტემპერატურა, °C |
|----------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| კოშტისებრი           | 290                                | 340                                  |
| კრისტალური           | 275                                | 320                                  |
| ფლოტოკონცენტრანტი    | 275                                | 320                                  |

სულფიდური და გოგირდის შახტების მტვრის რეჟიმი ითვალისწინებს შემდეგ ღონისძიებებს:

1. მტვრის წარმოშობის მიზეზების აღმოფხვრა ან მნიშვნელოვანი შემცირება (შპურების ბურღვა სველი წესით, სამუშაო სივრცის მორწყვა, მტვრის ჩამორეცხვა გვირაბის კედლებიდან და ჭერიდან);
2. აალების წყაროთა მინიმიზაცია (დაცული ფეთქებადი ნივთიერების გამოყენება, ელექტროაფეთქების ხერხის გამოყენება, ღია ცეცხლის აკრძალვა).

## 5.6. ამროზოლუმის აფეთქების ასაცილებელი ღონისძიებები

ყველაზე ხშირად გადასაზიდი და საწყობებში შესანახი ნივთიერებებისა და მასალების ნუსხა, აგრეთვე მათი ერთმანეთისაგან განცალკევების წესი შენახვისა და ტრანსპორტირებისას მოცემულია სპეციალურ ლიტერატურაში “საქართველოში მოქმედი სახანძრო უსაფრთხოების წესები”.

ყველა სახის აეროზოლის აფეთქება საშიშია, მაგრამ განსაკუთრებული საფრთხე ახასიათებს სამთო-მომპოვებელ საწარმოებს, რადგან შედარებით გართულებულია მათი ვენტილაცია, აგრეთვე ელევატორებსა და ყველა ისეთ



ნაგებობას, რომლებშიდაც პროდუქტი ან მასალა ინახება ტარის გარეშე, ანუ ინახება განუცალკევებელი დიდი მოცულობები. აღნიშნულის გამო, მომხდარი აფეთქების შეჩერება შეუძლებელია და იგი გაგრძელდება აფეთქებების სერიის სახით. შახტებში აფეთქებათა სერიის ასაცილებელი ღონისძიებაა სხვადასხვა ფლეგმატიზატორების (ინერტული მტვრის ან აირის, წყლის და ა.შ.) გამოყენება.

სერიოზული დასაკვნების გასაკეთებელი აფეთქებათა სერია მოხდა რუსეთის ფედერაციაში ტომილოვის ელევატორზე 1988 წელს. სამი აფეთქება ერთმანეთის მიყოლებით მოხდა მზესუმზირის ნაყოფის სილოსში. აფეთქებათა ლოკალიზების მცდელობისას მოხდა კიდევ ერთი აფეთქება, რომელმაც იმსხვერპლა მთელი პერსონალი, რომელიც იქ იმყოფებოდა – 30 ადამიანი. წელიწადნახევრის განმავლობაში მოცემულ ობიექტზე ხდებოდა ხანძრისა და აფეთქებების ლოკალური კერების წარმოქმნა, რაც არ შეწყვეტილა ელევატორის სრულ განადგურებამდე.

აქედან გამომდინარე, ასეთი ვითარების აცილების ერთ-ერთი ხერხი ისაა, რომ პროდუქცია ან მასალები ინახებოდეს განცალკევებულ ნაკვეთურებში ისე, რომ შეუძლებელი იყოს ერთი ნაკვეთურიდან მეორეზე ხანძრის ან აფეთქების გავრცელება.

2004 წელს იმავე ქვეყანაში მოსკოვის ოლქში ექსპლუატაციაში შევიდა ვორონოვის ალას გადამამუშავებელი ქარხანა, რომელიც აფეთქების საწინალო მოწყობილობათა არქონის გამო (დაპროექტებისას მთელი რიგი უბნები შეცდომით მიიჩნეეს ხანძარუსაფრთხოდ) სამ თვეში დაინგრა მომსახურე პერსონალის დაღუპვისთან ერთად. აეროზოლის აფეთქება მოხდა ასპირაციული ნარჩენების ბუნკერში.

კარგ შედეგებს იძლევა რაბვის პრინციპზე დაფუძნებული საკეტები, რა-მაც გაამართლა ალას საწარმოში ქ. სარანსკის “გაერთიანებულ ლუდსა-ხარში საწარმოებში”, სადაც მტვრის ლოკალური აფეთქება მოხდა ასპირაციული ნარჩენების ბუნკერში, მაგრამ იგი აღარ გავრცელდა სხვაგან.

აეროზოლების აფეთქება საშიშია აგრეთვე მოცულობითი აფეთქების მხრივ, რომელიც განსაკუთრებით დიდ საფრთხეს უქმნის როგორც ტერიტორიას, ისე პერსონალს. მოცულობითი აფეთქება ერთ კონკრეტულ ადგილზე არაა ლოკალიზებული და ხდება გარკვეულ სივრცეში, სადაც გავრცელებულია აეროზოლი ან აირი. მაგალითად, ერთბაშად 2 კვ. კმ-ზე მოხდა აეროზოლისა და ბუნებრივი აირის მოცულობითი აფეთქება ბაშკირეთში 1989 წელს. ადგილზე დაიღუპა 872, ხოლო მძიმედ დაზიანდა 339 ადამიანი, რომელთაგან უმრავლესობა მოგვიანებით დაიღუპა სათანადო დახმარების აღმოუჩენლობის

გამო, რადგან აღნიშნულმა მოვლენამ გაანადგურა აგრეთვე პირველადი დახმარების სამედიცინო საშუალებები იმავე ტერიტო-რიაზე.

რუსეთის ფედერაციაში ბოლო წლების სტატისტიკით დადასტურებულია, რომ აფეთქებების ყველაზე მეტი შემთხვევა მოხდა კომბინირებული საკვების წარმოებაში, ნედლეულისა და მზა პროდუქციის შესანახი საწყო-ბების ჩათვლით, რომლებზედაც მოდის შემთხვევათა საერთო რიცხვის 45%. ელევატორებზე მოდის აფეთქებების 33%, ხოლო ფქვილის წარმოებაზე – 22%.

სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის შედეგად, აფეთქების გამომწვევი მიზეზები შემდეგნაირად ხასიათდებიან:

- ექსპლუატაციის წესების დარღვევა ან მოწყობილობათა გაუმართაობა – 34%;
- ნედლეულისა და პროდუქციის თვითაალება – 22%;
- მარცვლეულის გასაშრობი მოწყობილობების გაუმართაობა ან მათი უსაფრთხო მუშაობის წესების იგნორირება – 12%;
- სახანძრო უსაფრთხოების წესების დარღვევა – 6%;
- ღია ცეცხლით სამუშაოების შესრულება სათანადო წესების დაცვის გარეშე და სხვა მიზეზები, რომლებიც არაა დიფერენცირებული – 26%.

აღინიშნა, რომ ასეთ ობიექტებზე იშვიათია ერთეული აფეთქება და იგი გრძელდება სერიების სახით. ხშირად აფეთქება გადადის ტექნოლოგიური ხაზის, მაგალითად ლენტური ან ხვეტია კონვეიერის მეშვეობით (კარგ შედეგებს იძლევა ზრახნული კონვეიერებით სარგებლობა), რომელიც ერთი სათავსოდან მეორეს მიაწოდებს სათანადო პროდუქტს. ამასთან ერთად მიზეზი ყოველთვის ან თითქმის ყოველთვის პირველადი მცირე სიძლიერის აფეთქებაა.

პირველადი აფეთქების ყველაზე მეტი შემთხვევა – დაახლოებით 50% მოდის მოწყობილობებზე, ხოლო 40%-ზე მეტი – სათავსოებში, სილოსებსა და ბუნკერებში.

ყველაზე დამანგრეველი მერმექმედება, 45% – ჰქონდა ელევატორებში აფეთქებებს, შემდეგ მოდის წისქვილკომბინატები – 35% და შემდეგ კი კომბინირებული საკვების დამამზადებელი ქარხნები – 20%.

დამანგრეველი მერმექმედების ძირითადი მიზეზებია:

- მოწყობილობებში აფეთქებადაცვის საშუალებების არაეფექტურობა ან მათი არარსებობა;
- სილოსებში, ბუნკერებსა და ნაგებობებში ადვილად მოშორებადი კონსტრუქციების არქონა. მაგალითად, ადვილადანადი ჭერი ან ადვილად-მოშორებადი კედელი არსებითად ასუსტებს აფეთქების სიძლიერეს;

- აფეთქებათა ლოკალიზაციის სისტემების არქონა.

ტექნოლოგიური პროცესებისა და მოწყობილობების ხანძარ- და აფეთქებაუსაფრთხოება მიიღწევა: მათი სათანადო დაპროექტებით; ნორმატიული მოთხოვნების შესაფერისი ექსპლუატაციით; ხანძრებისა და აფეთქებების ასაცილებელი წესებისა და მოწყობილობების გამოყენებით; ისეთი სისტემების გამოყენებით, რომლებიც მინიმუმამდე დაიყვანს პერსონალის დაზიანებას ავარიის შემთხვევაში და ყოველთვის გადაამწყვეტი მნიშვნელობისაა პერსონალის კვალიფიკაცია სამუშაოთა შესრულების ყველა ეტაპსა და დონეზე.

ხანძრისა და აფეთქების ასაცილებელი წესები და საშუალებები შემდეგია: 1. აპარატებისა და მოწყობილობათა ფარგლებში მტერის მოცილება – გაწმენდით ან ვენტილაციით; 2. მტერის ნეიტრალიზაცია – ინერტული მტერის, ფლეგმატიზატორების (ნახშირორჟანგის, აზოტის, სხვა ინერტული აირების შერევით) ან წყლის გაშხეფებით, სადაც ეს შესაძლებელია; 3. ანთების წყაროების – ნაპერწკლის, ღია ცეცხლის და ა.შ. აკრძალვა.

ამის გარდა, საჭიროა დამცავი სისტემების მოწყობა, რომელთა ძირითადი დანიშნულებაა:

1. აპარატებისა და მოწყობილობათა დაცვა მათში წვის პროცესის დაწყების შემთხვევაში;

2. ჭარბი წნევის უსაფრხო არინება (მაგალითად, მილსადენთა სისტემით ჭარბი წნევის გადაგდება ისეთ ადგილზე, რომელიც საშიში არაა აფეთქების ან ხანძრის მხრივ);

3. ხანძრის ან აფეთქების ლიკვიდაცია აპარატებისა და მოწყობილობათა ფარგლებში იმ შემთხვევაში, თუ წინა ორმა ღონისძიებამ სასურველი შედეგი ვერ გამოიღო.

დამცავი სისტემების მოწყობას წინ უნდა უძღოდეს სავარაუდო ხანძრის ან აფეთქების კერების წარმოქმნის პროგნოზი გაანგარიშების გზით.

საორგანიზაციო-ტექნიკური ღონისძიებებიდან აღსანიშნავია:

1. აპარატებისა და მოწყობილობათა პერიოდულ წმენდა მათი ტექნიკური დოკუმენტაციით გათვალისწინებულ ვადებში და ამ ვადების მითითება თვით აპარატურაზე დატანილი თვალსაჩინო საშუალებით (წარწერა, პლაკატი და ა.შ.);

2. ხანძრისა და აფეთქების ასაცილებელი და მათგან დამცავი მოწყობილობების დროული გეგმური დათვალიერება და რემონტი;

3. ხანძრისა და აფეთქების ასაცილებელი მოწყობილობების მუშაუნარიანობის პერიოდული შემოწმება;

4. პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლება სათანადო გამოცდების ჩაბარებისა და აგრეთვე, სასწავლო განგაშის გამოცხადების გზით.

უნდა გაკეთვალისწინოთ, რომ ჟანგბადის გარდა მჟანგავებია მისი შემცავი ნივთიერებები – პერქლორატი, სელიტრა, დენთი, თერმიტი, აგრეთვე ცალკეული ქიმიური ელემენტი, მაგალითად, ფოსფორი, ბრომი. აფეთქების ადგილიდან უსაფრთხო მანძილის შესაფასებლად ძალზე მნიშვნელოვანია უბეიკერის მონაცემები, რომელიც მან 1995 წელს მიიღო 5 ტ ტევადობის საწვავის ავზის აფეთქების პირობებისათვის.

ცეცხლისაგან დაზიანებას შემდეგი მანძილები ახასიათებს:

- 45 მ-მდე. სიცოცხლესთან შეუთავსებელი,
- 95 მ-მდე. მე-3 ხარისხის დამწვრობა,
- 145 მ-მდე. მე-2 ხარისხის დამწვრობა,
- 150 მ-მდე. 1-ლი ხარისხის დამწვრობა,
- 240 მ-მდე. თვალის ბადურის დამწვრობა.

დარტყმითი ტალღისათვის სათანადო მაჩვენებლები შემდეგია:

- 45 მ-მდე. სიცოცხლესთან შეუთავსებელი,
- 95 მ-მდე. ფილტვებისა და მუცლის ღრუს ბაროტრამპა,
- 140 მ-მდე. ყურის სასმენი აპკის გარღვევა.

## 5.7. ჯვადი მტვრის საშიშროების შემფასება

### • ჰაერში შეტივანარებული მტვერი

1. ჰაერში შეტივანარებული წვადი მტვრის (ჰაერისა და მტვრის ნარევის) დასახასიათებლად გამოიყენება აფეთება- და ხანძარსაშიშროების შემდეგი მაჩვენებლები:

$N$  - მტვრის აალების ქვედა ზღვრული კონცენტრაცია ნარევეში,  $გ/მ^3$ ;

$W_{\min}$  - ანთების მინიმალური ენერგია, *მილი-ჯოული*;

$P_{\max}$  - აფეთქების მაქსიმალური წნევა, *კპა*;

$V \frac{dP}{d\tau}$  - წნევის ზრდის სიჩქარე აფეთქების შემთხვევაში, *კპა/წმ*;

$N_0$  - ჟანგბადის მინიმალური ფეთქებასაშიშროების შემცველობა ნარევეში, % მოცულობის მიხედვით.

### • დაჯენილი წვადი მტვერი

2. დაჯენილი წვადი მტვრის დასახასიათებლად გამოიყენება აფეთება- და ხანძარსაშიშროების შემდეგი მაჩვენებლები:

$t$  - თვითანთების ტემპერატურა,  $^{\circ}C$  ;

$W_{min}$  - ანთების მინიმალური ენერგია, მილი-ჯოული;

აგრეთვე შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ანთების ტემპერატურა, თვითგახურების ტემპერატურა, დაშლის ტემპერატურა, თბური თვითანთების ტემპერატურული პირობები, წყალთან მოქმედებისას გახურების მაჩვენებელი.

ცხრილი № 5.2

ჰაერში შეტიენარებული წვადი მტვრის (ჰაერისა და მტვრის ნარევის) აფეთება- და ხანძარსაშიშროების მაჩვენებლები

| წვადი ნივთიერება                            | $N$ ,<br>გ/შ | $W_{min}$ ,<br>მჯ | $t$ ,<br>$^{\circ}C$ | $P_{max}$ ,<br>კპა | $dP/dt$ ,<br>კპა/წმ | $N_o$ ,<br>%           |
|---|--------------|-------------------|----------------------|--------------------|---------------------|------------------------|
| <b>არარორბანული ნივთიერებები</b>            |              |                   |                      |                    |                     |                        |
| ბორი  | 100          | 60                | 400                  | 630                | 17000               | –                      |
| გოგირდი                                     | 17           | –                 | 190                  | 460                | 13300               | 5,0                    |
| კრემნიუმი (კაუი)                            | 100          | 2,1               | 790                  | 530                | 84000               | 11,0                   |
| ხუთგოგირდოვანი ფოსფორი                      | 20           | –                 | 265                  | 510                | 40000               | 5,0                    |
| წითელი ფოსფორი                              | 14           | 0,05              | 305                  | 700                | 33000               | 4,0                    |
| <b>ლითონები</b>                             |              |                   |                      |                    |                     |                        |
| ალუმინი                                     | 10           | 0,025             | 470                  | 660                | 63000               | 2,0                    |
| ალუმინ-მაგნიუმის შენადნობი                  | 25           | 0,047             | 280                  | 600                | 70000               | +CO <sub>2</sub><br>+A |
| ბრინჯაოს პულერი                             | 1000         | –                 | 190                  | 300                | 9000                | –                      |
| ვანადიუმი                                   | 220          | 60                | 490                  | 340                | 4200                | 10,0                   |
| თუთია                                       | 480          | 0,15              | 460                  | 350                | 13000               | 10,0                   |
| თორიუმი                                     | 75           | 5                 | 270                  | 350                | 23000               | 2,0                    |
| კადმიუმი                                    | –            | 4000              | 250                  | 49                 | 700                 | –                      |
| კალა  | 190          | 80                | 430                  | 260                | 9000                | 16,0                   |
| მაგნიუმი                                    | 25           | 10                | 490                  | 500                | 70000               | +CO <sub>2</sub>       |
| მანგანუმი                                   | 90           | 180               | 240                  | 340                | 20000               | 15,0                   |
| რკინა ალდგენილი                             | 66           | 80                | 475                  | 250                | 50000               | 11,0                   |
| რკინა კარბოლინური                           | 105          | 20                | 310                  | 300                | 17000               | 10,0                   |
| სილიკოკალციუმი                              | 42           | 150               | 490                  | 660                | 30000               | 8,0                    |
| სტიბიუმი                                    | 420          | 1920              | 330                  | 56                 | 700                 | 16,0                   |
| ტანტალი                                     | 190          | 140               | 290                  | 400                | 28000               | 14,0                   |
| ტიტანი                                      | 60           | 25                | 510                  | 371                | 23800               | +CO <sub>2</sub>       |
| ფერომაგანუმი                                | 130          | 0,25              | 240                  | 330                | 30000               | –                      |
| ფეროსილიციუმი                               | 150          | 280               | 860                  | 620                | 26000               | 15,0                   |
| ფეროტიტანი                                  | 140          | 80                | 400                  | 370                | 67000               | 13,0                   |
| ციკონი                                      | 40           | 5                 | 190                  | 450                | 44500               | +CO <sub>2</sub><br>+A |
| <b>მცენარეთა ღაცვის ქიმიური საშუალებები</b> |              |                   |                      |                    |                     |                        |
| დიაზინონი 40%-იანი ფხვნილი                  | 99           | 96,4              | 395                  | –                  | –                   | 16,1                   |
| დინოსები (ტექნიკური)                        | 52           | 8                 | 325                  | 436                | 7600                | 10,5                   |
| კარბოფოსი 30%-იანი ფხვნილი                  | 300          | 100               | 295                  | –                  | –                   | –                      |
| ლენაცელი (ტექნიკური)                        | 15           | 3,2               | 432                  | –                  | –                   | 9,0                    |
| მეტაფოსი 30%-იანი ფხვნილი                   | 300          | 100               | 385                  | –                  | –                   | –                      |
| ნიქლოზინი 30%-იანი ფხვნილი                  | 460          | 100               | 495                  | –                  | –                   | –                      |
| პოლიკარბაციინი 80%-იანი ფხვნილი             | 92           | 21,3              | 195                  | 912                | 41000               | 14,5                   |
| პოლიზომი 80%-იანი ფხვნილი                   | 250          | 7,5               | 185                  | –                  | –                   | 14,1                   |
| სიმაზინი (ტექნიკური)                        | 26           | 9,0               | 530                  | 550                | 7600                | 13,5                   |
| ტოპსინი 70%-იანი ფხვნილი                    | 61           | 8,6               | 457                  | –                  | –                   | 16,1                   |
| ჰექსატიურამი 80%-იანი ფხვნილი               | 87           | 6,2               | 297                  | –                  | –                   | 12,1                   |

| ორგანული ნიჰოთერეპი   |      |      |     |     |       |      |
|---|------|------|-----|-----|-------|------|
| ადიპინის მჟავა  | 35   | 70   | 410 | 630 | 19300 | –    |
| აზობენზოდიკარბონის მჟავა  | 113  | –    | 365 | 470 | 6766  | 13,0 |
| ამინოატრიქინონი   | 38   | –    | 612 | 650 | 15600 | 13,0 |
| 1-ამინოატრაქინონი (სულფატი)   | 254  | –    | 600 | 170 | 4800  | 16,0 |
| 1-ამინო-4-აცეტილამინოანიზოლი  | 29   | –    | 438 | 175 | –     | 14,0 |
| 1-ამინო-5-ბენზოლამინოანტრაზინონი                                      | 34   | –    | 545 | 350 | 6000  | 12,0 |
| 1-ამინო-4-მეზიდინანტრაზინონი  | 55   | –    | 545 | 540 | 6600  | 16,0 |
| ამინოსალიცილის მჟავა (ტექნიკური)                                      | 98   | –    | 450 | 250 | –     | 11,0 |
| 2-ამინოფენოლი   | 55   | –    | 390 | 830 | –     | 11,0 |
| 4-ამინოფენოლი   | 40   | –    | 500 | 568 | 5884  | 16,0 |
| 1-ამინო-4-ქლორანტრაზინონი   | 60   | –    | 684 | 550 | 35000 | 16,5 |
| N-ბენზოილი-2-ამინობენზონის მჟავა                                      | 74   | –    | 520 | 650 | 60000 | 13,5 |
| ბენზონის მჟავა  | 20   | –    | 532 | 640 | –     | 9,0  |
| ბერილიუმის აცეტატი  | 80   | 100  | 620 | 600 | 15000 | 15,0 |
| დიაზომინობენზოლი  | 15   | 20   | –   | 790 | 70000 | –    |
| დიამინოანტრორუფინი  | 79   | –    | 260 | 330 | 10000 | 14,5 |
| დექსტრინი   | 40   | –    | 400 | 680 | 19300 | 10,0 |
| დიმეთილიზოფტალატი   | 25   | 15   | –   | 580 | 5520  | 13,0 |
| დიმეთილტერაფტალატი  | 30   | 20   | –   | 725 | 82680 | 12,0 |
| დიჰიდროსტრეპტომიცინი (სულფატი)  | 52   | –    | 230 | –   | 10000 | 7,0  |
| 1,2-დიამინოანტრაზინონი  | 61   | –    | 628 | 800 | 77000 | –    |
| 1,4-დიამინო-2-ბენზოლანტრაზინონი                                       | 50   | –    | 650 | 680 | 23700 | 13,0 |
| 2,4-დიოქსიბენზონის მჟავა  | 31   | –    | 530 | 583 | 13000 | 12,5 |
| 1,5-დიფენოქსიანტრაზინონი  | 18   | –    | 590 | 380 | 17700 | 11,0 |
| 2,4-დიქლორბენზოქსიეთილბენზოატი  | 45   | 60   | –   | 680 | 15200 | –    |
| ვანილინი  | 40   | 3,3  | 280 | 460 | 68000 | –    |
| კაზინი  | 45   | 60   | –   | 760 | 35000 | 17,0 |
| ლილადოსი  | 35   | –    | 230 | 300 | –     | 13,0 |
| ლუმინოფორი მწკანე   | 103  | –    | 385 | 800 | 4500  | 19,0 |
| რეზინის ფქვილი  | 74   | 2    | 377 | 550 | 20000 | 14,0 |
| რეზორცინი   | 25   | –    | 515 | 147 | 14710 | 12,0 |
| რკინადიმეთილკარბონატი   | 15   | 25   | 150 | 600 | 41500 | –    |
| სალიცილის მჟავა   | 50   | –    | 543 | 500 | 30000 | 10,0 |
| სიმაზინი (ტექნიკური)  | 26   | –    | 530 | 550 | 7600  | 13,5 |
| სორბინის მჟავა  | 30   | –    | 425 | 551 | 34475 | 12,0 |
| ტერეფტალის მჟავა  | 50   | 20   | 496 | 579 | 55160 | 15,0 |
| ტრანს-ბუტენის მჟავა   | 85   | 35   | 375 | 710 | 17250 | 15,0 |
| უროტროპინი  | 15   | 10   | 683 | 700 | –     | 14,0 |
| ფთალის ანჰიდრიდი  | 12   | 15   | 595 | 490 | –     | 14,0 |
| ფთალის მჟავა  | 26   | –    | 535 | 640 | 20400 | 13,0 |
| ქლორბენზოილბენზონის მჟავა   | 24   | –    | 579 | 392 | –     | 13,0 |
| 4-ქლორ-2-ამინოფენოლი  | 89   | –    | 588 | 637 | –     | 18,6 |
| ცელულოზა აცეტობუტირალი  | 35   | 30   | 410 | 586 | 18630 | 7,0  |
| ცელულოზა ეთილი  | 45   | –    | 310 | 588 | 14710 | 15,3 |
| ცელულოზა მეთილი   | 30   | 20   | 360 | 917 | 37950 | 13,0 |
| ცელულოზა კარბოქსიმეთილი   | 110  | 440  | 320 | 338 | 20200 | –    |
| ცელულოზა ჰიდროქსილეთილი   | 25   | 40   | 410 | 703 | 17940 | –    |
| ცელულოზა ჰიდროქსიპროპილი  | 20   | 30   | 400 | 662 | 15870 | –    |
| ცელულოზა ჰიდროქსიპროპილმეთილი   | 80   | –    | 430 | 276 | 13800 | –    |
| ჰექსამეთილენტერამინი  | 15   | 10   | 340 | 680 | 76000 | 14,0 |
| 4-ჰიდროქსიბენზონის მჟავა  | 26   | –    | 550 | 600 | –     | 12,0 |
| <b>პ ლ ა ს ტ მ ა ს მ ბ ი</b>  |      |      |     |     |       |      |
| აკრილამიდის პოლიმერი  | 40   | 30   | 240 | 600 | 17580 | –    |
| აკრილამიდისა და ამონიუმის ქლორიდის ვინილბენზილტერამეტის თანა-პოლიმერი | 1000 | 8000 | 500 | 90  | 700   | –    |

|   |       |      |     |     |       |      |
|---|-------|------|-----|-----|-------|------|
| აკრილნიტრილის პოლიმერი  | 25    | 20   | –   | 630 | 77330 | 13,0 |
| აკრილნიტრილისა და ვინილპირიდინის თანაპოლიმერი                             | 20    | 25   | 240 | 600 | 42180 | –    |
| ეპოქსიდის ფისი კატალიზატორის გარეშე                                       | 20    | 15   | 540 | 647 | 41340 | 12,0 |
| ვინილქლორიდაკრილნიტრილი (ემულსია)   | 35    | 15   | 470 | 660 | 51800 | 15,0 |
| მეთილმეტაკრილატის პოლიმერი  | 30    | 20   | –   | 590 | 14000 | 8,0  |
| მეთილმეტაკრილატისა და ეთილმეტაკრილატის თანაპოლიმერი                       | 30    | 10   | –   | 600 | 42180 | 11,0 |
| მეთილმეტაკრილატის, სტიროლის, ბუტადიენისა და ეთილმეტაკრილატის თანაპოლიმერი | 25    | 25   | 480 | 590 | 30230 | 13,0 |
| მეთილმეტაკრილატის, ეთილმეტაკრილატისა და სტიროლის თანაპოლიმერი             | 25    | 20   | –   | 630 | 31930 | –    |
| მეთილმეტაკრილატის, სტიროლის, ბუტადიენისა და აკრილნიტის თანაპოლიმერი       | 25    | 20   | 480 | 600 | 33000 | 11,0 |
| პოლიაცეტალი   | 60    | –    | 470 | 642 | 56650 | –    |
| პოლიეთერი   | 45    | 50   | 485 | 640 | –     | –    |
| პოლიეთილენი   | 12    | 30   | 440 | 560 | –     | 13,0 |
| პოლივინილპიროლიდონი (მაღალმოლეკულური)                                     | 56    | –    | 370 | 450 | 31600 | 11,0 |
| პოლინობუთილმეტაკრილატი  | 160   | –    | 319 | 200 | –     | 15,0 |
| პოლიმარცინი (ტექნიკური)   | 137   | 8,2  | 265 | 580 | 7500  | 18,0 |
| პოლიპროპილენი   | 32,7  | 3,4  | 395 | –   | –     | –    |
| პოლისტიროლი   | 25    | 15   | 488 | 720 | 29000 | 10,0 |
| ფენოლის ფისი  | 25    | 10   | 460 | 550 | 12000 | –    |
| ფენოლფორმალდეჰიდის ფისი   | 55    | 10   | 420 | 650 | 33300 | 14,0 |
| ფენოლფორმალდეჰიდის ფენილი   | 47    | –    | 355 | 700 | 9500  | 14,0 |
| ფისი  | 71    | –    | –   | 700 | 28000 | 13,0 |
| მარდოვანა-ფორმალდეჰიდის ფისი  | 135   | 1280 | –   | 370 | 3520  | 15,0 |
| <b>სამკურნალო პრეპარატები</b>   |       |      |     |     |       |      |
| ეთილციმატი  | 21    | 27   | –   | 120 | 53600 | –    |
| ვიტამინი A  | 45    | 80   | 250 | 570 | 35000 | –    |
| ვიტამინი B <sub>1</sub>   | 35    | 60   | 360 | 680 | 41500 | –    |
| ვიტამინი B <sub>2</sub>   | 106   | 80   | 510 | 840 | 32500 | –    |
| ვიტამინი C  | 60    | 20   | 280 | 610 | 33200 | –    |
| <b>სასუფლიო-სამკურნალო პროდუქტები</b>                                     |       |      |     |     |       |      |
| არაქისი   | 45    | 50   | 210 | 810 | 56000 | –    |
| ბარდა   | 79,0  | –    | 525 | 562 | 20700 | 12,5 |
| კორპის ფქვილი   | 35    | 45   | 260 | 700 | –     | 10,0 |
| მარცვლეულის კრახმალი  | 40    | 30   | 625 | 770 | –     | 10,0 |
| სიმინდის ღერძილი  | 50    | 23,4 | 355 | 570 | 9800  | 10,5 |
| სოია  | 35    | 40   | 215 | 700 | 17200 | 15,0 |
| სორგოს ღერძილი  | 36    | 17,2 | –   | 575 | 8000  | 19,5 |
| ტორფის მტვერი   | 50    | 41   | 205 | 250 | 9200  | 11,0 |
| ქერის ფქვილი  | 47,26 | 11,6 | 470 | 635 | 17600 | 12,5 |
| ქერის ღერძილი   | 47    | 14,2 | 470 | 435 | 7100  | 12,5 |
| ხორბლის ფქვილი  | 28,8  | 50   | 380 | 650 | 13000 | 11,0 |
| ხორბლის ღერძილი   | 33    | 23,5 | 415 | 470 | 5300  | 13,5 |
| ხორბლის ქაჭო  | 42    | 16,5 | 470 | 540 | 8600  | 16,5 |
| ჭვავის ღერძილი  | 78    | 13,3 | 500 | 540 | 11000 | 11,5 |
| ხის ფქვილი  | 13–25 | 20   | 255 | 770 | 17000 | 17,0 |

შენიშვნა: +CO<sub>2</sub> - ანთებადია ნახშირორჟანგში; +A - ანთებადია აზოტში.

## 5.8. მტვრის აფეთქების აცილვა ტექნოლოგიურ მოწყობილობებში

- **საფეკავი აპარატი**

მოსალოდნელი საშიშროება:

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება აპარატს მიღმა მაღალი წნევის გამო, რომელიც შესაძლებელია აღიძრეს: ეჟექციით ნედლეულის ჩატვირთვისას, მანქანის მოხაზუნე დეტალებისა-გან ჰაერის გახურებით, სწრაფად მოძრავი დეტალების ან ვენილატორების მიერ ჰაერის ნაკადის ამოძრავებით, ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

დაფხვნილი მასალის თვითანთება მათი დაგროვების ადგილებში (იქ სა-დაც ხდება დატვირთვა) ან მთელ აპარატში, როცა გაჩერებულია;

დარტყმით წარმოქმნილი ნაპერწკლები (ლითონის საგნებისა და ქვების ჩატვირთვის ან მანქანის ნაწილების დაზიანების შემთხვევაში);

მომუშავე ელექტრომოწყობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

დაქუცმაცებული მასალის ხახუნისა და ელექტრიზაციის შედეგად წარმოქმნილი სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

ხახუნის შედეგად გაცხელებული ზედაპირი (ძირითადად საკისრები მათი არასწორი მონტაჟის, შეზეთვის ნაკლებობით ან მტვრის მოხვედრით);

დაფხვნილი მასალის გაცხელებისა და თერმული დაშლის შედეგად გამოყოფილი წვადი აირები და ორთქლი.

- **საცერი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საცერის მიღმა მაღალი წნევის გამო, რომელიც შესაძლებელია აღიძრეს ეჟექციით ნედლეულის ჩატვირთვისას ან ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

გაცრილი მასალის თვითანთება მათი დაგროვების ადგილებში ან მთელ აპარატში, როცა ეს უკანასკნელი გაჩერებულია;

მომუშავე ელექტრომოწყობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

მტვრის თვითანთება დაგროვების ადგილებში.

- **კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ)**



ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა თბომტარის სიჩქარის გაზრდის ან გასაშრობი მასალის დატვირთვა-გადმოტვირთვისა და ამობრუნებისას;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საშრობის მიღმა მისი კვანძების არასაკმარისი ჰერმეტიზაციისა ან ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

გასაშრობი მასალის თვითანთება თბომტარის ტემპერატურის მატებით, მოწყობილობის გაცხელებით მოხახუნე ზედაპირებთან, მასალის დიდხანს დატოვებით გაჩერებულ საშრობში;

დარტყმით და ხახუნით წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

მომუშავე ელექტრომოწყობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

დაშლის ნაპერწკლები თბომტარით გახურების შედეგად;

მტვერის თვითანთება დაგროვების ადგილებში.

- **კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, დუღილის შრიანი ფრქვევანა, გრიგალური, დოლური)**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ფაზათა შორის ჰიდროდინამიკური ურთიერთქმედების დარღვევა აპარა-ტის ზედმეტად ან ნაკლებად დატვირთვით გამოწვეული ჰაერის მიწოდების სიჩქარის ცვალებადობის შედეგად;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საშრობის მიღმა მისი კვანძების არასაკმარისი ჰერმეტიზაციისა ან ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

გასაშრობი მასალის თვითანთება დაგროვების ადგილებში ან მისი დიდ-ხანს დატოვებით გაჩერებულ საშრობში;

დარტყმით და ხახუნით წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

დაშლის ნაპერწკლები თბომტარით გახურების შედეგად.

- **კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური)**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საშრობის მიღმა მისი კვანძების არასაკმარისი ჰერმეტიზაციის შემთხვევაში, ჩატვირთვისა და გადმოტვირთვის ადგილებში, ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

გასაშრობი მასალის თვითანთება გამთბობი ზედაპირის ტემპერატურის

მატებით, კვანძების ხახუნის, მასალის ეგზოთერმული ქიმიური მოქმედებით აპარატის ზედაპირებთან;

დარტყმით და ხახუნით წარმოქმნილი ნაპერწკლები;

მომუშავე ელექტრომოწყობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები.

- **კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობ-ლიანი)**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა ჩატვირთვისა და გადმოტვირთვისას;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საწარმოო სათავსში აპარატის კვანძების არასაკმარისი ჰერმეტიზაციის შემთხვევაში, ჩატვირთვისა და გადმოტვირთვის ადგილებში, ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

გასაშრობი მასალის თვითანთება მისი დაგროვების ადგილებში, მასალის ეგზოთერმული ქიმიური მოქმედებით გამაცხელებელ ზედაპირებთან;

გამაცხელებელი ზედაპირების ტემპერატურის მომატება დასაშვებზე ზემოთ, დარტყმით და ხახუნით წარმოქმნილი ნაპერწკლები.

- **მტვრის დასაჯენი კამერა**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა კამერის გაწმენდის პერიოდში;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება საშრობის მიღმა ვენტილატორების ჭარბი წნევისას ან კამერის გაწმენდის დროს;

ფურცლოვანებზე დაღეჭილი მტვრის თვითანთება;

წინა საფეხურის აპარატებიდან ჰაერის ნაკადის მიერ შემოტანილი თერმული დაშლის ნაპერწკლები.

- **ციკლონი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა ციკლონში;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება ციკლონის მიღმა მისი ცენტრალური ნაწილიდან ან ვენტილატორების ჭარბი წნევისას;

ციკლონის კონუსურ ნაწილში დაგროვებული მტვრის თვითანთება;

წინა საფეხურის აპარატებიდან ჰაერის ნაკადის მიერ შემოტანილი თერმული დაშლის ნაპერწკლები;

ციკლონის გაწმენდისას დარტყმით წარმოშობილი ნაპერწკლები.

- **გარსამოსიანი ფილტრი (საფილტრი სახელო)**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა ფილტრის შენჯღრევისას;

მტვრის მოცილების ადგილზე, შენჯღრეული ფილტრის ქვედა ნაწილში, ძლიერი დამტვერიანების წარმოქმნა;

სახელოში დაგროვებული მტვრის თვითანთება ან მისი თვითანთება დაღმავალ ხაზში ამ უკანასკნელის გაჭედვისას;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

წინა საფეხურის აპარატებიდან ჰაერის ნაკადის მიერ შემოტანილი თერმული დაშლის ნაპერწკლები.

- **ელექტროფილტრი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ელექტროდების განმუხტვის ნაპერწკლები, რომლებიც გაიფრქვევიან გამტარების გაწყვეტის, მაღალი ტენიანობის ჰაერის მიწოდების, ჰაერიდან წყლის წვეთების კონდენსაციის, მტვრის სველი გუნდებით გამტარების მოკლედ ჩართვის და ელექტროდების ცუდი ცენტრირების შემთხვევაში;

თერმული დაშლის ნაპერწკლები, რომლებიც წარმოიშობიან ნაწილაკების ზედა ნაკადში;

თვითანთება ბუნკერის მტვრისაგან სრულად დაუცველობით.

- **ელევატორი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა მტვრის კოვით ადებისას ან ამ უკანასკნელის დაცლისას, მტვრის წატაცება ჰაერის ნაკადით;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელება აპარატის მიღმა მისი კვანძებისა და გარსაცმის არასაკმარისი ჰერმეტიზაციის შემთხვევაში;

მტვრის თვითანთება ვერტიკალური ელევატორის ბუნიკში ან კვანძების ხახუნის ადგილებში;

დარტყმით წარმოქმნილი ნაპერწკლები კოვმის მოწყვეტის ან ლენტის გაწყვეტისას;

ამძრავ სისტემაში სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

მომუშავე ელექტრომომწობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები.

- **ჰორიზონტალური და დახრილი სატრანსპორტო ლენტი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა მტვრის წატაცებით ჰაერის მიერ ან ლენტის მიმმართველ გორგოლაჭებზე

გადასვლისას და მასალის შენჯღრევისას, ერთი ლენტიდან მეორეზე მასა-ლის გადატვირთვისას და ბუნკერში ჩატვირთვისას;

მტვრის თვითანთება სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის შედეგად, ხოლო ელექტრიზაცია ხდება ლენტის ხახუნის შედეგად;

მომუშავე ელექტრომომწყობილობისაგან წარმოქმნილი ნაპერწკლები.

• **პნემოტრანსპორტი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცე-ლება მილსადენის მიღმა მისი კვანძებისა არასაკმარისი ჰერმეტიზაციის შემ-თხვევაში ან ჰაერისა და მტვრის ნარევის აფეთქებით;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები;

დარტყმისა და ხახუნის ნაპერწკლები.

• **შესარევი აპარატი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცე-ლება აპარატის მიღმა ვენტილატორების ჭარბი წნევის, ნედლეულის ჩატ-ვითვისას ეფექციით აღძრული ჰაერის ნაკადის, მტვრის აფეთქებით;

შესარევი მასალების თერმოქიმიური რეაქციის შედეგად თვითანთება, კმადაუტვირთაობა და თვითანთება შეგროვების ადგილებში;

დარტყმის ნაპერწკლები;

ხახუნის შედეგად გაცხელებული ზედაპირები.

• **ბუნკერი**

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის წარმოქმნა ბუნკერში ჩატვირთვისას ან ამ უკანასკნელის თვითდაცლით;

ჰაერისა და მტვრის ნარევის ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცე-ლება ბუნკერის მიღმა მტვრის მკვებავების გავლით გადატვირთვისას;

თვითანთება ხანგრძლივი შენახვით;

წინა საფეხურის აპარატებიდან ჰაერის ნაკადის მიერ შემოტანილი თერ-მული დაშლის ნაპერწკლები;

სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის ნაპერწკლები.

ცხრილი № 5.3

აფეთქებისა და ხანძრის ასაცილებელი ღონისძიებები წვადი მტვრის გამოყოფის შემთხვევაში ტექნოლოგიურ პროცესებსა და აპარატებში

| ღონისძიებები | ტექნოლოგიური პროცესები და აპარატები   |
|--------------|---|
| ჰერმეტიზაცია | დაფუჟა; გაცრა; კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჭავალური, დუღილის შრიანი, გრიგალური, დოღური); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, |

|   |  |
|---|--|
|   | გამათბობლიანი); ციკლონი; ელექტროფილტრი; ელევატორი; ბუნკერი; პნევმოტრანსპორტი; შემრევი აპარატი.   |
| კამერების დაშლად<br>ცეცხლგამძლე<br>მასალისაგან  | კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჭავალური, დულილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); ციკლონი; პნევმოტრანსპორტი.   |
| იზოლირებულ<br>სათავსში მოთავსება  | ელექტროფილტრი; გარსამოსიანი ფილტრი (საფილტრი სახელო).  |
| მტვრის ადგილობრივი<br>მოცილება  | დაფქვა; გაცრა; კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); ელევატორი; ბუნკერი; ჰორიზონტალური და დახრილი სატრანსპორტო ლენტი; შემრევი აპარატი.   |
| სტატიკური<br>ელექტრომუხტების<br>განმუხტვის აცილება  | დაფქვა; გაცრა; კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჭავალური, დულილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); მტვრის დასაჯენი კამერა; გარსამოსიანი ფილტრი; ელევატორი; ჰორიზონტალური და დახრილი სატრანსპორტო ლენტი; ბუნკერი; შემრევი აპარატი.  |
| დარტყმისა და ხაზუნის<br>ნაპერწკლების აცილება  | დაფქვა; გაცრა; კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); შემრევი აპარატი.   |
| წინა საფეხურის<br>აპარატებში თერმული<br>დაშლის შედეგად<br>წარმოქმნილი<br>ნაპერწკლების ჰაერით<br>შემოტანის აცილება | კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, დულილის შრიანი ფრქვევანა, გრიგალური, დოლური); გარსამოსიანი ფილტრი.  |
| მტვრის დაჯდომის<br>აცილება გაუნიავეელი<br>ადგილების შემცირების<br>გზით  | დაფქვა; კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჭავალური, დულილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); ელექტროფილტრი; პნევმოტრანსპორტი; შემრევი აპარატი. |
| ზედმეტი ან ნაკლები<br>დატვირთვის აცილება  | დაფქვა; ელევატორი; ჰორიზონტალური და დახრილი სატრანსპორტო ლენტი; ბუნკერი.   |
| მონახუნე ლეტალების<br>გადახურების აცილება   | დაფქვა; მტვრის დასაჯენი კამერა.  |
| ჰაერისა და მტვრის<br>ნარევის ფეთქება<br>საშიში კონცენტრა-<br>ციის აღკვეთა   | კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჭავალური, დულილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); მტვრის დასაჯენი კამერა; გარსამოსიანი ფილტრი; ელევატორი; ჰორიზონტალური და დახრილი სატრანსპორტო ლენტი; ბუნკერი.   |
| ფლემატური დანამა-<br>ტების გამოყენება   | კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); პნევმოტრანსპორტი; შემრევი აპარატი.  |
| აპარატის თბოიზო-<br>ლაცია ორთქლის კონ-<br>დენსაციისა და კედ-<br>ლებზე ფეთქებადი<br>მტვრის მიკვრის<br>ასაცილებლად  | ციკლონი; გარსამოსიანი ფილტრი; ელექტროფილტრი; ბუნკერი; პნევმოტრანსპორტი.  |
| ქიმიურად პასიური ზე-<br>დაპირების გამოყენება  | კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი).   |
| აპარატის თბოიზო-<br>ლაცია ორთქლის კონ-<br>დენსაციისა და კედ-<br>ლებზე ფეთქებადი<br>მტვრის მიკვრის<br>ასაცილებლად  | ციკლონი; გარსამოსიანი ფილტრები; ელექტროფილტრები; ბუნკერი; პნევმოტრანსპორტი.  |
| ქიმიურად პასიური ზე-<br>დაპირების გამოყენება  | კონვექციური საშრობები (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონდუქციური საშრობები (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობები  |

აფეთქებისა და ხანძრის ასაცილებელი ღონისძიებები წვადი მტვრის გამოყოფის შემთხვევაში ტექნოლოგიურ პროცესებსა და აპარატებში

| ღონისძიებები  | ტექნოლოგიური პროცესები და აპარატები   |
|---|---|
| მოწყობილობათა გამოყენება, რომლებიც განგარიშებულია აფეთქების წნევაზე | დაფქვა; კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჰავლური, დუღილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); გარსამოსიანი ფილტრი; შემრევი აპარატი; ბუნკერი.  |
| წნევის ავარიული დავლების მოწყობილობათა გამოყენება                   | დაფქვა; გაცრა; კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); ციკლონი; გარსამოსიანი ფილტრი (საფილტრი სახელო); ელექტროფილტრი; ელევატორი; ბუნკერი; პნევმოტრანსპორტი; შემრევი აპარატი. |
| ცეცხლის შემზღუდავი მოწყობილობების გამოყენება                        | კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჰავლური, დუღილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); მტვრის დასაჯენი კამერა; პნევმოტრანსპორტი; შემრევი აპარატი.   |
| ხანძრისა და აფეთქების ლოკალიზება ინერტული აირებით                   | დაფქვა; გაცრა; კონვექციური საშრობი (ფრქვევანა, აეროჰავლური, დუღილის შრიანი, გრიგალური, დოლური); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); ციკლონი; გარსამოსიანი ფილტრი; ელექტროფილტრი; ბუნკერი.  |
| ხანძრის საჭრობი მოწყობილობების გამოყენება                           | დაფქვა; გაცრა; კონვექციური საშრობი (ლენტური, ღარისებრი, ღრუ); კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); მტვრის დასაჯენი კამერა; პნევმოტრანსპორტი; ელევატორი; ბუნკერი.   |
| აფეთქების აქტიური შეზღუდვის სისტემის გამოყენება                     | დაფქვა; გაცრა; კონდუქციური საშრობი (ვალცური, შნეკიანი, მილური); კონდუქციური საშრობი (თაროებიანი, მოცულობითი, გამათბობლიანი); შემრევი აპარატი.   |

### 5.9. სამშენებლო კონსტრუქციებისა და საწარმოო შენობების სართო ცეცხლმეღებობა

სამშენებლო მასალები აალებადობის მიხედვით იყოფა სამ ჯგუფად: ცეცხლგამძლე, 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 მიეკუთვნება ისეთი მასალები, რომელთაც შეუძლიათ წვა ანთების წყაროს მეშვეობით, მაგრამ წყაროს გამოტანის შემდეგ დამოუკიდებლად არ იწვიან. ასეთებია ასფალტბეტონი, ცეცხლისაგან დამცავი შემაღენლობით გაჟღენთილი ხის მასალა, ცემენტის ფიბროლიტი და სხვ. წვად მასალებს განეკუთვნება

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.

გადამღობი კონსტრუქციების ცეცხლგამძლეობის ზღვრის დადგომის ნიშნებია:

– გამჭოლი ხვრელებისა და ბზარების წარმოქმნა, საიდანაც მეზობელ სათავსში გაედინება და აღწევს წვის პროდუქტები ან ალი;

– კონსტრუქციის მეორე მხარეზე ტემპერატურის ნაზრდი საშუალოდ აღწევს  $140^{\circ}C$  ან რომელიმე წერტილში ხდება  $180^{\circ}C$  ან  $220^{\circ}C$  ხდება სათავსოს საერთო ტემპერატურა.

მზიდი კონსტრუქციის ცეცხლგამძლეობის ზღვრის დადგომის ნიშნებია მისი ჩამონგრევა.

ცეცხლგამძლეობის მიხედვით უსაფრთხოების პირობა არის შემდეგი უტოლობის დაცვა –  $P_{ფ} \geq P_{სხ}$ , სადაც  $P_{ფ}$  არის დაპროექტებული ან ფუნქციონირებადი კონსტრუქციების ცეცხლგამძლეობის ფაქტიური ზღვარი, სთ;  $P_{სხ}$  – ნორმებით ან უსაფრთხოების პირობებით განსაზღვრული ცეცხლგამძლეობის საჭირო ზღვარი, სთ.

სამშენებლო კონსტრუქციების ცეცხლმედეგობის დადგენა შეიძლება ექსპერიმენტულად ან გამოთვლით.

ცეცხლმედეგობის ზღვრის განსაზღვრის ექსპერიმენტული მეთოდი ისაა, რომ ნატურალური სიდიდით შესრულებულ კონსტრუქციის ნიმუშს ათბობენ სპეციალურ ლუმელში ნორმატიული დატვირთვით. ექსპერიმენტის მსვლელობაში იზომება დრო გამოცდის დაწყებიდან ცეცხლმედეგობის ზღვრის დადგომის რომელიმე ნიშნამდე.

ცეცხლმედეგობაზე სამშენებლო კონსტრუქციის გათვლის მიზანია იმ დროის განსაზღვრა, რომლის გასვლის შემდეგ კონსტრუქცია კარგავს თავის ფუნქციას – შეზღუდვის, შემკავებლის ან მზიდის. შესაბამისად სხვადასხვა კონსტრუქციის გათვლა ცეცხლმედეგობაზე ხდება სხვადასხვანაირად. გადამღობი კონსტრუქციები გაითვლება შეკავების უნარზე.

ზოგჯერ კონსტრუქცია ასრულებს როგორც შემკავებელ, ისე მზიდ ფუნქციას. ასეთი კონსტრუქციების გათვლა ცეცხლმდეგობაზე ხდება ორივე მეთოდით და ცეცხლგამძლეობის ფაქტიურ ზღვრად მიიღება უმცირესი.

შემკავებლის უნარიანობის დაკარგვის გამოთვლა დაიყვანება იმ დროის განსაზღვრაზე, რომლის განმავლობაშიც კონსტრუქციის მეორე მხარე თბება კრიტიკულ ტემპერატურამდე.

მზიდუნარიანობის დაკარგვის გამოთვლა დაიყვანება ხანძრის მოქმედების დროის განსაზღვრაზე, რომლის შემდეგაც მასალის სიმტკიცის დაკარგვის გამო კონსტრუქცია კარგავს მზიდ უნარს.

### **5.10. ხანძარსაწინააღმდეგობის დაბრკოლებანი**

ცეცხლის გავრცელებისაგან შენობის დასაცავად იყენებენ ხანძარსაწინააღმდეგობის დაბრკოლებებს, რომლებსაც მიეკუთვნება უწყავი კედლები და გადახურვები. ხანძრის გავრცელების შეზღუდვის მიზნით სართულებს შორის აწყობენ უწყავ ტიხრებს.

ოპტიმალური დაშორების დასადგენად უნდა ვიხელმძღვანელოთ ხანძარსაწინააღმდეგობის და აფეთქებასაწინააღმდეგობის ნორმებით. ხშირ შემთხვევაში უშვებენ მინიმალურ დაშორებებს, მაგრამ დიდ ყურადღებას აქცევენ ხანძრის ჩაქრობის ტექნიკური საშუალებების მზადყოფნას.

შენობიდან შენობაზე ხანძრის გავრცელების თავიდან ასაცილებლად შენობებს შორის აწყობენ ხანძარსაწინააღმდეგობის თხრილებს. შენობებს შორის უმცირეს დაშორებას იღებენ მათი ცეცხლმდეგობის ხარისხის მიხედვით, რომელიც მოცემულია 5.5 ცხრილში.

ცხრილი 5.5

შენობებს შორის უმცირეს დაშორების ცვალებადობა ცეცხლმდეგობის ხარისხის მიხედვით

| შენობებისა და ნაგებობების ცეცხლმდეგობის ხარისხი | შენობებს შორის დაშორება ცეცხლმდეგობის მიხედვით, მ |     |        |
|---|---|-----|--------|
|   | I – II  | III | IV – V |
| I – II  | 10  | 12  | 16     |
| III   | 12  | 16  | 18     |
| IV – V  | 16  | 18  | 20     |

ხანძარსაწინააღმდეგობის დაშორება შენობებს (ნაგებობებს) შორის განისაზღვრება ფორმულით



$$r = K\sqrt{F}, \quad (5.1)$$

სადაც  $K$  არის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია სავარაუდო ხანძრის ტემპერატურაზე, ობიექტების ურთიერთგანლაგებაზე,  $K = 0,85-0,90$ ;  $F$  - ობიექტის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

ზღუდე შენდება მთლიანი ხანძარ-საწინააღმდეგო კედლის, ტიხრის, კარების, ჭიშკრის, სარკელის, შლუზის, ფანჯრის სახით. მისი დანიშნულებაა ხანძრის გავრცელების შეზღუდვა. ზღუდე შეიძლება იყოს შვეული და თარაზული, გრძივი და განივი.

სპეციალური ზღუდის გარდა, სამშენ-ნებლო კონსტრუქციებში იყენებენ აგრეთვე ადგილობრივ ზღუდეს, როგორც სამშენ-ნებლო კონსტრუქციების შემადგენელ ნაწილს. ესენია რკინაბეტონის სარტყლები, სხვადასხვა შიბერები, სარკველები, გადამკეტები, დიაფრაგმები, ჩაწეული ნაწილები და ა.შ. ისინი ხელს უშლიან ალის სწორხაზობრივად გავრცელებას.

ხანძარსაწინააღმდეგო კედლები (გრანდმაურები) გამოიყენება საამქროებში ხანძარსაწინააღმდეგო ნაკვეთურებად დასაყოფად. ხანძარსაწინააღმდეგო კედლები ეყრდნობა მთლიან ან კოჭოვან საძირკვლებს და ამოიყვანება შენობის მთელ სიმაღლეზე (ნახ.5.5).

### 5.11. ცეცხლსაქრობი ნივთიერებები და საშუალებები

ხანძრის ჩასაქრობად გამოიყენება თხევადი, აირისებრი, ქაფისებრი ნივთიერებები და მყარი ნივთიერებების ფხვნილები. ხანძრის ჩაქრობა აღნიშნული ნივთიერებების გამოყენებით ხდება: 1. ხანძრის კერის ტემპერატურის დაწევით, 2. ჰაერის მიწოდების შეზღუდვით ხანძრის კერაზე, 3. ხანძრის კერაზე მიმართულ ჰაერის ნაკადში ჟანგბადის პარციალური წნევის შემცირებით ან 4. მათი კომბინაციით. გამოყენებული ნივთიერებების მიხედვით ცეცხლსაქრობები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მოქმედების პრინციპით.

აღნიშნულის გარდა, ცეცხლსაქრობები, ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან:

1. ამუშავების პრინციპით: ა) ავტომატური, ბ) ხელის. პირველი ტიპის ცეცხლსაქრობი სტაციონარულად მონტაჟდება ისეთ ადგილებში, სადაც



სავარაუდოა ხანძრის გაჩენა და ამუშავდება სენსორების მიერ ხანძრის შეცნობისას. ყველზე გავრცელებული სენსორია ტემპერატურის მკვეთრ – ნახტომისებურ ნამატზე მორეაგირე სენსორი. შესაძლებელია სენსორი რეაქციას ახდენდეს ტემპერატურის აბსოლუტურ სიდიდეზე, ჰაერში ბოლის (მურის) ან ნახშირორჟანგის შემცველობაზე და ა.შ. მეორე ტიპის ცეცხლ-საქრობი კი მაგრდება სპეციალურად ამ მიზნით მოწყობილ ხანძარსაწინააღმდეგ სტენდზე და მისი ამუშავება ხდება ხელით (ნახ. 5.6).

2. კორპუსის მოცულობით: ა) ჩვეულებრივი ხელის ცეცხლსაქრობი 5 ლ-მდე მოცულობის; ბ) საწარმოში გამოსაყენებელი ხელის ცეცხლ-საქრობი 5–10 ლ მოცულობის; გ) სტა-ციონარული და გადასატანი, რომელთა მოცულობა 10 ლ-ზე მეტია.

3. ცეცხლსაქრობი აგენტის მიწოდების წესის მიხედვით: ა) ცეცხლსაქრობში ქიმიური რეაქციის შედეგად გენერირებული აირის წნევის მეშვეობით; ბ) ცეცხლსაქრობის კორპუსში მოთავსებული სპეციალური პატარა ბალონის კუმშული აირის წნევის მეშვეობით; გ) ცეცხლსაქრობის კორპუსში დაჭირხნილი აირის წნევის მეშვეობით; დ) ცეცხლსაქრობი ნივთიერების საკუთარი წნევის მეშვეობით. ცეცხლსაქრობი ფხვნილების შემთხვევაში მიწოდების მიზნით შესაძლებელია აგრეთვე მათი სიმძიმის ძალის გამოყენება.

ცეცხლსაქრობის მარკირება ხდება ასოებითა და ციფრებით. ასოები აჩვენებენ ცეცხლსაქრობის სახეობას, ხოლო რიცხვები – ტევადობას. ცეცხლსაქრობზე აგრეთვე დატანილი უნდა იყოს საქრობი აგენტით აღჭურვის თარიღი და მითითებული უნდა იყოს მომდევნო შემოწმებისა და ხელახლა აღჭურვის თარიღი. აგრეთვე გაფრთხილება იმის შესახებ, თუ როგორი ხანძრის შემთხვევაში არ შეიძლება მისი გამოყენება.

ძალზე ეფექტური და გავრცელებული ცეცხლსაქრობი ნივთიერებაა წყალი, რადგან მას აქვს დიდი სითბოტევადობა და ამის გამო ხანძრის კერაზე ტემპერატურას მკვეთრად ამცირებს სხვა ცეცხლსაქრობ საშუალებებთან შედარებით. მაღალი წნევის წყლის ნაკადი ახდენს აგრეთვე მექანიკურ მოქმედებას – არღვევს და აქუცმაცებს ცეცხლმოდებულ მასალას.

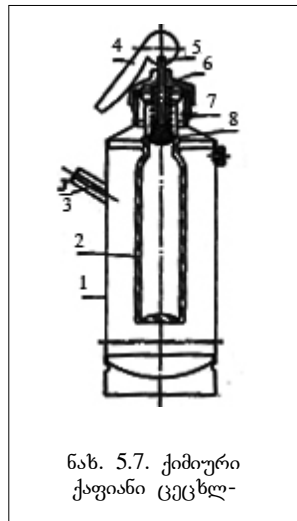
ხანძრის კერაზე ზემოქმედება შესაძლებელია მოხდეს როგორც წყლის კომპაქტური ჭავლით, ისე მისი გაფრქვეული ნაკადით. გაფრქვევა უფრო ეფექტურია, რადგან ჰაერში 30% და უფრო მეტი წყლის ორთქლის შემთხვევაში, მკვეთრად ეცემა მასში ჟანგბადის შემცველობა და წვა წყდება. მაშასადამე, გაფრქვევის შემთხვევაში ხანძრის ჩაქრობა უფრო სწრაფად მიმდინარეობს და წყლის ხარჯიც ნაკლებია.

ხანძრის ჩასაქრობად გამოყენებული ინერტული აირები, ხანძრის კერაზე არსებულ ჰაერში ჟანგბადის პარციალურ წნევას მკვეთრად ამცირებენ, ანუ “აძევებენ” ჟანგბადს წვის ზონიდან და ქმნიან ჰაერის ისეთ გარემოს, სადაც წვა შეუძლებელია. ინერტული აირები აგრეთვე არ აფუჭებენ პროდუქტებს და მოწყობილობებს, რადგან რეაქციაში შესვლის უნარით არ ხასიათდებიან.

ქაფისებრმა ნივთიერებებმა გავრცელება პოვა არა მარტო მყარი მასა-ლების, არამედ საწვავის და ადვილალეხადი სითხეების ჩაქრობის დროსაც. ქაფი ფარავს რა წვადი ნივთიერების ზედაპირს, აცალკევებს მას ჟანგბადისაგან, აცივებს კერას და საბოლოოდ წყვეტს წვის პროცესს.

ქაფმასალა მიიღება ქიმიური რეაქციის ან მექანიკური შერევის შედეგად და არის აზოტის, ნახშირორჟანგის ან ჰაერის ბუშტულები, რომლებიც მოქცეულია წყლის თხელ აფსკში. სპეციალური ქაფწარმომქმნელი, ანიჭებს წყლის აფსკს ელასტიკურობას, სილანტეს და ბუშტების შენარჩუნების უნარს. ქიმიური ქაფის შედგენილობა 80% ნახშირორჟანგი, 19,7% წყალი და 0,3% ამქაფებელი აგენტი, ხოლო მექანიკურის – 90% ჰაერი, 9,8% წყალი და 0,2% ამქაფებელი აგენტი. ქაფმასალა არის ელექტროგამტარი და დაუშვებელია მისი გამოყენება ქსელში ჩართულ მოწყობილობებზე, აგრეთვე დაუშვებელია მისი გამოყენება ისეთი ნივთიერებების ჩასაქრობად, რომლებიც იწვიან ნახშირორჟანგის ან აზოტის გარემოში.

მყარი ნივთიერებების ფხვნილები და ნახშირორჟანგი, ახლენენ გამაცი-ვებელ მოქმედებას, აგრეთვე აცალკევებენ წვად ზედაპირს ჟანგბადისაგან და ხელს უწყობენ წვის შეწყვეტას. ნახშირმჟავას ნაერთები გამოიყენება თითქმის ყველა ქიმიური ნივთიერების ჩასაქრობად. წვად ნივთიერებებთან შერევისას ნახშირმჟავას თოვლი არ წარმოქმნის მავნე შენაერთებს. ცეცხლსაქრობში არსებული ნახშირმჟავასაგან შესაძლებელია  $-70^{\circ}C$  ტემპე-რატურის მქონე მშრალი თოვლის მიღება თუ ქაფს პორციებად ჩაფუშვებთ თბოიზოლირებულ ტოპრაკში.



**ცეცხლსაქრობი საშუალებანი.** მცირე სიძლიერის ხანძრის ლიკვიდაციისათვის ფართოდ გამოიყენება ხანძრის ქრობის პირველადი საშუალებები – ხელის ან გადასატანი ცეცხლსაქრობი, სილით სავსე ყუთი, აზბესტის საფარი, წყლის რეზერვუარი და სხვ. სახანძრო ინვენტარისა და პირველადი ცეცხლსაქრობი საშუალებების ვარგისიანობაზე პასუხის-მგებელია

ორგანიზაციის ხელმძღვანელი. სახანძრო ინვენტარის გამოყენება სხვა მიზნით კატეგორიულად აკრძალულია.

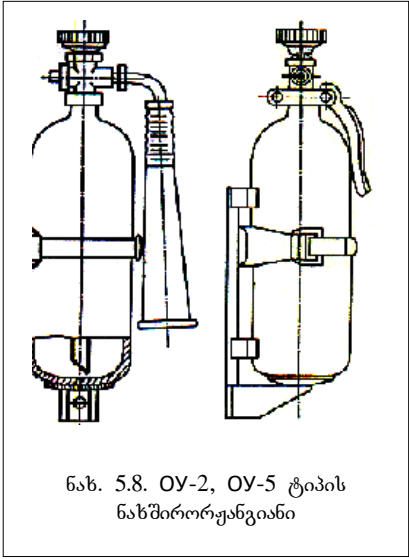
დღესდღეობით ფართოდ გამოიყენება შემდეგი ცეცხლსაქრობები: ხელის OXП-10; საჰაერო – ქაფიანი OВП-5, OВП-10; ნახშირმჟავიანი OУ-2, OУ-5, OУ-8; ნახშირორჟანგის გადასაადგილე-ბელი ცეცხლსაქრობი УП-2 და ფხვნილის ცეცხლსაქრობები OПC-6, OПC-10.

**ქიმიური ქაფიანი ხელის OXП-10** (ნახ.5.7) ცეცხლსაქრობის დანიშნულებაა ხანძრის ჩაქრობა საწყის სტადიაში. იგი შედგება ფოლადის კორპუსის 1 და მის ზედა ნაწილში მოთავსებული სახელურისაგან 4, რომელიც დახშულია ჭილიბიანი თუჯის სახურავით 6. საკეტ მოწყობი-ლობას აქვს კოჭზე დამაგრებული რეზინის სარქველი 8, სარქვლის ასაწევ-დასაწევი სახელური და ზამბარა, რომლის საშუალებითაც სახელური ებჯინება მჟავას ჭიქის 2 სახელურს.

ცეცხლსაქრობის ასამოქმედებლად საჭიროა გვერდითი 3 და ქვედა 10 სახელურების საშუალებით ავილოთ ხელში ცეცხლსაქრობი, ამოვატრიალოთ თავქვე და გავხსნათ. ამ დროს მჟავას ჭიქის სარქველი გაიღება, მჟავას ნაწილი გამოედინება და შეერევა ტუტე ნაწილს. წარმოიქმნება ქაფი და წნევა იზრდება ცეცხლსაქრობში. წნევის საშუალებით ქაფი გამოიტყორცნება გარეთ სარქვლიდან 8.

ხელის OВП-5, OВП-10 ტიპის და სტაციონარული OВПC-250A ტიპის ცეცხლსაქრობები გამოიყენება სხვადასხვა ნივთიერებებისა და მასალების წვის ჩასაქრობად. მათი გამოყენება არ შეიძლება ტუტე ლითონების წვის, აგრეთვე, როგორც ზემოთაც აღნიშნა, ელექტროქსელში ჩართული დანადგარებში მომხდარი ხანძრისა და ისეთი ნივთიერებების ხანძრის ჩასაქრობად, რომლებიც იწვიან ჰაერის ჟანგბადის გარეშე.

**ნახ შირორჟანგიანი ცეცხლ-საქრობები** (ნახ. 5.8). ქაფიანი ცეცხლ-საქრობის გარდა სარგებლობენ აგრეთვე ნახშირორჟანგიანი OУ-2 ტიპისა და სხვა ანალოგიური ცეცხლსაქრობებით, რომელთა დანიშნულებაა სხვადასხვა ნივთიერების წვის ჩაქრობა. ცხადია, რომ აღნიშნული ცეცხლსაქრობი ვერ ჩააქრობს ისეთი ნივთიერებებით გაჩენილ ხანძარს,



ნახ. 5.8. OУ-2, OУ-5 ტიპის ნახშირორჟანგიანი

რომლებიც იწვიან ნახშირორჟანგის გარემოში. OY-5 და OY-8 ტიპის ხელსაწყოებიც იმავე დანიშნულებისაა, კონსტრუქციულად და ზომებით ერთმანეთისაგან განსხვავებულია, რიცხვი მიუთითებს ცეცხლსაქრობის მოცულობას ლიტრებში.

ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობის ასამოქმედებლად საჭიროა იგი ავილოთ მარცხენა ხელით სახელურის საშუალებით, მიემართოთ მილყელი წვადი საგნისაკენ და გავალოთ ონკანი ბოლომდე. ცეცხლსაქრობიდან გამოსული თხევადი ნახშირორჟანგი სწრაფად ორთქლდება და იკავებს საწყის მოცულობაზე 400–500-ჯერ მეტს. აორთქლებისათვის საჭირო სითბოს ართმევს ხანძრის კერას. ამგვარად, აღნიშნული ტიპის ცეცხლსაქრობი ორმაგი მოქმედებისაა – დაბლა სწევს ტემპერატურას და ამცირებს ჟანგბადის პარციალურ წნევას, ანუ “აძეგებს” ჟანგბადს ხანძრის კერიდან.

გადასატანი ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობების დანიშნულებაა: საწვავი და ადვილად აალებადი სითხეების ჩაქრობა 5 მ<sup>2</sup>-მდე ფართობზე; ელექტროქსელში ჩართული მცირე სიმძლავრის დანადგარების წვის ჩაქრობა და ხანძრის ლიკვიდაცია შიგაწვის ძრავებში.

გამოდის YП-1M, YП-2M ტიპის ერთ და ორბალონიანი გადასატანი ცეცხლსაქრობები. აღნიშნულ ბალონებს OY-2-ის მსგავსად აქვთ ონკანი.

ონკანები უზრუნველყოფილია დამცავი სარკველებით და შეერთებულია კოლექტორთან და გამანაწილებელ მილთან. ცეცხლსაქრობის ასამოქმედებლად ერთი კაცი კრონშტეინიდან ხსნის მილს და მიმართავს მას ცეცხლისკენ. მეორე კი ონკანს ადებს ბოლომდე.

ხანძარსაწინააღმდეგო მოთხოვნებით გათვალისწინებულია 1 ცალი ქაფიანი ან ნახშირორჟანგიანი ცეცხლსაქრობი – 50 მ<sup>2</sup> ფართობზე, მაგრამ იმავე დროულად ყოველ სათავსში უნდა იყოს მინიმუმ 2 ცეცხლსაქრობი. გარდა ამისა, საჭიროა სათავსში განლაგდეს 0,5 მ<sup>3</sup> მოცულობის სილით სავსე ყუთი 100 მ<sup>2</sup> ფართობზე, მაგრამ არანაკლებ 1 ყუთისა ცალკეულ სათავსში.

**ფხვნის ცეცხლსაქრობები.** აირების, საწვავი და ადვილად აალებადი სითხეების, სხვადასხვა გამხსნელების და აგრეთვე სხვა მასალების ხანძრის ჩასაქრობად გამოიყენება ფხვნის ცეცხლსაქრობები. სპეციალური ტევადობიდან ფხვნის გამოტყორცნის მიხედვით ცეცხლსაქრობი ორი სახეობისაა: დატუმბული და აირგენერატორიანი.

ორივე სახეობის შემთხვევაში ფხვნილი მოთავსებულია სპეციალურ ტევადობებში, საიდანაც მათი გამოდევნა ხდება შეკუმშული აირის მეშვეობით. განსხვავება მხოლოდ ისაა, რომ შეკუმშული აირი აზოტის, ჰაერის ან

ნახშირორჟანგის სახით შესაძლებელია მტვერთან ერთად იქნეს ჩატუმბული ტევადობაში 1,6 მგა წნევით და სახელიც სათანადო – დატუმბული ცეცხლსაქრობი ეწოდება ან ხდებოდა აირის გენერაცია თვით ტევადობაში.

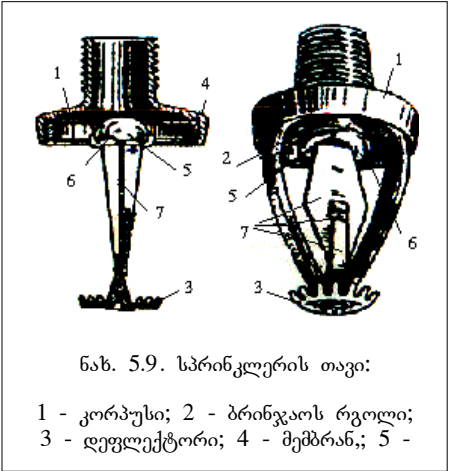
დატუმბული ცეცხლსაქრობის კონსტრუქცია შეიცავს მანომეტრს, რომლის ნომინალური წნევა 1,6 მგა უჩვენებს მოწყობილობის საექსპლუა-ტაციო ვარგისიანობას. აღნიშნული ცეცხლსაქრობებით შესაძლებელია A, B, C კლასების ხანძრების ჩაქრობა ფხვნილის მასსიათებლების (მარკის) შესაბამისად. A კლასი - მყარი ნივთიერებების ხანძრის ჩაქრობა; B კლასი - წვადი სითხეების ან ღნობადი მყარი ნივთიერებების ხანძრის ჩაქრობა; C კლასი - წვადი აირების ხანძრის ჩაქრობა. ცეცხლსაქრობი გამოსაყენებლად მარტივია, უსაფრთხოა და ონკანიც ადვილად იხსნება.

აირგენერატორიანი ცეცხლსაქრობები შედარებით მცირე გაბარიტებისაა და ძირითადად გამოიყენება ავტომობილების აღჭურვის მიზნით. შესაძლებელია მათი გამოყენება აგრეთვე საყოფაცხოვრებო დანიშნულებისათვის. აღნიშნული ცეცხლსაქრობებით შესაძლებელია A, B, C კლასების ხანძრების ჩაქრობა. ფხვნილის მასსიათებლების (მარკის) მიხედვით შესაძლებელია აგრეთვე აღნიშნული ცეცხლსაქრობების გამოყენება ისეთი ელექტრომოწყობილობებში გაჩენილი ხანძრის სალიკვიდაციოდ, რომელთა ძაბვა შეადგენს მაქსიმუმ 1000 ვ.

ცეცხლსაქრობი ფხვნილის შესადგენად გამოიყენება წვრილდისპერსული მინერალური მარილები და სხვადასხვა დანამატები, რომლებიც ხელს უშლიან ფხვნილის შეცხოვადობას. ფხვნილის ძირითადი კომპონენტებია: ნატრიუმის ან კალიუმის კარბონატები ან ბიკარბონატები, ნატრიუმის ან კალიუმის ქლორიდები, ფოსფორამონიუმის მარილები და ა.შ., ხოლო დანამატებია: სილიციუმის ნაერთები, ლითონთა სტეარატები, თეთრი მური (ჭვარტლი), თალკი და ა.შ.

**5.12. ხანძრის ავტომატური ჩაქრობა და სახანძრო სიზნალიზაცია**

ხანძრის წარმატებითი ლიკვიდაცია დამოკიდებულია მისი დაწყების შეტყობინების სისწრაფეზე და ხანძრის ქრობის ეფექტური საშუალებების დაუყოვნებლივ გამოყენებაზე. ავტომატური მოწყობილობების გამოყენებით ხდება ხანძრის დროული ჩაქრობა და მატერიალური ზარალის შემცირება. აგრეთვე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ხანძრის შეტყობინების სისტემის გამართულ და



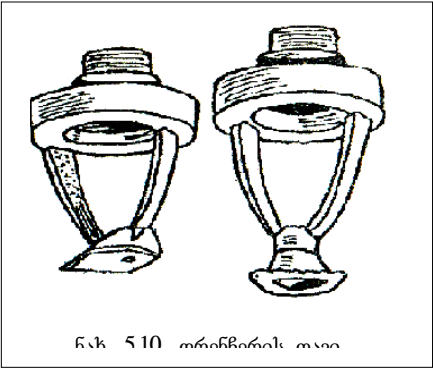
ნახ. 5.9. სპრინკლერის თავი:  
1 - კორპუსი; 2 - ბრინჯაოს რგოლი;  
3 - დეფლექტორი; 4 - მემბრანა; 5 -

შეუფერხებელ მუშაობას მატერიალური ზარალის შემცირებისა და სიცოცხლის გადარჩენის თვალსაზრისით, ხოლო ავტომატური ქრობის სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილია ხანძრის შეტყობინების სისტემა.

განსაკუთრებულ ხანძარსაშიშ სა-წარმოებში, სადაც აუცილებელია ხანძრის ჩაქრობა დაწყებისთანავე და ჩასაქრობად დასაშვებია წყლის გამოყენება, იყენებენ სპრინკლერულ და დრენჩერულ მოწყობილობებს, ხოლო ენერგეტიკულ მილსადენებზე და სხვა-გან, სადაც ადამიანები არ იმყოფებიან – ფხვნილურ ცეცხლსაქრობებს. პრინციპულად შესაძლებელია აგრეთვე ავტომატურ მოწყობილობაში გამოყენებული იქნეს ხანძრის ქრობის სხვა განხილული ხერხებიც, მაგრამ ავტო-მატურ მოწყობილობებში ფართო გამოყენება ჰპოვა ხანძრის წყლით ჩაქრობის წესმა.

სპრინკლერული მოწყობილობები (ნახ. 5.9) გამოიყენება ყველა სახისა და დანიშნულების სათავსებში. გათბობის მქონე სათავსებში სპრინკლერის ხელსაწყო მუდმივად ავსებულია წყლით. თუ შენობაში ტემპერატურა ეცემა  $0^{\circ}C$ -ზე ქვემოთ, მაშინ მილებში ტუმბავენ ჰაერს, სპრინკლერის გაღების შემდეგ ჯერ ჰაერი გამოვა, ხოლო შემდეგ გამოედინება წყალი.

სპრინკლერის მგრძობიარე ელემენტი – გადამწოდი, ანუ სენსორი რეაგირებას შესაძლებელია ახდენდეს ხანძრის ძირითად მაჩვენებლებზე – ტემპერატურაზე ან მის ნაზარდზე, ბოლის ან ნახშირორჟანგის შემცველობაზე და ა.შ. ამგვარად, მზადდება სპრინკლერები, რომლებიც ამოქმედდებიან ხანძრის სხვადასხვა მაჩვენებლის შესაბამისად.



ნახ. 5.10 ორინჩირის ოლი

დრენჩერული მოწყობილობები გამოიყენება განსაკუთრებით ხანძარსაშიშ საწარმოებში.

ხანძრის დაწყებისთანავე ხდება წყლის მიწოდება ერთ სექციაში გაერთიანებული ყველა დრენჩერიდან. შესაბამისად, წყლის ხარჯი სპრინკლერებთან შედარებით მნიშვნელოვნად გაზრდილია. დრენჩერული მოწყობილობის თავი მოცემულია 5.10 ნახ-ზე.

სპრინკლერული და დრენჩერული მოწყობილობები ხანძრის გაჩენის დროს წყლის მიწოდებასთან ერთად გამოსცემენ სახანძრო განგაშის სიგ-ნალს, ანუ იმავდროულად არიან სახანძრო შეტყობინების სისტემის ნაწილიც.

საწარმოებში, დიდ საწყობებში და ადმინისტრაციულ შენობებში ხანძრის მაუწყებლად გამოიყენება ციფრული და ანალოგური ავტომატური სახანძრო სიგნალიზაცია.

სიგნალიზაციით ხანძრის შეტყობინება ხდება გადამწოდის მიერ მისი შეცნობისთანავე. ჩვეულებრივ ეს დრო არის ხანძრის გაჩენიდან რამდენიმე წამი. ციფრული სისტემით შესაძლებელია განზორციელდეს როგორც ცენტრალიზებული, ისე დეცენტრალიზებული მართვა და ძალზე მოსახერხებელია.

ამუშავების იმპულსის მიხედვით ავტომატური გადამწოდი ელემენტი – სენსორი ტემპერატურის ნაზარდის ან აბსოლუტური მნიშვნელობის გარდა შესაძლებელია ამუშავდეს კვამლის ან ნახშირორჟანგის კონცენტრაციაზე სათავსოს ჰაერში, სინათლეზე ან კომბინირებულად.

### **5.13. ხანძრის ჩაქრობის წყისები**

**წყლით ჩაქრობა.** ხანძრის ჩაქრობის დაწყებისას პირველ რიგში საჭიროა ბრძოლა მისი გავრცელების შესაფერხებლად. ამიტომ ჩაქრობა ყველა შემთხვევაში იწყება პერიფერიიდან ცენტრისაკენ. ამგვარად, წყლის ჭავლი მიმართული უნდა იყოს კერის პერიფერიიდან ცენტრისაკენ, რაც თან-დათანობით შეამცირებს ხანძარმოდებულ ფართობს. საჭიროა დაკვირვება, რომ წყლის ჭავლით გადაგდებულმა ცეცხლმოდებულმა საგანმა ხანძრის ახალი კერა არ წარმოშოს.

**ქაფიანი და სითხიანი ცმცხლსაქრობებით ჩაქრობა.** ამ შემთხვევაშიც ანალოგიურადაა მოქცევა საჭირო, რადგან ისეთივე ეფექტით ხასიათდებიან მოცემული საქრობი საშუალებები, როგორც წყალი. პერიფერიიდან ცენტრისაკენ ჭავლის მიმართული უნდა იქნეს ცეცხლის ენების ფუძეზე და არა წვეროებზე. წყლით ჩაქრობის შემთხვევაში აღნიშნულს განსაკუთრებული მნიშვნელობა არა აქვს.

**ნახშირორჟანგის ცმცხლსაქრობებით ჩაქრობა.** ამ შემთხვევაშიც პერიფერიიდან მოქმედებაა საჭირო, ხოლო აღის ფუძეზე ნახშირორჟანგის ჭავლი უნდა მიემართოს ზემოდან ქვემოთ. პირიქით ნაკლები ეფექტი აქვს, რადგან მაღალი ტემპერატურა აირს ზემოთ აიტაცებს.

**ფხვნილური ცმცხლსაქრობებით ჩაქრობა.** ამ შემთხვევაშიც პერიფერიიდან მოქმედებაა საჭირო. ფხვნილს ჯერ მიაყრიან კერის გარ-შემო, ხოლო შემდეგ აყრიან აღზე.



#### 5.14. შენობების დემონტაჟი ავითქებით

მჭიდროდ დასახლებული პუნქტების ხელახალი განაშენიანებისათვის სამშენებლო მოედნების მომზადებასთან და საკურორტო ობიექტების რეკონსტრუქციასთან დაკავშირებით, ამორტიზებული ობიექტების დემონტაჟის ვადების შემცირების მიზნით, მნიშვნელოვნად გაიზარდა მოთხოვნილება სპეციალური საამფეთქებლო სამუშაოების ჩატარებაზე. მოძველებული შენობა-ნაგებობების აფეთქებითი დემონტაჟი, მათი დაშლის ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით, ბევრად ეკონომიურია და ხელსაყრელია ქალაქის ცხოვრების რიტმის სწრაფი აღდგენის თვალსაზრით. ამავდროულად ის გამოირჩევა სამუშაოების შესრულების უსაფრთხოების შედარებით მაღალი დონით.

ამორტიზებული ნაგებობების დემონტაჟისას გასათვალისწინებელია შემდეგი:

- აფეთქებამ მხოლოდ მზიდი კონსტრუქციების ნგრევა უნდა უზრუნველყოს, თვით ნაგებობა კი უნდა დაიშალოს საკუთარი წონის გავლენით;
- ფეთქებადი ნივთიერების მუხტების განლაგებამ და მათი აფეთქების თანმიმდევრობამ უნდა უზრუნველყოს ნაგებობის მთლიანი დაშლა წინასწარ განსაზღვრული მიმართულებით.

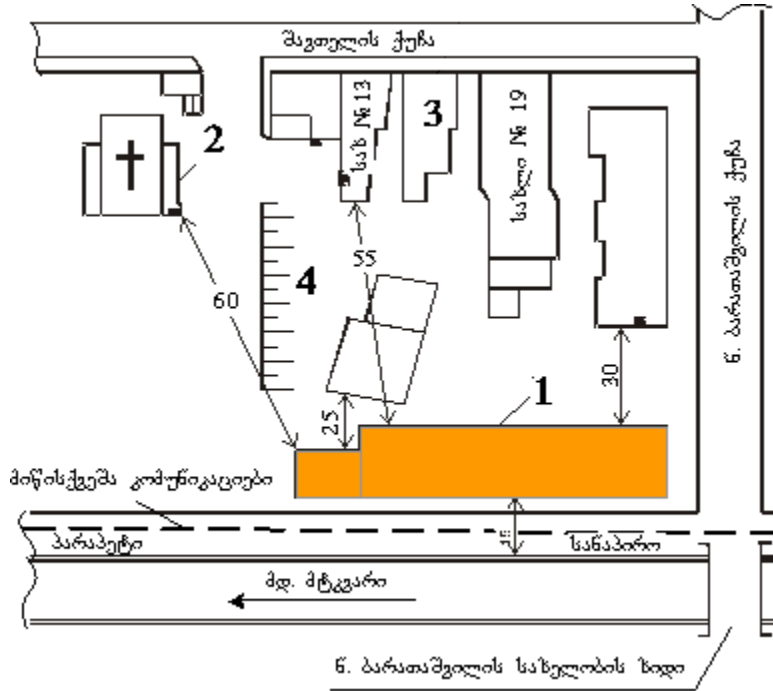
ამასთანავე უნდა შემუშავდეს როგორც ნამსხვრევების გაფანტვის ლოკალიზაციის, ასევე სეისმური და ჰაერის დარტყმითი ტალღების დასაცავ ობიექტებზე ზემოქმედების შემცირების უზრუნველყოფი ღონისძიებები. სწორედ ამიტომ თითოეული ნაგებობის აფეთქება მოითხოვს ინდივიდუალურ მიდგომას.

1985 წელს, ქ. თბილისის ძველი უბნების რეკონსტრუქციასთან დაკავშირებით, მოხდა ტრიკოტაჟის ფაბრიკის სამსართულიანი აგურის შენობის დემონტაჟი აფეთქებით. აღნიშნული შენობა მდებარეობდა ნ. ბარათაშვილის, შავთელის ქუჩებისა და მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროს შორის.

დასაცავი ობიექტებიდან ყველაზე ძველი და ნაკლებად სეისმომედეგი იყო ორი სამსართულიანი აგურის შენობა (შავთელის ქ. №13 და №19), ეკლესია ანჩისახატი, აგრეთვე მდინარე მტკვრის სანაპიროს დეკორატიული პარაპეტი და მიწისქვეშა კომუნიკაციები, მათ შორის 200 და 300 მმ დიამეტრის წყალსადენი და 300 მმ დიამეტრის გაზსადენი მილები და საერთაშორისო კავშირგაბმულობის კაბელი (ნახ. 5.11).

აღნიშნულ დასაცავ შენობა-ნაგებობებზე აფეთქების სეისმური მოქმედების პროგნოზის მიზნით, ამავე ტერიტორიაზე ჩატარდა 1 მ-ის სიღრმეზე გრუნტში განთავსებული ამონიტი №6ЖБ-ს საშპურე მუხტების საცდელი აფეთქებები.

ექსპერიმენტული მუხტებისა და ტრიკოტაჟის ფაბრიკის შენობის კედლებში განლაგებული მუხტების დაფვანილი მასა იდენტური იყო. გრუნ-ტისა და დასაცავი ობიექტების რხევის სიჩქარეები ექსპერიმენტული აფეთქებებისას მოცემულია 5.6 ცხრილში.



ნახ. 5.11. ტრიკოტაჟის ფაბრიკისა და დასაცავი ობიექტების განლაგების სიტუაციური გეგმა: 1 – ტრიკოტაჟის ფაბრიკის შენობა; 2 – VI საუკუნის ანჩისხატის ეკლესია; 3 –XIX და XX საუკუნის დასაწყისში აგებული საცხოვრებელი აგურის სახლები; 4 – სეისმომძიების დაფენების პუნქტები

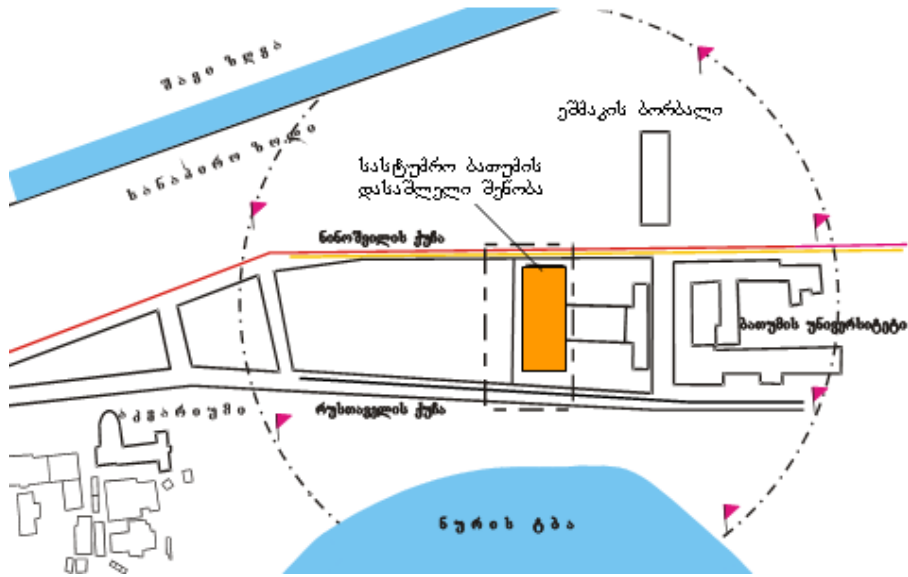
ცხრილი 5.6

სეისმიური ტალღების პარამეტრები ამონიტ №6 ЖВ-ს გრუნტში ჩაღრმავებული საცდელი მუხტების აფეთქებისას

| სეისმომძიების დაფენების ადგილი | დაკვირვების წერტილის დაშორება აფეთქების კერიდან r, მ | ფ.ნ. მუხტის მასა, ტროტილის ეკვივალენტი, Q <sub>TNT</sub> , კგ | მუხტის დაფვანილი მასა, ρ, კგ <sup>0,333</sup> Xმ <sup>-1</sup> | ენერგომზიდი რხევების სიზშირე, ჰც | რხევის სიჩქარე V, სმ/წმ |
|--------------------------------|--|---|--|----------------------------------|-------------------------|
| №13 სახლის III სართული         | 11,5<br>16,5   | 1,0<br>2,0  | 0,087<br>0,076   | 1-2<br>1-1,3                     | 1,04-0,52<br>1,03-1,43  |
| №13 სახლის I სართული           | 11<br>11   | 1,0<br>2,0  | 0,091<br>0,114   | 2-2,5<br>2                       | 0,5-0,63<br>0,6         |
| ანჩისხატის ეკლესია             | 20,0<br>15,5   | 1,0<br>2,0  | 0,049<br>0,081   | 2-2,5<br>10                      | 1,2<br>2,51             |

|              |            |            |                |          |             |
|--------------|------------|------------|----------------|----------|-------------|
| (სადირკველი) |            |            |                |          |             |
| გრუნტი       | 7,7<br>2,7 | 2,0<br>1,0 | 0,162<br>0,370 | 4,5<br>5 | 7,0<br>24,0 |

ცხრილში აღნიშნული მონაცემებიდან ჩანს, რომ დაყვანილი მუხტის მასის ცვალებადობისას  $\rho = 0,049 \div 0,114$  კგ<sup>0,333</sup>.მ<sup>-1</sup> ინტერვალში დასაცავი შენობების რხევის სიჩქარე შესაბამისად შეადგენს 0,50–2,51 სმ/წმ. გრუნ-ტის რხევის სიჩქარე დაყვანილი მუხტის მასის  $\rho = 0,37 \div 0,162$  კგ<sup>0,333</sup>. მ<sup>-1</sup> ცვალებადობის ინტერვალში ლებულობს მნიშვნელობებს 7–24 სმ/წმ, რაც საშიშია დასაცავი ობიექტებისათვის, განსაკუთრებით ძველი შენობებისათვის. რხევის სიჩქარე ძველი შენობებისათვის, ისე როგორც აფეთქების კერიდან 3–5 მ-ში განლაგებული მილსადენებისათვის, არ უნდა აღემატებოდეს 1,5 სმ/წმ. ამის გათვალისწინებით ტრიკოტაჟის ფაბრიკის აფეთქებით დემონტაჟისას, პროექტში შეტანილ იქნა შემდეგი დამატებითი დამცავი ღონისძიებები: სარდაფში განლაგებული მუხტების აფეთქებით გენერირებული სეისმური ტალღების ეკრანების მიზნით, ჩამოსაქცევ კედლებსა და მიწისქვეშა კომუნიკაციებს შორის 2 მ-ის სიღრმისა და 1,5 მ სიგანის ტრანშეის გაყვანა, სადემონტაჟო შენობის მთელ პერიმეტრზე მუხტების განთავსების სიბრტყის დაცილება 0,5 მ-ით მიწის ზედაპირიდან. აგრეთვე შენობის კედლებში განლაგებული მუხტების ორ ჯგუფად გაყოფა და მათი აფეთქება 500 მლწმ (წამის მეათასედი ნაწილის) დაყოვნებით. ასეთ აფეთქებას მცირედდაყოვნებული ეწოდება, ხოლო 500 მლწმ მცირედ დაყოვნების მაქსიმალურ სიდიდედ შესაძლებელია მივიჩნიოთ.

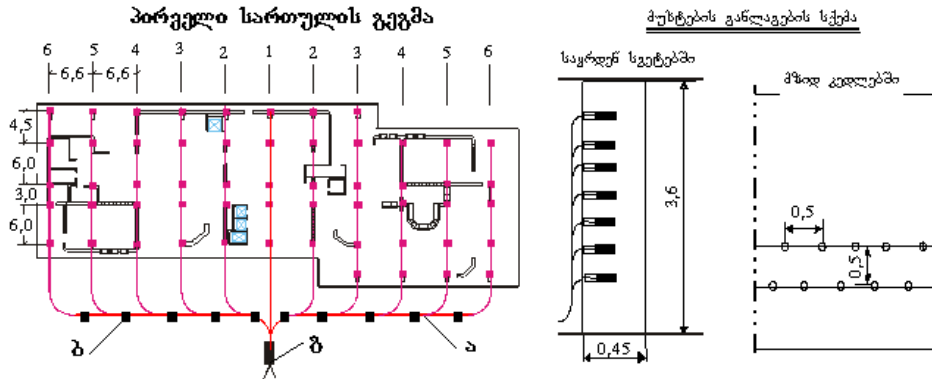


ნახ. 5.12. სასტუმრო „ბათუმის“ შენობის აფეთქებით დემონტაჟის სიტუაციური გეგმა

აფეთქების შედეგად ტრიკოტაჟის ფაბრიკის შენობა ჩამოიშალა თავის ფუძეზე ისე, რომ მისმა ცალკეულმა სამშენებლო ელემენტმა მთლიანად შეავსო სარდაფის მოცულობა. დასაცავი ნაგებობების ფუნდამენტში გრუნტის რხევის სიჩქარე შეადგენდა 0,2–0,5 სმ/წმ.

ჩატარებული კვლევების ანალიზით დადგინდა, რომ განხილულ პირობებში ჩარღმავებული მუხტების აფეთქებისას გრუნტის სეისმურობის კოეფიციენტი  $K = 106$ . დასაშლელი შენობის კედლებში განთავსებული იმავე სიდიდის დაყვანილი მასის მუხტების აფეთქებისას აღნიშნული კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა მცირდება 10-20 ჯერ, რაც მიანიშნებს სეისმური ტალღების დაბალ ინტენსიურობაზე.

ბოლო წლებში აჭარის საკურორტო ზონის რეკონსტრუქციის მიზნით ქ. ქობულეთში ჩატარდა ოთხი მაღლივი კარკასული რკინაბეტონის შენობის, სასტუმრო კომპლექსი „ჰორიზონტის“ ორი თექვსმეტსართულიანი კორპუსის, მეცნიერებათა აკადემიის დასასვენებელი სახლის თექვსმეტსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსისა და სოფ. ბობოყვათში ათსართულიანი საცხოვრებელი კორპუსის დემონტაჟი აფეთქებით. ქ. ბათუმში აფეთქებით დაშლილი იქნა სასტუმრო „ბათუმის“ ცხრასართულიანი კარკასული კორპუსი. ამ ნაგებობების აფეთქებით დემონტაჟის, პროექტები შეიმუშავეს გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის სპეციალისტებმა.



ნახ. 5.13. სასტუმრო ბათუმის შენობის მზიდ კონსტრუქციებში ფეთქებადი ნივთიერების მუხტების განლაგებისა და მათი მცირედ დაყოვნებული აფეთქების სქემა:  
 1-6 - სვეტების აფეთქების თანამიმდევრობა; ა - ДШ-А ტიპის სადეტონაციო ზონარი; ბ - 100 მლწმ დაყოვნების მქონე "ნონელ LP" ტიპის დეტონატორი; გ - ელექტროდეტონატორი; ნახაზზე ზომები მოცემულია მეტრობით

ნახ. 5.12-ზე მოცემულია სასტუმრო „ბათუმის“ შენობისა და დასაცავი ობიექტების განლაგების სიტუაციური გეგმა, ხოლო ნახ. 5.13-ზე – ფეთქებადი ნივთიერების მუხტების განლაგებისა და მათი მცირედ დაყოვნებული აფეთქების სქემა პირველი სართულის მიხედვით. ნახ. 5.13-ის განტვირთვის მიზნით სართულების გეგმებზე ნაჩვენებია მხოლოდ საყრდენ სვეტებში განთავსებული მუხტები.

ფეთქებადი ნივთიერებად გამოყენებული იქნა “პოვერგელ მაგნუმ-365”. მისი კუთრი ხარჯი იყო 2,0 კგ/მ<sup>3</sup>, შპურის დიამეტრი –  $d = 38$  მმ, ფეთქებადი ნივთიერების მუხტის მასა თითოეულ შპურში –  $Q_{\text{მ}} = 0,245$  კგ, მუხტების რაოდენობა თითოეულ სვეტში –  $n_{\text{მ}} = 7$  (იხ. ნახ. 5.13). ყოველი სვეტის დანგრევაზე დაინარჯა 1,75 კგ ფეთქებადი ნივთიერება.

სულ აფეთქებული იქნა 133 საყრდენი სვეტი, მათ შორის I სართულზე 56, II სართულზე – 44 და III სართულზე – 39. გარდა ამისა ფეთქებადი ნივთიერების მუხტები განთავსებული იქნა შენობის პირველი სამი სართულის მზიდ კედლებში. აფეთქების ყოველ რიგში სამივე სართულზე კედლებში განთავსებულ საშპურე მუხტის მასა საშუალოდ 49 კგ შეადგენდა. ერთდროულად აფეთქებული მუხტების ჯამური მასა არ აღემატებოდა 140 კგ.

ნახ. 5.14-ზე მოცემულია სასტუმრო „ბათუმის“ შენობის აფეთქებით დემონტაჟის ფრაგმენტები, ხოლო 5.7 ცხრილში – დასაცავი ობიექტების რხევის სინქარები.

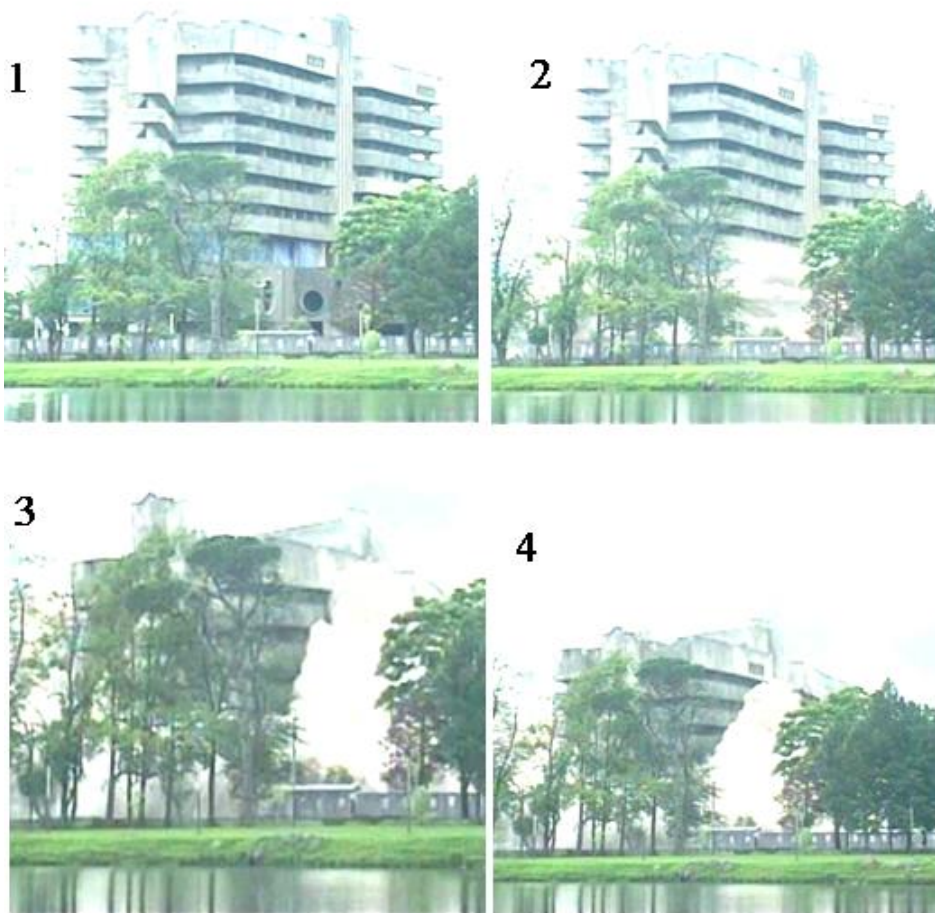
ცხრილი 5.7

დასაცავი ობიექტების საძირკველში გრუნტის რხევის სიჩქარეების ცვალებადობა

| სეისმო-<br>მიმღების<br>დაყენების<br>ადგილი           | აფეთქების<br>რიგი | მუხტის მასა (ტროტილის<br>ეკვივალენტი), კგ |         |      | $r$ | $\rho$ | $K$ | $V$  |
|--|-------------------|---|---------|------|-----|--------|-----|------|
|  |                   | სვეტებში                                  | კედელში | ჯამი |     |        |     |      |
| ატრაქციონი<br>„ეშმაკის<br>ბორბალი“                   | 1                 | 21  | 21      | 70   | 85  | 0,048  | 27  | 0,3  |
|  | 2                 | 42  | 42      | 140  | 85  | 0,061  | 47  | 0,7  |
|  | 3                 | 42  | 42      | 140  | 85  | 0,065  | 29  | 0,5  |
|  | 4                 | 42  | 42      | 140  | 80  | 0,065  | 35  | 0,6  |
|  | 5                 | 42  | 42      | 140  | 75  | 0,069  | 26  | 0,5  |
|  | 6                 | 42  | 42      | 140  | 75  | 0,069  | 42  | 0,8  |
| ბათუმის<br>უნივერსი-<br>ტეტის<br>სასწავლო<br>კორპუსი | 1                 | 21  | 21      | 70   | 120 | 0,030  | 30  | 0,15 |
|  | 2                 | 42  | 42      | 140  | 120 | 0,040  | 56  | 0,5  |
|  | 3                 | 42  | 42      | 140  | 120 | 0,040  | 39  | 0,35 |
|  | 4                 | 42  | 42      | 140  | 120 | 0,040  | 45  | 0,4  |
|  | 5                 | 42  | 42      | 140  | 120 | 0,040  | 45  | 0,4  |
|  | 6                 | 42  | 42      | 140  | 120 | 0,040  | 50  | 0,4  |

ცხრილი 5.7-ის ასოით აღნიშვნები:  $r$  – დაკვირვების წერტილის დაშორება აფეთქების კერიდან, მ;  $\rho$  – ერთდროულად აფეთქებული მუხტის დაყვანილი მასა, კგ<sup>0,33x<sub>გ</sub>-1</sup>;  $K$  – სეისმურობის კოეფიციენტი;  $V$  – გრუნტის რხევის სიჩქარე, სმ/წმ.

აფეთქების შედეგად სასტუმრო „ბათუმის“ შენობა მთლიანად ჩა-მოიშალა თავის ფუძეზე დასაცავი ობიექტების უსაფრთხოების სრული უზრუნველყოფით, ცალკეული ნამსხვრევების გატყორცნის მანძილი არ აღემატებოდა 20 მეტრს.



ნახ. 5.14. სასტუმრო ბათუმის აფეთქებით დემონტაჟის ფრაგმენტები

5.7 ცხრილიდან ჩანს, რომ ფეთქებადი ნივთიერების მუხტების მზიდ კონსტრუქციებში აფეთქებისას გრუნტის თვისებებისა და აფეთქების პირობების მაჩვენებელი  $K$  კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობის ცვალებადობის ფარგლები 26–56 შეადგენს. იმავე სიდიდის დაყვანილი მასის ჩაღრმავებული მუხტებისათვის  $K = 200$ .

აღნიშნული კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობა ცალკეული რეგიონ-ნის ფარგლებში საკმაოდ დიდ დიაპაზონში იცვლება. მაგალითად, თბილისის ქანების პირობებში ჩაღრმავებული ფეთქებადი ნივთიერების მუხტების აფეთქებისას  $K = 106$ . ეს გარემოება განპირობებულია რხევის სიჩქარის დამოკიდებულებით ქანის სტრუქტურასა და გაწყლოვანების ხარისხზე. ამიტომ ყველა კონკრეტულ

პირობისათვის საჭიროა წინასწარ ექსპერიმენტულად დადგინდეს  $K_{ნაგ}$  კოეფიციენტის მნიშვნელობა, რაც შესაძლებლობას მოგ-ვცემს შევიმუშაოთ მჭიდროდ დასახლებულ პუნქტებში სამფეთქებლო სამუ-შაოების წარმოებისას გენერირებული სეისმური ტალღების დასაცავ ობიექტებზე მავნე ზემოქმედებისაგან დაცვის ეფექტური ღონისძიებები.

როგორც წარმოდგენილი მასალიდან ჩანს, შენობა-ნაგებობის აფეთქებით დემონტაჟის დროს საჭიროა უსაფრთხოების შემდეგი ღონისძიებების გატარება: 1. სეისმური ტალღების გავრცელების შეზღუდვა; 2. აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ნამსხვრევების გატყორცნა-გაფანტვის თავიდან აცილება; 3. ჰაერის დარტყმითი ტალღის გავლენის შემცირება.

სამივე ღონისძიება ზემოთ აღიწერა პრაქტიკაში განხორციელებული სამუშაოების მიხედვით, შევაჯამოთ აღნიშნული ღონისძიებები.

ამგვარად:

1. აფეთქების შედეგად აღძრული სეისმური ტალღების გრუნტში გავრცელების შეზღუდვა შესაძლებელია აფეთქების კერის დაცილებით დასაცავი დეამიწის ზედაპირიდან (მინიმუმ 0,5 მ-ით) ან ხელოვნური წინაღობების შექმნით ტალღების გავრცელების გზაზე (მაგალითი – ტრანშეის გაყვანა ტრიკოტაჟის ფაბრიკის დემონტაჟისას ქ. თბილისში ზემოთ იყო აღწერილი), წინაღობა ამ შემთხვევაში შესაძლებელია განვიხილოთ როგორც ეკრანი. აფეთქებით გამოწვეული სეისმური ტალღების გავრცელებას აგრეთვე მნიშვნელოვნად ამცირებს შენობის მზიდ კედლებში განლაგებული მუხტების ორ ჯგუფად გაყოფა და მათი აფეთქება მცირედი დაყოვნებით (50–500 მლწმ).

2. აფეთქების შედეგად წარმოქმნილი ფრაგმენტების გატყორცნა-გაფანტვის ასაცილებელი ღონისძიებებია: დასანგრევი შენობის ბაღით შეფუთვა, მისი შემოფარგვლა ქვიშით ავსებული ტომრებით ან ამოფიცვრა (უბან-უბან ან მთლიანი).

3. ჰაერის დარტყმითი ტალღის მავნე გავლენის შემცირება შესაძლებელია ბრეზენტის საფარის (ფარდის) მოწყობით ასაფეთქებელ ობიექტზე.

## 6. გამოსხივება და მისგან დაცვა



## 6.1. სახიფათო და მავნე გამოსხივებათა სახეები

საწარმო პირობებში გამოსხივება შესაძლებელია იყოს როგორც სახიფათო, ისე მავნე. როგორც უკვე აღინიშნა, სახიფათო ფაქტორი იწვევს ფიზიკურ ტრავმას ან ჯანმრთელობის სწრაფ და მკვეთრ გაუარესებას, ხოლო მავნე ფაქტორის ზემოქმედება თავს იჩენს ხანგრძლივი პერიოდის გასვლის შემდეგ პროფესიული დაავადების სახით. მავნე საწარმოო ფაქტორმა შესაძლებელია მიიღოს სახიფათო ელფერი ინტენსიურობისა და მოქმედების დროის მიხედვით.

წარმოებაში შესაძლებელია შეგვხვდეს შემდეგი სახის სახიფათო და მავნე გამოსხივებები:

- ელექტრომაგნიტური გამოსხივება;
- ულტრაიისფერი გამოსხივება;
- ინფრაწითელი გამოსხივება;
- მაიონებელი გამოსხივება.

აღსანიშნავია, რომ ყველა სახის გამოსხივებას (სინათლის ჩათვლით) აქვს როგორც ტალღური, ისე კორპუსკულური (კვანტური) ბუნება. ტალღური ბუნების გამოვლენაა ის, რომ ელექტრომაგნიტურ ტალღებს ახასიათებთ ინტერფერენცია, დიფრაქცია, დისპერსია, პოლარიზაცია და მექანიკური დაწნევა იმ ზედაპირზე, რომელზედაც ეცემიან. კვანტური ბუნების გამოვლენა ისაა, რომ გამოსხივების ენერგია გამოიყოფა პორციების (ფოტონების), ანუ კვანტების სახით. კვანტს აქვს მატერიალური წერტილის თვისებები, ხოლო მისი ენერგია  $\varepsilon$  დამოკიდებულია გამოსხივების სიხშირეზე  $\nu$ -ზე

$$\varepsilon = h\nu, \quad (6.1)$$

სადაც  $h = 6,625 \cdot 10^{-27}$  ერგი.წმ არის პლანკის მუდმივა.

საწარმოო რადიოსიხშირეების დიაპაზონები მოცემულია 6.1 ცხრილში.

ცნობილია, რომ გამტარში გამავალი დენი მის ირგვლივ ერთდროულად ქმნის ელექტრულ და მაგნიტურ ველებს. მუდმივი დენის პირობებში აღნიშნული ველები ერთმანეთზე დამოკიდებული არ არიან, ხოლო ცვლადი დენის შემთხვევაში ისინი ერთმანეთზე დამოკიდებული არიან და საქმე გვაქვს ერთიან ელექტრომაგნიტურ ველთან, რომელსაც აქვს გარკვეული ენერგია და ხასიათდება ორი ურთიერთ მართობული: ელექტრული  $E$  და მაგნიტური  $H$  მდგენელით.

ელექტრული ველის დაძაბულობის საზომი ერთეულია ვოლტი ან კილოვოლტი მეტრზე (ვ/მ, კვ/მ), ხოლო მეორე მდგენლის – მაგნიტური ველის დაძაბულობისათვის გამოიყენება სიდიდე ამპერი მეტრზე (ა/მ).

ცხრილი 6.1  
რადიოსიხშირეების დიაპაზონები

| ძირითადი ტერმინი | პარალელური ტერმინი        | დიაპაზონის ფარგლები |
|------------------|---------------------------|---------------------|
| 1-ლი დიაპაზონი   | უკიდურესად დაბალი სიხშირე | 3 – 30 ჰც           |
| მე-2 დიაპაზონი   | ზედაბალი სიხშირე          | 30 – 300 ჰც         |
| მე-3 დიაპაზონი   | ინფრადაბალი სიხშირე       | 0.3 – 3 კჰც         |
| მე-4 დიაპაზონი   | ძალიან დაბალი სიხშირე     | 3 – 30 კჰც          |
| მე-5 დიაპაზონი   | დაბალი სიხშირე            | 30 – 300 კჰც        |
| მე-6 დიაპაზონი   | საშუალო სიხშირე           | 0.3 – 3 მეგა-ჰც     |
| მე-7 დიაპაზონი   | მაღალი სიხშირე            | 3 – 30 მეგა-ჰც      |
| მე-8 დიაპაზონი   | ძალიან მაღალი სიხშირე     | 30 – 300 მეგა-ჰც    |
| მე-9 დიაპაზონი   | ულტრამაღალი სიხშირე       | 0.3 – 3 გიგა-ჰც     |
| მე-10 დიაპაზონი  | ზემაღალი სიხშირე          | 3 – 30 გიგა-ჰც      |
| მე-11 დიაპაზონი  | უკიდურესად მაღალი სიხშირე | 30 – 300 გიგა-ჰც    |
| მე-12 დიაპაზონი  | ჰიპერმაღალი სიხშირე       | 0.3 – 3 ტერა-ჰც     |

შენიშვნა: ტალღის სიხშირის ყოველი დიაპაზონი უდიდეს მაჩვენებელს მოიცავს და არასდროს არ უტოლდება უმცირეს მაჩვენებელს.

ზოგადად განვიხილოთ სინათლის ტალღური ბუნების მახასიათებლები. ინტერფერენცია არის ერთნაირი სიხშირის მქონე ორი ან მეტი ტალღის ელექტრული  $E$  და მაგნიტური  $H$  მდგენელების ვექტორული შეკრება სივრცეში ისე, რომ ზოგიერთ წერტილში ჯამური ტალღის ამპლიტუდა იზრდება, ხოლო სხვა წერტილებში მცირდება.

დიფრაქცია არის სინათლის ტალღების გადახრა სწორხაზოვანი ტრაექტორიიდან ნახვრეტებში (ე.წ. დიფრაქციულ გისოსში) გავლის შემდეგ. სინათლის დისპერსია ეწოდება მოვლენას, რომლის მიხედვითაც მოცემულ გარემოში სინათლის გავრცელების სიჩქარე დამოკიდებულია ტალღის სიგრძეზე.

სახიფათო და მავნე გამოსხივებების დახასიათება ტალღის სიგრძის მიხედვით მოცემულია 6.2 ცხრილში. ალფა-, ბეტა-, ნეიტრონულ-, პროტონულ- და სხვ. მაიონებელ გამოსხივებას პირობითად კორპუსკულური ეწოდება, ხოლო დანარჩენს ტალღური.

სინათლის პოლარიზაცია არის  $E$  და  $H$  ვექტორების მიერ სივრცეში ნებისმიერი მიმართულების მიღების უნარი იმ პირობით, რომ ისინი ყველა შემთხვევაში უნდა იყვნენ ურთიერთმართობული. ამასთან ის სიბრტყე, რომელშიდაც მოთავსებული არიან აღნიშნული ვექტორები უნდა იყოს სინათლის გავრცელების მიმართულების მართობული. ასეთ სინათლეს ბუნებრივი ეწოდება.

ცხრილი 6.2

სახიფათო და მავნე გამოსხივებების კლასიფიკაცია ტალღის სიგრძის მიხედვით

| ტალღის სიგრძეთა დიაპაზონის დასახელება         | ტალღის სიგრძისა და სიხშირის დიაპაზონი |   |
|---|---------------------------------------|---|
| საერთო ნიშანი – ელექტრომაგნიტური გამოსხივება  |                                       |   |
| რადიოტალღები:                                 | ტალღის სიგრძე                         | სიხშირე, ჰც                                 |
| მირამეტრული (ზეგრძელი)                        | > 10 კმ                               | 3 - 3X10 <sup>4</sup>                       |
| კილომეტრული (გრძელი)                          | 10 - 1 კმ                             | 3X10 <sup>4</sup> - 3X10 <sup>5</sup>       |
| ჰექტომეტრული (საშუალო)                        | 1000 - 100 მ                          | 3X10 <sup>5</sup> - 3X10 <sup>6</sup>       |
| დეკამეტრული (მოკლე)                           | 100 - 10 მ                            | 3X10 <sup>6</sup> - 3X10 <sup>7</sup>       |
| მეტრული                                       | 10 - 1 მ                              | 3X10 <sup>7</sup> - 3X10 <sup>8</sup>       |
| დეციმეტრული                                   | 100 - 10 სმ                           | 3X10 <sup>8</sup> - 3X10 <sup>9</sup>       |
| სანტიმეტრული                                  | 10 - 1 სმ                             | 3X10 <sup>9</sup> - 3X10 <sup>10</sup>      |
| მილიმეტრული                                   | 10 - 1 მმ                             | 3X10 <sup>10</sup> - 3X10 <sup>11</sup>     |
| სუბმილიმეტრული                                | 1 - 0,1 მმ                            | 3X10 <sup>11</sup> - 3X10 <sup>12</sup>     |
| ოპტიკური დიაპაზონის გამოსხივება:              | ტალღის სიგრძე                         | სიხშირე, ჰც                                 |
| ინფრაწითელი სხივები                           | 100 - 0,76 მკმ                        | 3X10 <sup>12</sup> - 3,9X10 <sup>14</sup>   |
| ხილული სინათლე                                | 0,76 - 0,39 მკმ                       | 3,9X10 <sup>14</sup> - 7,7X10 <sup>14</sup> |
| ულტრაიისფერი სხივები                          | 0,39 - 0,001 მკმ                      | 7,7X10 <sup>14</sup> - 3X10 <sup>17</sup>   |
| მაიონებელი გამოსხივება:                       | ტალღის სიგრძე                         | სიხშირე, ჰც                                 |
| რენტგენის გამოსხივება                         | 0,001- 1X10 <sup>-6</sup> მკმ         | 3X10 <sup>17</sup> - 3X10 <sup>20</sup>     |
| გამა-გამოსხივება                              | 1X10 <sup>-6</sup> და ნაკლები         | 3X10 <sup>20</sup> და მეტი                  |
| საერთო ნიშანი – კორპუსკულური გამოსხივება      |                                       |   |
| ალფა-, ბეტა-, ნეიტრონული-, პროტონული- და სხვ. |                                       |   |

რადიაციული წნევის სიდიდის გამოთვლა შესაძლებელია ფორმულით

$$p = \frac{W}{c}(1 + \rho), \quad (6.2)$$

სადაც  $p$  არის რადიაციული წნევის სიდიდე, დნ/მ<sup>2</sup>;  $W$  - სხივური ენერჯის რაოდენობა, რომელიც 1 წმ-ში ნორმალის მიმართულებით ეცემა 1 სმ<sup>2</sup>

ზედაპირზე, დნ;  $c$  - სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში;  $\rho$  - არეკვლის კოეფიციენტი. ნათელ ამინდში მზის სხივების მიერ დედამიწის ზედაპირზე გამოწვეული წნევა შეადგენს  $0,4$  დნ/მ<sup>2</sup>.

გამოსხივების ზემოაღნიშნული თვისებები პრაქტიკაში გამოიყენება მათი მავნე გავლენის შესამცირებლად.

აღსანიშნავია, რომ ყველა სახეობის დასხივებისაგან ორგანიზმის დაცვა ან დასხივების მინიმუმამდე დაყვანა შესაძლებელია ე.წ. "რაოდენობის მი-ხედვით დაცვით", რაც ნიშნავს დასხივების წყაროს აქტიურობის შემცირებას; "მანძილის მიხედვით დაცვით", რაც დასხივების წყაროდან დაშორებას ნიშნავს; "დროის მიხედვით დაცვით", რაც ნიშნავს დასხივების მიღების ადგილზე მუშაობის დროის შეზღუდვას.

## 6.2. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების

### მავნე მოქმედება

ადამიანი ელექტრომაგნიტურ ველს ვერ აღიქვამს გრძნობის ორგანოებით (მხედველობის, სმენის და ა.შ.) და ამის გამო ყოველთვის არ შეუძლია მოერიდოს მის მავნე გავლენას. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ზემოქმედებით სისხლში, რომელიც თავისი ბუნებით არის ელექტროლიტი, აღიძვრება იონების ნაკადი, რაც იწვევს ორგანიზმის ქსოვილების გახურებას. გა-მოსხივების გარკვეული ინტენსიურობის ზემოთ, რომელსაც თბური ზღუდე ეწოდება, ორგანიზმი ვეღარ ახდენს გამოყოფილი სითბოს ასიმილაციას. აღ-ნიშნული განსაკუთრებით სახიფათოა თვალებისათვის, ტვინისათვის, კუჭი-სათვის და სასიცოცხლოდ სხვა მნიშვნელოვანი ორგანოებისათვის.

თბური ზემოქმედების გარდა ელექტრომაგნიტური გამოსხივება მავნე გავლენას ახდენს ნერვულ სისტემაზე, იწვევს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციის მოშლას და ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას. ხანგრძლივი ზემოქმედების შემდეგ ადამიანი გრძნობს ტკივილს გულმკერდის მიდამოში, ეცვლება პულსი და სისხლის წნევა, მძაფრად შეიგრძნობს დაღლილობას, რაც ამცირებს შრომის ნაყოფიერებას და შესრულებული სამუშაოს ხარისხს.

ელექტრომაგნიტური ველის მავნე ბიოლოგიური ზემოქმედების ეფექტი დამოკიდებულია ელექტრომაგნიტური ტალღების სიხშირის დიაპაზონზე, ინტენსიურობაზე, დასხივების ხანგრძლივობაზე, გამოსხივების ხასიათზე და დასხივების რეჟიმზე. ყველა დიაპაზონის რადიოტალღების ზემოქმედები-სათვის

დამახასიათებელია გადახრები ცენტრალური ნერვული და გულსის-ხლძარღვთა სისტემის ნორმალური მოქმედებიდან.

დადგენილია, რომ პერსონალის ორგანიზმზე უარყოფითი ზეგავლენა შესაძლებელია მოახდინოს აგრეთვე საწარმოო სინშირის დენმა, რომელიც ხასიათდება რხევების სინშირით 3–300 ჰც-ის დიაპაზონში.

სამრეწველო სინშირის ელექტრომაგნიტური ველის მავნე ბიოლოგიური ზემოქმედების დამახასიათებელი ძირითადი პარამეტრია ელექტრული ველის დაძაბულობა. მაგნიტური მდგენელი ორგანიზმზე შესამჩნევ გავლენას ვერ ახდენს, რამდენადაც სამრეწველო სინშირის მოქმედ მოწყობილობებში მაგნიტური ველის დაძაბულობა არ აღემატება 25 ა/მ, ხოლო მავნე ბიოლო-გიური ზემოქმედება მუდავნდება 150-200 ა/მ ან უფრო მეტი დაძაბულობის დროს. დადგენილია, რომ საწარმოო სინშირის ელექტროდინამიკურ ალბრული ელექტრომაგნიტური ველის ნებისმიერ წერტილში ადამიანის მიერ შთანთქმული მაგნიტური ველის ენერგია თითქმის 50-ჯერ ნაკლებია ელექტრული ველის ენერგიაზე.

ელექტრომაგნიტური ველის მავნე ზემოქმედების საბოლოო შეფასება ხდება ადამიანის სხეულის მიერ შთანთქმული ელექტრომაგნიტური ენერგიის სიდიდით, რომლის შესამცირებლად გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ეკრანები, რაც "რაოდენობის მიხედვით დაცვის" წესს მიეკუთვნება, რადგან ეკრანება ამცირებს გამოსხივების ინტენსიურობას.

### **6.3. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების**

#### **წყაროები**

ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროებია რადიოტექნიკური და ელექტრონული მოწყობილობები, ტრანსფორმატორები, ანტენები, თერმული დანადგარების კონდენსატორები, ზემაღალი სინშირის გენერატორები და ა.შ. გადამცემი მაღალსიხშირული ელემენტები აგრეთვე ქმნიან ელექტრომაგნიტურ ველს, რომლის სიდიდეს სხვადასხვა ფაქტორი განაპირობებს: ეკრანების ხარისხი, გადამცემებისა და ანტენების ტიპი, მათი მართებული მონ-ტაჟი, ექსპლუატაცია და ა.შ.

ზემაღალი სინშირის ენერგია გამოიყენება რადიოლოკაციაში, რადიონავიგაციაში, რადიოსპექტროსკოპიაში, მეტეოროლოგიაში, ბირთვულ ტექნიკაში, ასტრონომიასა და გეოდეზიაში. მაგალითად, ზომალდის რადიო-სალოკაციო სადგურში ფართოდ გამოიყენება მოკლეთალღოვანი და საშუალოტალღოვანი გადამცემები, რომლებიც ქმნიან მძლავრ ელექტრო-მაგნიტურ ველს.

რადიოსალოკაციო სადგურის დასხივების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ანტენათა სისტემა. ანტენის ბრუნვისა და სკანირების დროს მომსახურე პერსონალი განიცდის მიკროტალღების ზემოქმედებას. რამდენიმე სალოკაციო სისტემის ერთდროულად მუშაობისას შეიმჩნევა ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის გაზრდა. ხომალდის ეკიპაჟის დასხივების ინტენსიურობა ფართო დიაპაზონში იცვლება და დამოკიდებულია ანტენის დაკიდების სიმაღლეზე, მის ტიპზე, გამოსხივების სიმძლავრეზე, ანტენის გაძლიერების კოეფიციენტზე, ხომალდის დიზაინზე, ხომალდის ლითონური კონსტრუქციებიდან ელექტრომაგნიტური ტალღების არეკვლაზე.

სამოქალაქო ავიაციის რადიოსალოკაციო სისტემის მიწისპირა მოწყობილობის შემადგენლობაში შედის სხვადასხვა დანიშნულების რადიოსალოკაციო სადგურები (დათვალიერების, დასაჯდომი, სადისპეჩერო და მეტეოროლოგიური), მიწისპირა რადიოდანადგარების საანტენო მოწყობილობა მიკროტალღოვანი გამოსხივების მძლავრ წყაროს წარმოადგენს.

ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროა აგრეთვე თვითმფრინავის ანტენა, რომლის გამოსხივება ხასიათდება ცვალებადობით. ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის დონე დამოკიდებულია სალოკაციო მოწყობილობის სიმძლავრეზე, ანტენის აწევის სიმაღლეზე, განფენაზე, გამოსხივების მიმართულებაზე, წყაროდან დაშორებაზე.

სანტიმეტრული და მილიმეტრული ტალღების დიაპაზონის რადიოსალოკაციო საშუალებები ფართოდ გამოიყენება ჰიდრომეტეოროლოგიურ სამსახურში ღრუბელთა სისტემის, ჭექა-ქუხილის კერების აღმოსაჩენად, მათზე დასაკვირვებლად და ადგილმდებარეობის განსასაზღვრავად. ამ შემთხვევაშიც დასხივების ძირითად წყარო ანტენებია.

#### **6.4. ელექტრული ველის გავლენისაგან დაცვის ღონისძიებები**

სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების თანახმად ელექტრომაგნიტური ველით დასხივება რეგლამენტირდება დაძაბულობის სიდიდისა და მოქმედების ხანგრძლივობის მიხედვით. საწარმოო სიხშირის დენის ელექტრული ველის დაძაბულობათა დასაშვები ნორმის სიდიდე დამოკიდებულია იმ დროის შუალედზე, რომლის განმავლობაშიც ადამიანი იმყოფება საშემო ზონაში. 8 სთ-ის განმავლობაში პერსონალის ყოფნა დასაშვებია მაშინ, თუ ელექტრული ველის დაძაბულობა  $E \leq 5$  კვ/მ. თუ ელექტრული ველის დაძაბულობა იცვლება 5–20

კვ/მ-ის ფარგლებში, მაშინ ასეთ სამუშაო ზონაში, საათებში გამოსახული, პერსონალის მაქსიმალურად დასაშვები დრო იანგარიშება ემპირიული ფორმულით

$$\tau = \frac{50}{E - 2} \quad (6.3)$$

ელექტრულ ველში განლაგებულ სამუშაო ადგილზე დაცვის საშუალებების გარეშე მომუშავეთა ყოფნის დასაშვები ხანგრძლივობა და ველის დაძაბულობის დონის მიხედვით მოცემულია 6.3 ცხრილში.

ცხრილი 6.3

მომუშავეთა დაშვების ხანგრძლივობა ელექტრული ველის დაძაბულობის მიხედვით

| №  | ელექტრული ველის დაძაბულობა, კვ/მ | ადამიანის ყოფნის დასაშვები ხანგრძლივობა დღე-ღამეში, სთ |
|----|----------------------------------|--|
| 1. | 5                                | შეუზღუდავად  |
| 2. | 10                               | 7,1  |
| 3. | 15                               | 3,8  |
| 4. | 20                               | 2,7  |
| 5. | 25                               | 2,1  |

თუ სამუშაო ადგილზე ელექტრული ველის დაძაბულობა 25 კვ/მ აღემატება, აუცილებელია დაცვის საშუალებების გამოყენება. აღნიშნული ნორმები სამართლიანია იმ შემთხვევაში, თუ დანარჩენ დროს ადამიანი ატარებს ისეთ ადგილზე, სადაც ელექტრული ველის დაძაბულობის ფონი შეადგენს 5 კვ/მ ან მასზე ნაკლებია.

სამრეწველო სიხშირის დენის ელექტრული ველებისაგან დაცვის ძირითადი კოლექტიური საშუალებაა ეკრანების მოწყობა. შესაძლებელია მიეწყოს განცალკევებული და საერთო ეკრანი. პირველ შემთხვევაში მაღალი სიხშირის მქონე დანადგარს ათავსებენ ცალკე სათავსოში, ხოლო მის მართვას დისტანციურად ახორციელებენ. საერთო ეკრანის მოწყობა ნიშნავს დანადგარის მოთავსებას ლითონის გარსაცმში, მართვის განხორციელება კი ხდება გარსაცმში სპეციალურად გაკეთებული სარკმლების მეშვეობით. უსაფრთხოების მოთხოვნებიდან გამომდინარე ლითონის გარსაცმს უნდა გაუკეთდეს დამიწება.

შთანთქმელი ეკრანის დასამზადებლად აგრეთვე გამოიყენება დაბალი ელექტროგამტარობის მქონე მასალები. ეკრანები მზადდება სპეციალური შედგენილობის რეზინის დაწნეხილი ფურცლების, აგრეთვე კარბონილური რკინით შევსებული ფოროვანი რეზინის ფირფიტების სახით. ასეთი მასალა მიეწება კარკასზე ან გამომსხივებელი მოწყობილობის ზედაპირზე.

სამუშაო ადგილზე გამოსხივების წყაროს ეკრანი ბლოკირებული უნდა იყოს გამომრთველ მოწყობილობასთან, რაც ეკრანის გახსნის შემთხვევაში გამორიცხავს გამომსხივებელი მოწყობილობის მუშაობას.

საერთო ეკრანი კონსტრუქციის მიხედვით შესაძლებელია იყოს მთლიანი გადაღობვის, სახურავის, ბადის, გაჭიმული ბაგირების ერთობლიობისა და სხვათა სახით. ლითონის ფერცლის სისქე მთლიანი ბარიერის მოწყობის შემთხვევაში არ უნდა იყოს 0,5 მმ-ზე ნაკლები. შესაძლებელია დამზადდეს აგრეთვე დაფის მსგავსი გადასატანი ეკრანი, რომელიც განთავსდება დროებით სამუშაო ადგილზე.

სტაციონარულ და გადასატან ეკრანებთან ერთად გამოიყენება აგრეთვე ინდივიდუალური მაეკრანებელი კომპლექტები: სპეცტანსაცმელი, სპეცფეხსაცმელი, სპეციალური ჩაფხუტი ან ყაბალახი, აგრეთვე სპეციალური ხელთათმანები და ნიღბები. მათი დანიშნულებაა ისეთი ელექტრული ველები-საგან დაცვა, რომელთა დაძაბულობა არ აღემატება 60 კვ/მ. აღნიშნული სპეცკომპლექტი დამზადებულია დალითონებული ქსოვილისაგან. მისი ყველა ელემენტი ერთმანეთთან ელექტრულად შეერთებულია დამიწების მიზნით, ხოლო დამიწება ხორციელდება იატაკზე მოთავსებულ ლითონის ბადესთან ფენსაცმელების კონტაქტის გზით.

თვალის დასაცავად გამოიყენება სპეციალური დამცავი სათვალე, რომლის შუშები დაფარულია კალის ფანგის ნახევარგამტარი ფენით.

ყველა სახეობის მაეკრანებელი მოწყობილობა საჭიროებს ტექნიკური მდგომარეობის პერიოდულ შემოწმებას, რომლის შედეგები რეგისტრირდება სპეციალურ ჟურნალში.

საველე გეოდეზიური სამუშაოების ჩატარებისას შესაძლებელია პერსონალი მოხვდეს მაღალი და ზემალაღი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზების გავლენის ზონაში. ასეთი ხაზები ხასიათდებიან მაგნიტური და ელექტრული ველები დაძაბულობათა შემდეგი სიდიდეებით 25 ა/მ და 15 კვ/მ (ხშირ შემთხვევაში დედამიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლემდე). აღნიშნულიდან გამომდინარე, 400 კვ და უფრო მეტი ძაბვის ელექტროგადამცემი ხაზების ახლოს მუშაობისას საჭიროა დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით სარგებლობა.

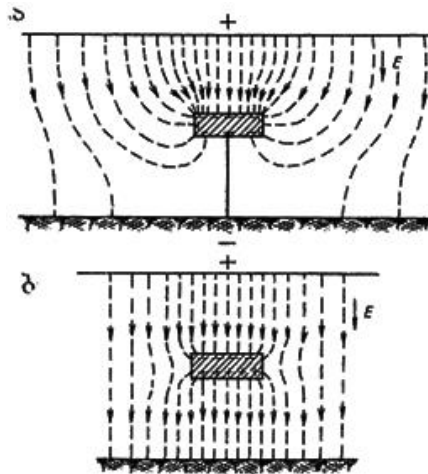
## 6.5. მაეკრანებელი მოწყობილობა



მაეკრანებელი მოწყობილობა (ეკრანი) მისი კოსტრუქციისა და ზომების, ასევე განლაგების ადგილის და პირობების მიხედვით წარმოადგენს საწარმოო სიხშირის ზემოქმედებისაგან კოლექტიური დაცვის საშუალებას. ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელია ეკრანი გამოყენებული იქნეს დაცვის ინდივიდუალურ მოწყობილობად.

**დაცვის პრინციპი.** მაეკრანებელი მოწყობილობების დამცავი თვისებები ეფუძნება ჩამიწებული ლითონური საგნის ირგვლივ ელექტრული ველის დაძაბულობის შესუსტებას, რაც გამოწვეულია აღნიშნული ველის ძალხაზების გამრუდების ეფექტით.

თუ ელექტრულ ველში შევი-ტანთ ჩამიწებულ ლითონურ საგანს, მასზე მოხდება ინდუქცირებული მუხტების გამოყოფა და მიწაში ერთი ნიშნის მუხტების ჩადინება. საგანზე დარჩენილი მუხტები არათანაბრად განაწილდება მის ზედაპირზე, ამის შედეგად ჩამიწებულ საგნის ირგვლივ წარმოიქმნება გამრუდებული ელექტრული ველი (6.1, ა). საგნის ერთ-ერთ მხარეზე ველის დაძაბულობა მკვეთრად იზრდება, ხოლო მეორე მხარეზე ასევე მკვეთრად მცირდება.



ნახ. 6.1. ელექტრული ველის გამრუდება მასში ჩამიწებული (ა) და ჩაუმიწებელი (ბ) ლითონური საგნის შეტანით

შესაბამისი ზომების, ფორმებისა და განლაგებისას მაეკრანებელი მოწყობილობით დაცულ სივრცეს შესაძლებელია ჰქონდეს საკმაო ზომები და ხასიათდებოდეს მცირე დაძაბულობით. შესაბამისად, მუშაობა ამ ზონაში უსაფრთხო იქნება.

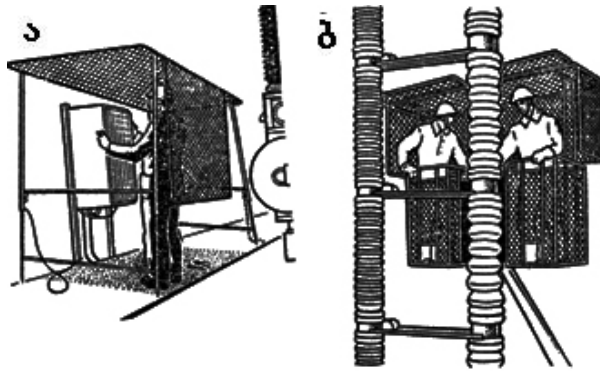
დიდი მნიშვნელობა აქვს მაეკრანებელი მოწყობილობის ჩამიწებას, ვინაიდან გარემოში, რომელიც შემოსაზღვრულია ჩაუმიწებელი ლითონური საგნით, ველი შესუსტებას არ განიცდის პრაქტიკულად (6.1, ბ). ამდენად, ჩაუმიწებელ საგანს არ ექნება ეკრანების ეფექტი.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ჩამიწებული ეკრანისაგან განსხვავებით, რომლის პოტენციალი ნულის ტოლია, ჩაუმიწებელ ეკრანს შეიძლება ჰქონდეს მაღალი პოტენციალი და ამდენად, იგი თვითონ წარმოადგენდეს საშიშროებას ადამიანისათვის.

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

**სტაციონარული მკრანი** არის ელექტრო დანადგარის კონსტრუქციის აუცილებელი ნაწილი და იცავს პერსონალს საექსპლუატაციო სამუშაოებისა (დანადგარის დათვალიერება, ოპერატიული გადართვა და ა.შ.), 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 ადამიანის დასაცავად.

**გადასატანი მკრანი** იცავს მომუშავეებს საექსპლუატაციო, სარემონტო, სამონტაჟო სამუშაოთა იმ უბნებზე, სადაც მოუხერხებელია სტაციონარული ეკრანების გამოყენება. მათ ამზადებენ გადასატანი წინაფრების, ფარების, ტიხრების, ფარდულების და სხვათა სახით იმავე მასალისაგან, სტაციონარული ეკრანების მსგავსად (ნახ. 6.2).



ნახ. 6.2. ეკრანები: ა - გადასატანი ეკრანი; ბ - საკიდულების ეკრანება ბალურა ფარით

**კონსტრუქცია და განლაგება.** როგორც დროებითი, ისე მუდმივი ეკრანების დამონტაჟება ხდება შემდეგი საიზოლაციო მანძილის დაშვებით დენმიმცვან ნაწილებამდე: 400-500 კვ ძაბვის დანადგარებში – 4,5 მ, ხოლო 750 კვ-ის შემთხვევაში – 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 ეკრანების ეფექტს.

დაცვის ზონის შესაქმნელად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ეკრანის ჩამიწებას. ის უნდა იყოს განსაკუთრებულად საიმედო. სტაციონარულ ეკრანებში

ჩამიწებისათვის გამოიყენება ფოლადი, ჩამამიწებელი მოწყობილობის ნაწილების შეერთება ხდება შედუღებით ან ჭანჭიკებით, ხოლო დროებითი ეკრანის შემთხვევაში იყენებენ სპეციალურ გამტარებს, რომლებზეც გათვა-ლისწინებულია ჩამამიწებელი მომჭერები. ჩამამიწებლის წინააღობა არ უნდა აღემატებოდეს 10 ომს.

## 6.6. მამკრანებელი კოსტუმი

სამრეწველო სიხშირის ზემაღალი ძაბვის ელექტრული ველის გამოსხივებისაგან დასაცავად და საჭირო გადამცემ ხაზებთან მუშაობისას გამოიყენება დაცვის ინდივიდუალური საშუალება – მაკრანებელი კოსტუმი.

**ღაცვის პრინციპი.** კოსტუმის დამცავი თვისებები დაფუძნებულია ელექტროსტატიკური ეკრანების 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 საპირისპირო ნიშნის მუხტები, ხოლო მეორე მხარეზე – გარე მუხტების ნიშნის მქონე.

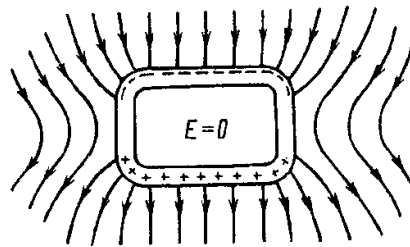
ველი, რომელიც იქმნება გამტარი სხეულის შიგნით, გარე ველის თანატოლი და საწინააღმდეგო ნიშნის მატარებელია. ამის შედეგად სხეულის შიგნით დაძაბულობა ხდება ნულის ტოლი მიუხედავად იმისა, ის მთლიანია თუ ღრუ (ნახ. 6.3).

მაშასადამე, სხეულის ელექტრული ველის ზემოქმედებისაგან დასაცავად, იგი უნდა მოვათავსოთ თხელი ლითონური გარსაცმის (ეკრანის) ფარგლებში.

ცდებით დადგენილია, რომ ეკრანი შეიძლება იყოს არა მარტო მთლიანი, არამედ ბადისებრიც. თუ

ბადის წნულები საკმაოდ მჭიდროა, მაშინ ელექტრული ველის ძალოვანი ხაზები (დაძაბულობის ხაზები) მის მავთულებზე შეიკვრება და შიგნით ვე-ლარ შეაღწევს. ეკრანების საიმედოობისათვის და მასზე აღძრული პოტენ-ციალის გასანეიტრალეზად ეკრანს ამიწებენ.

**კოსტუმის კონსტრუქცია.** მაკრანებელი კოსტუმი (ნახ. 6.4) მზადდება სპეციალური დენგამტარი ქსოვილისაგან, რომელშიც ჩვეულებრივ



ნახ. 6.3. ელექტროსტატიკური ეკრანი

მაფებთან ერთად არის ბადისებრად განლაგებული მაიზოლირებელი მიკრო-მავთულები. გამოიყენება აგრეთვე მოლითონებული ქსოვილი – ჩვეულებრივი ბამბის ქსოვილი, რომლის ზედაპირზე დატანილია ლითონის თხელი ფენა.

მაეკრანებელი კოსტუმის ყველა დეტალი – ქუდი, ქურთუკი, ხელთათმანები, შარვალი და ფეხსაცმელი, უფრო ზუსტად, მათი დენგამტარი ელემენტები უნდა იყოს ერთმანეთთან საიმედოდ დაკავშირებული სპეციალური გამტარებით.

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

**გამოყენების პირობები.** მაეკრანებელი კოსტუმი გამოიყენება ისეთ სამუშაოებზე, როგორცაა: ღია გამანაწილებელი მოწყობილობების დათვალიერება, კეთილმოწყობა და გაწმენდა; საჰაერო ხაზების სარემონტო, სამონტაჟო და სხვა სამშენებლო სამუშაოები; იზოლატორების შემოწმება საჰაერო ხაზების ბჯენებზე და ა.შ. მაეკრანებელი კოსტუმის გამოყენება ასევე სავალდებულოა ხანმოკლე სამუშაოების დროს, თუ საჭირო ხდება დანადგარებზე ან მათ კონსტრუქციებზე ასვლა. ეს განპირობებულია იმით, რომ დანადგარზე ან კონსტრუქციაზე მაეკრანებელი კოსტუმის გარეშე ასვლისას განმუხტვის დენი იწვევს მტკივნეულ შეგრძნებას და შიშს, რაც შეიძლება გახდეს პერსონალის ჩამოვარდნის მიზეზი.

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

კოსტუმების დენამრთმევი ელემენტები მუშაობისას უნდა იყოს ჩამიწებული.

თუ ადამიანი მუშაობისას ეხება ჩამიწებულ საგნებს, მაეკრანებელ კოსტუმს აქვს სპეციალური ჩამიწება იმის მიხედვით, ადამიანი მიწისაგან იზო-



ნახ. 6.4. მაეკრანებელი კოსტუმი:  
 1 – დენგამტარი ქსოვილის კაპიშონი, რომელიც მიკერებულია ქურთუკზე; 2 – დენგამტარი ქსოვილის ქურთუკი; 3 – კოსტუმის ცალკეულ ელემენტებს შორის ელექტრული კავშირის განმახორციელებელი გამტარები; 4, 5, 6 – დენგამტარი ქსოვილის შარვალი, ჩექმები და ხელთათმანები

ლირებულია თუ არა. კოსტუმით მუშაობა შეიძლება დიდხანს, მაგრამ არ უნდა დაირღვეს მომუშავის თერმორეგულაცია.

მაეკრანებელი კოსტუმის წესრიგში ყოფნა მოწმდება პერიოდულად ყოველ 2 თვეში. საჭიროა შემოწმდეს მისი ყველა ელემენტის ელექტრული კავშირის საიმედოობა.

## **6.7. რადიოსის შირის ელექტრომაგნიტური ველები**

როგორც აღინიშნა, რადიოსის შირის ელექტრომაგნიტური ველების წარმოქმნის წყაროებია რადიო- და ტელემაუწყებლობა, რადიოლოკაცია, რადიო-მართვა, გეოლოგიური ელექტროდაზვერვა და სხვ.

გარდა ამისა, ლითონების გახურების, წრთობისა და ღლობისას, აგრეთვე ტვიფრვისა და შეერთებისას გამოიყენება დაბალი სიხშირის (1–12 კჰც) იმპულსური ელექტრომაგნიტური ენერგია, რომელიც აგრეთვე არის მაკნე ელექტრომაგნიტური ველების წარმოქმნის წყარო. სხვადასხვა მასალების დიელექტრიკული გახურების (ტენიანი მასალების შრობის, ხის მასალის შეწებების, პლასტმასების გახურების, თერმოფიქსაციისა და ღნობის) დროს გამოიყენება დანადგარები, რომლებიც მუშაობენ 3–150 მგჰც (მეგაჰც) სიხშირეთა დიაპაზონში.

პოტენციური არასასურველი ზემოქმედების შესაფასებლად შემოღებულია ასეთი ელექტრომაგნიტური ველების დასაშვები მახასიათებლები. სიხშირეთა სხვადასხვა დიაპაზონისათვის აღნიშნული მახასიათებლებია: ელექტრული ან მაგნიტური დაძაბულობა, ენერგიის ნაკადის სიმკვრივე.

## **6.8. რადიოსის შირის ელექტრომაგნიტური ველებისაგან დაცვა**

რადიოსის შირის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროებთან მუშაობის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭიროა სამუშაო ადგილებზე გამოსხივების ფაქტობრივი სიდიდეების სისტემატური გაზომვა და კონ-ტროლი. სამუშაო ადგილების დაპროექტებისას შერჩეული უნდა იქნეს ისეთი ზონები, რომლებშიც ჩვეულებრივ დასხივება მინიმალურია. იმ შემთხვევაში, თუ ნორმათა მოთხოვნები დარღვეულია, საჭიროა დაცვის შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

- სამუშაო ადგილებზე ან გამოსხივების წყაროზე ეკრანის მოწყობა;
- გამოსხივების წყაროსა და სამუშაო ადგილს შორის მანძილის გაზრდა;

- ენერგიის სიმძლავრის სპეციალური შთანთქმელის გამოყენება, რომელიც ამცირებს გამოსხივების წყაროს ენერგიას;
- დისტანციური და ავტომატური მართვის გამოყენება.

დაცვის საინჟინრო საშუალებების ბოლო კვანძი ამ შემთხვევაშიდაც დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით სარგებლობაა. თვალის დასაცავად გამოიყენება სპეციალური სათვალეები, რომლის ლინზები დაფარულია ოქროს ან კალის დიოქსიდის თხელი შრით და ამცირებს გამოსხივებას 20–25 დეციბელით.

დამცავი ტანსაცმელი (კომბინეზონი; ხალათი; კაპიშონიანი ქურთუკები, რომლებშიდაც ჩამონტაჟებულია დამცავი სათვალე) მზადდება მოლითონებულ-ქსოვილისაგან, რომელიც 20–30 დეციბელით ამცირებს გამოსხივებას.

პროფესიული დაავადების პროფილაქტიკის მიზნით პერსონალს უნდა ჩაუტარდეს წინასწარი და პერიოდული სამედიცინო გამოკვლევა. ქალები ორსულობისას და ბავშვის ძუძუთი კვების პერიოდში გადაყვანილი უნდა იქნენ სხვა სამუშაოზე, რადგან საქართველოს შრომის კოდექსის თანახმად აკრძალულია არასრულწლოვანთან, ასევე ორსულ და მეძუძურ ქალთან შრომითი ხელშეკრულების დადება მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიანი სამუშაოების შესასრულებლად. იმავე მიზეზით 18 წლამდე ასაკის ახალგაზრდები რადიოსიხშირის გენერატორებთან სამუშაოდ არ დაიშვება.

ზემაღალი და ულტრამაღალი სიხშირის გამოსხივებაზე მომუშავე პერსონალს ეკუთვნის შემცირებული სამუშაო დღე და დამატებითი შვებულება.

## **6.9. ოპტიკური დიაგნოზის გამოსხივება და მისგან დაცვა**

- ინფრაწითელი გამოსხივება, მისი მავნე ზემოქმედება და დაცვითი ღონისძიებები.

ინფრაწითელი გამოსხივება ხდება ნებისმიერი გახურებული სხეულისაგან, რომლის ტემპერატურა განაპირობებს გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ენერგიის სპექტრსა და ინტენსიურობას.

გამოსხივებული ტალღების სიგრძის მიხედვით წარმოებაში არსებული ენერგიის წყაროები 4-ჯგუფად იყოფიან:

- $\leq 500^{\circ}C$  (ღუმელების გარე ზედაპირი და სხვ.), სპექტრი შეიცავს 1,9–3,7 მკმ სიგრძის ინფრაწითელ სხივებს;
- $500–1300^{\circ}C$  (ცეცხლის ალი, თხევადი თუჯი და სხვ.) სპექტრი უპირატესად შეიცავს 1,9–3,7 მკმ სიგრძის ინფრაწითელ სხივებს;

- 1300–1800<sup>0</sup>C (თხევადი ფოლადი და ა.შ.) სპექტრი შეიცავს 1,2–1,9 მკმ სიგრძის ინფრაწითელ სხივებს და აგრეთვე დიდი სიკაშკაშის ხილულ სხივებს;
- >1800<sup>0</sup>C (ელექტრორკალური ღუმლების ალი, შესადულებელი აპარა-ტების ალი და სხვ.) ინფრაწითელ და ხილულ სხივებთან ერთად სპექტრი შეიცავს ულტრაიისფერ სხივებსაც.

გამოსხივების ერთ-ერთი რაოდენობრივი მახასიათებელია თბური დასხივების ინტენსიურობა, რომელიც განისაზღვრება, როგორც ფართობის ერთეულიდან დროის ერთეულში გამოსხივებული ენერგია. საერთაშორისო სისტემაში მისი განზომილებაა ვტ/მ<sup>2</sup>.

თბური გამოსხივების ინტენსიურობის გაზომვას აქტინომეტრია ეწოდება, რომელიც ბერძნული სიტყვებისაგან (*აქტინოს* - სხივი და *მეტრიო* - ვზომავ) წარმოდგება. სათანადო ხელსაწყოთა კი აქტინომეტრი ეწოდება.

ტალღის სიგრძის მიხედვით განსხვავებულია ინფრაწითელი გამოსხივების გამჭოლუნარიანობა. ყველაზე ძლიერი გაჭოლვის უნარი აქვს მოკლე-ტალღოვან (0,76–1,4 მკმ) ინფრაწითელ გამოსხივებას, რომელიც ადამიანის სხეულის ქსოვილში აღწევს რამდენიმე სმ-ის სიღრმეზე. 9–420 მკმ სიგრძის გრძელტალღოვანი დიაპაზონის სხივები კანის გაჭოლვასაც ვერ ახერხებენ.

გამოსხივების ზემოქმედება შესაძლებელია იყოს საერთო და ლოკალური. გრძელტალღოვანი დასხივების დროს სხეულის ზედაპირის ტემპერატურა მატულობს, ხოლო მოკლეტალღოვანი დასხივებისას – ფილტვების, თავის ტვინის, თირკმლებისა და სხვა ორგანოების ტემპერატურა იცვლება.

სხეულის ტემპერატურის არსებითი ცვალებადობა ხდება დიდი ინტენსიურობის სხივებით ზემოქმედების შემდეგ. ამ დროს ტემპერატურის ნაზარდი აღწევს 1–2<sup>0</sup>C. ტვინის ქსოვილზე ზემოქმედებისას მოკლეტალღოვანი დასხივება იწვევს “მზის დარტყმას”. ამ დროს ადამიანი შეიგრძნობს თავის ტკივილს, თავბრუსხვევას, პულსისა და სუნთქვის გახშირებას, თვალების დაბნელებას, მოძრაობის კოორდინაციის დარღვევას და შესაძლებელია გრძნობის დაკარგვაც. თავის შემდგომი ინტენსიური დასხივებისას მენინგი-ტისა და ენცეფალიტის სიმპტომები ჩნდება.

თვალისათვის ყველაზე საშიშია მოკლეტალღოვანი გამოსხივება, რაც იწვევს ინფრაწითელ კატარაქტას.

თბური რადიაცია საზოგადოდ ზრდის გარემოს ტემპერატურას, აუარე-სებს მის მიკროკლიმატს და შესაძლებელია გამოიწვიოს ორგანიზმის გადა-მეტხურება.

თბური ენერჯის დაახლოებით 60% გარემოში ვრცელდება ინფრაწითელი გამოსხივების გზით. სხივური ენერჯია, თითქმის დანაკარგების გარეშე გადალახავს სივრცეს და კვლავ თბურ ენერჯიად იქცევა ზედაპირზე მოხვედრის შემდეგ. უდანაკარგო გავრცელების გამო იგი უშუალო ზემოქმედებას არ ახდენს საპაერო სივრცეზე და თავისუფლად გაჭოლავს მას.

ძირითადი ღონისძიებები, რომლებიც გამოსაყენებელია ინფრაწითელი გამოსხივების მავნე ზეგავლენის შესამცირებლად, შემდეგია:

- გამოსხივების წყაროს ინტენსიურობის შემცირება (მოძველებული ტექნოლოგიების შეცვლა თანამედროვეთი და ა.შ.);
- წყაროს ან სამუშაო ადგილის დამცავი ეკრანება (ეკრანების მოწყობა ლითონის ბადეების სახით, ღუმლების სათანადო ადგილების აზბესტით მოპირკეთება და ა.შ.);
- ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენება (სახისა და თვალების სინათლის ფილტრიანი ფარებით დაცვა, სელის ტანსაცმლით სარგებლობა);
- სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები (შრომისა და დასვენების რაციონალური რეჟიმის ორგანიზება, პერიოდული სამედიცინო გამოკვლევების ჩატარება და ა.შ.).

- **ულტრაიისფერი გამოსხივება, მისი მავნე ზემოქმედება და დაცვითი ღონისძიებები.**

ულტრაიისფერი გამოსხივების ბუნებრივი წყაროა მზე. უხილავი ულტრაიისფერი სხივები გამოიყოფა  $1500^{\circ}\text{C}$ -ის ზემოთ გახურებული წყარო-დან, ხოლო მათი გამოყოფა მნიშვნელოვან ინტენსიურობას აღწევს  $2000^{\circ}\text{C}$ -ზე უფრო მაღალი ტემპერატურისას. აღნიშნული გამოსხივების ხელოვნური წყაროებია ელექტრული რკალი, ლაზერი და ა.შ.

ულტრაიისფერ გამოსხივებას სპექტრის მიხედვით სხვადასხვაგვარი ბიოლოგიური ზემოქმედება ახასიათებს. ტალღის სიგრძის მიხედვით ძირითადად განასხვავებენ 3 სახის მოქმედებას:

- 0,390–0,315 მკმ სიგრძის ტალღები – სუსტი ბიოლოგიური მოქმედება;
- 0,315–0,280 მკმ სიგრძის ტალღები – რაქიტის საწინააღმდეგო მოქმედება;
- 0,28–0,20 მკმ სიგრძის ტალღები – მიკროორგანიზმების განადგურების უნარი.

0,344 მკმ სიგრძის ტალღას აქვს 1000-ჯერ უფრო მაღალი ბაქტერიციდური ეფექტი 0,3900 მკმ სიგრძის ულტრაიისფერ გამოსხივებასთან შედარებით, ხოლო მაქსიმალური ეფექტი ამ მხრივ აქვს 0,254–0,257 მკმ სიგრძის ტალღებს. ბაქტერიციდური მოქმედების შეფასება ხდება არასისტე-მური



ერთეულის ბაქტის (ბ) მეშვებით. ბაქტერიციდური ეფექტის უზრუნველსაყოფად საკმარისია 50 მკბ.წთ/სმ<sup>2</sup> სიდიდის დასხივება.

ადამიანის ორგანიზმისათვის მავნებელია როგორც ულტრაიისფერი სხივების ნაკლებობა, ისე მისი სიჭარბე. ულტრაიისფერი გამოსხივების დიდი დოზა იწვევს კანის დაავადებებს (სხვადასხვა სახის დერმატიტს). გაზრდილი დოზები მოქმედებს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე, ნორმიდან გადახრები გამოვლინდება ლებინების, დალილობის, ტემპერატურის მომატების და სხვა სიმპტომების სახით.

0,32 მკმ-ზე ნაკლები ტალღის სიგრძის ულტრაიისფერი გამოსხივება უარყოფითად მოქმედებს თვალის ბადურაზე და იწვევს მტკივნეულ ანთებით პროცესებს. აღნიშნული დაავადების აღრეულ სტადიაზე ადამიანი გრძნობს ტკივილს და “ქვიშას” შეიგრძნობს თვალში. დაავადებას ახლავს ცრემლის უხვი გამოყოფა და შესაძლებელია განვითარდეს “თოვლის” ავადმყოფობა, ანუ სინათლის შიში. აღნიშნული დაავადება ქრება სხივების ზემოქმედების შეწყვეტიდან 2–3 დღეში.

ულტრაიისფერი გამოსხივების უკმარობის გამოვლენა ავიტამინოზი, კალციუმ-ფოსფორული ნივთიერებათა ცვლისა და ძვლის წარმოქმნის პროცესის დარღვევა, რომლის დროსაც ხდება მუშაობისუნარიანობის კლება და დაავადებების წინააღმდეგ ორგანიზმის მედეგობის შემცირება. აღნიშნული გამოვლინება დამახასიათებელია შემოდგომა-ზამთრის პერიოდისათვის, რომლის დროსაც შესაძლებელია დასხივება ლუმიენსცენცური ნათურებით. ვერცხლისწყალ-კვარცის ნათურებით დასხივება სასურველი არაა, რადგან გართულებულია მათი გამოსხივების კონტროლი და ნორმირება.

ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედება რაოდენობრივად ფასდება მხედველობითი ან ერიტემური დოზით. მხედველობითი შეფასება ეფუძნება დაკვირვებებით დაგროვებულ გამოცდილებას იმის შესახებ, რომ ჯერ ხდება კანის გაწითლება, ხოლო შემდეგ მისი პიგმენტაცია (გარუჯვა).

ერიტემური დოზის ერთეულად მიღებულია 1 ერ, რომელიც უტოლდება ულტრაიისფერი გამოსხივების 1 ვტ სიმძლავრეს 0,297 მკმ სიგრძის ტალღისათვის. რაიმე ფართობის ერიტემური დასხივება გამოისახება განზომილ-ლებით ერ.წთ/მ<sup>2</sup>. ულტრაიისფერი სხივების დეფიციტის აღმოსაფხვრელად საკმარისია ერიტემური დოზის დაახლოებით მეათედი, ანუ 60–90 მკერ.წთ/სმ<sup>2</sup>.

ჭარბი ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან დასაცავად გამოიყენება მზესაწინალო ეკრანი, რომელიც შესაძლებელია იყოს ქიმიური (ნივთიერებები სხვადასხვა საცხის სახით) და ფიზიკური (სხვადასხვა წინააღობა, რომელსაც

ძალუმს გაფანტოს, აირეკლოს ან შთანთქას სხივები). დაცვის კარგი საშუალებაა სპეცტანსაცმელი ისეთი ქსოვილისაგან (მაგალითად პოპლინისაგან), რომელიც ცუდად ატარებს ულტრაიისფერ სხივებს. საწარმოო პირობებში თვალების დასაცავად გამოიყენება მუქი მწვანე ფერის მინისაგან დამზადებული სათვალე.

## **6.10. რადიაციული გამოსხივების სახეები და თვისებები**

მძიმე ბირთვების მქონე ნივთიერებები (ურანი, თორიუმი, რადიუმი) ბუნებრივად იშლება, რომლის დროსაც მიიღება ახალი ნივთიერება გამოსხივების თანხლებით. ეს უკანასკნელი შესაძლებელია იყოს ალფა-ბეტა-ნაწილაკები და მცირე სიგრძის ელექტრომაგნიტური ტალღები (გამა-გამოსხივება). ბეტა-გამოსხივებას თან ახლავს ნეიტრონოსა და ანტინეიტრონოს გამოსხივება. ბუნებრივი რადიაქტიური დაშლა დამოკიდებული არაა გარე პირობებზე – ტემპერატურაზე, წნევაზე, ქიმიურ ურთიერთქმედებაზე და მთლიანად განპირობებულია მხოლოდ მძიმე ბირთვების მქონე რადიაქტიური ნივთიერებებისათვის დამახასიათებელი თვისებებით.

ალფა-გამოსხივების შემთხვევაში, დაშლის შედეგად მიღებული ახალი ბირთვების შემცველი ნივთიერებები პერიოდულ სისტემაში იკავებენ 2-ით ნაკლებ რიგით ნომერს, ელექტრონული გამოსხივების (ბეტა-გამოსხივების) შემთხვევაში – 1-ით მეტ რიგით ნომერს, ხოლო პოზიტრონული გამოსხივების შემთხვევაში – 1-ით ნაკლებ რიგით ნომერს.

ბუნებრივი რადიაქტიურობის გარდა შესაძლებელია ნივთიერებათა ხელოვნური რადიაქტიურობის გამოწვევა, რაც განპირობებული არაა მათი თვისებებით და მთლიანად დამოკიდებულია გარე პირობებზე. კერძოდ, ხელოვნური რადიაქტიურობის გამოწვევა შესაძლებელია ნივთიერებაზე გამა-სხივებით ზემოქმედების გზით, აგრეთვე დეიტერიუმის, ჰელიუმის ან უფრო მძიმე ელემენტების პროტონებით, ნეიტრონებითა და ბირთვებით მათი დასხივების გზით. ასეთ შემთხვევაში შესაძლებელია ისეთი რადიაქტიური იზოტოპების მიღება, რომლებიც დედამიწაზე არ გვხვდება. ხელოვნური რადიაქტიურობი-სას ნივთიერებები ძირითადად ბეტა- და გამა-გამოსხივებით ხასიათდებიან.

ყველა ზემოაღნიშნულ შემთხვევაში ბირთვული ენერჯის გამოთავისუფლება ხდება ბირთვების დაშლის გზით და მათ ბირთვული რეაქციები ეწოდებათ.

შესაძლებელია აგრეთვე საპირისპირო პროცესიც. მსუბუქი ბირთვების (მაგალითად, წყალბადის) სინთეზი და უფრო მძიმე ბირთვების მიღება, რაც

შესაძლებელია რამდენიმე ათეული ან ასეული მილიონი გრადუსი ტემპერატურის პირობებში. ასეთ რეაქციას თერმობირთვული ეწოდება. ეს უკანასკნელიც, ხელოვნური რადიაქტიურობის მსგავსად, დამოკიდებულია გარე პირობებზე. კერძოდ, დამოკიდებულია ძალიან მაღალ ტემპერატურაზე.

**ალფა-გამოსხივება** არის ჰელიუმის ატომების ნაკადი, რომელიც შედგება ორი პროტონისა და ორი ნეიტრონისაგან და აქვს 2-ის ტოლი დადებითი მუხტი. ალფა-ნაწილაკების გამოსხივების სიჩქარე შეადგენს  $2 \times 10^9$  სმ/წმ ( $20\ 000$  კმ/წმ), ხოლო ენერგია იცვლება 3–9 მე-ის დიაპაზონში. აღნიშნული ენერგიის შეფასების მიზნით აღვნიშნოთ, რომ წყლის გაჭოლ-ვისას იგი იწვევს ყოველი მე-3 მოლეკულის იონიზაციას, ანუ დაშლას დადებით და უარყოფით იონებად. შესაბამისად, სისხლის იონიზაციისას გა-მოიწვევს მის “გაწყალებას”. ალფა-გამოსხივება ყველაზე დიდი ენერგიით გამოირჩევა, მაგრამ მისგან დაცვა გარეგანი დასხივების თვალსაზრისით შედარებით გაადვილებულია, რადგან აქვს გავრცელების მოკლე მანძილი. ალფა-ნაწილაკების გარბენის მანძილი ჰაერში შეადგენს 8–9 სმ. სწორედ ამიტომ ალფა-გამოსხივება არაა საშიში ჰაერის გარემოში და ძალზე საშიშია ორგანიზმში რადიაქტიური ნივთიერების მოხვედრის შემთხვევაში საკვებთან ერთად ან სუნთქვის გზით.

**ბეტა-გამოსხივება** არის ელექტრონების ნაკადი, რომელიც მოძრაობს სინათლის სიჩქარესთან მიახლოებული სიჩქარით ( $250\ 000$  კმ/წმ). ბეტა-ნაწილაკების მაქსიმალური გარბენის მანძილი ჰაერში შეადგენს 1800 სმ, ხოლო მისი მუხტი უარყოფითია. ალფა-ნაწილაკთან შედარებით ახასიათებს შეღწევადობის გაცილებით დიდი უნარი, ნაკლები მასა (დაახლოებით 7 300-ჯერ), ნაკლები ენერგია და ამის გამო იონიზაციის ნაკლები უნარი. წყლის გაჭოლვისას იგი იწვევს ყოველი მე-1 000-ე მოლეკულის იონიზაციას.

**გამა-გამოსხივება** ახლავს ალფა- და განსაკუთრებით ბეტა-გამოსხივებას კვანტების, ანუ ცალკეული ულუფების სახით, წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ტალღების ნაკადს და გარემოში ვრცელდება ვაკუუმში სინათლის ტოლი სიჩქარით  $3 \times 10^{10}$  სმ/წმ ( $300\ 000$  კმ/წმ). მას აქვს შეღწევადობის ყველაზე დიდი უნარი, ხოლო იონიზაციის მხრივ საშუალოდ მდგომარეობა – იწვევს ყოველი მე-300-ე წყლის მოლეკულის იონიზაციას. გამა-გამოსხივებას ელექტრული მუხტი არა აქვს.

**ნეიტრონული გამოსხივება** არის ელექტრულად ნეიტრალური ელემენტარული ნაწილაკების ნაკადი. მისი საწყისი სიჩქარეა 15 000 კმ/წმ. ატომობირთვებზე ზემოქმედებით უმეტეს შემთხვევაში იწვევს გამა-გამოსხივებას.

აზოტის ატომბირთვზე ზემოქმედებისას ხდება პროტონის (დადებითად დამუხტული წყალბადის ატომგულის) ამოტყორცნა.

რადიაქტიური ნივთიერების იზოტოპის აღსანიშნავად გამოიყენება მის ქიმიურ ფორმულაზე ან დასახელებაზე დართული რიცხვითი მაჩვენებელი. მაგალითად: რადიუმ-22, რადიუმ-106 და ა.შ. დროის მიხედვით ყველა რადიაქტიური ნივთიერების ან მისი იზოტოპის აქტიურობა მცირდება, რად-გან დაშლის შედეგად მცირდება მასში ატომების რაოდენობა. აქტიურობის შემცირებას ექსპონენციალური ხასიათი აქვს, ანუ გამოსხივება არასდროს არ გახდება ნულის ტოლი.

ყველა ბუნებრივ და ხელოვნურ რადიაქტიურ ნივთიერებას ახასიათებს ნახევრად დაშლის პერიოდი. ნახევრად დაშლის პერიოდი არის დროის ის შუალედი, რომლის შემდეგაც გამოსხივების თავდაპირველი ინტენსიურობა 2-ჯერ მცირდება. აღნიშნული პერიოდის ხანგრძლივობა ნივთიერების სახეობაზეა დამოკიდებული და ფართო დიაპაზონში იცვლება. მაგალითად, რადიუმ-106-ის ნახევრად დაშლის პერიოდი 29,9 წმ, ხოლო ურან-238-ის – 4,5 მლრდ წელი. პირველ ჯგუფს ხანმოკლე, ხოლო მეორე ჯგუფს ხანგრძლივი მოქმედების რადიოიზოტოპები ეწოდება. თანაბარი დოზების შემთხვევაში ბიოლოგიურად ყველაზე უფრო საშიშია ისეთი ხანმოკლე იზოტოპები, რომელთა ნახევრად დაშლის პერიოდი რამდენიმე დღე-ღამიდან 1 ათეული წლის ფარგლებში ცვალებადობს. მაშასადამე, ორივე მითითებული იზოტოპი რადიუმ-106 და ურან-238 შედარებით ნაკლებად საშიშაა.

აღსანიშნავია, რომ 1986 წლის 26 აპრილის ჩერნობილის ატომური სადგურის აფეთქების პირველ დღეებში ყველაზე უფრო საშიში იყო ხან-მოკლე მოქმედების რადიაქტიური იოდ-131 (ნახევრად დაშლის პერიოდი 8,06 დღე-ღამე), რომელიც გამოფრქვეული რადიოიზოტოპების 52–55% შეადგენდა.

როგორც აღინიშნა, რადიაქტიურ დაშლას თან ახლავს ალფა-, ბეტა- და გამა-გამოსხივება. ეს უკანასკნელი აგრეთვე შესაძლებელია აღიძრას ნივთიერებათა ანჰილაციისას (ნივთიერებისა და ანტინივთიერების მოქმედებით). მძიმე ბირთვების დაშლას რეაქტორებში ახლავს აგრეთვე ნეიტრონული გამოსხივება. რენტგენის მილაკებში, ელექტრონების ამჩქარებლებში და სხვაგან აღიძვრება დამუხრუჭების გამოსხივება, რომელიც არის უწყვეტი სპექტრის ფოტონური გამოსხივება და გამოწვეულია დამუხტული ნაწილაკების კინეტიკური ენერჯის ცვალებადობით. დისკრეტული სპექტრის ფოტონური გამოსხივება კი გვხვდება ატომის ენერგეტიკული მდგომარეობის ცვალებადობის დროს, რომელსაც დამახასიათებელი გამოსხივება ეწოდება. ყველა აღნიშნული გამოსხივება

ერთმანეთისაგან განსხვავდება ბუნებით, ენერგიით, გარემოში გავრცელების სიჩქარით, ბიოლოგიური ზემოქმედების ეფექტით და სხვა ფაქტორებით.

## 6.11. რადიაციული გამოსხივების ერთეულები

რადიაქტიური დაშლის მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია დროის ერთეულში დაშლილი ბირთვების რაოდენობა, რომლის რაოდენობრივად დახასიათები-სათვის გამოიყენება ტერმინი “აქტიურობა”. რომელიმე ნივთიერების აქტიუ-რობა განისაზღვრება დროის ერთეულში დაშლილი ატომების მიხედვით. აქტიურობის ერთეულია კიური (კი). რადიაქტიური ნივთიერების აქტიურობა უდრის 1 კიურს, თუ მასში 1 წმ-ის განმავლობაში ხდება ბირთვების დაშლა  $3,7 \times 10^{10}$ -ჯერ (37 მილიარდჯერ). ასეთი დაშლა ხდება 1 გ რადიუმში დაშლის პროდუქტების ჩამოცილების პირობით. მამასადაძე, 1 გ სუფთა რადიუ-მის აქტიურობა 1 კიურის ტოლია. ე.ი.:

$$1 \text{ კი} = 3,7 \times 10^{10} \text{ ბკ (ბეკერელი).}$$

პრაქტიკაში სარგებლობენ კიურიდან წარმოებული სიდიდეებით:

$$1 \text{ მილიკიური} = 1 \text{ მკი} = 10^{-3} \text{ კი} = 3,7 \times 10^7 \text{ დაშლა/წმ,}$$

$$1 \text{ მიკროკიური} = 1 \text{ მკკი} = 10^{-6} \text{ კი} = 3,7 \times 10^4 \text{ დაშლა/წმ,}$$

$$1 \text{ ნანოკიური} = 1 \text{ ნკი} = 10^{-9} \text{ კი} = 37 \text{ დაშლა/წმ,}$$

$$1 \text{ პიკოკიური} = 1 \text{ პკი} = 10^{-12} \text{ კი} = 3,7 \times 10^{-2} \text{ დაშლა/წმ.}$$

ენერგიის ერთეულად ატომურ ფიზიკაში გამოყენებულია ელექტრონ-ვოლტი (ევ). 1 ელექტრონ-ვოლტი იმ კინეტიკური ენერგიის ტოლია, რომელსაც მიიღებს ელექტრონი 1 ვოლტის ტოლი პოტენციალთა სხვაობის გადალახვისას. ბირთვული გარდაქმნების დასახასიათებლად სარგებლობენ ელექტრონ-ვოლტის ჯერადი სიდიდეებით – კილოელექტრონ-ვოლტით (კევ) და მეგაელექტრონ-ვოლტით (მევ):

$$1 \text{ კევ} = 10^3 \text{ ევ,}$$

$$1 \text{ მევ} = 10^6 \text{ ევ.}$$

ყველა სახეობის მაიონებელი გამოსხივების მოქმედება ხასიათდება დასხივების დოზებით, ხოლო მისი სიდიდის სიდიდის შეფასება ხდება ჰაერის იონიზაციის მიხედვით, რასაც დასხივების, ანუ ექსპოზიციური დოზა ეწოდება. მისი განზომილებაა რენტგენი.

რენტგენი არის გამოსხივების ისეთი დოზა, რომელიც ნორმალურ პირობებში (760 მმ ვწყ სვ წნევა და  $0^{\circ}C$  ტემპერატურაზე) 1 სმ<sup>3</sup> (0,0012932

გ) მშრალ ჰაერში წარმოქმნის 2,08 მლრდ წყვილ იონს, რომლებიც ატარებენ ელექტრობის ორივე ნიშნის (დადებითისა და უარყოფითის) ერთ ელექტროსტატიკურ ერთეულს.

რენტგენიდან წარმოებული სიდიდეებია მილირენტგენი (მრ) და მიკრორენტგენი(მკრ):

$$1 \text{ რ} = 1^3 \text{ მრ} = 10^6 \text{ მკრ}.$$

გამოსხივების დოზის სიმძლავრე ეწოდება დროის ერთეულზე დაყვანილ სიდიდეს, ხოლო მისი განზომილებაა რ/სთ, რ/წთ, რ/წმ და ა.შ.

შთანთქმული დოზა – მაიონებელი გამოსხივების ენერჯის რაოდენობაა, რომელსაც შთანთქავს დასხივებული ნივთიერების მასის ერთეული. ერთეულია რადი (რდ), რომლისთვისაც ნებისმიერი ნივთიერების 1 გ-ის მიერ შთანთქმული ენერჯია უდრის 100 ერგს. მაშასადამე, 1 რდ = 100 ერგ/გ. რადიდან წარმოებული სიდიდეებია მილირადი (მრდ) და მიკრორადი (მკრდ):

$$1 \text{ მრდ} = 10^{-3} \text{ რდ} = 0,1 \text{ ერგ/გ},$$

$$1 \text{ მკრდ} = 10^{-6} \text{ რდ} = 0,0001 \text{ ერგ/გ}.$$

დროის ერთეულში შთანთქმულ დოზას მისი სიმძლავრე ეწოდება. შესაბამისად იზომება შემდეგი სისტემებში სიდიდეებით: რდ/წმ, რდ/წთ, რდ/სთ.

როგორც აღინიშნა, გამოსხივების დოზის ერთეულია რენტგენი, რომელიც ჰაერის იონიზაციის მაჩვენებელია, ხოლო სხვადასხვა ბიოლოგიურ (ცოცხალ) სხეულზე იგი სხვადასხვაგვარ ზემოქმედებას გამოიწვევს. მათთვის იონებული, ანუ მოსპობილი ნაწილაკების რაოდენობა განსხვავებული იქნება. ამის გამო შემოტანილია სპეციალური ერთეული – რენტგენის ბიოლოგიური ეკვივალენტი (ზოგჯერ მას მოიხსენიებენ სახელით – “ეკვივალენტური დოზა”), რომელსაც ბერი ეწოდება, შემოკლებული აღნიშვნა არის ბრ. სახელწოდება ბერი რენტგენის ბიოლოგიური ეკვივალენტის რუსული დასახელების აბრევიატურაა, ინგლისურენოვანი აბრევიატურაა ram, (roentgen-equivalent-man).

ამგვარად, რენტგენი ექსპოზიციური დოზაა, რომელიც არაცოცხალ ბუნებაზე დასხივების ზემოქმედების მაჩვენებელია, ხოლო ბერი მისი ეკვივალენტური დოზაა, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმზე დასხივების ზემოქმედებას ასახავს.

1 ბერი არის ნებისმიერი გამოსხივების შემთხვევაში ისეთი შთანთქმული დოზა, რომელიც ქრონიკული დასხივებისას იწვევს იმავე ბიოლოგიურ ეფექტს, რასაც რენტგენის ან გამა-გამოსხივების 1 რადი.

ბერიდან წარმოებული სიდიდეებია მილიბერი (მბრ) და მიკრობერი (მკბრ):

$$1 \text{ ბრ} = 1^3 \text{ მბრ} = 10^6 \text{ მკბრ}.$$

ეკვივალენტური დოზის სიმძლავრე გამოსხივების ექსპოზიციური დოზის სიმძლავრის ანალოგიურად განისაზღვრება და მისი განზომილებაა ბრ/სთ, ბრ/წთ და ა.შ.

ცხრილი 6.4

ფარდობითი ბიოლოგიური გამოსხივების კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდეები

| გამოსხივების სახე            | კოეფიცი. | გამოსხივების სახე   | კოეფიცი. |
|------------------------------|----------|---------------------|----------|
| გამა-გამოსხივება             | 1,0      | თბური ნეიტრონები    | 3,0      |
| რენტგენის გამოსხივება        | 1,0      | იგივე $E = 5$ კეე   | 2,5      |
| ელექტრონები                  | 1,0      | იგივე $E = 20$ კეე  | 2,7      |
| პოზიტრონები                  | 1,0      | იგივე $E = 100$ კეე | 9,0      |
| ბეტა-ნაწილაკები              | 1,0      | იგივე $E = 500$ კეე | 12,0     |
| ალფა-ნაწილაკები $E < 10$ მეე | 20,0     | იგივე $E = 1$ მეე   | 12,0     |
| პროტონები $E < 10$ მეე       | 10,0     | იგივე $E = 5$ მეე   | 8,4      |
| მძიმე ბირთვები               | 20,0     | იგივე $E = 10$ მეე  | 6,7      |

ყველა სახის გამოსხივების ბიოლოგიური ეფექტი დამოკიდებულია ენერჯის ხაზურ გადაცემაზე, ანუ იონიზაციის წრფივ სიმკვრივეზე, რაც არის სხივის გავლის გზაზე ნივთიერებაში წარმოშობილი იონთა წყვილის რაოდენობა დროის ერთეულში. სხვადასხვა გამოსხივების ბიოლოგიური მოქმედების შესაფასებლად შემოტანილია ცნება “ფარდობითი ბიოლოგიური გამოსხივება”. ეს უკანასკნელი არის რიცხვითი სიდიდე, რომელიც უჩვენებს გამოსხივების მოცემული სახის მოსალოდნელი ბიოლოგიური მოქმედება რამდენად მეტია ან ნაკლებია რენტგენის სხივების ან გამა-გამოსხივების ბიოლოგიურ მოქმედებაზე შესადარ პირობებში. ეს უკანასკნელი ნიშნავს დასხივების ერთნაირ პირობას და დასხივებული ობიექტის მიერ ტოლი გამოსხივების ენერჯიების მიღებას. 6.4 ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა დასხივების ფარდობითი ბიოლოგიური გამოსხივების კოეფიციენტი, ანუ სხვადასხვა მაიონებელი გამოსხივების ხარისხის მაჩვენებელი რენტგენის ან გამა-გამოსხივებასთან მიმართებაში. ზოგიერთ ლიტერატურაში ხარისხის კოეფიციენტი  $Q$  ასოთი აღინიშნება.

მაიონებელი გამოსხივების დოზების რეგლამენტია რადიაციული უსაფრთხოების დოზა, რომლის დაცვა სავალდებულოა.

ადამიანმა შესაძლებელია განიცადოს როგორც გარეგანი, ისე შინაგანი დასხივება. გარეგანი დასხივება ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ადამიანი იმყოფება გამოსხივების წყაროდან კრიტიკულ მანძილზე, ხოლო შინაგანი

დასხივება ხდება მთელი იმ დროის განმავლობაში, სანამ სხეულში მოხვედრილი რადიაქტიური ნივთიერება მას არ დატოვებს.

- **შენიშვნა ერთეულებთან დაკავშირებით.**

ყველა ერთეული, რომლებითაც ზემოთ ვისარგებლეთ – კიური (კი), ელექტრონ-ვოლტი (ეე), რენტგენი (რ), რადი (რდ), ბერი (ბრ) მიმოქცევაში შემოტანილია ერთეულთა საერთაშორისო სისტემის შემოღებამდე. მაშასადამე, ყველა მათგანი არასისტემურია და ყველა მათგანს შეესაბამება საერთა-შორისო სისტემის ერთეულები.

სისტემურ ერთეულებთან აღნიშნული ერთეულების თანაფარდობა მოცემულია №15 დანართის მე-11 ცხრილში.

ამგვარად, საერთაშორისო სისტემის შემოღებამ 1961 წელს აუცილებელი გახადა მაიონებელი გამოსხივების ისეთი ერთეულებით სარგებლობის შეზღუდვა, როგორებიცაა: რენტგენი – ექსპოზიციური დოზის ერთეული; რადი – შთანთქმული დოზის ერთეული; ბერი – ეკვივალენტური დოზის ერთეული; კიური – რადიონუკლიდის აქტიურობა.

აღსანიშნავია, რომ საერთაშორისო სისტემით ენერჯის ერთეული ჯოულია, რომელიც გამოიყენება აგრეთვე მაიონებელი გამოსხივებისა და მისი ველის შესაფასებლად. პარალელურად, ჯოულის თანაბრად დასაშვებია არა-სისტემური ერთეულებით ელექტრონვოლტითა და მასის ატომური ერთეულით სარგებლობა.

რადიაციული ზემოქმედების ხარისხის მაჩვენებლის – შთანთქმული დოზის საერთაშორისო ერთეულია გრეი, რომელიც შეესაბამება უკვე განხილულ რადს. ამასთან ერთად, თერაპიაში მიღებულია პირდაპირ გრეითი, ხოლო რადიობიოლოგიურ კვლევებში – მისი ჯერადი სიდიდეებით სარგებლობა.

რენტგენი პრაქტიკულად დარჩენილია მიმოქცევაში დოზიმეტრულ სამუშაოთა შესასრულებლად და სათანადო ხელსაწყოებში დღემდე, რამაც განაპირობა კიდევაც არასისტემურ ერთეულებზე შეჩერება ძირითად ტექსტში და საერთაშორისო ერთეულებთან მათი თანაფარდობის დანართში გატანა. ერთეულების – რენტგენისა და რენტგენი/წმ საერთაშორისო შესატყვისებია კულონი/კგ და ამპერი/კგ.

ეკვივალენტური დოზის საერთაშორისო ერთეული ზივერტი, რომელიც რადიაციული საფრთხის მაჩვენებელია ცოცხალი ბუნებისათვის, არის განხილული ბერის ანალოგი.



## 6.12. რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები

რადიაციული უსაფრთხოების მიზნებისათვის შემოღებულია ადამიანების დაყოფა კატეგორიებად. სულ გვხვდება სამი კატეგორია: *A*, *B* და *C*.

*A* კატეგორიას მიეკუთვნება პერსონალი, რომელიც მუდმივად ან დროებით მუშაობს მაიონებელი გამოსხივების წყაროებთან.

*B* კატეგორიას მიეკუთვნება ის ადამიანები, რომლებიც საცხოვრებელი ან სამუშაო ადგილის მიხედვით შესაძლებელია იმყოფებოდნენ მაიონებელი გამოსხივების წყაროებთან ან რადიაქტიურ ნარჩენებთან.

*C* კატეგორიას მიეკუთვნება ქვეყნის დანარჩენი მოსახლეობა.

ყველა კატეგორიისათვის დადგენილია დასხივების ნორმების 3 კლასი. ეს კლასებია: 1. დოზების ძირითადი ზღვრები; 2. დასაშვები დონეები; 3. საკონტროლო დონეები.

აღნიშნულს გარდა, ადამიანის სხეული დაყოფილია კრიტიკული ორგანოების ჯგუფებად, რომლის მიხედვითაც ხდება დასხივების ნორმების დამუშავება. კრიტიკული ორგანო არის ადამიანის სხეულის ის ნაწილი, რომლის დასხივებაც მოცემულ მომენტში გამოიწვევს ადამიანის მაქსიმალურ დაზიანებას ან იმოქმედებს შთამომავლობის ჯანმრთელობაზე.

დადგენილი კრიტიკული ორგანოების ჯგუფებია:

I ჯგუფი - მთელი სხეული, სასქესო ჯირკვლები, ძვლის წითელი ტვინი;

II ჯგუფი - კუნთები, ფარისებრი ჯირკვალი, ცხიმოვანი ქსოვილი, ღვიძლი, თირკმლები, ელენთა, ფილტვები, კუჭ-ნაწლავის სისტემა, თვალის ბროლი და სხვა ისეთი ორგანოები, რომლებიც I ან III ჯგუფს არ მიეკუთვნებიან.

III ჯგუფი - კანის საფარველი, ძვლები, კიდურები, ხელის და ფეხის გულები, მხრისა და კისრის მიდამო.

1 წლის განმავლობაში გარეგანი და შინაგანი დასხივების დოზების ძირითადი ზღვრები *A* და *B* კატეგორიებისათვის მოცემულია 6.5 ცხრილში.

ცხრილი 6.5

გარეგანი და შინაგანი დასხივების დოზების ძირითადი ზღვრები *A* და *B*  
კატეგორიისათვის

| № | პირთა კატეგორია და დოზის სახეობა                 | წლიური დასხივების დოზის ზღვრები კრიტიკული ორგანოების კგუფების მიხედვით, ჯ/კგ (ბერი) |             |          |
|---|--|---|-------------|----------|
|   |  | I   | II          | III      |
| 1 | ზღვრულად დასაშვები დოზა <i>A</i> კატეგორიისათვის | 0,05 (5)  | 0,15 (15)   | 0,3 (30) |
| 2 | დოზის ზღვარი <i>B</i> კატეგორიისათვის            | 0,005 (0,5)   | 0,015 (1,5) | 0,03 (3) |

6.5 ცხრილის შენიშვნები:

1. 40 წლამდე ასაკის ქალების გარდა  $A$  კატეგორიისათვის გარეგანი დასხივების დოზის სიდიდე რეგლამენტით დადგენილი არაა;
2. დოზის ნორმად  $A$  კატეგორიისათვის მიღებულია წელიწადში დოზების ძირითადი ზღვრები, ხოლო  $B$  კატეგორიისათვის – წელიწადში დოზის ზღვრად მიღებულია დასაშვები დონეები, რომლებიც შეესაბამებიან დასხივების ნორმების ზემოაღნიშნული კლასების 1-ლ და მე-2 კლასს.

დასხივების ნორმების ზემოაღნიშნული კლასების მე-3 ნაწილი – საკონტროლო დონეები შემდეგ კომპონენტებს მოიცავს:

- ორგანიზმში წლიურად მოხვედრილი რადიონუკლიდების რაოდენობა;
- ორგანიზმში რადიონუკლიდების შემცველობა;
- დოზის სიმძლავრე ან ნაკადის სიმკვრივე;
- რადიონუკლიდების კონცენტრაცია ჰაერში ( $B$  კატეგორიისათვის კონცენტრაციის სიდიდე უნდა მიეცეს წყლისთვისაც);
- დეამიწის ზედაპირის გაჭუჭყიანების დონე.

საკონტროლო დონეები ცალცალკეა დაწესებული  $A$  და  $B$  კატეგორიებისათვის, ხოლო აღნიშნული კომპონენტების გაკონტროლება ხდება რადიაციული მდგომარეობის შეფასების ან ისეთი ღონისძიებების დაგეგმვის მიზნით, რომლებიც შეამცირებენ ადამიანების დასხივების შესაძლებლობას.  $A$  კატეგორიისათვის საკონტროლო დონეების სიდიდეებს ადგენს საწარმოს ადმინისტრაცია, რომელიც უნდა შეთანხმდეს სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიურ სამსახურთან, ხოლო  $B$  კატეგორიისათვის აღნიშნულ სიდიდეებს უშუალოდ სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური სამსახური ადგენს.

ადამიანების კატეგორიებად დაყოფის პარალელურად, მიღებულია რადიაქტიური ნივთიერებების კლასებად დაყოფა საშიშროების ჯგუფებად. სულ 4 ასეთი ჯგუფია, რომლებიც ლათინურად და რუსულად ასოთი აღნიშვნებით შემდეგნაირადაა ჩამოყალიბებული  $A, B, C, D$  და  $A, B, B, F$ . აღნიშნულ ჯგუფებში შემაჯავლი რადიაციული ნივთიერებები ხასიათდებიან სხვადასხვა აქტიურობის დონით. კერძოდ,

I ჯგუფი (შეესაბამება ლათინური ან რუსული ანბანის პირველ ასოს), ნივთიერებები იწოდებიან ძალიან მაღალი საშიშროების შემცველად, ხოლო მათი აქტიურობა არის 0,1 მკკი;

II ჯგუფი – მაღალი საშიშროების – 1 მკკი;

III ჯგუფი – საშუალო საშიშროების – 10 მკკი;

IV ჯგუფი – მცირე საშიშროების – 100 მკკი.

აღსანიშნავია, რომ სათანადო სპეციალურ ლიტერატურაში (ცნობარებში, სანიტარულ წესებსა და ნორმებში, სამშენებლო ნორმებსა და წესებში) გვხვდება რადიონუკლიდების ვრცელი ცხრილები, რომლებშიდაც მოცემულია მათი გრადაცია ყველა ჩამოთვლილი ნიშნისა თუ მახასიათებლის მიხედვით, კერძოდ, მითითებულია: რადიაციული ნივთიერების საშიშროების ჯგუფი; მისი ზემოქმედების კრიტიკული ორგანო; შინაგანი და გარეგანი დასხივების დასაშვები დონეები კატეგორიების მიხედვით; ატმოსფერულ ჰაერში, ჩამ-დინარე წყლებში დასაშვები დონეები და სხვა მნიშვნელოვანი მაჩვენებლები.

აღნიშნული ხასიათის ცხრილი წინამდებარე სახელმძღვანელოს ფარგლებში მოცემული არაა.

### **6.13. რადიაციული გამოსხივებისაგან დაცვა**

რადიაქტიური იზოტოპების უსაფრთხო გამოყენებისათვის აუცილებელია ისეთი დაცვითი ღონისძიებანი, რომლებიც დაიფარავს როგორც რადიაქტიურ ნივთიერებებთან უშუალოდ მომუშავეებს, ასევე მოსაზღვრე შენობებში მყოფთ და საწარმოს ახლომდებარე ტერიტორიაზე მცხოვრებთ. გამოსხივების მავნე ზემოქმედებისაგან დასაცავად ტარდება ტექნიკური, სანიტარულ-ჰიგიენური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

დაცვის ტექნიკურ საშუალებათა რიცხვს მიეკუთვნება სტაციონარული და მოძრავი ეკრანების მოწყობა ისეთი მასალებისაგან, რომლებიც აირეკლავს და შთანთქმავს რადიაქტიურ გამოსხივებას.

ვინაიდან გამოსხივების სხვადასხვა სახეს სხვადასხვა თვისებები გააჩნია, მათთვის შესაბამისად დაცვის ღონისძიებებიც სხვადასხვაა. ალფა-ამოსხივება ჰელიუმის ორმაგი დადებითი მუხტის მქონე ბირთვების ნაკადია. შედარებით დიდი მასის გამო ნივთიერებებთან ურთიერთქმედებისას ალფა ნაწილაკები სწრაფად კარგავს ენერგიას, რაც განაპირობებს დაბალ შეღწეუნარიანობას და მაღალ კუთრ იონიზაციას. ალფა-გამოსხივებისაგან დაცვა შედარებით ადვილია – საკმარისია რამდენიმე სანტიმეტრი სისქის ჰაერის ფენა ან ქაღალდის ფურცელი.

მაღალი ენერგიის ბეტა-ნაწილაკების მოქმედებისაგან დასაცავად გამოიყენება ტყვიის ეკრანები, რომლებიც შიგნიდან მოპირკეთებულია მცირე ატომური მასის მქონე მასალით, რათა შემცირდეს ელექტრონების საწყისი ენერგია და შესაბამისად ტყვიაში აღძრული გამოსხივების ენერგია.

გამა და რენტგენის გამოსხივებისაგან დასაცავად გამოიყენება დიდი ატომური მასისა და მაღალი სიმკვრივის მასალები ტყვია, ვოლფრამი და სხვ. ხშირად გამოიყენება უფრო მსუბუქი მასალები, რომლებიც შედარებით იაფი და ნაკლებად დეფიციტურია. მაგალითად ფოლადი, თუჯი და სპი-ლენძის შენადნობები. სტაციონარული ეკრანები, რომლებიც წარმოადგენს სამშენებლო კონსტრუქციების ნაწილს, მიზანშეწონილია დამზადდეს ბეტონ-ნისა და ბარიტბეტონისაგან.

ნეიტრონული გამოსხივებისაგან დასაცავად გამოიყენება წყალბად-შემცველი მასალები (წყალი, პარაფინი), ბერილიუმი, გრაფიტი და სხვ. ნეიტრონებისა და გამა- გამოსხივებისაგან კომბინირებული დაცვისათვის გამოიყენება მძიმე მასალის წყალთან ან წყალბადშემცველ მასალასთან ნარევი, მძიმე და მსუბუქი მასალის ფენოვანი ეკრანები (ტყვია-პოლიეთილენი, რკინა-წყალი და აშ.).

რადიაქტიური გამოსხივებისას დასხივების დოზა წყაროს აქტიურობისა და დასხივების ხანგრძლივობის პირდაპირ პროპორციული, ხოლო წყაროდან სამუშაო ადგილამდე მანძილის კვადრატის უკუპროპორციულია. ე.ი. გარეგანი დასხივებისაგან ორგანიზმის დაცვა ან დასხივების მინიმუმამდე დაყვანა შესაძლებელია ე.წ. "რაოდენობის მიხედვით დაცვით", რაც ნიშნავს რადიაქტიურობის წყაროს აქტიურობის შემცირებას; "მანძილის მიხედვით დაცვით", რაც ნიშნავს რადიაქტიურობის წყაროდან მანძილის გაზრდას, ანუ მისგან დაშორებას; "დროის მიხედვით დაცვით", რაც ნიშნავს დასხივების დროის შეზღუდვას და დაცვა სპეციალური მოწყობილობებით (ეკრანები, ფარები, კონტეინერები და სხვ.).

პერიოდულად აუცილებელია დამცავი მოწყობილობების კონტროლი დოზიმეტრული ხელსაწყოების საშუალებით, ვინაიდან დროთა განმავლობაში მთლიანობის შეუმჩნეველმა დარღვევამ მათი დაცვითი უნარი შესაძლებელია ნაწილობრივ შეცვალოს ან მთლიანად მოსპოს.

შენობებში, რომლებიც განკუთვნილია რადიაქტიურ ნივთიერებებთან სამუშაოდ, კედლები, ჭერი და კარები მზადდება გლუვი, რათა არ გააჩნდეთ ფორები და ბზარები, სათავსში ყველა კუთხეს მომრგვალებულს აკეთებენ რადიაქტიური მტკვრისაგან სათავსის გაწმენდის გასაადვილებლად. იატაკიც გლუვი უნდა იყოს.

სათავსში აუცილებელია საჭიერო გათბობისა და მომდენ-გამწოვი ვენტილაციის (არანაკლებ ხუთჯერადი ჰაერცვლით) მოწყობა. მუშა სათავსებში ეწყობა ყოველდღიური სველი, ხოლო თვეში ერთხელ გენერალური წმენდა.

#### **6.14. რადიაქტიურ ნივთიერებათა ნარჩენების ლიკვიდაცია**

1. სამუშაო ადგილზე განთავსებული რადიაქტიური ნივთიერების რაოდენობა არ უნდა აჭარბებდეს დღე-ღამური მუშაობისათვის აუცილებელ ნორმას.
2. გამა-აქტიური ნივთიერება უნდა იმყოფებოდეს ტყვიის კონტეინერში.
3. რადიაქტიური ნივთიერების აღრიცხვა უნდა უჩვენებდეს ნებისმიერი რიცხვისათვის მის ფაქტობრივ რაოდენობას.
4. რადიაქტიური ნივთიერების ტრანსპორტირება წარმოებს განსაკუთრებულ ტარაში შეფუთული სპეციალური კონტეინერით. მისი გადატანა ქალაქის ფარგლებში დაშვებულია მხოლოდ სპეციალურად აღჭურვილი მანქანით. რადიაქტიური ნივთიერების ტრანსპორტირებისას უზრუნველ-ყოფილი უნდა იყოს გამყოლისა და გარემომცველი ხალხის გამოსხივებისგან დაცვა.
5. რადიაქტიური ნარჩენების ლიკვიდაციის სირთულე განპირობებულია იმით, რომ მათი განეიტრალება ფიზიკური და ქიმიური მეთოდებით შეუძლებელია. თხევადი კონცენტრირებული და განზავებული ნარჩენები უნდა შეგროვდეს ცალ-ცალკე, ვინაიდან ეს უკანასკნელი შეიძლება პირდაპირ გაშვებულ იქნას კანალიზაციის სისტემაში.
6. აუცილებელია მყარი ნარჩენების განცალკევება აქტიურობის, ნახევარ-დაშლის პერიოდის და ა.შ. მიხედვით.
7. აკრძალულია რადიაქტიური ჩამდინარე წყლების ჩაშვება შთანთქმელ ობიექტებში, ჭბაურბუდეებში, სარწყავ მიწებებში და გუბურებში, რომლებიც განკუთვნილია თევზისა და წყალში მცურავ ფრინველთა მოსაშენებლად.
8. რადიაქტიური ნარჩენების დასამარხად გამოყოფილია სპეციალური პუნქტები, სადაც განთავსებულია მყარი და თხევადი ნარჩენებისათვის ბეტონის სასაფლაოები.
9. მყარი რადიაქტიური ნარჩენების შეგროვება ხდება პლასტიკატებისაგან დამზადებულ ტომრებში, თხევადისა კი – ჰერმეტიკულად დახურულ სპეციალურ ჭურჭლებში. რაც შეეხება ისეთ რადიაქტიურ ნივთიერებებს, რომელთა ნახევარდაშლის პერიოდი 15 დღე-ღამემდეა, აყოვ-ნებენ მანამ, სანამ მათი აქტიურობა არ გაუტოლდება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას. ამის შემდეგ მყარი ნარჩენები შეიძლება გადაიყაროს ნაკავთან ერთად, ხოლო თხევადი კი გაშვებულ იქნას კანალიზაციაში.

10. რადიაქტიური ნარჩენების დასამარხი პუნქტები უნდა განლაგდეს ქალაქიდან არანაკლებ 20 კმ-ის დაშორებით, (ისეთ რაიონში, სადაც პერსპექტივაში მშენებლობა არ არის გათვალისწინებული) 1000 მეტ-რიანი სანიტარულ დამცავი ზონით.

### **6.15. ჩერნობილის ავარიის ზოზიერტი შედეგი**

მოცემული ცნობები აღებულია ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის 2003–2005 წლების ჩერნობილთან დაკავშირებულ ექსპერტთა შეკრების მასალებიდან. შეფასებისათვის გამოყენებული იყო ხარისხიანი სამეცნიერო კვლევები მოცემული მიმართულებით და აგრეთვე “ატომური რადიაციის მოქმედების შესახებ” გაეროს სამეცნიერო კომიტეტის 2000 წლის მოხსენება. ამ უკანასკნელში კი გამოყენებული იყო უკრაინის, ბელორუსიისა და რუსეთის ფედერაციის მთავრობათა მოხსენებები.

ჩერნობილის ავარიის შემდეგ დარეგისტრირებული ლიკვიდატორების რიცხვი იყო 600 000 კაცი, რომელთაგან 240 000 მუშაობდა 1986-87 წლებში. 116 ათასი ადამიანი 2006 წელსვე გაასახლეს 30 კმ-იანი ზონიდან, ხოლო კიდევ 230 ათასი – მომდევნო წლებში. უკრაინის, ბელორუსიისა და რუსეთის ფედერაციის ტერიტორიაზე ამჟამად ცხოვრობს დაახლოებით 5 მლნ ადამიანი, სადაც რადიაქტიური ცეზიუმის ნალექების დონე აჭარბებს 37 ათას დაშლას ყოველ კვადრატულ მეტრზე 37 კბკ/მ<sup>2</sup> (კილო-ბეკერელი). აქედან 270 ათასი კაცი ცხოვრობს რაიონებში, სადაც დაბინძურება აჭარბებს 555 კბკ/მ<sup>2</sup>.

აღსანიშნავია, რომ საშუალოდ რადიაციის ბუნებრივი ფონი ისეთია, რომ ადამიანი წელიწადში ღებულობს 2,4 მზვ (მილი-ზივერტ) ეკვივალენტურ დოზას. აღნიშნულ საშუალო მაჩვენებელს აქვს ძალიან დიდი გადახრა, არის ისეთი რეგიონები მსოფლიოში, სადაც ბუნებრივად ადამიანი წელიწადში ღებულობს 20 მზვ ეკვივალენტურ დოზას. რადიაციის ასეთი მაღალი ბუნებრივი ფონის შესახებ არის ურთიერთგამომრიცხავი შეფასებები იმ მკვლევართა შორის, რომლებმაც კარგად გამოიკვლიეს აღნიშნული საკითხი და იმავე დროს აქვთ მაღალი კვალიფიკაცია. უფრო ზუსტად, კვლევები შეეხება მაღალ ბუნებრივ ფონთან მიახლოებულ ტექნოგენურ რადიაციას და ატომური ელექტროსადგურების ეკოლოგიური სისუფთავის შეფასებას.

აღნიშნული მონაცემების მიხედვით “მსოფლიო საშუალო ადამიანი” 20 წელიწადში ღებულობს 48 მზვ ეკვივალენტურ დოზას. 1986-87 წლებში მომუშავე 240 000 ლიკვიდატორმა ბუნებრივ ფონზე დამატებით მიიღო 100

მზვ-ზე მეტი ეკვივალენტური დოზა; 1986 წელს ევაკუირებულმა – 33 მზვ-ზე მეტი; 270 000 ადამიანმა, რომლებიც ცხოვრობენ რაიონებში, სადაც დაბინძურება აჭარბებს 555 კბკ/მ<sup>2</sup>, 1986-2006 წლებში – 50 მზვ-ზე მეტი; დაახლოებით 5 მლნ ადამიანმა, რომლებიც ცხოვრობენ რაიონებში, სადაც დაბინძურებაა 37 კბკ/მ<sup>2</sup>, იმავე პერიოდში – 20 მზვ. ეს ადამიანები ამჟამად აღებულბენ რადიაციულ ფონის შესაბამის დოზას და მასთან მიახლოებულ დამატებით დოზას. შედარებისათვის აღნიშნოთ, რომ მთელი სხეულის ტომოგრაფიული გამოკვლევისას ადამიანი ღებულობს 12 მზვ ეკვივალენტურ დოზას.

გაეროს სამეცნიერო კომიტეტის მოხსენებაში აღნიშნულია, რომ ლიკვიდატორებიდან 134 ადამიანმა მიიღო განსაკუთრებით მაღალი დოზა, რომლებსაც დაუსვეს დიაგნოზი – მწვავე სხივური დაავადება. მათგან 28 გარდაიცვალა იმავე წელს, ხოლო დანარჩენები მოგვიანებით.

ზემოაღნიშნულ 5 მლნ ადამიანთა პოპულაციაში კიბოთი დაავადება მომატებულია 0,6%-ით, ხოლო დანარჩენ ჯგეფებში 4–5-ით.

## 7. სამუშაო ადგილების განათება

### 7.1. სინათლე და მისი მნიშვნელობა

ნივთიერების მოლეკულები და ატომები, მათი გარეთა შრის ელექტრონების ენერგეტიკული მდგომარეობის შეცვლის მომენტში ხასიათდებიან ელექტრომაგნიტური გამოსხივებით. სინათლე აღნიშნული გამოსხივების ის ნაწილია, რომლის ტალღის სიგრძე იცვლება 0,4–0,8 მკმ-ის (მიკრომეტრის – მილიმეტრის მეათასედი ნაწილის) დიაპაზონში.

დღის სინათლის პირობებში ადამიანის თვალი ყველაზე ადვილად შეიგრძნობს 0,555 მკმ, ანუ 5550 ანგსტრემი სიგრძის სინათლის ტალღას, ხოლო ხელოვნური განათებისას მაქსიმალური შეგრძნების ტალღის სიგრძეა 5070 ანგსტრემი. სინათლის ტალღები ზედაპირზე მოქმედებენ წნევით.

ელექტრომაგნიტური ტალღებისათვის დამახასიათებელი ელექტრული  $E$  და მაგნიტური  $H$  მდგენელები დღის სინათლისათვის განლაგებული არიან სხივების მიმართულების მართობულ სიბრტყეში და ერთმანეთის მიმართაც მართობული ორიენტაცია აქვთ.

საწარმოო შენობებისა და სამუშაო ადგილების რაციონალური განათება აუმჯობესებს შრომის სანიტარულ-ჰიგიენურ პირობებს, ამცირებს საწარმოო ტრავმატიზმის შემთხვევებს, ხელს უწყობს შრომის ნაყოფიერების ამაღლებას და ზრდის წარმოების კულტურას.

არასაკმარისი განათება იწვევს თვალის მუდმივ დაძაბვას, რის შედეგადაც ადამიანი სწრაფად იღლება. ადამიანის გადაღლა მუშაობის დროს ყურადღების დაქვეითებისა და საწარმოო ტრავმის მიზეზია. იმავე შედეგამდე მივყავართ გადაჭარბებულ განათებასაც. ნორმალურზე ძლიერი – კაშკაშა განათება, განსაზღვრულ პირობებში, განაპირობებს ადამიანის ორიენტაციის უნარის დასუსტებას და იწვევს ტრავმატიზმის პოტენციური საშიშროების გაზრდას.

ცნობილია, რომ ადამიანის თვალს ახასიათებს შეგუების უნარი სხვადასხვა ხარისხის განათების მიმართ, რაც აიხსნება ადაპტაციური და აკომოდაციური თავისებურებებით. ადაპტაცია არის ადამიანის უნარი, თვალის გუგის გაფართოების და შევიწროვების საშუალებით შეეგუოს სხვადასხვა ხარისხის განათებას. აკომოდაცია კი არის თვალისაგან სხვადასხვა მანძილზე მყოფი საგნების მკაფიოდ გარჩევის უნარი. განათების სიმკვეთრის ცვალებადობა არღვევს თვალის ადაპტაციის უნარს. შეუფერებელი განათებისას ხანგრძლივი მუშაობის შემთხვევაში ვითარდება კატარაქტა, ახლომხედველობა, თავის ტკივილები და სხვა დაავადებები.

## 7.2. სინათლის დამახასიათებელი ერთეულები

სინათლის ძალა ეწოდება სინათლის ნაკადს, რომელსაც ასხივებს წერტილოვანი სინათლის წყარო ერთეულოვან (1 სტერადიანის ტოლ) სივრცულ კუთხეში

$$I = \frac{\Phi}{\omega}, \quad (7.1)$$

სადაც  $I$  არის სინათლის ძალა, სანთელი (სნ);  $\Phi$  - სინათლის ნაკადი, ლუმენი (ლმ);  $\omega$  - სივრცული კუთხე, სტერადიანი.



სანთელის განსასაზღვრავად გამოიყენება სპეციალური კონსტრუქციის ეტალონი, რომლის გამოსხივება შეესაბამება აბსოლუტურად შავი სხეულის გამოსხივებას პლანკის გამყარების ტემპერატურაზე (2042 K). აღნიშნული წყაროს 1/60 სმ<sup>2</sup> ფართობიდან გამოსხივებული სინათლის ძალა გამოსხივების მიმართულების ნორმალზე შეადგენს 1 სანთელს.

**სინათლის ნაკადის** ერთეული არის ლუმენი, რაც არის 1 სტერადიანი სივრცული კუთხის ფარგლებში 1 სანთელის ტოლი სინათლის ძალის მოქმედებით გამოწვეული ნაკადი.

განათებულობა ეწოდება მოცემულ ზედაპირზე დაცემული სინათლის ნაკადის ზედაპირულ სიმკვრივეს.

$$E = \frac{\Phi}{S}, \quad (7.2)$$

სადაც  $E$  არის განათებულობა, ლუქსი (ლქ);  $S$  - ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>.

ამგვარად განათებულობა იზომება ლუქსებში (1 ლქ = 1 ლმ/1 მ<sup>2</sup>). ერთი ლუქსი არის 1 მ<sup>2</sup> ფართობზე თანაბრად განაწილებული 1 ლუმენი სინათლის ნაკადი.

წერტილოვანი წყაროს მიერ ნებისმიერი დახრილობის ბრტყელ ზედაპირზე შექმნილი გამოსხივების გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}, \quad (7.3)$$

სადაც, განმარტებული სიდიდეების გარდა  $I$  არის სინათლის ნაკადის მიმართულებასა და ზედაპირის ნორმალს შორის შექმნილი კუთხე;  $r$  - სინათლის წყაროდან გასანათებელი ზედაპირის დაშორება, მ.

**სინათლის სიკაშკაშე** არის მნათი სიბრტყის გამოსხივების ზომის მაჩვენებელი. სიკაშკაშე განისაზღვრება ფორმულით

$$B = \frac{I}{S}, \quad (7.4)$$

სადაც, განმარტებული სიდიდეების გარდა  $B$  არის სინათლის სიკაშკაშე;  $S$  - თვალით ხილვადი მოკაშკაშე ზედაპირის ფართობი, მ<sup>2</sup>. (7.4) ფორმულიდან ჩანს, რომ სიკაშკაშის განზომილებაა სანთელი/მ<sup>2</sup>. აღნიშნულ სიდიდეს სინათლის ძაფი (ძფ) ეწოდება. მაშასადამე, ძაფი არის ისეთი წყაროს სიკაშკაშე, რომელიც 1 მ<sup>2</sup> ზედაპირიდან ასხივებს 1 სანთელის ტოლ სინათლის ძალას. სიკაშკაშის უფრო მსხვილი ერთეულია სტილბი (სტბ):

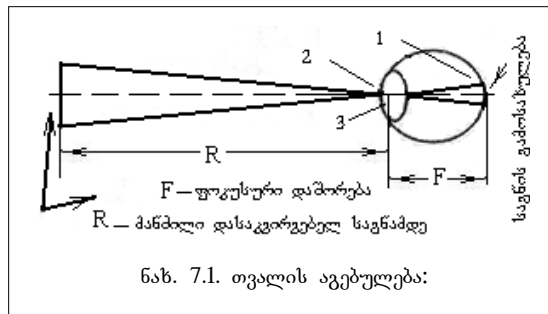
$$1 \text{ სტბ} = 10\,000 \text{ ძფ.}$$

სანთელის განსასაზღვრავი ზემოაღნიშნული ეტალონის სიკაშკაშე 60 სტილების ტოლია.

**სინათლის ინტენსიურობა** ეწოდება ელექტრომაგნიტური ტალღების ნაკადს, რომელიც მისი გავრცელების მიმართულების პერპენდიკულარულ სიბრტყეში გადის დროის ერთეულში. ინტენსიურობა ტალღის ამპლიტუდის კვადრატის პროპორციულია.

### 7.3. ადამიანის თვალის აგებულება

თვალი რთული ოპტიკური სისტემაა (ნახ. 7.1). რომლის ოპტიკური ნაწილი შედგება ორმხრივამოზნექილი ლინზის – ბროლისა და მის გარსზე არსებული დიფრაგმიანი ხვრელის – გუგისაგან. თვალის ფსკერის ძირითადი ნაწილია სინათლის მგრძნობიარე ბადურა, რომელზედაც ბროლი აფიქსირებს თვალით დანახული ნივთების შემცირებული ზომის, გადაბრუნებულ გამოსახულებას. ბადურა რთული აგებულებისაა და შედგება სინათლის მიმღები ღეროების, კოლბებისა და ნერვული უჯრედებისაგან. თვალში შეღწეული სინათლე შლის ბადურის ფოტოქიმიურ ნივთიერებებს. დაშლის პროდუქტების გარკვეული კონცენტრაცია აღიზიანებს ღეროებში და კოლბებში მყოფ ნერვულ დაბოლოებებს.



ნახ. 7.1. თვალის აგებულება:

წარმოქმნილი იმპულსები მხედველობითი ნერვის მეშვეობით ხვდება თავის ტვინის მხედველობით ცენტრში, რის შედეგადაც ადამიანი ხედავს ნივთის ფერს, ფორმას და ზომას. ბადურა შედგება 130 მილიონი ღეროსაგან და 7 მილიონი კოლბისაგან. ფერად აღქმას განაპირობებენ კოლბები, ხოლო ღეროების მიერ ფერის აღქმა არ ხდება.

ობიექტის აღსაქმელად თვალის შეგუება ხორციელდება სამი გზით: 1. აკომოდაციით – ორივე თვალის ბროლის სიმრუდის ისე შეცვლით, რომ ნივთის გამოსახულება მოექცეს თვალის ბადურის სიბრტყეში; 2. კონვერგენციით – ორივე თვალის ღერძების ისე შემობრუნებით, რომ მოხდეს მათი გადაკვეთა დასათვალისებრ ობიექტზე; 3. ადაპტაციით – თვალის შეგუებით განათების მოცემულ დონესთან. ადაპტაციის პროცესი გუგის ფართობის შეცვლასთანა დაკავშირებულია.

აღნიშნულის ილუსტრირება შეიძლება მარტივი ცდების მიხედვით.

**აკომოდაცია.** შეხედეთ 1-2 წუთის განმავლობაში შორ ობიექტს (ხის ტოტი, ანძა და ა.შ.), შემდეგ სწრაფად გადაიტანეთ მზერა ტექსტზე.

**ადაპტაცია.** წიგნის კითხვისას გამორთეთ ხელოვნური განათება ან შეამცირეთ ისე, რომ მკვეთრად შემცირდეს ზედაპირის განათებულობა. ყურადღება მიაქციეთ, რომ დროის მონაკვეთის გავლის შემდეგ შესაძლებელი ხდება წაკითხვა. მხედველობის ადაპტაციისათვის საჭირო დრო დამოკიდებულია განათების შეცვლის ხარისხზე. 5-10-ჯერ სიკაშკაშის შეცვლისას ადაპტაცია მეტყველად ხდება.

#### **7.4. სათავსოთა განათების სახეობები**

ყველა ნაგებობის, მათ შორის საწარმოო შენობების, განათება შეიძლება იყოს ბუნებრივი, ხელოვნური და შეთავსებული. **შენიშნა** ბუნებრივი განათება ეწოდება შენობის შიდა სივრცის განათებას პირდაპირი ან არეკლილი მზის სხივებით, რომლებიც აღწევენ მათში ფანჯრებიდან ან სხვა ღიობებიდან. აღნიშნული ღიობები სპეციალურად უნდა მოეწყოს განათების ინტერესებიდან გამომდინარე. ნაგებობები შესაძლებელია ბუნებრივად განათდეს ჭერიდან, კედლებიდან ან ორივე ელემენტიდან. ღამის საათებში ან ისეთ შემთხვევაში, როცა დღის განათება საკმარისი არაა, აწყობენ ხელოვნურ განათებას.

**ხელოვნური საწარმოო განათება** გათვალისწინებულია ყველა-ნაირი ნაგებობის ან ღია უბნისათვის, სადაც ხდება მუშაობა, ხალხის მიმოსვლა და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობა. ხელოვნური განათების მოსაწყობად გამოიყენება ელექტრული – ვარვარის, აირიანი ან ვერცხლისწყლიანი ნათურები. საწარმოო დანიშნულების გარდა ხელოვნური განათება შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ავარიულ შემთხვევაში, აგრეთვე საევაკუაციო და დაცვითი მიზნებისათვის.

**შეითავსებული განათება** გამოიყენება მაშინ, როცა დღის განათება საკმარისი არაა და ამატებენ ხელოვნურ განათებას უშუალოდ სამუშაო ადგილებზე.

**აპარიული განათება** გამოიყენება საწარმოო განათების ავარიული გამორთვის შემთხვევაში შეფერხების ასაცილებლად და მუშაობის გასა-

რძელებლად. ავარიულ განათებას აწვობენ იმ შემთხვევაში, თუ საწარმოო განათების გამორთვისას მანქანა-დანადგარებზე ან ტექნოლოგიურ ხაზებზე მოსალოდნელია ტოქსიკური, ფეთქებადი და სხვა მავნე ნივთიერებების გამოყოფა ან პირდაპირ სავარაუდოა აფეთქება ან ხანძარი. ავარიული განათების მოწყობა აგრეთვე აუცილებელია ისეთ ობიექტებზე, როგორებიცაა ელექტროსადგურები, რადიო- და ტელეგადაცემისა და კავშირგაბმულობის კვანძები, სადიდპეტჩერო პუნქტები, წყალსადენის, კანალიზაციის და ვენტილაციის ისეთი სისტემები, რომელთა გამორთვა დიდ ზიანს მოუტანს საზოგადოებას.

**სამკვავაციო განათებას** აწვობენ საწარმოო განათების ავარიული გამორთვის შემთხვევის დროს, შენობებიდან ხალხის ევაკუაციისათვის. ეწყობა კიბეებზე და ისეთ ადგილებში, სადაც ადამიანების გავლა შედარებით სახიფათოა. საევაკუაციო განათება ეწყობა იმ შემთხვევაში, თუ ადამიანების რიცხვი 50 ან მეტია.

**ღაცვითი განათება** ემსახურება ღამის პერიოდში საწარმოო შენობების ან ნაგებობების განათებას არასამუშაო დროს, მასზე მეთვალყურეობის განხორციელების მიზნით და უნდა მოეწყოს დასაცავი ობიექტის საზღვრებზე.

## **7.5. სათავსოთა ბუნებრივი განათება**

სათავსოს რომელიმე წერტილის ბუნებრივი განათების ხარისხის მაჩვენებელია ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტი (ბბკ), რომელიც გამოისახება პროცენტებში, უჩვენებს ღია ცის ქვეშ ბუნებრივი განათების რა ნაწილს შეადგენს სამუშაო ადგილის განათება და განისაზღვრება ფორმულით

$$e = 100 \frac{E_{\text{ა}}}{E_{\text{ბ}}}, \quad (7.5)$$

სადაც  $e$  არის ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტი, %;  $E_{\text{ა}}$  - მზის პირდაპირი ან არეკლილი სხივებით განპირობებული განათებულობა რაიმე სიბრტყეზე, ლქ;  $E_{\text{ბ}}$  - მზის სხივებით განპირობებული განათებულობა ღია გარემოში იმავე სიბრტყეზე, ლქ.

სათავსოში ცალმხრივი გვერდითი ბუნებრივი განათებისას ნორმირდება ბბკ-ის საშუალო მნიშვნელობა წერტილში, რომელიც სასინათლო ღიობებიდან ყველაზე მეტად დაცილებული კედლისაგან 1 მეტრის მანძილზე მდებარეობს.

“ნ” წერტილს მონიშნავენ შენობის დამახასიათებელი ჭრილის ვერტიკალურ სიბრტყეში კედლიდან 1 მ-ით მოშორებით, იატაკზე ან სამუშაო ადგილის ზედაპირზე (ნახ 7.2, ა).

ორმხრივი განათებისას ბზპ-ის მინიმალური მნიშვნელობა ნორმირდება შენობის შუა წერტილში. ამ შემთხვევაში “ნ” წერტილს მონიშნავენ მახასიათებელი ჭრილის ვერტიკალურ სიბრტყეში იატაკზე ან სამუშაო ადგილის ზედაპირზე (ნახ 7.2, ბ).

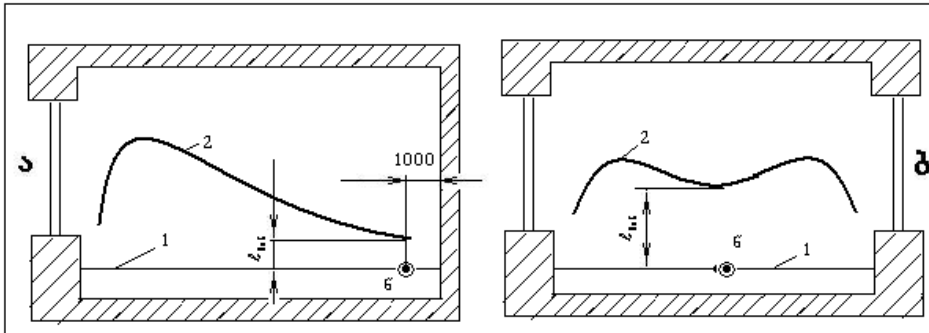
ქალაქებში და დასახლებულ პუნქტებში ქუჩების, გზების და მოედნების განათების დაპროექტებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ ზედაპირების საშუალო სიკაშკაშის ნორმებით. ბუნებრივი განათების განსაზღვრა ეფუძნება სასინათლო ღიობების ფართობის განსაზღვრას. ამისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი ფორმულები:

ა. შენობის გვერდითი განათებისას

$$100 \frac{S_o}{S_n} = \frac{\ell_{\text{მინ}} K_{\text{რეზ}} K_{\text{ნაგ}}}{\tau_o \tau_1} K_{\text{ნაგ}}, \quad (7.6)$$

სადაც

$$S_o = \frac{S_n \ell_{\text{მინ}} K_{\text{რეზ}} \eta_o}{\tau_o \tau_1} K_{\text{ნაგ}}. \quad (7.7)$$



ნახ. 7.2. ბზპ-ის განაწილების სქემები ცალმხრივი და ორმხრივი განათებისას:

ა - ცალმხრივი გვერდითი განათებისას; ბ - ორმხრივი გვერდითი განათებისას; 1 - სამუშაო ზედაპირის ან იატაკის დონე; 2 - ბზპ-ის ცვალებადობის ხასიათი მოცემულ სიბრტყეში;  $I_{\text{მინ}}$  - ბზპ-ის მინიმალური რიცხვითი სიდიდე; “ნ” - წერტილი, რომლისთვისაც ხდება ბზპ-ის მინიმალური რიცხვითი სიდიდის ნორმირება

ბ. ზედა განათებისას

$$100 \cdot \frac{S_{\Phi}}{S_n} = \frac{\ell_{\text{საშ}} \cdot K_{\text{რეზ}} \cdot \eta_{\text{სარ}} \cdot \Phi}{\tau_o \cdot \tau_2 \cdot K_{\text{ნაგ}} \cdot \Phi}; \quad (7.8)$$

სადაც

$$S_{\Phi} = \frac{S_n \cdot \ell_{\text{საშ}} \cdot K_{\text{რეზ}} \cdot \eta_{\text{სარ}} \cdot \Phi}{100 \cdot \tau_o \cdot \tau_2 \cdot K_{\text{ნაგ}} \cdot \Phi} \quad (7.9)$$

$S_o$  - სასინათლო ღიობების ან სარკმლების ფართობი გვერდითი განათებისას, მ<sup>2</sup>;  $S_{\Phi}$  - სასინათლო ღიობების ფართობი ზედა განათებისას, მ<sup>2</sup>;  $S_n$  - შენობების იატაკის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $\ell_{\text{სარ}}$  - ბუნებრივი განათების კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდე;  $K_{\text{რეზ}}$  - რეზერვის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბზპ-ის და განათებულობის კლებას ექსპლუატაციის პროცესში სინათლის გამჭვირვალე შიგთავსის დაბინძურებისა და დაძველების შედეგად. შენობის ზედაპირების ამრეკლი თვისებების შემცირებისას ( $K_{\text{რეზ}} = 1,3-2,0$ );  $\eta_o$  - სარკმლების ღიობების სასინათლო მახასიათებელი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია შენობის სიგანისა და სიგრძის თანაფართობაზე;  $K_{\text{ნაგ}}$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საპირისპიროდ მდებარე ნაგებობების მიერ ფანჯრების დაჩრდილვას ( $K_{\text{ნაგ}} = 1,0-1,7$ );  $\tau_o$  - შუქგამ-ტარების საერთო კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით  $\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$ ,  $\tau_1 = 0,6-0,9$ ;  $\tau_2 = 0,60-0,75$ ;  $\tau_3 = 0,8-1,0$ ;  $\tau_4 = 0,6-1,0$ ;  $\tau_5 = 0,9$ ;  $\eta$  - სინათლის გავლენის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი;  $\eta_{\text{სარ}}$  - გადახურვის სიბრტყეში სასინათლო ღიობის ან სარკმლის სინათლის მახასიათებელი;  $\tau_2$  - სინათლის გავლენის განმსაზღვრელი ბუნებრივი განათების კოეფიციენტი ზედა განათებისას;  $K_{\text{ფ}}$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სარკმლის ტიპს ( $K_{\text{ფ}}=1,0-1,4$ ).

შესაძლებელია სათავსოთა ზედა და გვერდითი ბუნებრივი განათების კომბინაცია. აღნიშნულ შემთხვევებში ღიობების ფართობების გასაანგარიშებელი ფორმულები განსხვავებული სახისაა. აღსანიშნავია, რომ ამ შემთხვევაში არ ხდება ბზპ-ის მინიმალური რიცხვითი სიდიდის ნორმირება. ამ მიზნისათვის გამოიყენება ბზპ-ის საშუალო მნიშვნელობა, ხოლო ამ უკანასკნელის შესაფასებელი წერტილების მონიშვნა ხდება შენობის ვერტიკალური ჭრილისა და იატაკის (პირობითი სამუშაო ზედაპირის) გადაკვეთაზე. ამასთან პირველი და ბოლო წერტილები აიღება კედლებიდან 1 მ-ის დაშორებით.

## 7.6. სინათლის ხელოვნური წყაროები

როგორც აღინიშნა, ხელოვნური განათების მოსაწყობად გამოიყენება ელექტრული ნათურები, რომლებიც შესაძლებელია იყოს ვარვარის, ლუმინესცენციური და ვერცხლისწყლიანი. მათი თვისებების ანალიზი საშუალებას იძლევა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები: 1. ვოლფრამისძაფიანი ვარვარის ნათურა იძლევა უწყვეტ სპექტრს. სარკული ტიპის ნათურების გამოკლებით, მათ მუშაობაზე გარემო ტემპერატურა და ტენიანობა პრაქტიკულ გავლენას არ ახდენს. 2. ლუმინესცენციური ნათურებით სინათლის გადაცემა გაცილებით ინტენსიურია, რაც ერთნაირი სიმძლავრის შემთხვევაში უზრუნველყოფს განათების უფრო მაღალ დონეს. ამავე დროს ლუმინესცენციური ნათურების მუშაობის ვადა ვარვარის ნათურებთან შედარებით 2,5-ჯერ მეტია. ამგვარად, ლუმინესცენციურ ნათურებს აქვთ რიგი უპირატესობანი ვარვარის ნათურებთან შედარებით.

ლუმინესცენციური ნათურა იძლევა სინათლის უფრო მძლავრ ნაკადს სხვა თანაბარ პირობებში. ლუმინესცენციური ნათურების მომსახურების ვადა შეადგენს 10000 სთ, ხოლო ვარვარის ნათურებისა – 1000 სთ. ლუმინესცენციურ ნათურებს აქვთ მკვეთრად დაბალი სიკაშკაშე. მათი გამოყენება შეიძლება ჰაერის ტემპერატურის დიაპაზონში  $+5^{\circ}\text{C}$  -დან  $150^{\circ}\text{C}$  -მდე. დადგენილია, რომ ყველაზე კაშკაშა სინათლე გამოსხივდება ჰაერის  $20-30^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე, ანუ სამუშაო ტემპერატურათა დიაპაზონში.

ლუმინესცენციური ნათურების ხარვეზები შემდეგია: სინათლის ნაკადის მნიშვნელოვანი შემცირება მომსახურების ვადის ბოლოს, დაახლოებით 60%-მდე; სინათლის ნაკადის პულსაცია და გარემო ტემპერატურის გავლენა მათ მუშაობაზე. აგრეთვე გასათვალისწინებელია ლუმინესცენციური ნათურების მწყობრიდან გამოსვლის შემდეგ მათი უტილიზაციის საკითხები. სინათლის ნაკადის პულსაციის შედეგად წარმოიქმნება ე.წ. სტრობოსკოპული ეფექტი, რომელიც ზრდის ტრავმატიზმის შემთხვევებს.

ნაკლია ისიც, რომ ლუმინესცენციური ნათურების ამოქმედებისათვის საჭირო ძაბვა უფრო მაღალია, ვიდრე ძაბვა ქსელში, ამიტომ მათ ჩასართავად გამოიყენება რთული გამშვები მოწყობილობა. აღნიშნული და სხვა გარემოებების გამო ლუმინესცენციური ნათურის ღირებულება მნიშვნელოვნად აღემატება ვარვარა ნათურის ღირებულებას.

მაშუქები გამოიყენება სინათლის ნაკადის გადანაწილებისათვის გასანათებელ ზედაპირებზე, თვალის დასაცავად დიდი სიკაშკაშის სინათლის წყაროს ზემოქმედებისაგან, სინათლის წყაროს დასაცავად გაჭუჭყიანების ან მექანიკური დაზიანებისაგან. სახანძრო უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, ნათურის ჩასამაგრებლად.

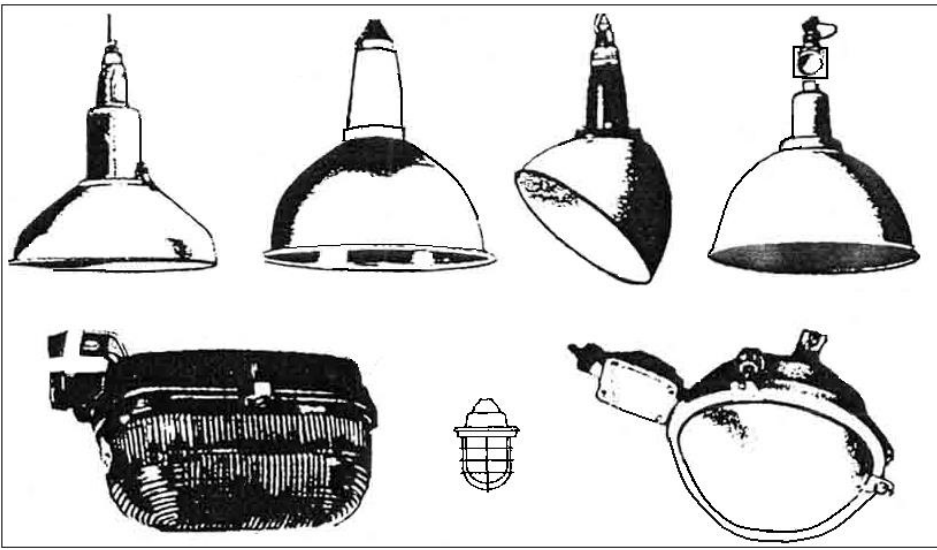
შუქგანაწილების ხასიათის მიხედვით ერთმანეთისაგან განსხვავებულია შემდეგი ტიპის მაშუქები: პირდაპირი, გამბნევი და ამრეკლავი. მაშუქის შერჩევა დამოკიდებულია სათავსში შესასრულებელი სამუშაოს ხასიათზე, ზედაპირებიდან არეკვლის კოეფიციენტზე.

კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით არსებობს შემდეგი სახის მაშუქები: ღია, დაცული, მტვერშეუღწევი, მტვერდამცავი, აფეთქებაუსაფრთხო და სხვ. დანიშნულების მიხედვით მაშუქი შესაძლებელია იყოს საერთო და ადგილობრივი განათების.

ვარვარის ნათურებისათვის უფრო გავრცელებულია პირდაპირი მაშუქები. შესრულების ტიპის მიხედვით ღია, დაცული და უნივერსალური.

აფეთქებასაფრთხიანი სათავსებისათვის გამოიყენება აფეთქებაუსაფრთხო 4D-100 ტიპის მაშუქები, რომელთა კონსტრუქცია ითვალისწინებს მაშუქის შიგნით აფეთქების ლოკალიზაციას.

დაბალი მტვრიანობისა და ნორმალური ტენიანობისას ლუმინესცენციური ნათურებიდან საწარმოო სათავსების განათებისათვის გამოიყენება ღია ტიპის მაშუქი, თუ არის დიდი რაოდენობით მტვერი და მაღალი ტენიანობა – დახურული ტიპის მაშუქი.





ნახ. 7.3. ვარვარის ნათურების მაშეკების ზოგიერთი სახეობა:  
 ზემოთ ღია; ქვემოთ ღაცული (აფეთქებაუსაფრთხო)

იმის მიუხედავად, რომ ვარვარის ნათურების გამოყენების შესაძლებლობა მითითებულია ნორმებში, მაინც უპირატესობა ლუმინესცენციურ ნათურებს უნდა მიეცეს, რადგანაც მათ მარგი ქმელების მაღალი კოეფიციენტი გააჩნიათ და უზრუნველყოფენ განათების უფრო მაღალ ეკონომიურობას. ვარვარა ნათურების გამოყენება საწარმოო შენობებში შეიძლება სინათლის ლუმინეს-ცენციური წყაროს არარსებობის ან ტექნიკური პირობების უქონლობის შემთხვევაში.

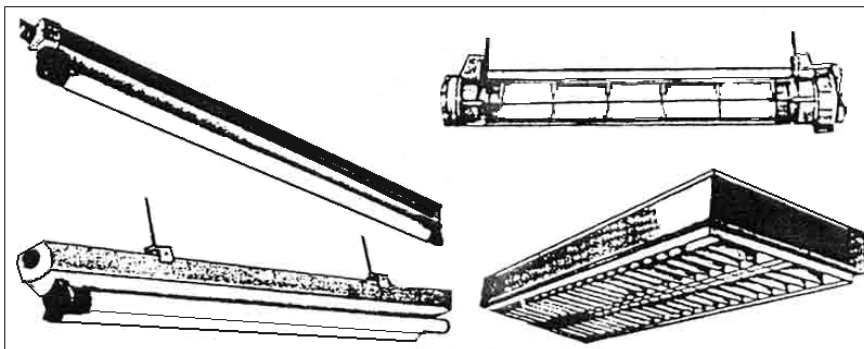
ეკონომიურად უფრო ხელსაყრელია ვარვარის ნათურების გამოყენება მაგალითად, მანქანებისა და მექანიზმების სადგომ მოედნებზე, მასალების საწყობებში ღია მოედნებზე, ავტომანქანების ღია სადგომებზე, ამწეებზე და სხვა ადგილებში, სადაც განათება გამოიყენება შეზღუდული დროით.

როგორც ლუმინესცენციური, ისე ვარვარის ნათურები ხასიათდება სიმ-ძლავრით ( $P$ ), სინათლის ნაკადით ( $\Phi$ ), სინათლის ძალის განაწილებით სივრცეში, სინათლის გადაცემის კოეფიციენტით ( $\eta$ ).

ფართოდ გავრცელებული ვარვარის ნათურების პარამეტრების რიცხვითი მნიშვნელობები 220 ვ ძაბვისათვის მოცემულია 7.1 ცხრილში, ხოლო იგივე ლუმინესცენციური ნათურებისათვის – 7.2 ცხრილში.

ცხრილი 7.1  
 ვარვარის ნათურების პარამეტრები

| პარამეტრები                           | ნათურების პარამეტრების მნიშვნელობები |     |     |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| სიძლიავერე, ვტ                        | 15                                   | 25  | 40  | 60   | 100  | 150  | 200  | 300  |
| სინათლის ნაკადი, ლმ                   | 105                                  | 210 | 380 | 650  | 1000 | 2000 | 2920 | 4500 |
| სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი, ლმ/ვტ | 7,0                                  | 8,4 | 9,5 | 10,8 | 11,6 | 13,3 | 14,6 | 15,0 |



ნახ. 7.4. ლუმინესცენციური მაშუქები

სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი ( $\eta$ )

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (7.10)$$

სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი, როგორც 7.1 ცხრილიდან ჩანს, უფრო მაღალია დიდი სიმძლავრის ვარვარის ნათურებისათვის.

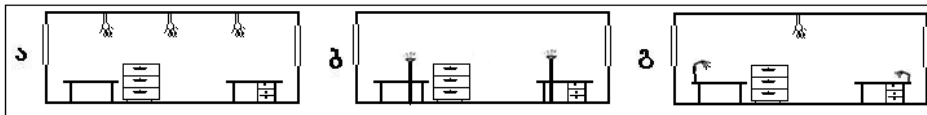
ცხრილი 7.2  
გავრცელებული ლუმინესცენციური ნათურების მახასიათებლები (მაბვა 220 ვ.)

| ნათურის ტიპი | პარამეტრი | პარამეტრების მნიშვნელობა ნათურების სიმძლავრის მიხედვით, ვტ |      |      |      |      |      |
|--------------|-----------|--|------|------|------|------|------|
|              |           | 15   | 20   | 30   | 40   | 65   | 80   |
| LD           | ლმ        | 500  | 820  | 1450 | 2100 | 3050 | 3560 |
|              | ლმ/ვტ     | 33,4   | 41   | 48,5 | 52,5 | 47   | 44,5 |
| LD           | ლმ        | 590  | 920  | 1640 | 2340 | 3570 | 4070 |
|              | ლმ/ვტ     | 39,4   | 46   | 54,8 | 58,5 | 55   | 51   |
| LXB          | ლმ        | 675  | 935  | 1720 | 2600 | 3820 | 4440 |
|              | ლმ/ვტ     | 45   | 46,7 | 57,4 | 65   | 58,7 | 5,55 |
| LB           | ლმ        | 760  | 1180 | 2100 | 3000 | 4550 | 5220 |
|              | ლმ/ვტ     | 50,7   | 59   | 70   | 75   | 70   | 65,3 |

ლუმინესცენციური ნათურების სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი გაცილებით აღემატება ვარვარის ნათურებისათვის იმავე სიდიდეს. იგი დამოკიდებულია ნათურის სიმძლავრეზე და ლუმინოფორის ფერზე.

### 7.7. სელოვნური განათება

საწარმოო შენობების განათების დროს გამოიყენება როგორც საერთო, ისე ადგილობრივი (ლოკალური) და კომბინირებული განათება. საერთო განკუთვნილია მთელი შენობის განათებისათვის, ამიტომ მისი სანათები (მაშუ-ქები), ჩვეულებისამებრ, მოთავსებულია შენობის ჭერში ან სამუშაო ადგილი-დან საკმაოდ შორ მანძილზე (ნახ. 7.5); ადგილობრივი განათების შემთხვევაში სანათები განლაგებულია სამუშაო ადგილების სიახლოვეს.



ნახ. 7.5. საწარმოო შენობების განათების ილუსტრაცია:  
ა - საერთო; ბ - ადგილობრივი (ლოკალური); გ - კომბინირებული

საერთო განათების სისტემაში განათება პრაქტიკულად მთელ სამუშაო სივრცეში თანაბარია, ხოლო სანათების დაშორება ერთნაირია. ასეთი სისტემა რეკომენდებულია ისეთ საწარმოო შენობებში, რომლებშიც მთელ ფარ-თობზე

სრულდება ერთნაირი ხასიათის სამუშაოები, მაგალითად, ელექტრო-სარემონტო, საღურგლო, სამონტაჟო და სხვ.

ზოგიერთი სამუშაო ადგილის დამატებითი განათების აუცილებლობის შემთხვევაში მიმართავენ ადგილობრივი განათების მოწყობას, რაც ხორციელდება სანათების დადგმით უშუალოდ სამუშაო ადგილის მახლობლად. თუ სამუშაო ადგილი დიდი ფართობით ხასიათდება ან დასამუშავებელი მასა-ლათი დიდი ზომის, მაშინაც სანათების ლოკალური განლაგების სქემა გამოიყენება უშუალოდ სამუშაოს შესრულების ადგილზე ნახ, 7.5-ის შესაბამისად.

კომბინირებული განათების სისტემა შედგება სანათებისაგან, რომლებიც განკუთვნილია მთლიანი ფართობის საკმარისი განათების შესაქმნელად და ადგილობრივი განათების სანათებისაგან, რომლებიც მდებარეობენ უშუალოდ სამუშაო ადგილების ზემოთ. კომბინირებული განათების გამოყენება მიზანშეწონილია ზუსტი მხედველობითი სამუშაოების საწარმოო შენობებში და ასევე იმ შემთხვევებში, როცა ზედაპირები მდებარეობენ ვერტიკალურად ან დახრილად. მაგალითად, საზენკლო-მექანიკურ განყოფილებაში ხდება დაზ-გების დამატებითი ადგილობრივი განათება. დიაგნოსტიკურ ხაზზე შეიძლება ცალკეული უბნების დამატებითი განათება.

კომბინირებული განათების დროს შენობაში სინათლის ხელსაყრელი განაწილებისათვის განათების სახეობებს შორის, საერთო განათების სანათებმა სამუშაო ადგილებზე უნდა შექმნან ნორმირებული განათების არანაკლებ 10%.

სამუშაო ზედაპირის მინიმალური განათება დამოკიდებულია განსახვავებელი ობიექტის სიდიდეზე. განსხვავების ობიექტად აღებულია განსახილ-ველი საგნის ცალკეული ნაწილი, რომელიც ნათლად უნდა ჩანდეს დეტალებზე მუშაობის პროცესში (ცხრილი 7.3).

ცხრილი 7.3

ბზპ-ის სიდიდეები ბუნებრივი განათებისას და ხელოვნური განათების ნორმები

| განსახვავებელი ობიექტის ზომები, მმ      | ბზპ-ის სიდიდეები, %                 |                      | ხელოვნური განათებულობა, ლქ |               |
|---|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|---------------|
|   | ზედა (ზედა და გვერდითი) განათებისას | გვერდითი განათებისას | საერთო                     | კომბინირებული |
| < 0,15                                  | 10                                  | 3,5                  | 400–1500                   | 1500–5000     |
| 0,15–0,30                               | 7                                   | 2,5                  | 300–1250                   | 1000–4000     |
| 0,30–0,50                               | 5                                   | 2,0                  | 200–500                    | 400–2000      |
| 0,5–1,0                                 | 4                                   | 1,5                  | 150–300                    | 300–750       |
| 1,0–5,0                                 | 3                                   | 1,0                  | 100–200                    | 200–300       |
| > 5,0                                   | 2                                   | 0,5                  | 150                        | –             |
| მუდმივი დაკვირვება საწარმოო პროცესზე    | 1                                   | 0,3                  | 75                         | –             |
| პერიოდული დაკვირვება საწარმოო პროცესზე* | 0,5–0,7                             | 0,1–0,2              | 30–50                      | –             |

\*შენიშვნა - უმცირესი სიდიდეები აიღება იმ შემთხვევაში, თუ სათავსოში ადამიანების მულტიპლად ყოფნა საჭირო არაა.

ზოგ შემთხვევაში განათება უნდა გაძლიერდეს ან შემცირდეს, კერძოდ, ერთი საფეხურით იმატებს განათება დადაბული მხედველობითი სამუშაოს დროს ნახევარ დღეზე მეტი დროის განმავლობაში. აგრეთვე ტრავმატიზმის მომატებული საშიშროების შემთხვევაში, განსახილველი საგნიდან 0,5 მ-ზე მეტი დაცილების დროს, მაშინ, როცა არასაკმარისია ბუნებრივი განათება.

სამუშაო ადგილების ლუმინესცენციური ნათურებით განათების დროს მხედველობაშია მისაღები ის ფაქტი, რომ მათთვის დამახასიათებელია სინათლის ნაკადის პულსაცია დროში, რომელიც ფასდება პულსაციის კოეფიციენტით ( $K_3, \%$ ). აღნიშნული კოეფიციენტის გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$K_3 = \frac{E_{\text{მაქს}} - E_{\text{მინ}}}{2E_{\text{საშ}}} \cdot 100, \quad (7.12)$$

სადაც  $E_{\text{მაქს}}$  და  $E_{\text{მინ}}$  შესაბამისად არის განათების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობა;  $E_{\text{საშ}}$  – განათების საშუალო მნიშვნელობა იმავე პერიოდისათვის.

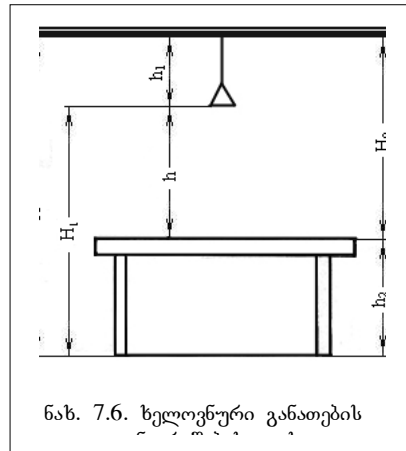
დღის განათების თეორი სინათლის პულსაცია იწვევს მხედველობის გადაღლას, ასევე მოძრავი და მბრუნავი საგნების აღქმის დამახინჯებას, რომელიც განსაკუთრებით არასასურველია საწარმოო პირობებში. ამიტომ პულსაციის კოეფიციენტის სიდიდე რეგლამენტირდება ნორმით. საწარმოოთა უმეტესობისათვის ის უნდა იყოს 20%-ზე ნაკლები.

განათების გაანგარიშების ყველა გამოსაყენებელი ხერხი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: პირველია სინათლის ნაკადის კოეფიციენტის გამოყენების მეთოდი ან კუთრი სიმძლავრის მეთოდი, რომელიც გულისხმობს სინათლის ნაკადის კოეფიციენტით სარგებლობას. აღნიშნული მეთოდები გამოიყენება თანაბრად განათებული პორიზონტალური ზედაპირების ანგარიშისათვის. მეორე ჯგუფში შედის წერტილოვანი მეთოდი, რომლის გამოყენება მიზანშეწონილია მომატებული არათანაბარი განათების მქონე ზედაპირების გაანგარიშების შემთხვევისათვის, ასევე ვერტიკალური და დახრილი ზედაპირების განათების გამოსათვლელად. სიზუსტისა და სიმარტივის თვალსაზრისით ორივე მეთოდს ერთნაირი ღირსებები აქვთ, თუმცა წერტილოვანი მეთოდი ხშირად შესაძლებლად უფრო გამოიყენება, რადგან იგი ნაკებობების ფართობზე განათების განაწილების ანალიზის საშუალებას იძლევა.

## 7.8. ხელოვნური განათების გაანგარიშება

ხელოვნური განათების განსაზღვრის დროს აუცილებელია შეირჩეს სინათლის წყაროს სახე, განათებულობის სისტემა, სანათის ტიპი, განათებულობის ნორმა, სანათების განლაგება. ამის შემდეგ საჭიროა განათების გაანგარიშება და სანათების რიცხვისა და მათი განლაგების საბოლოოდ დაზუსტება. სანათის ტიპი შეირჩევა წარმოების ტექნოლოგიური პირობების მიხედვით, ხოლო მისი კონსტრუქციული შესრულება უნდა ეთანადებოდეს აღებული სათავსის გარემო პირობებს.

საერთო განათების სისტემაში ლამპრების განათება სათავსში დამოკიდებულია ლამპრის ტიპზე და მისი ჩამოკიდების საანგარიშო  $h$  – სიმაღლეზე ( $h$  არის მანძილი ლამპრიდან სამუშაო ზედაპირამდე). ლამპრის ჩამოკიდების სიმაღლე კი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, კერძოდ, სათავსის სიმაღლეზე, ლამპრის ტიპზე, დაცვის კუთხის სიდიდეზე, განათების სისტემაზე, ნათურის სიმძლავრეზე და სხვ. ასე, მაგალითად, საერთო განათების



ლამპრის იატაკამდე ჩამოკიდების უმცირესი სიმაღლე  $H_1$  (ნახ. 7.6), როდესაც ვარვარის ნათურის სიმძლავრე 200 ვატამდეა, აიღება 2,5–4,0 მ, ხოლო, როდესაც ნათურის სიმძლავრე 200 ვატს აღემატება –  $H_1 = 3–6$  მ. რაც შეეხება ლუმინესცენციური ლამპრები-სათვის ნათურების რიცხვს, ოთხამდე ნათურისათვის  $H_0 = 2,6–4,0$  მ, ხოლო ოთხი და მეტი ნათურის შემთხვევაში  $H_1 = 3,2–4,5$  მ. ლამპრებს შორის მანძილი ( $L$ ) დამოკიდებულია ლამპრის სახეობაზე და მათი განლაგების ხასიათზე. განათებისათვის საჭირო პარამეტრები გამოითვლება მარ-ტივი ფორმულებით:  $L/h = 1,4–1,8$ , როდესაც ლამპრები პარალელურადაა განლაგებული;  $L/h = 1,8–2,5$ , როდესაც ლამპრები ჭადრაკულადაა;  $\ell = (0,25–0,3)$ , როდესაც სამუშაო პროცესი უშუალოდ კედელთან ხდება;  $\ell$  არის მანძილი კედლიდან ლამპრის ცენტრამდე,

მ;  $H_0 = H - h_2$ ;  $h_1 = H_0 - h$ ;  $H_1 = (0,20 - 0,25)H_0$ ;  $H_0 = h + h_1$ ; სადაც  $H$  არის სათავსის სიმაღლე, მ;  $H_0$  – მანძილი ჭერიდან სამუშაო ზედაპირამდე, მ;  $h_1$  – მანძილი ჭერიდან ლამპრამდე, მ;  $h_1$  – მანძილი იატაკიდან სამუშაო ზედაპირამდე, მ;  $h$  – ლამპრის ჩამოკიდების საანგარიშო სიმაღლე, მ;  $H_1$  – მანძილი ლამპრიდან იატაკამდე, მ.

ხელოვნური განათების გასაანგარიშებლად გამოიყენება სინათლის ნაკადის, კუთრი სიმძლავრისა და წერტილოვანი მეთოდები:

1. სინათლის ნაკადის მეთოდს იყენებენ სათავსის საერთო თანაბარი განათებულობის დროს, ხოლო ნათურის სინათლის ნაკადი ( $\Phi$ ) განი-საზღვრება ფორმულით

$$\Phi = \frac{EKSZ}{Nn\eta}, \quad (7.13)$$

სადაც  $E$  არის ნორმირებული მინიმალური განათება, რომელიც შეიძლება 7.3 ცხრილის მონაცემების მიხედვით, ლქ;  $K$  – მარაგის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სათავსოს დამტვერიანებაზე. ვარვარის ნათურებისათვის  $K = 1,15-1,70$ , ლუმინესცენციური ნათურებისათვის  $K = 1,15-1,80$ ;  $S$  – გასანათებელი სათავსის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $Z$  – მინიმალური განათების კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით  $Z = \frac{E_{საშ}}{E_{მინ}} = 1,10-1,95$ ;

$N$  – მაშუქების რიცხვი;  $n$  – ნათურების რიცხვი ერთ მაშუქში;  $\eta$  – გამნათებელი მოწყობილობის გამოყენების კოეფიციენტი,  $\eta = 0,19-0,74$ .

ნათურების სიმძლავრის განსაზღვრავად აღნიშნული ფორმულით შესაძლებელია ვისარგებლოთ მაშინ, როცა ცნობილია ნათურების რაოდენობა. ფორმულით სარგებლობა შესაძლებელია მაშინაც, როცა ცნობილია სიმძლავრე და საჭიროა ნათურების რაოდენობის განსაზღვრა. აღნიშნული ფორმულით სარგებლობა აგრეთვე შესაძლებელია განათების ანგარიშის შემოწმებისათვის.

სინათლის ნაკადის გამოყენების კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია აგრეთვე სათავსის ჭერის, კედლების, გასანათებელი ზედაპირის მახასიათებლებზე და სათავსის ინდექსზე (მაჩვენებელზე). ეს უკანასკნელი განისაზღვრება ფორმულით

$$i = \frac{S}{h(A+B)}, \quad (7.14)$$

სადაც,  $S$  არის გასანათებელი სათავსის ფართობი,  $m^2$ ;  $h$  – ლამპრის ჩამოკიდების საანგარიშო სიმაღლე,  $m$ ;  $A$ ,  $B$  – შესაბამისად, სათავსის სიგრძე და სიგანე,  $m$ .

(7.13) ფორმულით გამოთვლილი სინათლის  $\Phi$  ნაკადის მიხედვით შეირჩევა სათანადო სიმძლავრის ნათურა. ხოლო ფაქტიური განათებულება გამოითვლება ფორმულით

$$E_{ფ} = E \frac{\Phi_{ნათ}}{\Phi}. \quad (7.15)$$

2. ვერტიკალური მეთოდი გამოიყენება სარემონტო, სამკვდლო, რკინაბეტონის კონსტრუქციების და სხვა მსგავს სააქროებში საერთო ლოკალური, ადგილობრივი და საერთო თანაბარი განათებულობის გაანგარიშები-სათვის, გასანათებელი ზედაპირის ნებისმიერი განლაგების შემთხვევაში. ეს მეთოდი განსაზღვრავს დამოკიდებულებას განათებულობასა ( $E$ ) და შუქ-ტექნიკის მახასიათებლებს შორის

$$E = \frac{J\alpha \cos\alpha}{\tau^2}. \quad (7.16)$$

სადაც  $J$  არის სინათლის წყაროდან დაცემული სინათლის ძალა ზედაპირის მოცემულ წერტილში, კდ (კანდელა);  $\alpha$  - სინათლის სხივის დაცემის კუთხე (დაცემულ სხივსა და განათებული ზედაპირის პერპენდიკულარს შორის კუთხე);  $\tau$  - მანძილი სინათლის წყაროდან განათებულ ზედაპირამდე.

ვერტიკალურად დაკიდებული მაშუქებით ჰორიზონტალური ზედაპირის განათების განსაზღვრისას მოხერხებულობის მიზნით მანძილს სინათლის წყაროდან განათების წერტილამდე იღებენ მაშუქის დაკიდების სიმაღლის მიხედვით

$$E = \frac{J\alpha \cos^3\alpha}{H_{მ.შ}K}, \quad (7.17)$$

სადაც, განმარტებული სიდიდეების გარდა  $H_{მ.შ}$  არის მაშუქის დაკიდების სიმაღლე,  $m$ ;  $K$  – ნათურის სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტი.

3. განათებულობის გაანგარიშებისას კუთრი სიმძლავრის მიხედვით უნდა ვიცოდეთ შემდეგი:

კუთრი სიმძლავრე ეწოდება გამნათებელი მოწყობილობების განათების ჯამური სიმძლავრის ფარდობას განათებულ ფართობთან

$$W = \frac{Pn}{S}. \quad (7.18)$$

კუთრი სიმძლავრე დამოკიდებულია მაშუქის ტიპზე, მის მოხერხებულ განლაგებასა და დაკიდების სიმაღლეზე.

გამანათებელი მოწყობილობების საერთო სიმძლავრე

$$P = SWn, \quad (7.19)$$

სადაც  $P$  არის გამანათებელი მოწყობილობის საერთო სიმძლავრე, ვტ;  $S$  - გასანათებელი სათავსის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $W$  - კუთრი სიმძლავრე (აილება ცხრილებიდან), ვტ/მ<sup>2</sup>;  $n$  - გამანათებელ მოწყობილობაში ნათურების რაოდენობა.

ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლოა განისაზღვროს თითოეული ნათურის სიმძლავრე ფორმულით:

$$P_{\text{ნათ}} = \frac{P}{n}. \quad (7.20)$$

კუთრი სიმძლავრის მეთოდი მარტივია, მაგრამ ნაკლებად ზუსტი, ამიტომ გამოიყენება მხოლოდ საორიენტაციო გაანგარიშებისათვის.

## 7.9. საწყობებისა და დაწესებულებათა ტერიტორიების განათება

დაწესებულების, სხვადასხვა სადგურების ტერიტორიები, სამშენებლო მოედნები, საწყობების, კარიერების და სხვა საწარმოო ტერიტორიები განათებული უნდა იყოს პროექტორებით ან გარე განათების ნათურებით. ამ დროს რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს ტიპური სტაციონარული და მოძრავი ინვენტარული მნათი მოწყობილობები. საგზაო მშენებლობის პირობებში უფრო მიზანშეწონილია მოძრავი მოწყობილობანი, რომლებსაც განა-ლაგებენ საავტომობილო გზების ზონაში, სამუშაოების წარმოების ადგილებში და ა.შ. მნათ მოწყობილობებში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ვარ-ვარის ნათურები, მაღალი წნევის ვერცხლისწყლიანი ნათურები, ქსენონიანი ნათურები ან მაღალი წნევის ნატრიუმიანი ნათურები.

მნათი მოწყობილობების მიმართ ძირითადი მოთხოვნაა აღნიშნულ ტერიტორიათა თანაბარი საერთო განათებით უზრუნველყოფა. მათ ათავსებენ სპეციალურ ანძებზე ან მაღალ შენობებზე. ლამპიონის ტიპის არჩევა დამოკიდებულია გასანათებელი მოედნის სიგანეზე: 20 მეტრამდე ტერიტორიის გასანა-



თებლად გამოიყენება ვარვარის ნათურებიანი ლამპიონები; 150 მეტრამდე – ვერცხლისწყლიანი ნათურებით აღჭურვილი მნათი მოწყობილობები; 150-დან 300 მეტრამდე – ვარვარის ნათურებიანი პროექტორები; 300 მეტრის ზემოთ – ქსენონის ნათურებით აღჭურვილი მნათი მოწყობილობები. ამ უკანას-კნელებს უნდა შეეძლოთ სინათლის ძალის 10-ჯერადი ცვალებადობა (სათა-ნაღო კოეფიციენტი უნდა იყოს 10 ან მეტი) და უნდა დამაგრდნენ 50 მეტრ ან უფრო მეტ სიმაღლეზე.

პროექტორული განათების გაანგარიშებისას საჭიროა განვსაზღვროთ პროექტორების საორიენტაციო რაოდენობა, რომლებიც საჭიროა მოცემული განათებულობის შესაქმნელად; პროექტორებისა და საპროექტორო ანტენების დაყენების ადგილები; გასანათებელი ზედაპირის მიმართ პროექტორების დაყენების სიმაღლე; ჰორიზონტის მიმართ დახრის კუთხე.

პროექტორების საორიენტაციო რაოდენობა

$$n = \frac{m \cdot E_p \cdot PS}{P_\sigma} = \frac{m \cdot E_\sigma \cdot KS}{P_\sigma}, \quad (7.21)$$

სადაც  $m$  არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სინათლის წყაროების სხივურ გადაცემას და პროექტორების მარგი ქმედების კოეფიციენტს. სინათლის ნაკადის გამოყენების კოეფიციენტს ვლებულობთ ცხრილის მიხედვით.

$E_p = KE_\sigma$  – საჭირო განათებულობა, ლუქსი;  $K$  - მარა-გის კოეფიციენტი;

$K = 1,5$ ;  $E_\sigma$  – ნორმირებადი განათებულობა, ლქ;  $S$  – გასანათებელი

ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $P_\sigma$  – ნათურების სიმძლავრე, ვტ.

პროექტორების საჭირო რაოდენობა უფრო ზუსტად შეიძლება განისაზღვროს იზოლუქსის მრუდების დახმარებით ან განათებულობის გრაფიკით.

იზოლუქსი პროექტორის სამუშაო მახასიათებელია, იგი მოცემულ სიბრტყეზე ერთნაირი განათებულობის ზონების შემომსაზღვრავი მრუდია. ყოველ პროექტორს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი იზოლუქსები აქვს. სპეციალურ ალბომებში პროექტორების სხვადასხვა დახრის კუთხისათვის მოყვანილია იზოლუქსების მრუდები. იზოლუქსები შეიძლება აიგოს ასევე ცხრილების საშუალებით, გამოთვლითი წესით. პროექტორების შერჩევა ხდება იზოლუქსების დახმარებით, რომლის მასშტაბს უნდა შეესაბამებოდეს გასანათებელი ობიექტის გეგმის მასშტაბი. ასეთ შემთხვევაში, შერჩევის მიზნით, ტერიტორიის გეგმაზე უნდა დაედოს იზოლუქსები.

იზოლუქსებს გეგმაზე განლაგებენ ისე, რომ მთლიანი გასანათებელი მოედანი იყოს შევსებული პროექტორების უმცირესი რიცხვით. გამანათებელ მოწყობილობებს სათანადო ტერიტორიაზე შესაძლებელია ჰქონდეთ სწორ-კუთხა ან ჭადრაკისებრი განლაგება. მათ ამონტაჟებენ ლითონურ საინვენტარო ანძებზე, დროებით ხის საყრდენებზე ან მეზობელ შენობებსა და ნაგებობებზე.

## 8. საწარმოო ხმაური და ვიბრაცია

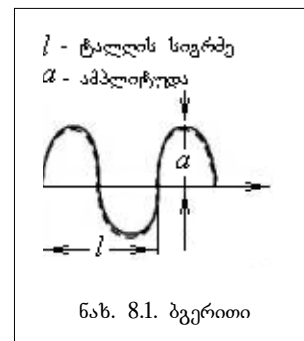
### 8.1. ბგერის ტალღური ბუნება

ჰაერში ბგერა ტალღების სახით ვრცელდება, რომლებიც წარმოადგენენ ჰაერის შეკუმშვისა და გაფართოების პულსაციურ მონაცვლეობას ბგერის წნევის მოქმედების შედაგად მისი გადაადგილების გზაზე.

ადამიანის ყური ბგერას მისი სიხშირის მიხედვით ანსხვავებს. სიხშირის ერთეულია ჰერცი (ჰც), რაც არის 1 წმ-ში შესრულებული 1 რხევა. უფრო მსხვილი ერთეულია კილოჰერცი (კჰც). 1 კჰც = 1000 ჰც.

ადამიანის ყური სიხშირის ყველა მატებას ვერ ანსხვავებს ერთმანეთისაგან. მას ძალუძს მხოლოდ ისეთი მეზობელი სიხშირეების განსხვავება, რომელთა სიდიდეებს შორის თანაფარდობა არის 1:2. მაგალითად, ადამიანის ყური შეიგრძნობს 16 ჰც სიხშირის ტალღებს, ხოლო უფრო ნაკლებ სიხშირეს ვერ აღიქვამს. სიხშირის მატებას მის გაორმაგებამდე ადამიანი ვერ ანსხვავებს და მხოლოდ მას შემდეგ, რაც სიხშირე გახდება 31,5 ჰც, ანუ თითქმის ორმაგი, ადამიანი მიხვდება, რომ ბგერის მახასიათებელი შეიცვალა.

ადამიანის ყურის მგრძობელობა არის 16 ჰც-დან 16 კჰც-მდე დიაპაზონში. 16 ჰერცზე უფრო ნაკლებ 2-ის ჯერადი სიხშირეების



ნახ. 8.1. ბგერითი

ტალღებს (8 ჰც, 4 ჰც და ა.შ.) ინფრაბგერები ეწოდება. 16 კილოჰერცზე უფრო მეტ 2-ის ჯერადი სიხშირეების ტალღებს (32 კჰც, 64 კჰც და ა.შ.) ულტრაბგერები ეწოდება. 2-ის ჯერად ყოველ დონეს ოქტავა ეწოდება.

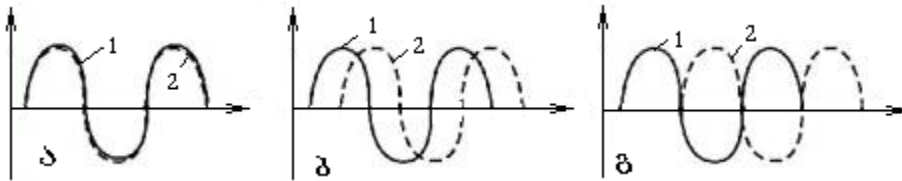
ტალღის სიხშირე მისი სიგრძის უკუპროპორციულია, რაც უფრო მაღალი სიხშირისაა ბგერა, მით უფრო მოკლეა მისი ტალღა. სიხშირის მიხედვით შესაძლებელია დაახლოებით გამოთვლილი იქნეს ტალღის სიგრძე ფორმულით

$$l = \frac{C}{f}, \quad (8.1)$$

სადაც  $l$  არის ტალღის სიგრძე, მ;  $C$  - ბგერის სიჩქარე ჰაერში, მ/წმ;  $f$  - ბგერითი რხევების სიხშირე, ჰც. აღსანიშნავია, რომ ბგერის სიჩქარე იცვლება ტემპერატურის მიხედვით. თუ ბგერის სიჩქარე იქნება 340 მ/წმ, მაშინ  $f=100$  ჰც სიხშირის ტალღის სიგრძე იქნება  $l=3,4$  მ.

ბგერითი ტალღის ამპლიტუდა  $a$  არის ბგერითი წნევის უდიდეს და უმცირეს მნიშვნელობებს შორის საშუალო სიდიდე (ნახ. 8.1) ტალღის წნევით განპირობებული ჰაერის შეკუმშვისა და გაფართოებისას.

ორი ტალღის ფარდობითი დროითი თვისებების აღსაწერად ან ერთი და იმავე ტალღის სხვადასხვა ნაწილების შესაფასებლად სარგებლობენ ბგერის ტალღის ფაზის ცნებით. ორი ტალღა შესაძლებელია ერთმანეთს ფაზებით ემთხვეოდნენ, შესაძლებელია ერთმანეთს ფაზებით აცდენილი იყვნენ და შესაძლებელია მათ ფაზებს ჰქონდეთ საპირისპირო კონფიგურაცია, რაც ილუსტრირებულია ნახ. 8.2-ზე. ადამიანი ერთსა და იმავე ბგერას სხვადასხვა ფაზებში აღიქვამს, რასაც განაპირობებს ყურების განლაგება ბგერის წყაროს მიმართ.



ნახ. 8.2. ბგერის ორი ტალღის ფაზათა სხვადასხვა კონფიგურაცია: ა - ფაზების თანხვედრა; ბ - აცდენილი ფაზები; გ - საპირისპირო ფაზები; 1,2 - ტალღები

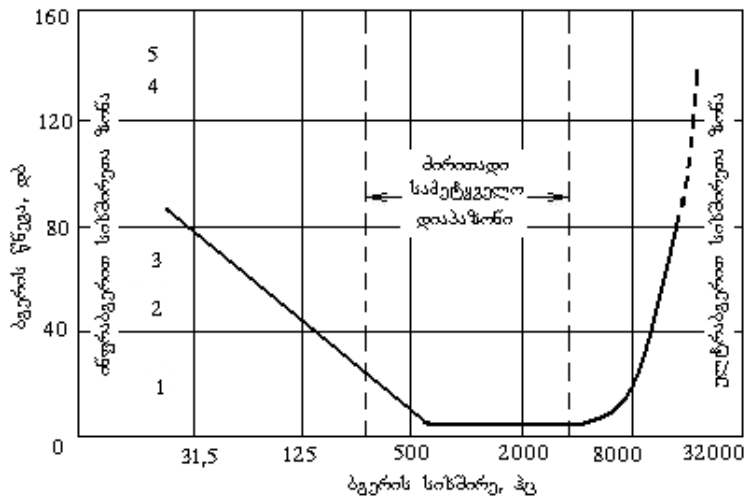
როგორც ნახაზიდან ჩანს, ტალღების ფაზათა საპირისპირო კონფიგურაციის შემთხვევაში ერთი ტალღის მიერ გამოწვეულ ჰაერის შეკუმშვას ემთხვევა მეორის მიერ გამოწვეული გაიშვითება და შესაბამისად, ასეთი ტალღები

ერთმანეთს გააქრობენ. უფრო ხშირად, კი ერთმანეთის საპირისპირო კონფიგურაციის ფაზები ბგერას დაამახინჯებენ.

ბგერითი წნევა იზომება პასკალებში (პა). ბგერითი ტალღების ინტენსიურობის შესაფასებლად ხშირად იყენებენ აგრეთვე ბგერის ძალას. ესაა ბგერი-თი ენერგიის ნაკადი, რომელიც გადის რაიმე ზედაპირის კვადრატულ სანტიმეტრზე, ხოლო თვით ზედაპირი განლაგებული არის ტალღების მოძრაობის მიმართულების მართობულ სიბრტყეში. ბგერის ძალის განზომილებაა ვტ/სმ<sup>2</sup>. ბგერის ძალა აღწერს თვით ბგერის ენერგეტიკულ თვისებებს და ძალიან სასარგებლოა ზოგიერთი გაანგარიშებისათვის.

ადამიანის ყურმა რომ მოახერხოს ბგერის გაგონება, მას უნდა ჰქონდეს გარკვეული ძალა. ძალის ამ დონეს ეწოდება სმენადობის ზღვარი. მაშასადამე, თუ ბგერას აქვს ზღვრულზე უფრო დაბალი ინტენსიურობა, იგი ადამიანს არ ესმის და ფიქრობს, რომ ირგვლივ სიწყნარეა, სინამდვილეში კი ჰაერი რხევებს ამ შემთხვევაშიც ასრულებს ინფრაბგერებით აღძრული ტალღების გავლენით.

ბგერის მოსმენის თვალსაზრისით ანალოგიურადაა საქმე ულტრაბგერების, ანუ დიდი სიძლიერის ბგერების შემთხვევაშიდაც, ადამიანს ეს ბგერებიც არ ესმის, ოღონდ არის ერთი მნიშვნელოვანი განსხვავებაც, ადამიანი ულტრაბგერებს შეიგრძნობს ყურების აუტანელი ტკივილით, რის გამოც სხვა-ნაირად ამ ზღვარს მტკივნეული შეგრძნების ზღვარი ეწოდება.



ნახ. 8.3. სმენითი დიაპაზონი (ბელის მიხედვით):

1. არააღქმადი; 2. ალქმადი ტონების დიაპაზონი; 3. კარგი ალქმის ზღურბლი; 4. შეგრძნების არასაკმარისობა (დისკომფორტი); 5. მტკივნეული შეგრძნების ზღურბლი

ამგვარად ადამიანის ყურს შეუძლია ბგერების მოსმენა ძალიან ფართო დიაპაზონში, რომელსაც სმენითი დიაპაზონი ეწოდება, რაც შეესაბამება ყურის მგრძობელობის ზედა და ქვედა ზღვრებს შორის მოქცეულ სიხშირეთა სიმრავლეს (ნახ. 8.3). ყურის მგრძობელობის ქვედა ზღვარი ხასიათდება შემდეგი სიდიდეებით: 1. ბგერითი წნევა  $2 \times 10^{-6}$  პა; 2. ინტენსიურობა  $10^{-16}$  ვტ/სმ<sup>2</sup>. ყურის მგრძობელობის ზედა ზღვარი კი ხასიათდება შემდეგი სიდიდეებით: 1. ბგერითი წნევა  $5 \times 10^{-8}$ – $10 \times 10^{-8}$  პა ფარგლებში; 2. ინტენსიურობა  $10^{-3}$  ვტ/სმ<sup>2</sup>.

ქვედა ზღვრის ბგერითი წნევა დამრგვალებული სახით დებულობს რიცხვით სიდიდეს 0,00002 პა, ხოლო ანალოგიური სიდიდე ზედა ზღვრი-სათვის შეადგენს 100 პა. ასეთი დამრგვალებული სიდიდეების შემთხვევაში-დაც მოუხერხებელია პასკალებით გამოხატული წნევების სიდიდით ოპერირება მათ შორის ვრცელი დიაპაზონის გამო. ამის გამო შემოღებულია სპე-ციალური ერთეული დეციბელი (დბ), რომლით სარგებლობა მეტად მოსახერხებელია. დეციბელების სკალაზე ქვედა ზღვარს შეესაბამება 0 დეციბელი, ხოლო მტკივნეულ ზღვარს 120 დეციბელი. დეციბელებით გამოხატული ზო-გიერთი ბგერის წნევები მოცემულია 8.1 ცხრილში.

ცხრილი 8.1

ხმაურის ღონეთა ლოგარითმული (დეციბელების) სკალის მონაცემები

| ბგერის ან ხმაურის წყარო                             | წნევა, დბ |
|---|-----------|
| სმენადობის ქვედა ზღვარი                             | 0         |
| ჩურჩული 1 მ-ის მანძილზე                             | 20        |
| ჩურჩული 10 სმ-ის მანძილზე                           | 50        |
| ბინის ხმაური  | 40        |
| წყნარი საუბარი 1 მ-ის მანძილზე                      | 50        |
| აპლოდისმენტები                                      | 60        |
| აკუსტიკურ გიტარაზე თითებით დაკვრა 40 სმ მანძილზე    | 70        |
| იგივე, მედიატორით 40 სმ მანძილზე                    | 80        |
| მეტროში მგზავრობის დროს ხმაური                      | 90        |
| რეატიული თვითმფრინავის ძრავას მუშაობა 5 მ მანძილზე  | 120       |
| დოლისა და სარტყამი ინსტრუმენტების ხმა 3 სმ მანძილზე | 140       |

სიხშირის მიხედვით იცვლება ბგერის ჟღერადობის სიმაღლე და ტონალურობა. რხევის სიხშირე განსაზღვრავს ჟღერადობის სიმაღლეს და გავ-ლენას ახდენს აგრეთვე სმენის ორგანოებზე. ერთი და იმავე ამპლიტუდის მქონე ბგერები 300-400 ჰერცზე აღიქმება როგორც ბანი, 400-800 ჰერცზე, როგორც ბარიტონი, ხოლო 1000 ჰერცზე და მეტზე აღიქმება, როგორც ტენორი.

როგორც აღინიშნა, ოქტავა არის რხევათა სიხშირის ისეთი დიაპაზონი, რომლის ზედა ზღვარი ორჯერ მეტია ქვედა ზღვარზე. ბგერების სპექტრული დახასიათება ნიშნავს მათ დაყოფას ოქტავურ ზოლებად სიხშირის მიხედვით,

სიხშირეთა შემდეგი მნიშვნელობებისათვის: 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 ჰც. ამგვარად, ადამიანის მთელი სმენითი დიაპაზონი შედგება 11 ოქტავური ზოლისაგან. უსაფრთხოების მიზნებისათვის მნიშვნელოვანია სიხშირეთა დიაპაზონი 31,5–8000 ჰც-ის ფარგლებში.

## **8.2. საწარმოო ხმაურის არსი**

საწარმოო ხმაური ეწოდება ღროის მიხედვით უწყესრიგოდ ცვლად ბგერებს. საწარმოო ხმაურის კლასიფიკაცია ხდება შემდეგი ნიშნების მიხედვით:

**სიხშირის მიხედვით:**

- დაბალი სიხშირის (რხევის სიხშირე  $< 400$  ჰც);
- საშუალო სიხშირის (რხევის სიხშირე 400–1000 ჰც);
- მაღალი სიხშირის (რხევის სიხშირე  $> 1000$  ჰც).

**სამეტრის სიბანის მიხედვით:**

- ფართოზოლიანი, რომელსაც აქვს 1 ოქტავაზე მეტი სიგანის უწყვეტი სპექტრი;
- ტონალური, რომლის სპექტრში გამოიყოფა ცალკეული ტონი.

**ღროითი მასასიბათიშელების მიხედვით:**

- მუდმივი (როცა 8 საათიანი სამუშაო ცვლის განმავლობაში ხმაურის ფონი 5 დეციბელზე მეტად არ იცვლება);
- ცვლადი (როცა 8 საათის განმავლობაში ხმაურის ცვალებადობის დონე აღემატება 5 დბ).

**ცვალებადი ხმაური, თავის მხრივ, შემსაძლებელია იყოს:**

- პულსირებადი (როცა ხმაურის დონე განუწყვეტლივ იცვლება);
- წვევტადი (როცა ხმაურის დონე უცბად ეცემა ხმაურის ფონამდე და ასევე უცბად იზრდება პირვანდელ დონემდე);
- იმპულსური (შედგება ერთი ან რამდენიმე სიგნალისაგან, რომელთაგან თითოეულის ხანგრძლივობა არ აღემატება 1 წმ).

**წარმოშობის მიხედვით ხმაური შემსაძლებელია იყოს:**

- მექანიკური;
- ელექტრომაგნიტური;
- აეროდინამიკური;
- ჰიდროდინამიკური.

16-დან 16000 ჰც-მდე სიხშირის ბგერებს, როგორც აღინიშნა, ეწოდებათ სმენადი (აკუსტიკური) ბგერები. ისიც აღინიშნა, ადამიანის ყური ვერ შეიგრძნობს ინფრა- და ულტრაბგერებს. ამ უკანასკნელებთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ ადამიანი მათ გავლენას შეიგრძნობს ორგანიზმის ქსოვილებით.

ხმაურის მავნე მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე გამოიხატება სმენის ორგანოების დაზიანებით, თავბრუსხვევით, თავის ტკივილით.

ხმაურიან საწარმოში დიდი ხნის განმავლობაში მუშაობა იწვევს შრომის ნაყოფიერების შემცირებას და ტრავმატიზმის გაზრდას.

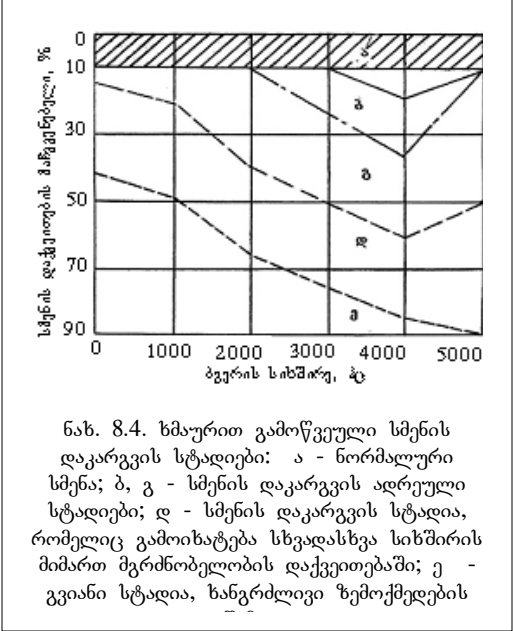
ხშირად ხმაური ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედებს სხვა ისეთ მავნე ფაქტორებთან ერთად, როგორცაა ვიბრაცია, არასასურველი მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც კიდევ უფრო გამოკვეთენ მის მავნე ზემოქმედებას.

ხმაური იწვევს სმენის ნა-წილობრივ ან მთლიან დაქვეითებას. სმენის დაქვეითება ხმაურთან საწარმოში 3-5 წლის განმავლობაში ხდება. სმენის დაქვეითება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ორგანიზმის თავისებურებებზე, მის საერთო სიმ-ლიერეზე. მაგალითად ქალები ხმაურს უფრო ცუდად იტანენ, ვიდრე კაცები.

სმენის საწარმოო დაქვეითება ხასიათდება მაღალი ტონების აღქმის გაუარესებით. განსაკუთრებით ცუდად აღიქმება 4000 ჰც სიხშირის ბგერები (ნახ. 8.4). სიყრუის დაწყების ნიშანია ცუდი სმენადობა ჩურჩულის დროს, რომელიც მაღალი ტონა-ლურობით ხასიათდება.

პროფესიულ სიყრუეს იწვევს არა მარტო მაღალი სიხშირის ხმაური, არამედ დიდი ინტენსიურობის დაბალი და საშუალო სიხშირის ხმაური. ინტენსიური ხმაურის პირობებში ხანგრძლივი მუშაობისას სმენის დაქვეითება (განსაკუთრებით ახალგაზრდებში) განიცდის პროგრესირებას, იგრძნობა სასმენი აპარატის დაღლა და გადაღლა.

პირველად ადამიანის სმენის აპარატი ეჩვევა ხმაურს. ხდება სმენითი ადაპტაცია, რაც გამოიხატება ადამიანის სმენის ხანმოკლე დაკარგვით და სწრაფი და სრული აღდგენით ხმაურის შეწყვეტის შემდეგ. ხმაურის ხანგრძლივი ზემოქმედებისას ადამიანის სმენის აპარატი იღლება და სმენის აღდგენას სულ უფრო და უფრო დიდი დრო ესაჭიროება, რაც წარმოადგენს პროფესიული სიყრუის გამოწვევის ძირითად მიზეზს.



**8.3. ხმაურის წარმოშობის მიზეზები**

როგორც აღინიშნა, წარმოქმნის წყაროს მიხედვით ხმაური შესაძლებელია იყოს მექანიკური, აეროდინამიკური, ჰიდროდინამიკური და ელექტრული.

მექანიკური ხმაური წარმოიქმნება ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა ექსპლუატაციის, მანქანა-დანადგარების მუშაობის დროს და სხვა მსგავს შემთხვევებში, მანქანებში ხმაურის უშუალო წყაროს წარმოადგენს კბილანური გადაცემები, საკისრები, მბრუნავი და რხევადი დეტალების სტატიკური გაუწონასწორებლობა. მბრუნავი და მოძრავი დეტალები არა მარტო თვითონ გამოსცემენ ხმაურს, არამედ კონსტრუქციულად მათთან დაკავშირებული ელემენტებითაც.

ცხრილი 8.2

ხმაურის საორიენტაციო ღონეები

| ხმაურის წყარო                        | ხმაურის ღონე, დბ. |
|--------------------------------------|-------------------|
| პნევმატიკური მოწყობილობით სარგებლობა | 135 და მეტი       |
| ქვების ნაკერების თევვა               | 170               |
| ცენტრიდანული ვენტილატორის მუშაობა    | 105               |
| მოტოციკლი მაყუჩის გარეშე             | 105               |
| ტურბინა                              | 105               |
| საქვაბე საქშენი                      | 100               |
| ძრავების გამოსაცდელი სტენდი          | 107-117           |
| ქვის სამსხვრევი                      | 121               |
| სახეხი დაზგა                         | 105               |
| საბურღი დაზგა                        | 114               |
| სარანდი დაზგა                        | 97                |
| საზეინკლო დაზგა                      | 90-96             |
| სამჭედლო საამქრო                     | 98                |
| ტურბოკომპრესორი                      | 118               |
| საკომპრესორო სადგური                 | 110               |
| ვეუზელას ხმაური                      | 130               |

აეროდინამიკური ხმაური წარმოიქმნება ჰაერსატარებში აირების დინების, სავენტიაციო და საკომპრესორო დანადგარების მუშაობის, რექტიული ძრავების მუშაობის დროს, აგრეთვე ატმოსფეროში შეკუმშული აირის, ორთქლის ან ჰაერის გაშვებისას.

ჰიდროდინამიკური ხმაური წარმოიქმნება მილსადენებში სტაციონარული და არასტაციონარული პროცესების შედეგად (ჰიდრაულიკური დარტყმა, ნაკადის ტურბულენტურობა და სხვ).

ელექტრული მანქანების მუშაობისას ხმაური წარმოიქმნება როტორისა და სტატორის რხევის შედეგად, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ცვლადი ელექტრომაგნიტური ძალებით, რომლებიც მოქმედებენ როტორსა და სტატორს შორის არსებულ ღრეჩოში, სადაც წარმოქმნილი საჰაერო ნაკადები იწვევენ ხმაურს. როტორის არასაკმარისი ცენტრალური გაწონასწორება იწვევს



მანქანის დეტალებისა და კვანძების რხევას, რაც თავის მხრივ ხმაურს წარმოქმნის.

ზოგიერთი საწარმოში და დანადგართან ხმაურის დონის საორიენ-ტაციოდ შესაფასებლად შეიძლება გამოვიყენოთ 8.2 ცხრილში მოცემული მონაცემები.

როგორც ჩანს, ყველაზე ხმაურიანია სამუშაოები, რომლებიც დაკავშირებული არიან ქვის სამსხვერველების, ტურბოკომპრესორების ექსპლუატაციასთან და რკინის ნაწარმთა ჭედვასა და მოქლონვასთან. აგრეთვე დიდად ხმაურიანია საყვირი ვუვუზელა, რომელიც საზოგადოებამ 2010 წლის ფებრუარის მსოფლიო ჩემპიონატიდან გაიცნო.

#### 8.4. საწარმოო ხმაურის ნორმირება

ჩვენს ქვეყანაში სხვა სტანდარტებთან ერთად მოქმედებს საბჭოთა კავშირის დროინდელი სტანდარტი “გოსტ” 17187-81. აღსანიშნავია, რომ ხმაურსაზომ მოწყობილობასაც წაეყენება სტანდარტის მოთხოვნა. სხვა სიტყვებით, ხმაურსაზომი ისეთნაირადაა დამზადებული, რომ პირდაპირ ასახავს სტანდარტს. ევროპულ ქვეყნებში სხვა სტანდარტები გამოიყენება, რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდნენ  $I-C-61672-1$  სტანდარტს, აშშ-ში კი გამოიყენება სტანდარტი  $ANSI-S1.4$ , რომელიც არსებითად განსხვავდება ყველა ჩამოთვლილი სტანდარტისაგან.

ხმაურსაზომის მაკომპლექტებელი ნაწილებია მიკროფონი, გამაძლიერებელი, მაკორექტირებელი ფილტრები, დეტექტორი, ინტეგრატორი (მაინტეგრირებული ხმაურსაზომის შემთხვევაში) და ინდიკატორი. ხმაურსაზომის საერთო სქემა შერჩეულია ისეთნაირად, რომ მისი თვისებები მიახლოებული იყოს ადამიანის ყურის თვისებებთან.

იმის გამო, რომ ყურის მგრძობელობა დამოკიდებულია როგორც ხმაურის სიხშირეზე, ისე მის ინტენსიურობაზე, ხმაურსაზომში იყენებენ ფილტრების რამდენიმე კომპლექტს, რომლებიც აღიქვამენ ხმაურის განსხვავებულ ინტენსიურობას. აღნიშნული ფილტრები ხმაურის მოცემული სიმძლავრი-სათვის ყურის ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლების (ასმ) იმიტირების საშუალებას იძლევიან. აღნიშნული ფილტრები  $A, B, C, D$  ფილტრებად იწოდებიან. მათი ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლები მოცემულია “გოსტ” 17187-81-ში.  $A$  ფილტრი “შეივრძნობს” 55 დბ-მდე ხმაურს,  $B$  ფილტრი გამოსაყენებელია 55–85 დბ-ის დიაპაზონში,  $C$  ფილტრი გამოსა-

ყენებელია მაშინ, როცა ხმაურის დონე 85 დბ-ზე მეტია.  $D$  ფილტრი დამუშავებულია ავიაციის ხმაურის შეფასებისათვის. ევროპული სტანდარტების ბოლო ვერსიებით  $B$  და  $D$  ფილტრებზე მოთხოვნები არაა წაყენებული, ანუ მხოლოდ  $A$  და  $C$  ფილტრებით ხდება ხმაურის ნორმირება, გაზომვა და ა.შ. ასმ-ებზე წაყენებული მოთხოვნების გარდა, ხმაურსაზომებზე წაყენებულია მოთხოვნები საშუალო დროის აღების შესახებ. გამოიყენება ექსპო-ნენციალური საშუალო სიდიდეები  $F - fast$ ,  $S - slow$ ,  $I - impulse$ . მახასიათებლის დროითი მუდმივები შეადგენენ სწრაფისათვის  $F = 1/8$  წმ, ხოლო ნელისათვის  $S = 1$  წმ. მაინტეგრებელ ხმაურსაზომებს აგრეთვე აქვთ ხაზური საშუალო მაჩვენებელი და ზომავენ ხმაურის ეკვივალენტურ დონეებს, ბეგრათა ექსპოზიციის დონეებს, ხმაურის დონების სხვადასხვა სახეობებს და ა.შ.

ხმაურის ჰიგიენური ნორმირების საფუძველია ორგანიზმის ფიზიოლოგიური რეაქცია მის ზემოქმედებაზე. ნორმირება დამყარებულია ბეგრითი წნევის ინტენსიურობის შეზღუდვაზე ოქტავის ფარ-გლებში ხმაურის ხასიათის მიხედვით და შრომის თავისებურების გათვალისწინებით.

სამუშაო ადგილზე მუდმივი ხმაურის მახასიათებელს წარმოადგენს ბეგრითი წნევის დონე დეცი-ბელებში. სიხშირეების შემდეგი საშუალო გეომეტ-რიული მნიშვნელობებისათვის: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 ჰც, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0},$$

(8.2)

სადაც  $P$  არის ბეგრითი წნევის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა პა;  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  - ბეგრითი წნევის საშუალო კვადრატული ზღვრული მნიშვნელობა, პა.

ხმაურის ნორმირება ორი მეთოდით ხდება: 1. პირველი მეთოდი აწესებს ზღვრულად დასაშვებ მნიშვნელობებს 9 ოქტავური ზოლის მიხედვით, როცა ცნობილია ხმაურის დონეები ოქტავური ზოლების მიხედვით (ცხრილი 8.3); 2. მეორე მეთოდი გამოიყენება შემთხვევით ხმაურის ნორმირებისათვის, როცა ხმაურის სპექტრი ცნობილი არ არის. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში მანორ-მირებელი მაჩვენებელი ფართოზოლოვანი მუდმივი ხმაურის ეკვივალენტური დონე, რომელიც ადამიანზე იმავე გავლენას



ნახ. 8.5. გერმანული წარმოების ხმაურსაზომი, რომელთანაც შეთავსებულია სინათლის მზომი და

ახდენს, როგორსაც რეალური უწყვეტი ხმაური, რომელიც იზომება  $A$  ფილტრის მეშვეობით.

ცხრილი 8.3

ხმაურის ზღვრულად დასაშვები დონეები 9 ოქტავური ზოლის მიხედვით

| სამუშაო ადგილი       | ხმაურის დონე (II მეთოდი), დბ | ხმაურის წნევის ზღვრული დონე ოქტავური ზოლები მიხედვით, დბ |    |     |     |     |      |      |      |      |
|----------------------|------------------------------|--|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
|                      |                              | 31,5   | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| სამეცნიერო, სასწავლო | 50                           | 86   | 71 | 61  | 54  | 49  | 45   | 42   | 40   | 38   |
| საწარმოს ტერიტორია   | 80                           | 107  | 95 | 87  | 82  | 78  | 75   | 73   | 71   | 69   |

ხმაურის მახასიათებლების ნორმირებისას დასაშვებია რხევათა სიხშირის დიაპაზონის გაფართოება. საორიენტაციო შეფასებისათვის დასაშვებია მუდ-მივი ხმაურის მახასიათებლად მივიღოთ ბგერის დონე დეციბელებში, რომელიც აითვლება ხმაურმზომის სკალაზე და განისაზღვრება ფორმულით

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_o}, \quad (8.3)$$

სადაც  $P_A$  არის ბგერითი დაწნევის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა,  $A$  ფილტრის სკალაზე ხმაურმზომის კორექციის გათვალისწინებით.

მოთხოვნების თანახმად სამუშაო ადგილებზე უნდა ჩატარდეს აკუსტიკური გაანგარიშებები ბგერითი წნევის ოქტავური დონის  $L$ -ის განსასაზღვრავად შემდეგი ფორმულებით:

პირდაპირი ბგერისათვის

$$L = L_b + \lg \frac{X\Phi}{S}; \quad (8.4)$$

არეკლილი ბგერისათვის

$$L = L_b - 10 \lg B + 10 \lg \Psi + G. \quad (8.5)$$

სადაც  $L_b$  არის ხმაურის წყაროს ბგერითი სიძლიერის ოქტავური დონე, დბ;

$X$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ახალი აკუსტიკური ველის გავლენას და რომელიც დამოკიდებულია წყაროს აკუსტიკური ცენტრის  $r$  მანძილზე, საანგარიშო წერტილ  $K$ -ში, ხმაურის წყაროს მაქსიმალური გაბარიტული ზომების დროს, მ;  $\Phi$  – უგანზომილებო სიდიდე, ხმაურის იმ წყაროებისათვის, რომლებიც თანაბრად გამოასხივებენ ბგერებს აიღება  $\Phi=1$ ;

$S$  – სწორი გეომეტრიული ფორმის წარმოსახვითი ფართობი, რომელიც

გარემოცულია ხმაურის წყაროთი, მ<sup>2</sup>;  $\Psi$  – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბგერის დიფუზურობის დარღვევას შენობაში, მ<sup>2</sup>;

$B$  – შენობის მუდმივა. განისაზღვრება ფორმულით  $B = B_{1000} \cdot \mu$ ;  $B_{1000}$  – შენობის მუდმივა, რომელიც შეესაბამება 1000 ჰც სიხშირის ხმაურის საშუალო გეომეტრიულ მნიშვნელობას. დამოკიდებულია შენობის  $V$  მოცულობაზე და შენობის ტიპზე;  $\mu$  – სიხშირული კოეფიციენტი.

### 8.5. ულტრაბგერის ნორმირება

ულტრაბგერის ნორმირება განკალკევებულად ხდება. ბგერის წნევით გამოწვეული ჰაერის რხევის ნორმირება საშუალო ადგილებზე ხდება ბგერის წნევის მიხედვით. ამ უკანასკნელთა დასაშვები სიდიდეები ნორმებში მოცე-მულია ულტრაბგერის სიხშირის მიხედვით, ხოლო დაცვის დიდი უტყუარო-ბისათვის ნორმირება იწყება არა 16 კჰც-დან, რომელიცაა ულტრაბგერითი დიაპაზონის ყველაზე ნაკლები სიხშირის მქონე ოქტავური ზოლი, არამედ 11–12 კჰც-დან. დასაშვები დონე მიღებულია იმ პირობიდან გამომდინარე, რომ დღე-ღამეში 8 სთ-ის მუშაობის შემთხვევაში უზრუნველყოფილი იყოს მაღალი დონის უსაფრთხოება და პრაქტიკულად გამოირიცხოს პროფესიული დაავადების გავრცელება მუშებსა და მოსამსახურეებში. 8.4 ცხრილში მოცემულია ბგერითი წნევის დასაშვები სიდიდეები ულტრაბგერის სიხშირეთა ზოლებში დღე-ღამეში 8 სთ-ის მუშაობის პირობით.

ცხრილი 8.4

ბგერითი წნევის დასაშვები სიდიდეები ულტრაბგერის სიხშირეთა ზოლებში

| ზოლების საშუალოგეომეტრიული სიხშირე, კჰც | ბგერითი დაწნევის დონე, დბ |
|---|---------------------------|
| 12,5                                    | 75                        |
| 16                                      | 85                        |
| 20 და მეტი                              | 110                       |

ულტრაბგერის დონის პერიოდული გაკონტროლება საშუალო ადგილზე უნდა მოხდეს წელიწადში ერთხელ. გარდა ამისა, დონის დაუგეგმავი გაკონტროლება უნდა მოხდეს იმ შემთხვევაშიც, როცა მოწყობილობა გარემონ-ტდება ან შეიცვლება ახლით. ხმაურის დონის გაზომვა უნდა მოხდეს მომუ-შავის ძირითადი პოზის მიხედვით ყურებიდან 5 სმ-ით დაშორებულ სივრცე-ში. აღნიშნული გაზომვების შემთხვევაში საზომი ხელსაწყოს ლიბბი გადარ-თული

უნდა იყოს მაჩვენებელზე  $F$  –“ჩქარი”, ხოლო განაზომი ალებული უნდა იქნეს  $C$  –სკალიდან.

სამუშაო ადგილებზე ულტრაბგერის გამოსხივების ინტენსიურობის ან მისი მავნე გავლენის შემცირება შესაძლებელია: 1. ულტრაბგერის წყაროების მოწყობილობათა მუშა სიხშირეების შემცირებისა და მოწყობილობებში პარაზიტული გამოსხივების აღმოფხვრით; 2. ბგერასაიზოლაციო გარსაცმების, ფარების, ეკრანების გამოყენებით; 3. მუშა-მოსამსახურეთა ინსტრუქტაჟით და მუშაობისა და დასვენების პირობების რაციონალური შერწყმით.

### **8.6. საწარმოო ხმაურის პროფილაქტიკა**

ხმაურის პროფილაქტიკის ნაცადი ხერხებია მისი შემცირება გენერაციის ადგილზე და გადაცემის გზაზე. ამ მხრივ მისაღები ღონისძიებებია:

- ხმაურიანი პროცესების უხმაუროთი შეცვლა;
- მანქანის კვანძში ლითონური ნაწილის შეცვლა ნაკლები ხმაურის აღმძვრელი მასალით;
- მაყუჩების მოწყობა იმ აგრეგატებთან, რომლებიც ხმაურს იწვევენ;
- ცალკეული დანადგარების ან კვანძების მოთავსება ბგერამშთანთქავ გარსაცმში;
- ბგერასაიზოლაციო ან ბგერამშთანთქავი ტიხრების მოწყობა ხმაურის გავრცელების მიმართულებით;
- ყველა ხმაურიანი დანადგარის ერთ სათავსოში მოთავსება და მათი იზოლაცია დანარჩენი ადგილებიდან მწვანე ნარგავების ზოლით;
- ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაცია, დისტანციური მართვა და სხვ.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება აგრეთვე პერიოდულ შემოწმებას და ადამიანების ჯანმრთელობის დაზოგვას. თუ აღმოჩნდება მაგალითად, რომ ადამიანს გაუარესებული აქვს ჯანმრთელობა, მაშინ ის გადაყვანილი უნდა იქნეს ისეთ სამუშაოზე, რომელიც ხმაურის მაღალი დონით არ ხასიათდება.

ზემოაღნიშნული მეთოდების დიდი ნაწილი სამშენებლო მასალების მიერ ბგერითი რხევების ენერჯის შთანთქმაზეა დაფუძნებული. ბგერითი ტალღა ხვდება რა თავის გზაზე კედელს, კარგავს თავისი ენერჯის მნიშვნელოვან ნაწილს მასალის ფორებში არსებული ჰაერის რხევით მოძრაობაში მოსა-ყვანად. ბგერის ენერჯის ნაწილი გარდაიქმნება სითბურ ენერჯიად, ნაწილი აირეკლება,

ხოლო მცირე ნაწილი გააღწევს კედლის მეორე მხარეზე და იქ წარმოქმნის მნიშვნელოვნად შესუსტებულ ბგერით ტალღებს.

არეკვლის, შთანთქმის და კედლის მეორე მხარეს გაღწეული ენერგიის სიდიდეზე გავლენას ახდენს რხევის სიხშირე, ბგერითი ტალღის დაცემის კუთხე და კედლის მასალის ფიზიკური თვისებები. მასალის აღნიშნულ თვისებებს ახასიათებს სხვადასხვა კოეფიციენტები.

ბგერითი ენერგიის შთანთქმის კოეფიციენტი

$$\alpha = \frac{E_{\text{შთ}}}{E}; \quad (8.6)$$

ბგერითი ენერგიის არეკვლის კოეფიციენტი

$$\beta = \frac{E_{\text{არ}}}{E}; \quad (8.7)$$

ბგერითი ენერგიის გატარების კოეფიციენტი

$$\tau = \frac{E_{\text{ბაღ}}}{E}, \quad (8.8)$$

სადაც  $E$  არის კედელზე დაცემული ბგერითი ენერგიის რაოდენობა, ჯ;  $E_{\text{არ}}$  – კედლიდან არეკლილი ენერგიის რაოდენობა, ჯ;  $E_{\text{შთ}}$  – კედლის მიერ შთანთქმული ენერგიის რაოდენობა, ჯ;  $E_{\text{ბაღ}}$  – კედლის მეორე მხარეს გაღწეული ენერგიის რაოდენობა, ჯ.

ყველა კოეფიციენტის ჯამი ერთის ტოლია  $\alpha + \beta + \tau = 1$ .

ბგერაშთანთქმელი ტიხრებისათვის მასალის შერჩევა ღიდადაა დამოკიდებული ბგერის სიხშირეზე. მაგალითად, დაბალსიხშირიანი ბგერების შემთხვევაში სასურველია მოსაპირკეთებელი პანელების გამოყენება. პანელების გამოყენება უფრო ეფექტურია იმ შემთხვევაში, როდესაც ბგერის ტალღის სიხშირე და პანელების საკუთარი სიხშირეები ერთმანეთს ემთხვევა.

მაღალი სიხშირეების შემთხვევაში უფრო მიღებულია ფხვიერი და რბილი მასალების გამოყენება. ამ დროს წარმოიქმნება რეზონანსული მოვლენა, რომელსაც თან სდევს ბგერის ენერგიის ყველაზე მეტი შთანთქმა.

არეკლილი ბგერის ზონაში მოთავსებულ საანგარიშო წერტილში ბგერითი წნევის მაქსიმალური შემცირება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta L = 10 \lg \frac{B_1 \Psi}{B \Psi_1}, \quad (8.9)$$

სადაც  $B_1$  არის შენობის მუდმივა, ტიხრების მოწყობის შემდეგ,  $B$  – შენობის მუდმივა,  $\Psi_i \Psi_1$  – კოეფიციენტები, რომლებიც განისაზღვრებიან სტანდარტული ნორმების მიხედვით.

საწარმოო შენობის ფარგლებში ხმაურის შემცირების ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა ბგერაიზოლაცია, რომელიც გულისხმობს ხმაურიანი აგრეგატების გარსაცმში მოთავსებას. ეს უკანასკნელი მზადდება ლითონის ან პლასტმასისაგან და იფარება ბგერაშთანმთქავი ნივთიერებებით. მათი საშუალებით შეიძლება ფართოზოლო-ვანი ხმაურის 20 დბ-მდე შემცირება, ხოლო ხმაურის სპექტრის ყოველ უბანში ზღვრული დონე ოქტავური ზოლების მიხედვით შესაძლებელია შემცირდეს 25-30 დბ-მდე.

იმ შემთხვევაში, როცა შეუძლებელია ხმაურის შემცირება დასაშვებ ნორმატიულ დონემდე, უნდა გამოვიყენოთ დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები. ასეთ საშუალებებს მიეკუთვნება ყურსაცმები, მუზარადები, სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული სადებები.

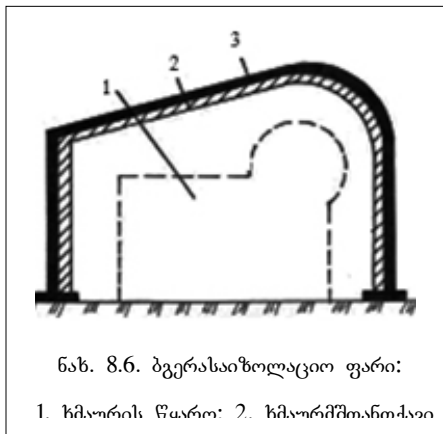
დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებისათვის წაყენებულია შემდეგი მოთხოვნები:

- ხმაურის შემცირება დასაშვებ ნორმატიულ მნიშვნელობამდე;
- მეტყველების აღქმის უზრუნველყოფა;
- საფრთხის მაუწყებელი ხმოვანი სიგნალის აღქმის უზრუნველყოფა;
- ჰიგიენური მოთხოვნების უზრუნველყოფა.

სტანდარტის მოთხოვნების შესაბამისად, ყველა სამუშაო ზონა, სადაც ხმაურის დონე აღემატება 85 დბ, აღნიშნული უნდა იყოს გამაფრთხილებელი ნიშნებით.

ნორმების მოთხოვნების მიხედვით, საწარმოს დაპროექტებისას მხედველობაში აუცილებლად უნდა იქნეს მიღებული სანიტარულ-დამცავი მწვანე ზონების შექმნა.

მანძილი ხმაურის წყაროდან საცხოვრებელ განაშენიანებამდე, რომლის დაცვაც გვინდა დამცავი მწვანე ზონით, გამოითვლება ბგერითი სიძლიერის



ნახ. 8.6. ბგერასაიზოლაციო ფარი:

1. ხმაურის წყარო; 2. ხმაორმშთანმთქავი

დასაშვები მნიშვნელობის მიხედვით, ხმაურის წყაროს გამოსხივება განისაზღვრება ფორმულით

$$L_{\text{სგ}} = L_{\text{გ}} + 15\ell g \tau - 10\ell g \varphi + \frac{\beta_{\text{აბ}} \tau}{1000} + 10\ell g, \quad (8.10)$$

სადაც  $L_{\text{გ}}$  არის საცხოვრებელი განაშენიანების ზონაში ხმაურის წყაროს დასაშვები დონე დბ;  $\tau$  – ხმაურის წყაროდან საცხოვრებელ ადგილამდე დასაშვები მანძილი, მ;  $\Phi$  – ხმაურის წყაროს მიმართულების ფაქტორი;  $\Omega$  – ხმაურის გამოსხივების სივრცითი კუთხე.

საწარმოო, რომლის ტექნოლოგიური პროცესში ხმაური ნორმით გათვალისწინებულზე მეტია, უნდა განლაგდეს ისე, რომ გაბატონებული ქარების მიმართულება იყოს საცხოვრებელი განაშენიანებიდან საწარმოს მხარეს და არა პირიქით.

### 8.7. საწარმოო ვიბრაცია

ვიბრაცია არის მანქანათა ნაწილების, ტექნოლოგიური დანადგარების, მოწყობილობების რხევითი მოძრაობა, რომელიც გამოწვეულია მბრუნავი დეტალების დინამიკური გაუწონასწორებლობით. რხევად დეტალებთან შეხები-სას ადამიანის ორგანიზმის ნაწილები ან მთელი ორგანიზმი იწყებს რხევით მოძრაობას. მექანიკური რხევა შეხების წერტილიდან სწრაფად ვრცელდება მთელ ორგანიზმში.

ადამიანის სხეულზე მოქმედი ვიბრაცია გადაცემის გზის მიხედვით შესაძლებელია იყოს საერთო და ლოკალური.

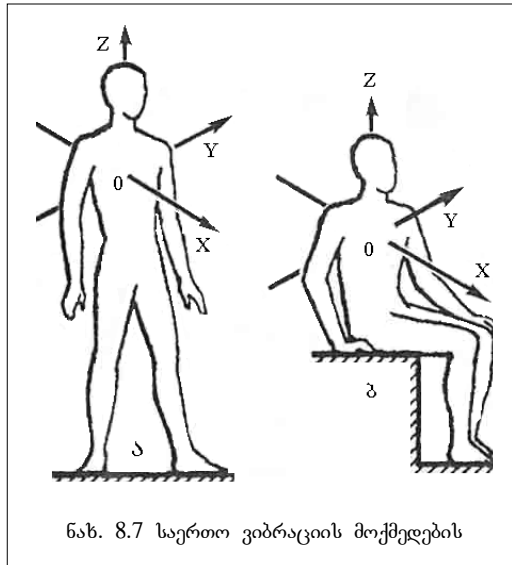
ვიბრაცია საერთო მაშინაა, როდესაც: 1. გადაეცემა ფეხზე მდგომ ადა-მიანს ფეხების მეშვეობით და მოიცავს მთელ სხეულს; 2. გადაეცემა დამ-ჯდარ ადამიანს მთელ სხეულზე. განსაკუთრებით სახიფათოა საერთო ვიბრა-ცია, როცა მასში პირდაპირაა ჩართული ადამიანის თავი.

ლოკალური ვიბრაცია ადამიანს გადაეცემა ხელებიდან. დამჯდარ ადა-მიანზე მხოლოდ ფეხებიდან გადაცემული ვიბრაციაც, რომელიც პირდაპირ არ ვრცელდება ხერხემალზე, აგრეთვე ლოკალურია.



საერთო ვიბრაციის გავრცელების მიმართულებები, როგორც ნახ. 8.7-დან ჩანს, არის  $X$ ,  $Y$  და  $Z$  ღერძების გასწვრივ.  $OX$  ღერძის მიმართულება როგორც ფეხზე მდგომი, ისე დამჯდარი ადამიანის შემთხვევაში არის ზურგიდან გულ-მკერდისაკენ  $OY$  ღერძის მიმართულება მარჯვენა მხრიდან მარცხენა მხრისაკენ, ხოლო  $OZ$  ღერძი მიმართულია ფეხებიდან თავისაკენ.

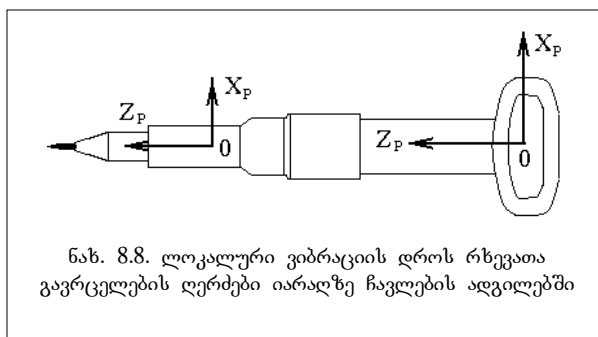
საერთო ვიბრაცია მოქმედებს ადამიანებზე, რომლებიც მუშაობენ ექსკავატორებზე, ბულდოზერებზე, სხვადასხვა სამთო-მომპოვებელ მანქანებზე და კომპლექსებზე, ქვის სამსხვრევ დანადგარებზე, წისქვილებში, ვიბროშემკვრივებელ დანადგარებზე, ხის დამმუშავებელ და გადამმუშავებელ მოწყობილობებზე, საბურღი მანქანებზე და ა.შ.



ნახ. 8.7 საერთო ვიბრაციის მოქმედების

ლოკალური ვიბრაცია მოქმედებს ადამიანებზე, რომლებიც მუშაობენ პნევმატიკურ ან ელექტროფიცირებულ, დარტყმით ან მბრუნავი ტიპის და სხვა მსგავს ხელსაწყოებზე ან მოწყობილობებზე (ნახ. 8.8). ამ დროს  $OX_p$  და  $OZ_p$  ღერძები მიმართულია ადამიანის ხელებში იარაღზე ჩაველების ადგილებიდან, რაც ნაჩვენებია სანგრევი ჩაქუჩის მიხედვით.

დროითი მახასიათებლის მიხედვით განასხვავებენ მუდმივ ვიბრაციას, როცა რომელიმე საკონტროლო პარამეტრი 2-ჯერ მეტად არ იცვლება და ცვალებად ვიბრაციას, როცა პარამეტრი უფრო მეტი სიდიდით იმატებს.



ნახ. 8.8. ლოკალური ვიბრაციის დროს რხევათა გავრცელების ღერძები იარაღზე ჩაველების ადგილებში

### 8.8. ვიბრაციის ზემოქმედება ორგანიზმზე

ვიბრაციის მოქმედება ორგანიზმზე მისი სიხშირისა და ამპლიტუდის მიხედვით შეიძლება დადებითიც იყოს და უარყოფითიც. დაბალი ინტენსიურობის ვიბრაციის ორგანიზმზე ხანმოკლე ზემოქმედება მასზე დადებითად მოქმედებს: ანვითარებს კუნთებს, ამცირებს დაღლილობას. ზოგიერთი დაავადების დროს ვიბრაციას იყენებენ სამკურნალოდაც. მაგალითად, სისხლის მიმოქცევის გასაუმჯობესებლად.

ხანგრძლივი მოქმედების შემთხვევაში ვიბრაცია დიდ ზიანს აყენებს ორგანიზმს. ორგანიზმში ხდება ნეიროტროფული და გეომეტრიული დარღვევები, კანი ხდება მგრძობიარე და მტკივნეული ვიბრაციისა და ტემპერატურის ცვალებადობის მიმართ.

პნევმატიკური და ელექტროფიცირებულ იარაღებზე ხანგრძლივი მუშაობის შედეგად ხელის თითებმა და მტევანმა შეიძლება დაკარგონ შეგრძნების უნარი. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ მაჯაში იგრძნობა ტკივილი, ზოგჯერ მაჯის, იდაყვის და მხრის სახსრების დეფორმირება. ხდება საყრდენი და მოძრავი ფუნქციის მოშლა.

ვიბრაციული დაავადების ხარისხი და სიმძიმე დამოკიდებულია ვიბრაციის ინტენსიურობაზე, მოქმედების ხანგრძლივობაზე, ორგანიზმზე გადაცემის ადგილზე და ორგანიზმში ვიბროტალღების გავრცელების მიმართულებაზე. საწყის სტადიაში ვიბროდაავადება კარგად ემორჩილება მკურნალობას, ორგანიზმზე ვიბრაციის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ. დაავადების მძიმე ფორმების მოსაცილებლად საჭიროა ხანგრძლივი მკურნალობა და ორგანიზმის ვიბრაციისაგან სრული იზოლირება. უყურადღებობის შემთხვევაში ვიბროდაავადებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს შრომისუნარიანობის ნაწილობრივი ან მთლიანი დაკარგვა.

დაავადების საერთო ნიშნებია: სწრაფი დაღლილობა, თავის ტკივილები, თავბრუსხვევა, ტკივილები მუცლისა და გულ-მკერდის არეში, უძილობა.

მომუშავე ადამიანის სხეულს პირობითად განიხილავენ, როგორც თავისებურ რხევად სისტემას, ვინაიდან ვიბრაციის ზემოქმედებით ადამიანის სხეულის ნაწილების გადაადგილება ხდება ერთმანეთის მიმართ ამპლიტუდით, რომლებიც დამოკიდებულია რხევების წყაროსა და ორგანოთა მასაზე. სხეულის ნაწილების ფარდობითი გადაადგილება იწვევს სახსრების დაძაბულობასა და მათზე დიდ დატვირთვას.

ადამიანის ორგანიზმზე ხანგრძლივი რხევების მოქმედება ( $f = 3-5$  ჰც სიხშირით) მავნედ აისახება ვესტიბულარულ აპარატზე, გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე და იწვევს რწვევის სინდრომს. რხევები  $f = 5-11$  ჰც სიხშირით

მავნედ მოქმედებს თავის, კუჭის, ნაწლავების და სხვა ორგანოებზე.  $f = 11-45$  ჰც სიხშირის რხევების შემთხვევაში ხდება გულისრევა, პირღებინება, უარესდება მხედველობა, ირღვევა სხვა ორგანოების ნორმალური მოქმედება. რხევების სიხშირე  $f \geq 45$  ჰც, იწვევს თავის ტვინის სისხლ-ძარღვების დაზიანებას; ხდება სისხლის ცირკულაციისა და უმაღლესი ნერ-ვული მოქმედების მოშლა, რასაც მოყვება ვიბრაციული ავადმყოფობის განვითარება.

ადამიანის სხეულს, რომელიც განიხილება როგორც ბლანტ-დრეკადი მექანიკური სისტემა, გააჩნია საკუთარი სიხშირე და საკმარისად გამოხატული რეზონანსული თვისებები. ადამიანის სხეულის სხვადასხვა ნაწილების რეზონანსულ სიხშირეთა დიაპაზონები შემდეგია: თავის – 2–27 ჰც; ყელის – 6–27 ჰც; გულმკერდის 2–12 ჰც; ფეხებისა და ხელების 2–8 ჰც; ხერხემლის წელის ნაწილის 4–14 ჰც; მუცლის 4–12 ჰც.

### 8.9. საწარმოო ვიბრაციის ნორმირება

ვიბრაციის ნორმირება ხდება სპეციალური დოკუმენტით – სანიტარული ნორმებითა და წესებით. ნორმირება ხდება ვიბრაციის სახეობისა (საერთო, ლოკალური) და მიმართულებათა (ვერტიკალური, ჰორიზონტალური) მიხედვით ოქტავური ზოლების შესაბამისად. ნორმირება ვრცელდება 16 ჰც-მდე სიხშირის ინფრარხევებზეც (8, 4, 2, 1 ჰც), ანუ ისეთ რხევებზე, რომლებ-საც ადამიანის ყური ვერ აღიქვამს, ხოლო სხეული შეიგრძნობს. ოქტავურ ზოლებში ნორმირების პარამეტრებია: რხევის საშუალოკვადრატული ვიბრო-სიჩქარე (მ/წმ) და ვიბროსიჩქარის ლოგარითმული დონე (დბ).

8.5 ცხრილის განმარტება:

1. პირველი გრაფა შეეხება ტრანსპორტით გამოწვეულ საერთო ვიბრაციას: I სტრიქონში მოცემულია ვერტიკალური ვიბრაცია *OZ* ღერძის გასწვრივ (იხ. ნახ. 8.7); II სტრიქონში მოცემულია ჰორიზონტალური ვიბრაცია *OX* და *OY* ღერძების გასწვრივ;

2. მეორე გრაფა შეეხება სატრანსპორტო-ტექნოლოგიურ ვიბრაციას სამივე ღერძის გასწვრივ;

3. მესამე გრაფა შეეხება ტექნოლოგიურ ვიბრაციას სამივე ღერძის გასწვრივ: I სტრიქონში მოცემულია ვიბრაცია საწარმოო სათავსებში; II სტრიქონში მოცემულია ვიბრაცია საწყობებში და მსგავს სათავსოებში; III

სტრიქონში მოცემულია ვიბრაცია სასწავლო დაწესებულებებში და მსგავს სათავსოებში.

ცხრილი 8.5

საერთო ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები

| № | მრიცხველში მოცემულია საშუალოკვადრატული ვიბროსიჩქარის 100-ჯერ გადიდებული სიდიდეები, 10 <sup>-2</sup> , მ/წმ, მნიშვნელში მოცემულია ვიბროსიჩქარის ლოგარითმული დონეების დასაშვები სიდიდეები, დბ. ორივე მათგანი შეესაბამებასათანადო ოქტავური ზოლების საშუალოგეომეტრიულ ქვემოთმოცემულ სიხშირებს, ჰც |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   | 1   | 2                  | 4                  | 8                  | 16                 | 31,5               | 63                 |
| 1 | 20/132<br>6,3/122   | 7,1/123<br>3,5/117 | 2,5/114<br>3,2/116 | 1,3/108<br>3,2/116 | 1,1/107<br>3,2/116 | 1,1/107<br>3,2/116 | 1,1/107<br>3,2/116 |
| 2 | –   | 3,50/117           | 1,30/108           | 0,63/102           | 0,56/101           | 0,56/101           | 0,56/101           |
| 3 | –   | 1,30/108           | 0,45/99            | 0,22/93            | 0,20/92            | 0,20/92            | 0,20/92            |
|   | –   | 0,50/100           | 0,18/91            | 0,09/85            | 0,09/84            | 0,09/84            | 0,09/84            |
|   | –   | 0,180/91           | 0,063/82           | 0,032/76           | 0,028/75           | 0,028/75           | 0,028/75           |

ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმების დადგენისას გათვალისწინებულია, რომ მუშის ორგანიზმზე ვიბრაცია მოქმედებს მხოლოდ 8 სთ-ანი სამუშაო ცვლის განმავლობაში და ნორმების დაცვის შემთხვევაში მუშაობის მთელი სტაჟის პერიოდში ვიბროდაავადება არ განვითარდება.

ჰიგიენური ნორმები ისეთი ლოკალური ვიბრაციისათვის, რომელიც გამოწვეული არაა ხელის მანქანებით მუშაობის შედეგად მოცემულია 8.6 ცხრილში.

ცხრილი 8.6

ლოკალური ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები

| №  | მრიცხველში მოცემულია საშუალოკვადრატული ვიბროსიჩქარის 100-ჯერ გადიდებული სიდიდეები, 10 <sup>-2</sup> , მ/წმ, მნიშვნელში მოცემულია ვიბროსიჩქარის ლოგარითმული დონეების დასაშვები სიდიდეები, დბ. ორივე მათგანი შეესაბამებასათანადო ოქტავური ზოლების საშუალოგეომეტრიულ ქვემოთმოცემულ სიხშირებს, ჰც |         |         |         |         |         |         |          |
|----|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|    | 8   | 16      | 31,5    | 63      | 125     | 250     | 500     | 1000     |
| 1. | 5,0/120   | 5,0/120 | 3,5/117 | 2,5/114 | 1,8/111 | 1,3/108 | 0,9/105 | 0,65/102 |

8.6 ცხრილის განმარტება: პირველ გრაფაში მოცემულია სიდიდეები ორივე ღერძის მიმართულებით.

ხელის მანქანების შემთხვევაში ლოკალური ვიბრაციის დასაშვებად ნორმირებადი პარამეტრებია: 1. რხევის საშუალოკვადრატული ვიბროსიჩქარე (მ/წმ) და ვიბროსიჩქარის ლოგარითმული დონე (დბ) ოქტავური ზოლების შესაბამისად ისე, როგორც საერთო ვიბრაციის შემთხვევაში, ოღონდ ერთი განსხვავებით, ოქტავური ზოლის ნორმირებადი მაჩვენებელი იწყება 8 ჰც-დან; 2. სამუშაო იარაღზე ჩაჯვლების ძალა, რომელიც არ უნდა იყოს 200 ნ-ზე მეტი; 3. იარაღის ან მისი ნაწილის წონა, რომელიც ხელში უჭირავს მუშას უნდა

იყოს 100 ნ ან უფრო ნაკლები. ეს უკანასკნელი მასაზე გადაყვანის შემთხვევაში შეადგენს 9,8 კგ.

ამასთან ერთად ნორმირებულია იარაღის ზედაპირის თბოგამტარობის თვისება, მუშის ხელების ჩავლების ადგილებში. სათანადო მასალა უნდა ხასიათდებოდეს 0,5 ვტ/(მ.გრად) ან უფრო ნაკლები თბოგამტარობის კოეფიციენტით.

ხელის მანქანებით სარგებლობის შემთხვევაში ლოკალური ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები მოცემულია 8.7 ცხრილში.

ცხრილი 8.7

ლოკალური ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები ხელის მანქანების შემთხვევაში

| ოქტავეური ზოლების<br>საშუალოგეომეტრიული<br>სიხშირე, ჰც | ოქტავეური ზოლების<br>სასაზღვრო სიხშირეები, ჰც |      | ნორმატიულად დასაშვები<br>რხევითი სიჩქარე |      |
|--|---|------|--|------|
|  | ქვედა   | ზედა | , 10 <sup>-2</sup> მ/წმ                  | , დბ |
| 8  | 5,6   | 11,2 | 5,00                                     | 120  |
| 16   | 11,2  | 22,4 | 5,00                                     | 120  |
| 31,5   | 22,4  | 25   | 3,50                                     | 117  |
| 63   | 45  | 90   | 2,50                                     | 114  |
| 125  | 90  | 180  | 1,80                                     | 111  |
| 250  | 180   | 355  | 1,20                                     | 108  |
| 500  | 355   | 710  | 0,90                                     | 105  |
| 1000   | 710   | 1400 | 0,63                                     | 102  |
| 2000   | 1400  | 2800 | 0,45                                     | 99   |

8.7 ცხრილის განმარტება: როგორც მე-4 სვეტის განზომილებიდან (10<sup>-2</sup> მ/წმ) ჩანს, სათანადო გრაფებში მოცემულია რხევის საშუალოკვადრატული ვიბროსიჩქარის 100-ჯერ გადიდებული სიდიდეები.

### 8.10. ვიბრაციის გაზომვა და პროფილაქტიკა

ვიბრაციის გაზომვის წესი, აგრეთვე საზომის ხელსაწყოების ნომენკლატურა და ვიბრაციისაგან დაცვის მეთოდები და საშუალებები რეკლამენტირებულია ნორმებით. ვიბრაციის საზომ ხელსაწყოს ვიბრომეტრი ეწოდება. ვიბრომეტრით შესაძლებელია როგორც საერთო, ისე ლოკალური ვიბრაციის გაზომვა. თანამედროვე ვიბრომეტრები ციფრულია, რომელთანაც შესაძლებელია შერწყმული იყოს ხმაურსაზომი, თერმომეტრი, ანემომეტრი და სხვა მო-

წყობილობები. ისეთი ხელსაწყოები, რომლებიც მარტო ვიბრაციის გაზომვაზეა ორიენტირებული, შესაძლოა მონაცემებს იძლეოდნენ აჩქარების (მ/წმ<sup>2</sup>), სიჩქარის (მ/წმ) ან ძვრის (მმ) მიხედვით ოქტავური ზოლების ფარგლებში. ნახ. 8.9-ზე წარმოდგენილია საერთო და ლოკალური ვიბრაციის საზომი ციფრული ხელსაწყო “ოქტავა 1018”. ნახ. 8.10-ზე კი მოცემულია რხევების თანამედროვე საზომი ხელსაწყო TV-110, რომელიც დამზადებულია ფირმა *TIMEGroup*-ის მიერ. ხელსაწყო განსაკუთრებით მაღალი სიზუსტისაა პერიოდული ვიბრაციული ბრუნვითი და გადატანითი რხევების გაზომვის საქმეში.

ვიბრაციისაგან დაცვის საშუალებები იყოფა დაცვის კოლექტიურ (ვიბროიზოლაციის, ვიბრაციის შთანთქმის) და ინდივიდუალურ საშუალებებად.

ადამიანის ვიბრაციისაგან დაცვის ძირითადი მოთხოვნაა ვიბრაციისაგან უსაფრთხო ზონების ან ისეთი საშუალო პირობების შექმნა, რომ ვიბრაცია ვერ ახდენდეს ორგანიზმზე ზეგავლენას.

შრომის ვიბროუსაფრთხო პირობების შექმნა ხდება:

- ვიბროუსაფრთხო მანქანების გამოყენებით;
- საწარმოების შენობებისა და ტექნოლოგიური პროცესის ისეთი საპროექტო გადაწყვეტით, რომელიც უზრუნველყოფს ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმების დაცვას საშუალო ადგილებზე;
- ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებებით, რომლებიც მიმართულია მანქანა-დანადგარების ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნებისა და გაუმჯობესებისაკენ;
- დამატებითი დემპფერების გამოყენებით, რომლებიც დამატებულია მანქანის კონსტრუქციაზე;
- პასიური ან აქტიური (ენერჯის დამატებითი წყაროს მეშვეობით) ვიბროიზოლაციის, დინამიკური ვიბროჩაქრობის გამოყენება;
- ლითონური, პოლიმერული, ბოჭკოვანი, პნევმატიკური, ელექტრომაგნიტური დემპფირების გამოყენება;
- ინდივიდუალური (ოპერატორის ხელის, ფეხის და სხეულის) დემპფირების ან ვიბროიზოლაციის გამოყენება.

აღნიშნული ჩამონათვალი არის ვიბრაციული დაავადებისაგან ადამიანის დასაცავად გამოყენებული ტექნიკური ღონისძიებების არასრული სია. მათთან



ნახ. 8.9. ვიბრომეტრი



ნახ. 8.10. ვიბრომეტრი TV-110

ერთად შერწყმული უნდა იყოს ორგანიზაციულ-ტექნიკური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებები გულისხმობს:

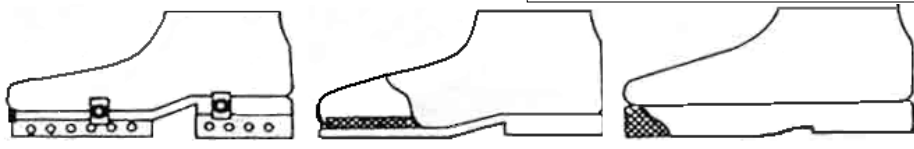
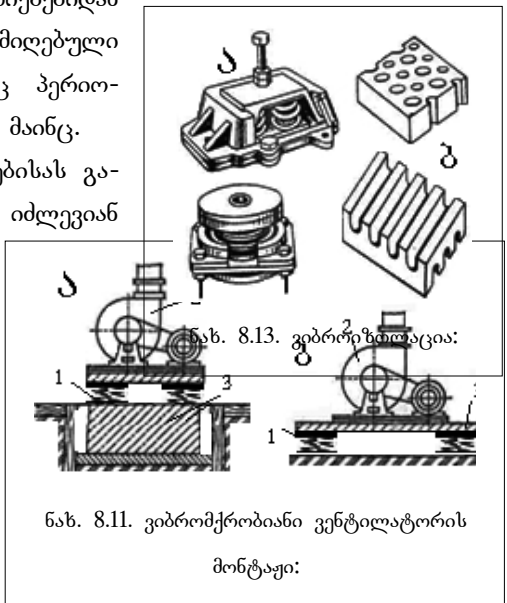
- ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციით გათვალისწინებულ ვადებში ტექნიკის პერიოდული შემოწმებას ვიბრაციის მაჩვენებლებზე, რომელიც უნდა იყოს საერთო ვიბრაციის შემთხვევაში არანაკლებ 1-ჯერ წელიწადში და ლოკალური ვიბრაციის შემთხვევაში არანაკლებ ორჯერ წელიწადში;

- ახლად მიღებული მანქანებისა და მათი გეგმური რე-მონტის შემდეგ ვიბრაციის მახა-სიათებლების შემოწმებას;

- მანქანების ექსპლუატაციის წესებისა და პირობების კონტროლსა და დაცვას.

სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებებიდან აღსანიშნავია ვიბრაციულ სამუშაოზე მიღებული მუშების სამედიცინო შემოწმება, რომელიც პერიოდულად უნდა მოხდეს, წელიწადში ერთხელ მაინც.

ვიბროუსაფრთხო მანქანების დაპროექტებისას გამოიყენება მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან შევამციროთ ვიბრაციის პარამეტრები წარმოქმნის ადგილზე, ხოლო ვიბროსაშიში მანქანებისათვის ტექნოლოგიური პროცესის დაპროექტებისას გამოიყენება მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან შევამციროთ ვიბრაცია მისი გავრცელების გზაზე.



ტექნოლოგიური პროცესების, საწარმოო შენობების და ნაგებობების დაპროექტების დროს აუცილებლად უნდა შესრულდეს ღონისძიებები, რომლებიც შესაძლებელია მივიჩნიოთ ვიბრაციისაგან დაცვის კოლექტიურ საშუალებებად ან მათი მოწყობის წინაპირობად. ეს ღონისძიებები შემდეგია: 1. სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციის მოსალოდნელი ღონის განსაზღვრის მიზნით

უნდა ჩატარდეს სათანადო გაანგარიშებები; 2. უნდა დაფიქსირდეს მომეტებული ვიბრაციის შემცველი სამუშაო ადგილები; 3. შეირჩეს დაბალი ვიბრაციის მახასიათებლის მქონე მანქანები; 4. უნდა დაამუშავდეს მანქანა-მექანიზმების განლაგების სქემები იმის გათვალისწინებით, რომ სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციის დონე მინიმალური იყოს; 5. შეირჩეს მექანიზმების დასაყენებლად ისეთი საფუძველი (გადახურვა) ან მოთავსდეს მანქანა-მექანიზმები ისეთ გარსაცმში, რომ უზრუნველყოფილი იქნეს ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმების დაცვა სამუშაო ადგილებზე.

ვიბროდაცვის კოლექტიური საშუალებების გარდა მუშები უზრუნველყოფილი უნდა იყვნენ ვიბროდაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით.

## 9. ელექტროუსაფრთხოება

### 9.1. დენის მოქმედება ცოცხალ ქსოვილებზე

ადამიანის ორგანიზმში განდინებული დენი ახდენს თერმულ, ელექტროლიტურ, მექანიკურ და ბიოლოგიურ ზემოქმედებას. შესაბამისად, დენის განდინება იწვევს ცოცხალი და არაცოცხალი მატერიისათვის დამახასიათებელი ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების ცვალებადობას.



**დენის თერაპიული მოქმედება** იწვევს სისხლძარღვების, ნერვების, გულის, ტვინისა და სხვა ორგანოების გახურებას მაღალ ტემპერატურამდე, რაც მნიშვნელოვნად ფუნქციურ დარღვევებს ან დამწვრობას იწვევს მათში. ქსოვილებში ლიმფური სითხე და სისხლი შესაძლებელია ძლიერად გადახურდეს.

**დენის ელექტროლიტური მოქმედება** ვლინდება სისხლისა და სხვა ორგანული სითხეების დაშლით, რასაც თან ახლავს მათი ფიზიკური ქიმიური შედგენილობის მნიშვნელოვანი დარღვევა.

**დენის მიქსანიკური მოქმედება** გამოიხატება ორგანიზმის ქსოვილების (კანის, კუნთების, სისხლძარღვების კედლების, და სხვათა) დაშლით, გაგლეჯით და სხვა სახის დაზიანებებით, რაც ელექტროლიტური და უეცარი აფეთქებისმაგვარი ეფექტის შედეგია.

**დენის ბიოოპტიკური მოქმედება** ვლინდება ორგანიზმის ცოცხალი ქსოვილების აგზნება-გაღიზიანებით, ასევე შიგა ბიოელექტრული პროცესების დარღვევით, რაც პირდაპირაა დაკავშირებული ორგანიზმის სასიცოცხლო ფუნქციასთან. როგორც ცნობილია, ცოცხალ ქსოვილებში (მათ შორის გულის კუნთში), ისე როგორც ცენტრალურ და პერიფერიულ ნერვულ სისტემაში მუდმივად აღიმკრება 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, იწვევს სპეციფიკურ დარღვევებს ორგანიზმში და ხშირ შემთხვევაში – სიკვდილს.

ელექტრული დენის მრავალმხრივი მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე იწვევს სხვადასხვა ელექტროტრავმებს, რომლებიც შეიძლება ორ ჯგუფად დაიყოს: ადგილობრივი ელექტროტრავმები და ელექტრული დარტყმა. ტრავმატიზმის ეს ორი სახეობა, ხშირად ერთად გვხვდება, მაგრამ მათი მოქმედება ძლიერ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, ამიტომ განვიხილოთ ცალცალკე.

სტატისტიკური მონაცემებით, ადგილობრივ ელექტროტრავმებზე მოდის საერთო ტრავმების 20%, ელექტრულ დარტყმებზე – 25%, ხოლო 55% – შერეული ტრავმებია.

## **9.2. ადგილობრივი ელექტროტრავმა**

ადგილობრივი ელექტროტრანსპორტის შემდეგი ჯგუფებია: ელექტრული დამწვრობა; ელექტრული ნიშნები; კანის მოლითონება; მექანიკური დაზიანება და ელექტროოფთალმია.

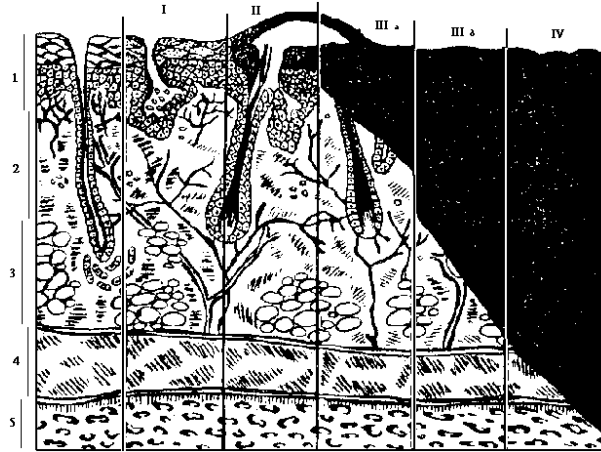
**ა) ელექტრული დამწვრობა** ყველაზე ხშირია ელექტროტრანსპორტში. დაშავებულთა 63%-ს დამწვრობა აღენიშნება, მათგან 23%-ს სხვა ტრავმებიც ახლავს: ელექტრული ნიშნები, მოლითონება, ოფთალმია. დამწვრობა შეიძლება იყოს კონტაქტური და რკალური.

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

**კონტაქტური დამწვრობა** ხდება შედარებით დაბალი, 2 კვ-მდე ძაბვის ელექტროდანადგარებში. უფრო მაღალი ძაბვების დროს, გვაქვს ელექტრული 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 მძიმე დაზიანებები შესაძლებელია მაღალი სიხშირის დენის მოქმედების დროს.

კონტაქტური დამწვრობა ძირითადად I და II ხარისხისაა (კანის შეწითლება და ბუშტულების გაჩენა კანქვეშ). 380 ვ-ზე მაღალი ძაბვის შემთხვევაში უფრო მძიმე დამწვრობა გვხვდება: III და IV ხარისხის ანუ ქსოვილების დაწვა და დანახშირება (ნახ. 9.1).

**რკალური დამწვრობა** გვხვდება სხვადასხვა ძაბვის დანადგარებში. ამათგან, 6 კვ-მდე ძაბვის დანადგარებში მას იწვევს მოკლე ჩართვა. უფრო მაღალი ძაბვის შემთხვევაში რკალი წარმოიქმნება დენგამტარ ნაწილებთან დაუშვებელ მანძილზე მიახლოებისას; მაიზოლირებელი საშუალების დაზიანებისას (შტანგა, ძაბვის მაჩვენებელი და სხვ.), რის შედეგადაც ადამიანი ეხება დენგამტარ ნაწილებს; საკომუტაციო აპარატურაზე ოპერაციების ჩატარებისას და ა.შ. ყველა ამ შემთხვევაში აღიმგრება მძლავრი რკალი, რაც იწვევს ძლიერ დამწვრობას და დიდი დენის (ათეულობით ამპერამდე) განდინებასაც ორგანიზმში. ასეთი დაზიანება უმძიმესია და, როგორც წესი, მთავრდება სიკვდილით.



ნახ. 9.1. დამწვრობის კლასიფიკაცია:  
 1 - ეპიდერმისი; 2 - ღერმა; 3 - კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილი; 4 - კუნთები; 5 - ძვალი.  
 რომაული 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 უკვალო დაწვაც. სიკვდილი ასეთ შემთხვევებში 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 ჭრილობის, მეჭეჭის, სისხლჩაქცევის სახით.

კანის დაზიანებული ნაწილი კოჟრის მაგვარად მაგრდება, მისი ზედა შრე კვდება, ხდება მშრალი, ანთებითი პროცესების თანხლების გარეშე.

ჩვეულებრივ, ელექტრული ნიშნები უმტკივნეულოა და მათი მკურნალობა გართულებების გარეშე მთავრდება – დროის გასვლის კვალობაზე კანს ზედა ფენა სცილდება და მის ადგილს იკაავებს ჩვეულებრივი ფერის, ელასტიკურობისა და მგრძობელობის კანი. ელექტრული ნიშნები აღენიშნება დენით დაშავებულთა დაახლოებით 10 %-ს.

ბ) კანის მოლითონება არის მის ზედა ფენებში გამდნარი ლითონის პაწაწინა ნაწილაკების შეჭრა. ასეთი შემთხვევები გვაქვს მოკლე ჩართვის დროს, გამთიშველების ამორთვისას და ა.შ. დამდნარი ლითონის პაწაწინა ნაწილაკებს აქვს მაღალი ტემპერატურა და სითბოს მცირე მარაგი, ამიტომ არ წვავს ტანსაცმელს, ზიანდება მხოლოდ სხეულის შიშველი ნაწილი – ხელები ან სახე.

კანის დაზიანებული უბანი ხორკლიანია. დაზარალებული შეიგრძნობს ტკივილს და კანის დაჭიმულობას.

გარკვეული დროის შემდეგ დაზიანებული კანი ძვრება, ეს უბანი იღებს ნორმალურ სახეს და ელასტიკურობას, ტკივილი ქრება. თვალის დაზიანებისას მკურნალობა რთულია და დიდხანს გრძელდება. იშვიათ შემთხვევაში სავარაუდოა მხედველობის დაკარგვაც. ამიტომ ის სამუშაოები, სადაც მოსალოდნელია ელექტრული რკალის წარმოქმნა, უნდა შესრულდეს დამ-ცავი სათვალის გამოყენებით, ამასთან ტანსაცმელი, სახელოს ჩათვლით, უნდა იყოს შეკრული.

კანის მოლითონება აღენიშნება ელექტრული დენით დაშავებულთა 10%. უმრავლეს შემთხვევაში, მას თან ახლავს რკალური 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 ხვდება ელექტრული დენის მეშვეობით, რომელიც ამავედროულად შლის ქსოვილებში მყოფ ორგანულ სითხეებს და წარმოქმნის ძირითად და მჟავურ იონებს. ლითონი, შედის რა რეაქციაში მჟავურ იონებთან, წარმოქმნის შესაბამისად მარილებს, ეს კი კანს აძლევს სპეციფიკურ შეფერილობას. მაგ., მწვანე ფერი ნიშნავს კანქვეშ სპილენძის, ცისფერ-მწვანე – თითბრის, ხოლო მონა-ცრისფრო-ყვითელი – ტყვიის იონურ შეტანას. მოლითონების ეს ფორმა მკურნალობის შედეგად უკვალოდ ქრება.

**დ) მექანიკური დაზიანება** არის კუნთების მკვეთრი უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვების შედეგი, რასაც იწვევს ადამიანის სხეულში განდინებული დენი. ამ დროს შეიძლება გაიგლიჯოს კანი, მყესები, სისხლძარ-ღვები, ასევე შესაძლებელია ამოვარდნილობა და მოტეხილობა. იგულისხმება, რომ მექანიკურ ელექტროტრავმად არ ჩაითვლება ანალოგიური ტრავ-მები, გამოწვეული ადამიანის სიმაღლიდან ჩამოვარდნით, რაიმეზე დავარდნით და ა.შ.

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

**მ) ელექტროოფთალმია.** 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 ირღვევა რქოვანა გარსის გამჭვირვალობა, ვიწროვდება გუბა.

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

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

### 9.3. ელექტრული დარტყმა

ელექტრული დარტყმა არის ადამიანის ორგანიზმში ღენის გავლის შედეგად ცოცხალი ქსოვილების აგზნება, რაც ვლინდება კუნთების უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვებით. ამ დროს ირღვევა გულის, ფილტვების, ნერვული სისტემის ნორმალური მუშაობა. ყველაზე სუსტი ელექტრული დარტყმა იწვევს ღენის შესვლისა და გამოსვლის წერტილებში ოდნავ შესამჩნევ კრუნჩხვით შეკუმშვებს. უარეს შემთხვევაში იგი იწვევს გულისა და ფილტვების ფუნქციონირების დარღვევას, ზოგჯერ მათ შეწყვეტასაც, რასაც თან სდევს სიკვდილი. ამასთან, შესაძლებელია გარე დაზიანებები არც გამოვლინდეს.

საზოგადოდ უნდა ვიცოდეთ, რომ სამრეწველო სიხშირის (50–60 ჰც) ღენის სხეულში გავლა ყველაზე საშიშია. უფრო მაღალი სიხშირისას ღენი ვრცელდება კანის ზედაპირზე, იწვევს ძლიერ დამწვრობას, მაგრამ არ იწვევს ელექტრულ დარტყმას.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ადამიანის ორგანიზმს აზიანებს არა ძაბვა, არამედ მასში განდინებული დენის ძალა. ადამიანის სხეულში 100 მილი-ამპერის დენის ძალის განდინება სიცოცხლესთან შეუთავსებელია, შესაბამისად ომის კანონიდან შესაძლებელია სათანადო ძაბვის გაანგარიშება. როგორც ვიცით, ომის კანონს აქვს სახე

$$U = IR, \quad (9.1)$$

სადაც  $U$  არის სხეულში განდინებული დენის ძაბვა, ვ;  $I$  - დენის ძალა, ა;  $I = 100$  მა = 0,1 ა;  $R$  - ადამიანის სხეულის საშუალო ელექტრული წინააღმდეგობა, ო;  $R = 1000$  ო. სიდიდეების (9.1) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ, რომ ადამიანისათვის სასიკვდილოა სხეულში 100 ვ ძაბვის დენის გავლა.

ისეთი ელექტრული დარტყმაც კი, რომელიც არ იწვევს სიკვდილს, ურთულეს ცვლილებებს იწვევს ორგანიზმში, რაც შეიძლება მოგვიანებით გამოვლინდეს. ამ დროს შესაძლებელი დაავადებებია – გულის არითმია, სტენოკარდია, ჰიპერტონია, ნევროზი, ენდოკრინოლოგიური დარღვევები და ა.შ. ხშირად დაზარალებულებს აღენიშნებათ გაფანტულობა, მეხსიერებისა და ყურადღების შესუსტება. აღნიშნული სიმპტომების გამოუვლინებლობის შემთხვევაშიდაც 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 ელექტროტრავმები, პირ-ველ რიგში, დამწვრობა.

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

**ა) სასიკვდილო შემთხვევები.** სიკვდილი არის ადამიანის ორგანიზმის გარე სამყაროსთან ურთიერთობის მთლიანი შეწყვეტა: ფიზიოლოგიური პროცესების (აზროვნება, სუნთქვა, გულისცემა) დაკარგვა და გარე გამლიზიანებლებზე რეაქციის არქონა. მაშასადამე, სიკვდილია ნივთიერებათა ცვლის შეუქცევადი შეწყვეტა ცილების დაშლის თანხლებით.

სიკვდილს აქვს ორი ძირითადი ეტაპი – კლინიკური და ბიოლოგიური.

**კლინიკური სიკვდილი** არის ორგანიზმის ხანმოკლე გარდამავალი მდგომარეობა სიცოცხლიდან სიკვდილში, რომელიც იწყება გულისა და ფილტვების ფუნქციონირების შეწყვეტისთანავე.

კლინიკური სიკვდილის დროს ადამიანს სასიცოცხლო ნიშნები არ აღენიშნება, სუნთქვა არა აქვს, გული არ მუშაობს, მტკივნეულ გამღიზიანებლებზე რეაქცია არა აქვს, თვალის გუგები მკვეთრად გადიდებულია და სინათლეზე არ რეაგირებს. ვინაიდან ქსოვილები ჯერ არ არის დაშლილი და ცოცხალია, ორგანიზმი აგრძელებს სიცოცხლეს. ამ დროს ადამიანის სხეულში სხვადასხვა ორგანოთა ფუნქციები თანდათან ქრება. საწყის მომენტში ნივთიერებათა ცვლა შენელებულად მინც მიმდინარეობს, რაც გადარჩენის საშუალებას იძლევა.

უქანებადობით პირველად ილუპება თავის ტვინის უჯრედები (ნეირონები), რასაც უკავშირდება ცნობიერებისა და აზროვნების დაკარგვა. გულის ამოქმედება და ადამიანის გადარჩენა ასეთ დროსაც შესაძლებელია ზოგჯერ, მაგრამ დაზარალებული ფსიქიკურად არასრულფასოვანი დარჩება.

კლინიკური სიკვდილის 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, რომელ-საც აწუხებს გული, ფილტვები და სხვ. შესაძლებელია კლინიკური სიკვდილი გრძელდებოდეს რამდენიმე წამი. მისი გადარჩენაც შესაძლებელია თეორიულად.

**ბიოლოგიური (ნამდვილი) სიკვდილი** არის შეუქცევადი მოვლენა, რომელიც ხასიათდება უჯრედებში და ქსოვილებში ბიოლოგიური პროცესების შეწყვეტით და ცილოვანი სტრუქტურების დაშლით. იგი კლინიკური სიკვდილის პერიოდის გასვლისთანავე დგება.

ელექტრული დენით დაშავების შემთხვევაში ბიოლოგიური სიკვდილის მიზეზები შეიძლება იყოს გულის ფუნქციის შეწყვეტა, სუნთქვის შეწყვეტა და ელექტრული შოკი ან მათი კომბინაცია.

გულის ფუნქციონირების შეწყვეტა მეტად საშიშია, რადგან დაზარალებულისთვის სიცოცხლის დაბრუნება ასეთ შემთხვევაში ძალიან რთულია, სუნთქვის შეწყვეტასთან ან შოკთან შედარებით.

დენის მოქმედება გულის კუნთზე არის პირდაპირი, თუ იგი გულში გაედინება და რეფლექტორული, თუ განდინება ხდება სხეულის სხვა ნაწილში და გულზე მოქმედება ხდება ცენტრალური ნერვული სისტემის მეშვეობით. ორივე შემთხვევაში გული შეიძლება გაჩერდეს ან განიცადოს ფიბრილაცია. დენით დაზიანებისას ფიბრილაცია უფრო ხშირად ხდება, ვიდრე გულის სრული გაჩერება.

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

ნორმალური ფუნქციონირებისას გული მუშაობს რიტმულად: ივსება სისხლით, იკუმშება და გადაისვრის სისხლს არტერიებში, ასეთი მუშაობა უზრუნველყოფილია კუნთის მოღუნებით, შემდეგ კი ყველა ფიბრილის ერთდროული შეკუმშვით. ყოველ ნერვულ იმპულსს შეესაბამება ერთი შეკუმშვა, რითაც განპირობებულია გულის რიტმული მუშაობა.

დამატებითი გამღიზიანებლის დამატებას, გული პასუხობს შეკუმშვით, რომელიც იქნება რიტმიდან ამოვარდნილი. გულის ფიზიოლოგია არის მისი ფიბრილების არათანაბარი და არარიტმული შეკუმშვის ერთობლიობა, რაც გამოწვეული იქნება ღენის იმპულსების მოქმედების შედეგად.

ფიზიოლოგიის დროს 2-3 წთ განმავლობაში სუნთქვა არ წყდება. ამ დროს ადამიანს შეუძლია რამდენიმე სიტყვის წარმოთქმა. თუმცა დროის გასვლით საერთო მდგომარეობა მძიმდება, ფიზიოლოგია გრძელდება, გული ტუმბოსავით ვეღარ მუშაობს. სისხლის მიმოქცევის დარღვევა იწვევს ორგანიზმის ჟანგბადით მიმწილს, წყდება სუნთქვაც. დგება კლინიკური სიკვდილი.

ბ) ელექტრული შოკი არის მძიმე ნერვულ-რეფლექტორული რეაქცია ორგანიზმის ელექტროდენით ჭარბი გაღიზიანების პასუხად, სისხლის მიმოქცევის, სუნთქვის, ნივთიერებათა ცვლისა და სხვა დარღვევების თანხლებით.

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

შოკური მდგომარეობა გრძელდება წამის მეათედებიდან ერთ დღე-ღამემდე. ამის შემდეგ შესაძლებელია ადამიანი დაიღუპოს სასიცოცხლოდ არსებითი ფუნქციების შეწყვეტის გამო. გამოჯანმრთელება მოხდება აქტიური მკურნალობის გზით.

#### **9.4. ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა**



ადამიანის სხეული ელექტრულ დენს ატარებს, მაგრამ მისი გამტარებლობა ჩვეულებრივი გამტარებისაგან განსხვავდება ფიზიკური, ბიოქიმიური და ბიოფიზიკური პროცესების თავისებურებებით, რაც ცოცხალ მატერიალს ახასიათებს. ამის შედეგად, ადამიანის სხეულის წინააღობა არის ცვლადი სიდიდე, რომელიც არაწრფივად და მოკიდებული 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, ვინაიდან ლითონში დენი წარმოადგენს თავისუფალი ელექტრონების მოწესრიგებულ მოძრაობას.

ადამიანის სხეულის ქსოვილები შეიცავს წყალს (მასის 65%), ამიტომ ცოცხალ ქსოვილში ელექტრული მუხტის გადატანა თავისუფალი ელექტრონებით კი არ ხდება, როგორც ლითონურ გამტარებშია, არამედ ელექტროლიტების მსგავსად – იონებით. მაშასადამე, ცოცხალი ქსოვილში დენის გავლისას მასში არსებული ყველა სითხე ქიმიურად იშლება.

ცოცხალ ქსოვილს აქვს, აგრეთვე, უჯრედულ-ხერეული გამტარებლობა, რაც ახასიათებს ნახევარგამტარებს, რომლებშიც მუხტების გადატანა ხდება ელექტრონებისა და ხერელების საშუალებით.

ამგვარად, ადამიანის სხეული შეიძლება განვიხილოთ, როგორც განსაკუთრებული გამტარი, რომელსაც აქვს ცვლადი წინააღობა და ნახევარგამტარისა და ელექტროლიტის თვისებები.

ადამიანის სხეულის ქსოვილებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა ელექტრული წინააღობა. 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში მშრალი კანის წინააღობა იცვლება 40–100 ათასი ომის ფარგლებში. ადამიანის კანის და ამის შედეგად მთელი სხეულის ელექტრული წინააღობა მკვეთრად მცირდება რქოვანა გარსის დაზიანების, დატენიანების, მკვეთრი ოფლიანობისა და გაჭუჭყიანების შემთხვევაში.

**კანის რქოვანას დაზიანება** (ჭრილობა, ნაკაწრი და სხვა მიკროტრავმები) მკვეთრად ამცირებს სხეულის წინააღობას შიგა ქსოვილების წინააღობამდე (500-700 ომამდე), რაც ზრდის დაზიანების საშიშროებას.

**კანის დატენიანება** აგრეთვე მკვეთრად ამცირებს მის წინააღობას. ხელების მარიალიანი წყლით დასველება 30-50%-ით, ხოლო გამოხდილი წყლით – 15-35%-ით ამცირებს კანის ელექტრულ წინააღობას.

**ოფლის გამოყოფა და კანის გაჭუჭყიანება** შესაძლებელია შევადაროთ მარილიანი წყლით კანის დასველებას, რაც აგრეთვე ამცირებს ადამიანის ელექტრულ წინაღობას.

განსაკუთრებით მკვეთრად ამცირებს წინაღობას დენგამტარი ლითონური ან ნახშირის მტვრით კანის გაჭუჭყიანება.

ადამიანის ელექტრული წინაღობის რიცხვითი სიდიდე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სხეულთან ელექტროდების შეხების ადგილზე, დენის სიდიდეზე, მოდებულ დაბეჭედზე, დენის სახეობასა და სისშირეზე, ელექტროდების ფართობზე, დენის მოქმედების ხანგრძლივობაზე და სხვა ფაქტორებზე.

**ელექტროდების შხამების აღბილი** იმითია მნიშვნელოვანი, რომ კანის წინაღობა განსხვავებულია სხვადასხვა ადგილზე, რადგან რქოვანა შრეს ყველგან ერთნაირი სისქე არა აქვს, საოფლე ჯირკვლები განლაგებულია არათანაბრად, კანის სისხლძარღვები სისხლით თანაბრად არ მარაგდება და სხვ. ყველაზე მცირე წინაღობა აქვს სახის და ყელის კანს, მაჯას, მტევნის ზედა მხარეს, ილიებს და ა.შ.

**ელექტროდების ფართობი** უშუალოდ მოქმედებს ადამიანის ელექტრულ წინაღობაზე – ფართობის ზრდით წინაღობა მცირდება. ამასთან, დენის სისშირის ზრდით 10-20 კპც-მდე და ზემოთ ელექტროდების ფართობის პრაქტიკულად მნიშვნელობა აღარ აქვს.

**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 წინაღობის შემცირებას.

**დაბვის ზრდა** მკვეთრად ამცირებს ელექტრულ წინაღობას. აქ ცნობილი ომის კანონი ირღვევა – შემცირება ბევრად მეტია, ვიდრე ამას ფორმულა (9.1) გვიჩვენებს. აშშ-ში შესრულებული გამოკვლევებით, XX საუკუნის დასაწყისში ელექტროსკამზე დასჯილთა შემთხვევებში, რამდენიმე ვოლტის დროს ადამიანის ელექტრული წინაღობა შეადგენდა 40 კო, 110 ვ-ზე – 10 კო, ხოლო 2000 ვ-ზე – 200 ო.

საერთაშორისო ელექტროტექნიკური კომისია რეკომენდაციას აძლევს 9.1 ცხრილში მოცემულ სიდიდეებს (სისშირე 50 ჰც, წრედი „ხელი-ფეხები“).

**დენის სახეობის გავლენა.** ცდები აჩვენებს, რომ ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობა მუდმივი დენის დროს უფრო მეტია, ვიდრე ცვლადი დენის შემთხვევაში.

**დენის გავლის ხანგრძლივობა** ძალიან მნიშვნელოვანი პარამეტრია წინალობის ცვალებადობის თვალსაზრისით. ცდები გვიჩვენებს, რომ უმნიშვნელო (20-30 ვ) დაბევებით 1-2 წთ-ის განმავლობაში მოქმედებისას წინალობა მცირდება 10-40% -ით, საშუალოდ კი 25% -ით.

მაღალი დაბვის და შესაბამისად, დიდი დენის მოქმედების დროს წინალობა ძალიან სწრაფად მცირდება. მაგალითად, აშშ-ში ელექტრულ სკამზე გაზომვებმა აჩვენა, რომ თუ დაბვა შეადგენს 1600 ვ, წინალობა არის 800 ომი. 50 წმ-ის შემდეგ ეს სიდიდე მცირდება 516 ომამდე.

ცხრილი 9.1.

ადამიანის წინალობის დამოკიდებულება დაბვაზე

|             |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|
| დაბვა, ვ    | 25   | 50   | 250  | >250 |
| წინალობა, ო | 2500 | 2000 | 1000 | 650  |

ჩვენს ქვეყანაში მიღებულია, რომ ადამიანის საშუალო ელექტრული წინალობა პრაქტიკული ანგარიშისათვის შეადგენს 1000 ომს 50 ვ-ზე მეტი დაბვისათვის.

ადამიანის სხეულის ელექტრული წინალობა იცვლება აგრეთვე ქვემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორების მიხედვით.

**სქმსი და ასაკი.** როგორც წესი, ქალების ელექტრული წინალობა მამაკაცებთან შედარებით ნაკლებია, ბავშვების – მოზარდებთან შედარებით, ახალგაზრდებისა – საშუალო ასაკთან. რაც იმით აიხსნება, რომ ადამიანთა ერთ ნაწილს აქვს ნაზი და თხელი კანი, სხვებს კი სქელი და უხეში.

**ფიზიკური ბალანსი.** ჩხვლეტი, დარტყმით, სინათლის სხივით, ბევრით და სხვა მსგავსი მოულოდნელი გაღიზიანებით ადამიანის სხეულის ელექტრული წინალობა 20-30%-ით მცირდება.

**ქანობის პარციალური წნევის მიხედვით** ადამიანის წინალობა იცვლება. აღნიშნული დამოკიდებულება პირდაპირპროპორციულია. ამის გამო, დახურულ სივრცეში, სადაც ჟანგბადის პარციალური წნევა შედარებით დაბალია, ელექტროდებით დაშვების საშიშროების საფრთხე მეტია, ვიდრე ღია ჰაერზე, რადგან ამ შემთხვევაში ადამიანის წინალობა უფრო ნაკლებია.

**ბარემოს ტემპერატურის აწევა** 30-40 გრადუსის ფარგლებში იწვევს ადამიანის ელექტრული წინალობის შემცირებას იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ამ პირობებში იგი იმყოფება მცირე ხნით (რამდენიმე წთ) და თუ მას არ აქვს ჭარბი ოფლიანობა. ამის ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს სისხლით

მძლავრი მომარაგების შედეგად კანის სისხლძარღვების გაფართოება, რაც ორგანიზმის საბასუხო რეაქციაა თბურ ზემოქმედებაზე

### 9.5. ღენის სიდიდის გავლენა ღაზიანების უმღეზზე

ადამიანის ძირითად ღამაზიანებელ ფაქტორს, როგორც აღინიშნა, წარმოადგენს მის სხეულში განღინებული ღენის სიდიდე, რომლის მატება ზრდის უარყოფით ზემოქმედებას.

**უსაზროსო ღენის** ხანგრძლივად (რამღენიმე საათით) განღინება ადამიანის ორგანიზმში არ იწვევს გართულებებს და გამოიყენება მეღიცინაში. მისი სიდიდე 50 ჰც სიხშირის ცვლადი ღენის შემთხვევაში შეადგენს 50-75 მკა, ხოლო მუღმივი ღენის შემთხვევაში – 100-125 მკა.

ცხრილი 9.2.

შეგრძნებაღობის ცვაღებაღობის ხასიათი ღენის სიდიდის მიხეღვით

|                                 |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| შეგრძნებაღობის აღბათობა, %      | 99,9 | 50   | 10   | 5    | 1    | 0,1  |
| ზღვრული შეგრძნებაღობის ღენი, მა | 1,50 | 1,10 | 0,90 | 0,85 | 0,70 | 0,60 |

**უმგრძნებაღობის ღენი.** 50 ჰც სიხშირის ცვლადი ღენის შეგრძნება იწყება 0,6 მა ღენის ძალიღან, ხოლო მუღმივი ღენის შემთხვევაში – 5 მა სიდიდიღან, რაც იწვევს მსუბუქი ქავილის ან ჩხვლეტის შეგრძნებას ცვლადი ღენის და კანის გაზურებას მუღმივი ღენის შემთხვევაში. 50 ჰც სიხშირის ცვლადი ღენისათვის ადამიანის შეგრძნებაღობის ცვაღებაღობის ხასიათი, ღენის სიდიდის მიხეღვით, მოცემულია 9.2 ცხრილში.

ცხრილი 9.3

ღენის მოქმეღების ხასიათი და ნიშნები ადამიანის ორგანიზმზე

| ღენის სიდიდე, მა | მოქმეღების ხასიათი და ნიშნები   |  |
|------------------|---|--|
|                  | ცვლადი ღენი, 50 ჰც სიხშირეზე  | მუღმივი ღენი   |
| 0,6–1,5          | შეგრძნების დასაწყისი, მსუბუქი ქავილი ან ჩხვლეტა.                                      | არ შეიგრძნობა.   |
| 2–4              | ხელის უნებლიე მოძრაობა.   | არ შეიგრძნობა.   |
| 5–7              | ტკივილისა და კრუნჩხვის შეგრძნება ხელის მტყვანზე, მცირე ტკივილი შეიგრძნობა მკლავზედაც. | შეგრძნების დასაწყისი, კანი თბება ელექტროღის შენების აღვიღზე. |
| 8–10             | ძლიერი ტკივილი ვრცელღება მთელ ხელზე, შესაძლებელია ხეღების მოციღება ელექტროღისაღან.    | ელექტროღის შენების აღვიღზე გაზურების შეგრძნება მატუღობს.     |

|                    |   |  |
|--------------------|---|--|
| 10–15              | ძნელად ასატანი ტკივილი მთელ ხელზე. ელექტროდისაგან ხელების მოცილება შეუძლებელია (დამჭერი დენი).  | გახურება შეიგრძნობა ელექტროდის შეხების ადგილიდან დაშორებით.  |
| 20–25              | ხელების დამბლა ხდება მომენტალურად, ელექტროდისაგან ხელების მოცილება შეუძლებელია, ჭირს სუნთქვა, კიდევ უფრო ძლიერი ტკივილი.  | ძლიერი შინაგანი გახურების შეგრძნება, ხელების კუნთების უნებლიე მოძრაობა.  |
| 25–50              | ძლიერი ტკივილი გულმკერდში, სუნთქვა უკიდურესად გაძნელებულია, ხანგრძლივი მოქმედებისას შესაძლებელია გამოიწვიოს სუნთქვის დამბლა ან გულის მოქმედების შესუსტება და გრძნობის დაკარგვა. | გახურების შეგრძნება მატულობს, ტკივილისა და კრუნჩხვის შეგრძნება ხელზე, გამტარზე ხელის გაშვებისას მტკივნეული შეგრძნება კუნთების კრუნჩხვის გამო.    |
| 50–80              | რამდენიმე წამში ხდება სუნთქვის დამბლა, გულის მოქმედების რითმი ირღვევა. ხანგრძლივი მოქმედებისას მოსალოდნელია გულის ფიბრილაცია.   | ძალიან ძლიერი ზედაპირული და შინაგანი გახურება, ტკივილი მკერდის არეში, ხელების მოცილება გამტარისაგან შეუძლებელია ძლიერი ტკივილის შეგრძნების გამო. |
| 100                | 2–3 წმ-ში გულის ფიბრილაცია, კიდევ რამდენიმე წმ-ის შემდეგ – სუნთქვის დამბლა.   | სუნთქვის დამბლა დენის ხანგრძლივი ზემოქმედების შემთხვევაში.   |
| 300                | გულის ფიბრილაცია და სუნთქვის დამბლა უფრო მოკლე დროში.   | 2–3 წმ-ში გულის ფიბრილაცია, კიდევ რამდენიმე წმ-ის შემდეგ – სუნთქვის დამბლა.  |
| 5000<br>და<br>მეტი | მყისურად ხდება სუნთქვის დამბლა (წმ-ის ნაწილებში). გული ფიბრილაციას ვეღარ ასწრებს. რამდენიმე წმ-ის ზემოქმედების შემდეგ ირღვევა ქსოვილები.  |  |

როგორც 9.2 ცხრილიდან ჩანს, 0,60 მა სიდიდის დენს შეიგრძნობს 1000-დან მხოლოდ 1 ადამიანი, ხოლო 1,50 მა-ს კი – 999. შეგრძნებადობის ზღვრის ეს მნიშვნელობები ძალაშია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა დენის გავლის 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, უშვებს შეცდომებს, რაც მას და მის გარშემო მყოფ ღებამტარ ნაწილებთან მომუშავე პერსონალს გარკვეულ საფრთხეს უქმნის.

დენის ძალის მიხედვით განასხვავებენ აგრეთვე “დამჭერ” და ფიბრილაციურ დენებს. მუდმივი დენი კლასიკური გაგებით “დამჭერი” არ არის, რად-გან იგი კი არ იჭერს, არამედ ადამიანი განცდის ძლიერ ტკივილს სადენზე ხელის გაშვებისას და ამიტომ თვითონ არ უშვებს ხელს მას, ხოლო გულის ფიბრილაციას გაცილებით უფრო მეტი სიდიდის მუდმივი დენი ესაჭიროება ცვლადთან შედარებით, რაც ჩანს 9.3 ცხრილიდან.

„დამჭერი“ დენის ზღვრული სიდიდე ადამიანისათვის სხვადასხვაა. პირობითად მიღებულია 9.4 ცხრილში მოცემული სიდიდეები. ცხრილის შესაბამისად, 50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენის შემთხვევაში 1000-დან 999 ადამიანისათვის „დამჭერი“ დენის სიდიდეა 24,6 მა და მხოლოდ ერთისთვის – 5,3 მა.

ცხრილი 9.4

50 ჰც სიხშირის ცვლადი დენისათვის ზღვრული „დამჭერი“ დენის მაჩვენებლები

|                                |      |      |      |     |     |     |
|--------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| „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 |

კაცების, ქალებისა და ბავშვებისათვის „დამჭერი“ დენის სიდიდე კლებულობს ჩამონათვლის შესაბამისად.

### 9.6. დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გავლენა

უბედური შემთხვევების ანალიზმა და აგრეთვე ცხოველებზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ დაშავების შედეგები მძიმდება დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გაზრდით. ეს აიხსნება იმით, რომ ჯერ ერთი კლებულობს ადამიანის წინაღობა. ამის გარდა, დროის გაზრდით მატულობს ალბათობა, რომ დენის გავლა კარდიოციკლის ყველაზე სუსტ, მგრძობიარე  $T$  ფაზას დაემთხვეს (ნახ. 9.2).

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

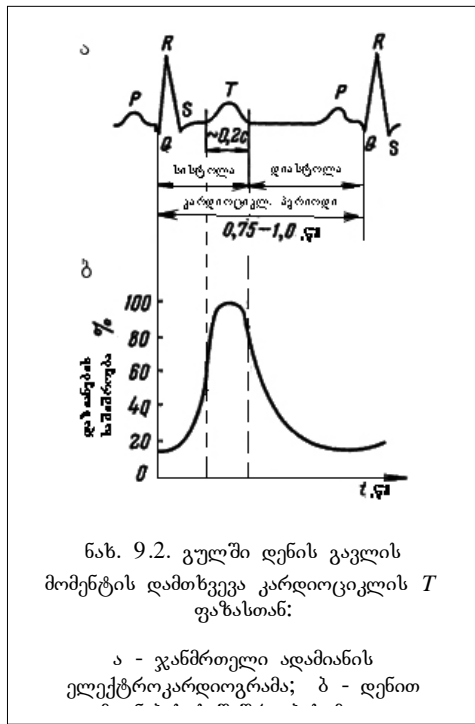
დენის მოქმედების ხანგრძლივობის გაზრდით ეს უარყოფითი ფაქტორები გროვდება და მათი ერთობლივი უარყოფითი ზემოქმედება ორგანიზმზე ძლიერდება.

კარდიოგრამაზე  $P$  ფაზა შეესაბამება წინაგულის შეკუმშვას. ამ დროს მოდუნებული პარკუჭები ივსება სისხლით.  $QRS$  პიკი შეესაბამება პარკუჭების შეკუმშვას, რის შედეგადაც სისხლი გადადის აორტაში.  $T$  არის პერიოდი, როდესაც მთავრდება პარკუჭების შეკუმშვა და ისინი ღუნდებიან.

დადგენილია, რომ გულის მგრძობელობა ელექტროდენის მიმართ სხვადასხვა ფაზაში ერთნაირი არაა. გული ყველაზე დაუცველია  $T$  ფაზაში, რომლის ხანგრძლივობა  $0,2$  წმ-ია, ამიტომ როდესაც დენი გულში ზუსტად  $T$  ფაზაში გადის, ფიბრილაციური დენის მნიშვნელობა  $9.3$  ცხრილში მოცემულ მაჩვენებლებზე ბევრად ნაკლებია. ცხოველებზე ცდების შედეგად გამოირკვა, რომ სამრეწველო სიხშირის  $10$  ა-მდე სიდიდის დენი  $0,2$  წმ-ის განმავლობაში, როგორც წესი, არ იწვევს ფიბრილაციას, თუ მისი მოქმედება ემთხვევა  $P$  ან  $QRS$  ფაზებს. იგივე დენის დამთხვევა  $T$  ფაზასთან იწვევს სიკვდილს მცირე სიდიდის დენის შემთხვევაში ( $0,6-0,7$  ა) იმავე დროის განმავლობაში. თუ დენის მოქმედება სრული კარდიოციკლისათვის საჭირო მთელ დროს ემთხვევა ( $0,75-1$  წმ), საშიშროება იზრდება, რადგანაც იგი  $T$  ფაზასაც აუცილებლად დაემთხვევა.

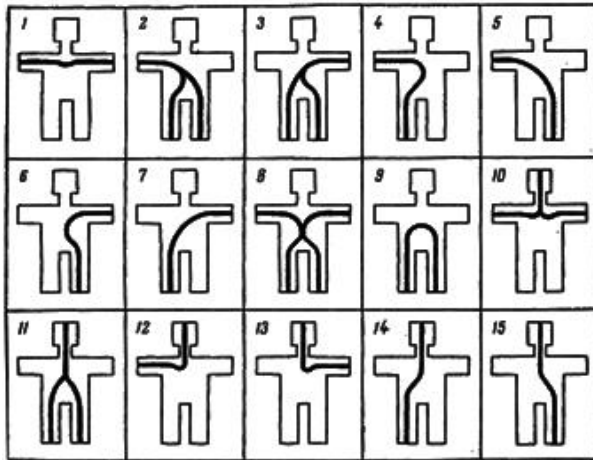
### 9.7. დენის გავლის გზის გავლენა დაშავების შედეგაზე

პრაქტიკა და ცდები გვიჩვენებენ, რომ დაშავების შედეგს არსებითად განაპირობებს ადამიანის ორგანიზმში განდინებული დენის გავლის გზა. თუ დენის გავლის გზაზე აღმოჩნდება მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო ორგანოები – გული, ფილტვები, თავის ტვინი, საშიშროება იზრდება, რადგან დენის ზემოქმედება ამ ორგანოებზე პირდაპირია. თუ დენი სხვა მიმართულებით გადის, მაშინ სასიცოცხლო ორგანოებზე იგი არაპირდაპირ – რეფლექტორულად მოქმედებს და საშიშროებაც შედარებით შემცირებულია.



ადამიანის ორგანიზმში ღენის განდინების გზები სხვადასხვაა. მათგან პრაქტიკაში ძირითადად ვხვდებით 15 მიმართულებას, რომელსაც ღენის მარყუჟსაც უწოდებენ (ნახ. 9.3).

ყველაზე გავრცელებული გზაა „ხელი-ხელი“ და „მარჯვენა ხელი-ფეხები“. შემთხვევების 40%, როცა ადამიანმა შრომისუნარიანობა დაკარგა 3 სამუშაო დღით და მეტით, მოღის პირველ მათგანზე, ხოლო 20% განპირობებულია განდინების გზით „მარჯვენა ხელი-ფეხები“.



ნახ. 9.3. ადამიანის ორგანიზმში ღენის გავლის გზები (ღენის მარყუჟები)

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

ყველაზე საშიშად ითვლება მარყუჟი „თავი-ხელები“ და „თავი-ფეხები“, როდესაც ღენი გადის თავისა და ზურგის ტვინის გავლით. საბედნიეროდ ასეთი მარყუჟები იშვიათია. ნაკლებად საშიშად მიჩნეულია „ფეხი-ფეხი“ მარყუჟი, რომელიც ბიჯური ძაბვით არის გამოწვეული. ამ შემთხვევაში გულში უმნიშვნელო ღენი გადის. ცხოველებზე ჩატარებულმა ცდებმა დააფიქსირა ამ გზის ყველაზე ნაკლები საშიშროება.

თუმცა შესაძლებელია შედეგის ძლიერ დამძიმებაც. მაგალითად, 80 ვ სიდიდის ბიჯური ძაბვა იწვევს ფეხის კუნთების უნებლიე კრუნჩხვით შეკუმშვებს, რასაც მოყვება ადამიანის მიწაზე დაცემა. ამ შემთხვევაში მის სხეულში ღენი გაედინება უფრო საშიში გზით, ძირითადად ხელებიდან ფეხებში და ძაბვაც ბევრად აღემატება ბიჯურს.



## **9.8. ადამიანის ინდივიდუალური თვისებების გავლენა დაშავების შედეგაზე**

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

ადამიანის ფსიქიკური მდგომარეობა დაშავების მომენტში ისეთივე მნიშვნელოვანია, როგორც მისი ელექტრული წინააღობა. ალკოჰოლიზმით, ნევრასთენიზმით, ეპილექსიით დაავადებული ადამიანები, აგრეთვე ისტერიისა და მელანქოლიის მიდრეკილების მქონენი შეიძლება დაიღუპონ ჯანმრთელებისათვის უსაფრთხო სიდიდის დენითაც.

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.

ამ გარემოებათა გათვალისწინებით, ტექნიკური უსაფრთხოების წესები ითვალისწინებს მოქმედ ელექტროდანადგარებთან 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 და ა.შ.

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

## **9.9. ელექტრული დენის უსაფრთხოების სტანდარტები**

როგორც 1.12 პარაგრაფში აღინიშნა, საქართველოს მთავრობის 2006 წლის 24 თებერვლის №45 დადგენილების თანახმად საქართველოში მოქმედებს ტექნიკური რეგლამენტაციის მრავალი ნორმა, რომლებიც ადგენენ ადამიანისათვის შეხების ძაბვის და მის ორგანიზმში განდინებული დენის ზღვრულად დასაშვებ მარცხვლებს ერთმანეთისაგან განსხვავებულ მნიშვნელობებს.

ერთ-ერთი მოქმედი სტანდარტის, კერძოდ “გოსტის” შესაბამისად, საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარების ნორმალური (უავარიო) რეჟიმისათვის მიღებულია 9.5 ცხრილში მოცემული ნორმები. საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარები ეწოდება საცხოვრებელ ბინებში, ყველა ტიპის საზოგადოებრივ შენობებში (კინოთეატრებში, კლუბებში, სკოლებში, საბავშვო ბაღებში, მაღაზიებში, საავადმყოფოებში, თეატრებში) გამოყენებულ მოწყობილობებს, დენის გავლის გზად მიღებულია „ხელი-ხელი“ ან „ხელი-ფეხები“. დენის მოქმედების ხანგრძლივობა არ უნდა აღემატებოდეს დღე-ღამეში 10 წთ.

ცხრილი 9.5

შეხების ძაბვისა და ორგანიზმში განდინებული დენის უდიდესი დასაშვები სიდიდეები საყოფაცხოვრებო ელექტროდანადგარებისათვის

| დენის სახეობა და სიხშირე | უდიდესი დასაშვები მნიშვნელობები |                                       |
|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
|                          | შეხების ძაბვა, ვ                | ორგანიზმში განდინებული დენის ძალა, მა |
| ცვლადი, 50 ჰც            | 2                               | 0,3                                   |
| ცვლადი, 400 ჰც           | 3                               | 0,4                                   |
| მუდმივი                  | 8                               | 1,0                                   |

მაღალი ტემპერატურის ( $30^{\circ}C$  ზე მეტი) და ტენიანობის (75%-ზე მეტი) შემთხვევაში ეს ნორმები დაახლოებით 3-ჯერ მცირდება.

9.6 ცხრილში მოცემულია შეხების ძაბვის ( $U_{შხ}$ ) და ორგანიზმში განდინებული დენის ( $I_{დ}$ ) მაქსიმალური დასაშვები მნიშვნელობები ავარიული რეჟიმისათვის 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულნეიტრალის და იზოლირებულნეიტრალის და 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის იზოლირებულნეიტრალის ქსელებისათვის.

ცხრილი 9.6

შეხების ძაბვისა და ორგანიზმში განდინებული დენის უდიდესი დასაშვები სიდიდეები 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის იზოლირებულნეიტრალის ქსელებისათვის

| დენის მოქმედების ხანგრძლივობა, წმ       | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 0,7 | 1,0 | 1-5 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| შეხების ძაბვის დასაშვები მნიშვნელობა, ვ | 500 | 400 | 200 | 130 | 100 | 65  |

შეხების ძაბვისა და ორგანიზმში განდინებული დენის დასაშვები სიდიდეების კონტროლი ხდება მათი გაზომვით ისეთ ადგილებში, სადაც შეიძლება მოხდეს ქსელში ადამიანის შემთხვევითი ჩართვა.

აღნიშნულის გარდა, დადგენილია სათავსოების კლასიფიკაცია ადამიანების ელექტრული დენით დაზიანების თვალსაზრისით, რომელიც წარმოდგენილია 9.7 ცხრილში. უსაფრთხოა ხის იატაკიანი მშრალი სათავსები, სადაც არ ხდება მტვრის გამოყოფა, ტემპერატურული რეჟიმი ნორმალურია და საქმე არ გვაქვს ჩამიწებულ მოწყობილობებთან. აღნიშნულის მაგალითებია: საცხოვრებელი ბინები, სასწავლო დაწესებულებები, კულტურის დაწესებულებები და ა.შ.

ცხრილი 9.7

სათავსოთა კლასიფიკაცია ელექტრული დენით დაშვების მიხედვით

| № | სათავსოს კლასი           | სათავსოს დახასიათება  |
|---|--------------------------|---|
| 1 | უსაფრთხო                 | სათავსოები, სადაც არ არის ისეთი პირობები, რომლებიც ქვემოთ განისაზღვრება ცნებებით “გაზრდილი საფრთხის სათავსო” და “განსაკუთრებით საშიში სათავსო”.   |
| 2 | გაზრდილი საფრთხის        | სათავსოები, რომლებშიც არის ერთ-ერთი ჩამოთვლილი პირობა:<br>1. გაზრდილი ტენიანობა;<br>2. დენგამტარი მტვერი;<br>3. დენგამტარი იატაკი (ლითონის, ბეტონის, აგურის, გრუნტის);<br>4. მაღალი ტემპერატურა;<br>5. ერთდროული შეხების შესაძლებლობა ჩამიწვეულ კონსტრუქციებთან და ელექტროძრავის კორპუსთან. |
| 3 | განსაკუთრებით საფრთხიანი | სათავსოები, რომლებშიც არის ერთ-ერთი ჩამოთვლილი პირობა:<br>1. განსაკუთრებულად მაღალი ტენიანობა;<br>2. ქიმიურად აქტიური გარემო;<br>3. “გაზრდილი საფრთხის” ორი ან მეტი პირობა ერთდროულად.  |

გაზრდილი საფრთხის სათავსოების მაგალითებია კიბეების ნაკვეთურები და ისეთი საამქროები, რომელთა იატაკს ელექტროგამტარებლობა ახასიათებს ან რომელთა იატაკს არ ახასიათებს ელექტროგამტარებლობა, მაგრამ შეიცავენ ჩამიწვეულ მოწყობილობებს. შესაბამისად, აღნიშნულ ადგილებში შესაძლებელია ერთდროული შეხება ჩამიწვებასთან და ელექტროძრავის კორპუსთან. აქ მხედველობაში არა გვაქვს ისეთი ჩამიწვება, რომელიც აღნიშნულ ელექტროძრავას მიეკუთვნება.

განსაკუთრებით საშიში სათავსოებია საწარმოო დანიშნულების საამქროთა უმრავლესობა, მანქანათმშენებელი, ქიმიური და მეტალურგიული საწარმოები, შახტები და მადაროები, ელექტროსადგურები. ღია ცის ქვეშ განლაგებული სამუშაო ადგილები საშიშროების მხრივ გათანაბრებულია განსაკუთრებით საშიშ სათავსოებთან.

შექმნილი კლიმატური პირობების, გამოყოფილი მტვერისა და ქიმიური ნივთიერებების მიხედვით სათავსოთა კლასიფიკაცია მოცემულია 9.8 ცხრილში.

ცხრილი 9.8

სათავსოთა კლასიფიკაცია ეკოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით

| № | სათავსოს კლასი         | სათავსოს დახასიათება  |
|---|------------------------|---|
| 1 | ნორმალური              | შშრალი სათავსო, რომელშიდაც არ არის მაღალი ტემპერატურა, არ ხდება მტვერის გენერაცია და ქიმიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა.   |
| 2 | შშრალი                 | სათავსოს ფარდობითი ტენიანობა არ აღემატება 60%.  |
| 3 | ტენიანი                | სათავსოს ფარდობითი ტენიანობა იცვლება 60–75 % ფარგლებში.   |
| 4 | ნესტიანი               | სათავსოს ფარდობითი ტენიანობა უმეტესი დროის განმავლობაში უფრო მეტია, ვიდრე 75%.  |
| 5 | განსაკუთრებით ნესტიანი | სათავსოს ფარდობითი ტენიანობა შეადგენს 100% ან ახლოსაა მასთან. ამ დროს კედლებზე, იატაკზე, ჭერზე და სათავსოში განთავსებული საგნების ზედაპირზე ხდება სითხის კონდენსაცია. |

|   |                  |   |
|---|------------------|---|
| 6 | ცხელი            | სათავსოს ტემპერატურა უმეტესი დროის განმავლობაში აღემატება ცელსიუსის 30 გრადუსს.   |
| 7 | მტვრიანი         | წარმოების ხასიათის მიხედვით სათავსოში გამოიყოფა მტვერი, რომელიც ილექება ზედაპირებზე, აღწევს მანქანათა ნაწილებში, აპარატების შედა სივრცეში. მტვერი შესაძლებელია იყოს როგორც ელექტროგამტარი, ისე ნეიტრალური ამ მხრივ. |
| 8 | ქიმიურად აქტიური | წარმოების პირობების მიხედვით სათავსოში ხდება ქიმიურად აქტიური ორთქლის ან ნადების გამოყოფა, რომლებიც იწვევენ დენგამტარი ნაწილების იზოლაციის დარღვევას.   |

ელექტროტექნიკური მოწყობილობებისა და ნაკეთობების კლასიფიკაცია ადამიანის ელექტრული დენით დაშავების მიხედვით მოცემულია 9.9 ცხრილში.

ცხრილი 9.9

ელექტროტექნიკური მოწყობილობების კლასიფიკაცია დენით დაშავების მიხედვით

| № | კლასი | მოწყობილობის დახასიათება   |
|---|-------|--|
| 1 | 0     | უნდა ჰქონდეს მუშა იზოლაცია და არ უნდა იყოს გათვალისწინებული ჩამიწება (არ უნდა ჰქონდეს ჩასამიწებელი ელემენტი).          |
| 2 | 0I    | უნდა ჰქონდეს მუშა იზოლაცია და ჩასამიწებელი ელემენტი, კვებასთან მისაერთებელ კაბელში არ უნდა იყოს ძარღვი ჩამიწებისათვის. |
| 3 | I     | მინიმუმ უნდა ჰქონდეს მუშა იზოლაცია და ჩასამიწებელი ელემენტი.   |
| 4 | II    | უნდა ჰქონდეს ორმაგი იზოლაცია და არ უნდა იყოს გათვალისწინებული ჩამიწება (არ უნდა ჰქონდეს ჩასამიწებელი ელემენტი).        |
| 5 | III   | მოწყობილობები, რომლებსაც 42 ვ-ზე მეტი ძაბვის მქონე არც შიგა და არც გარე ელექტრული ქსელები არა აქვთ.                    |

9.9 ცხრილის შენიშვნები: 1. მე-3 პუნქტთან დაკავშირებით. თუ I კლასის მოწყობილობას ახლავს კვების წყაროსთან მისაერთებელი კაბელი, მაშინ მას უნდა ჰქონდეს ჩამიწების ძარღვი და სათანადოდ მოწყობილი ჩართვის ჩანგალი.

2. მე-5 პუნქტთან დაკავშირებით. მოწყობილობები, რომლებიც კვებას გარე წყაროდან ღებულობენ, III კლასს შესაძლებელია მიეკუთვნონ იმ შემთხვევაში, როცა მათი მიერთება ხდება ისეთ წყაროსთან, რომლის ძაბვა არ აღემატება 42 ვ (უქმი სვლის შემთხვევაში დასაშვებია 50 ვ). კვების წყაროდ ტრანსფორმატორის გამოყენების შემთხვევაში ამ უკანასკნელის შესასვლელი და გამოსაყვანი ხვები ერთმანეთთან ელექტრულად არ უნდა იყვნენ დაკავშირებული და იზოლაცია მათ შორის უნდა იყოს ორმაგი ან გაძლიერებული.

## 9.10. ადამიანის გათავისუფლება დენის მოქმედებისაგან

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

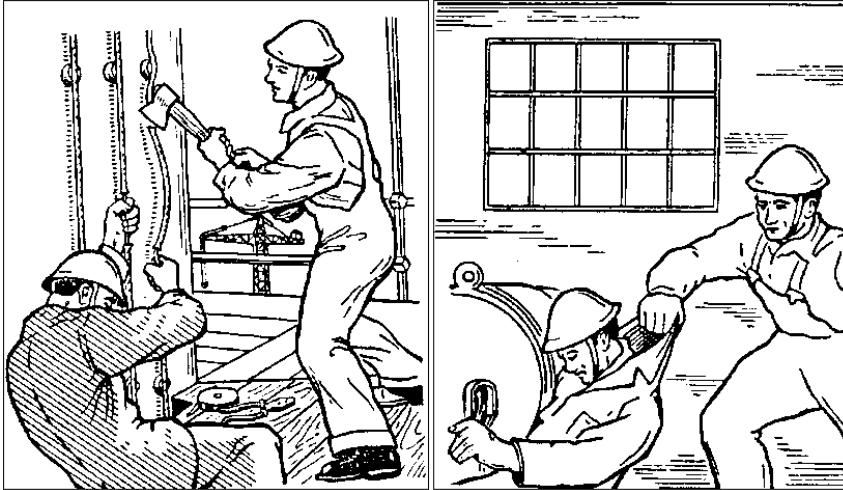
დაზარალებული სშირად დამოუკიდებლად ვერ ითავისუფლებს თავს. ეს ხდება კუნთების უნებლიე კრუნჩხვითი შეკუმშვის, კიდურების ან სხვა ორგანოთა დამბლისა და ნერვული სისტემის დაზიანების შედეგად. მისი გათავისუფლება შესაძლებელია რამდენიმე გზით, მათგან პირველია ელექტროდანადგარის სწრაფი გამოერთვა.

**ელექტროდანადგარის გამოერთვა** ხდება უახლოესი ამორთველის გათიშვით, მცველების ამოხრახნით, ჩამრთველის გამოერთვით და ა.შ. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ თუ დაზარალებული გარკვეულ სიმძლავრეზეა, შეიძლება გამოერთვისას იგი ჩამოვარდეს ან შუქი ჩაქრეს, ამიტომ საჭიროა ვიქონიოთ სინათლის წყარო, ხოლო თუ გვაქვს ავარიული განათება, იგი ჩავერთოთ.

თუ სწრაფი ამორთვა შეუძლებელია დაშორების ან მიუდგომლობის გამო, შესაძლებელია წრედი გავთიშოთ სადენის გადაჭრით ან დაშვებული მოვაცილოთ სადენს. მეთოდის შერჩევა დამოკიდებულია ძაბვაზე, გამოერთვის პირობებზე, გამოსართავად საჭირო საშუალებათა არსებობაზე და უმთავრესად დამხმარის კვალიფიკაციაზე. ყველა შემთხვევაში საჭიროა დაშვებულის სწრაფი გათავისუფლება და ზრუნვა, რომ თვითონ დამხმარემ არ განიცადოს ძაბვის ზემოქმედება.

**1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელში** ზოგჯერ შეიძლება გამტარის გადაჭრა მშრალი ხისტარიანი ცულით ან ინსტრუმენტით, რომელსაც იზოლირებული სახელური აქვს. შეიძლება გამოვიყენოთ უიზოლაციო მჭრელი იარაღებიც იმ პირობით, თუ გვეცმება რეზინის ხელთათმანები და ფეხსაცმელი. 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 ჩავლებით. ამ შემთხვევაში არ უნდა შევეხოთ მის სხეულს და ჩამიწებულ საგნებს. უნდა ვიმოქმედოთ ერთი ხელით, მეორე ხელი უნდა იყოს ჯიბეში ან ზურგზე (ნახ. 9.4).



ნახ. 9.4. ელექტრული დაზვისაგან დაშავებულის გათავისუფლების ილუსტრაცია: სადენის გადაჭრა მშრალი ხისტარიანი ცულით; დაზარალებულის გამორთვა მშრალ ტანსაცმელზე ხელის ჩაველებით

თუ ტანსაცმელი დასველებულია და აუცილებელია დაზარალებულთან შეხება, უნდა გვეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანები, ხოლო მათი არქონისას ხელზე უნდა დავიხვიოთ ან დაშავებულს შემოვახვიოთ მშრალი ქსოვილი (პიჯაკი, ლაბადა, რეზინის ხალიჩა), უნდა გვეცვას რეზინის ჩექმები ან დავდგეთ მშრალ ნივთებზე, რომლებიც დენს არ ატარებენ.

თუ ტანსაცმელი დასველებულია და აუცილებელია დაზარალებულთან შეხება, უნდა გვეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანები, ხოლო მათი არქონისას ხელზე უნდა დავიხვიოთ ან დაშავებულს შემოვახვიოთ მშრალი ქსოვილი (პიჯაკი, ლაბადა, რეზინის ხალიჩა), უნდა გვეცვას რეზინის ჩექმები ან დავდგეთ მშრალ ნივთებზე, რომლებიც დენს არ ატარებენ.

თუ დაზარალებული კრუნჩხვითი შეკუმშვების გამო ხელს უჭერს გამტარს, უნდა გავუხსნათ ყოველი თითი ცალ-ცალკე. ამ შემთხვევაში დამხმარეს უნდა ეცვას დიელექტრიკული ხელთათმანი, რეზინის ჩექმები და იდგეს დიელექტრიკულ სადგარზე. სადენის გადაგდება დაშავებულის სხეულიდან შეიძლება მშრალი ჯოხით ან სხვა დენგაუმტარი საგნით.

**1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში** აუცილებელია დიელექტრიკული ხელთათმანის და რეზინის ჩექმების ჩაცმა და მოქმედება მაღალი ძაბვისთვის განკუთვნილი სპეციალური შტანგით და მარწუხებით (ნახ. 9.5). დიელექტრიკული ჩექმები საჭიროა ბიჯური დაზვისაგან დასაცავად. ელექტროდანადგარის ავტომატური გამორთვა შესაძლებელია მოკლე

ჩართვის მოწყობით ან ფაზის ჩამიწებით. ეს მოსახერხებელია მაღალი ძაბვის შემთხვევაში, რადგანაც ეს ელექტროდანადგარები აღჭურვილია სწრაფ-მოქმედი სარელეო დაცვით. თუმცა ეს მოქმედებები საშიშია და უნდა მიემართოს მხოლოდ უკიდურეს შემთხვევაში. მაგ., საჭაერო ხაზებზე, როცა დამორების გამო დაშვებულს სწრაფად ვერ გავათავისუფლებთ.

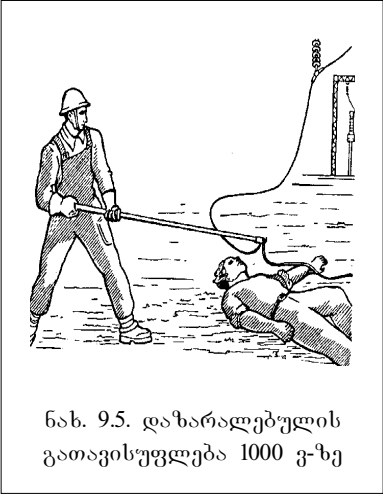
**მოკლე ჩართვა და ჩამიწება საჭაერო ხაზებზე** შესაძლებელია მათზე ჩამამიწებელი გამტარის გადაგებით. სასურველია შესაბამისი სიგრძის სპილენძის არაიზოლირებული მოქნილი სადენი. შეიძლება ნებისმიერი ჩვეულებრივი არაიზოლირებული სადენის გამოყენებაც. გადაგებული გამტარის კვეთი უნდა იყოს საკმარისი, რომ არ დაიწვას მოკლე ჩართვის დენით. სპილენძის შემთხვევაში კვეთი უნდა იყოს: 1000 ვ-მდე – 16 მმ<sup>2</sup> და 1000 ვ-ზე ზემოთ – 25 მმ<sup>2</sup>. გადაგების წინ გამტარის ერთი ბოლო საიმედოდ ჩამიწდება, მეორე ბოლოზე კი პატარა ტვირთს ამაგრებენ. გადაგება ისე უნდა მოხდეს, რომ გამტარი არ შეეხოს ადამიანებს, მათ შორის დაზარალებულს და დამხმარეს. თუ დაშვებული ენება ერთ სადენს, ხშირად საკმარისია მხოლოდ ამ სადენის ჩამიწება.

### 9.11. დენის განდინება გრუნტში

გრუნტში დენის განდინება ხდება მხოლოდ მასთან კონტაქტში მყოფი გამტარის მეშვეობით. ასეთი კონტაქტი შეიძლება იყოს შემთხვევითი ან მიზანდასახული.

გამტარს ან გამტართა ჯგუფს, რომელიც მიწასთან ელექტრულად არის დაკავშირებული ეწოდება ჩამამიწებელი. ერთეულ გამტარს, რომელიც გრუნტთან კონტაქტშია, ეწოდება ერთეული ჩამამიწებელი ან ჩამამიწებელი ელექტროდი, ან უბრალოდ ელექტროდი. ჩამამიწებელს, რომელიც შედგება რამდენიმე პარალელურად შეერთებული ელექტროდისაგან, ეწოდება ჯგუფური ან რთული ჩამამიწებელი.

დენის გრუნტში განდინების მიზეზები შემდეგია: ელექტროდანადგარის ჩამამიწებელ კორპუსზე დენგამტარი ნაწილების მოკლე ჩართვა, სადენის მიწაზე დავარდნა, მიწის გამოყენება გამტარად და სხვ. ყველა ამ შემთხვევაში ხდება პოტენციალის (ანუ მიწის მიმართ ძაბვის) მკვეთრი შემცირება. ეს მოვლენა უსაფრთხოების თვალსაზრისით კარგია, თუმცა პოტენციალის შემცირებასთან



ნახ. 9.5. დაზარალებულის გაათავისუფლება 1000 ვ-ზე

ერთად გვაქვს უარყოფითი მოვლენებიც, როგორცაა ჩამიწებელზე პოტენციალის წარმოშობა, მას კი ლითონური ნაწილები უკავშირდება, ასევე მიწის ზედაპირზე განდინების ადგილის ირგვლივ პოტენციალის წარმოშობა, რამაც შეიძლება დიდ რიცხვით მნიშვნელობას მიაღწიოს.

პოტენციალთა სხვაობა, ცვლადობა და შექმნილი საშიშროება დამოკიდებულია ბევრ ფაქტორზე: გრუნტში განდინებული დენის რიცხვით სიდიდეზე, ელექტროდების კონფიგურაციაზე, ზომებზე, რაოდენობაზე, განლაგებაზე, გრუნტის კუთრ წინაღობაზე. ამ ფაქტორების ზემოქმედებით შესაძლებელია პოტენციალის შემცირება უსაფრთხო მნიშვნელობამდე.

**პრტიქული ჩამიწებელი** შესაძლებელია იყოს სხვადასხვა ტიპის: სფეროსებრი (განთავსებული მიწაში და მიწის ზედაპირზე), ღეროსებრი (მიწაში და ზედაპირზე), რგოლური, წრიული და სხვ. მათი ელექტრული წინააღობები სხვადასხვაა.

ერთეული ჩამიწებლიდან ყველაზე გავრცელებულია სხვადასხვა კვეთის ღეროვანი ჩამიწებელი.

ნებისმიერი ფორმის ჩამიწებლისათვის პოტენციალი გამოითვლება ფორმულით

$$\varphi = \frac{I_a \cdot \rho}{2\pi X} \quad , \quad (9.2)$$

სადაც  $I_a$  არის მიწაში ჩამიწებლით განდინებული დენის ძალა, ა;  $\rho$  – გრუნტის კუთრი წინააღობა, ო.მ (ომი.მეტრი);  $X$  – მანძილი ჩამიწებლიდან გაზომვის წერტილამდე, მ.

უნდა აღინიშნოს, რომ დედამიწის პოტენციალი ნებისმიერი ფორმის ჩამიწებლიდან 20 მ დაშორებით პრაქტიკულად ნულის ტოლია.

ჩამიწებლის მეშვეობით მიწაში განდინებული დენი გადალახავს წინააღობას, რომელსაც ეწოდება დენის განდინებისადმი ჩამიწებლის წინააღობა ან უბრალოდ, განდინების წინააღობა. იგი შედგება სამი მდგენლისაგან: თვით ჩამიწებლის წინააღობა, გარდამავალი წინააღობა ჩამიწებელსა და გრუნტს შორის და გრუნტის წინააღობა. პირველი ორი მდგენელი მესამესთან შედარებით უმნიშვნელოა, ამიტომ შესაძლებელია მათი იგნორირება. ამგვარად, ძირითადია გრუნტის წინააღობა.

იმ შემთხვევაში, თუ ჩამიწებელი საკმაოდ განფენილია, მისი წინააღობა მხედველობაში მიიღება.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ყველა ტიპის ჩამიწებლისათვის არსებობს ზოგადი ფორმულა, მაგრამ ამასთანავე გვაქვს სპეციალური ცხრილი, სადაც



ყველა ტიპს აქვს შესაბამისი ფორმულა პოტენცილის გამოსათვლელად ელექტროსტატიკური ანალოგიის მეთოდით. ჩათვლილია, რომ გრუნტი ერთგვაროვანია.

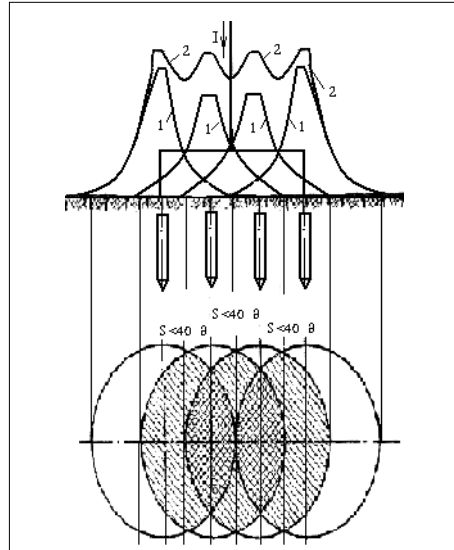
**ჯგუფური ჩამმიწებელი.** ელექტროუსაფრთხოების მოთხოვნებით ჩამიწებას უნდა ჰქონდეს მცირე წინაღობა. ამისათვის ერთეული ჩამმიწებლის გეომეტრიულ ზომებს ზრდიან ან იყენებენ რამდენიმე პარალელურად შეერ-თებულ ელექტროდს, რომ-ლებსაც ჯგუფური ჩამმიწებელი ეწოდება.

ლითონის ხარჯისა და სხვა მაჩვენებლებით ჯგუფური ჩამმიწებლის 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 ჩამმიწებელს. ელექტროდებს შორის დიდი დაცილებისას

(>40 მ) თითოეული ელექტროდის ირგვლივ დამოუკიდებელი პოტენციალის მრუდია, ისინი ერთმანეთს არ კვეთენ, ამასთან ყველა მათგანის პოტენციალი ტოლია, მაშინაც კი, თუ ელექტროდებს სხვადასხვა ზომები აქვთ, ანუ თუ მათში სხვადასხვა სიდიდის დენი გაედინება (ნახ. 9.6).

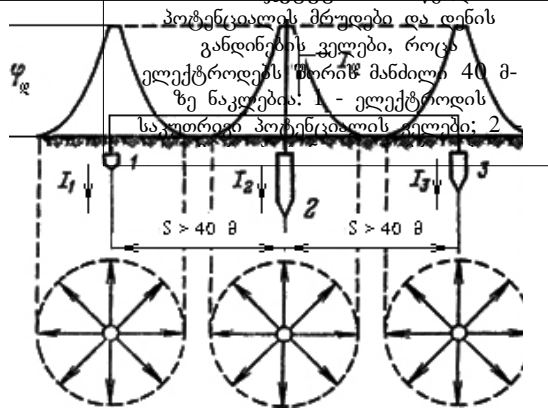
ელექტროდებს შორის მცირე დაცილებისას (<40 მ), დენების განდინების ველები ერთმანეთს ედება, პოტენციალის მრუდები

გადაიკვეთება და გვაძლევს ჯამური პოტენციალის მრუდს რადგანაც ჯგუფური ჩამმიწებლის ელექტროდები ერთმანეთთან დაკავშირებულია, მათ აქვთ ერთნაირი



ნახ. 9.7. ჯგუფური ჩამმიწებლის პოტენციალის მრუდები და დენის განდინების ველები, როცა

ელექტროდებს შორის მანძილი 40 მ-ზე ნაკლებია: 1 - ელექტროდის საკუთრივ პოტენციალის ელემენტი; 2



ნახ. 9.6. ჯგუფური ჩამმიწებლის პოტენციალის მრუდები და დენის განდინების ველები, როცა

პოტენციალი, რომელსაც ეწოდება ჯგუფური ჩამმიწებლის პოტენციალი  $\varphi_{\text{ჯგ}}$  (ნახ. 9.7).

თუ ჩამმიწებლებს შორის დაცი-ლება 40 მ-ზე მეტია და ისინი ერთნაირია, ჯგუფური ჩამმიწებლის წინალობა გამოითვლება ფორმულით

$$R = \frac{R_0}{n}, \quad (9.3)$$

სადაც  $R$  არის ჯგუფური ჩამმიწებლის ჯამური წინალობა,  $R_0$  – ცალკეული ჩამმიწებლის წინალობა,  $n$  – ჩამმიწებელთა საერთო რიცხვი.

ჯგუფური ჩამმიწებლის პოტენციალის გაანგარიშება შესაძლებელია ფორმულით

$$\varphi = \frac{IR_0}{n}, \quad (9.4)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა  $I$  არის ჩამმიწებელში განდი-ნებული დენის ძალა, ა.

თუ ჩამმიწებლებს შორის მანძილი ნაკლებია 40 მ-ზე, ჯგუფური ჩამმიწებ-ლის წინალობა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით

$$R = \frac{R_0}{\eta n}, \quad (9.5)$$

სადაც  $\eta$  არის გამოყენების კოეფიციენტი, აიღება ცხრილიდან და დამოკი-დებულია ელექტროდების ფორმაზე, ზომებზე, რაოდენობაზე, ერთმანეთი-საგან დაცილებაზე.

პოტენციალი იმავე პირობებში გამოითვლება ფორმულით

$$\varphi = \varphi_{01} + \sum_1^n \varphi_1, \quad (9.6)$$

სადაც  $\varphi_{01}$  არის პირველი ელექტროდის საკუთარი პოტენციალი, ხოლო  $\varphi_1$  – პირველი ელექტროდის პოტენციალზე დადებული ერთ-ერთი უახლოესი პოტენციალი.

რთული ჩამმიწებლის შემთხვევაში (კვადრატული ბადე, მართკუთხა ცხაურა და სხვ.) წინალობა გამოითვლება სხვა ფორმულებით, სადაც გათვალისწი-ნებულია ბადის კონფიგურაცია და სხვა ფაქტორები.

## 9.12. შხმების კაპაზა

შეხების ძაბვა  $U_{შეხ}$  ეწოდება დენის წრედის ორ წერტილს შორის ძაბვას, რომლებსაც ერთდროულად ეხება ადამიანი და განისაზღვრება ფორმულით

$$U_{შეხ} = I_{აღ} \cdot R_{აღ}, \quad (9.7)$$

სადაც  $I_{აღ}$  არის ადამიანის სხეულში განდინებული დენი „ხელი-ფეხები“ გზით, ა;  $R_{აღ}$  – ადამიანის სხეულის ელექტრული წინაღობა, ომი.

დამცავი ჩამიწების ან დანულების ზონაში ერთ წერტილს, რომელსაც ადამიანი ეხება, აქვს ჩამიწების პოტენციალი  $\varphi_{ჩ}$ , მეორეს კი – საძირკვლის პოტენციალი, სადაც ადამიანი დგას  $\varphi_{საძ}$ . ადამიანის ხელსა და ფეხებს შორის აღიძვრება შეხების ძაბვა, რომელიც გამოითვლება ქვემოთ მოცემული ერთ-ერთი ფორმულით

$$U_{შეხ} = \varphi_{ჩ} - \varphi_{საძ},$$

$$U_{შეხ} = \varphi_{ჩ} \cdot U\alpha_1, \quad (9.8)$$

სადაც  $\alpha_1$  არის შეხების კოეფიციენტი, ითვალისწინებს პოტენციალის მრუდის ფორმას და სიდიდით ყოველთვის ერთზე ნაკლებია.

ერთეული ჩამმიწებლის შემთხვევაში ჩამმიწებლის სიახლოვეს მყოფი დანადგარის კორპუსს აქვს იგივე პოტენციალი, რაც ჩამმიწებლს  $\varphi_{ჩ}$ . რაც უფრო შორსაა ადამიანი ჩამმიწებლიდან, მით მეტია შეხების ძაბვა და პირიქით. პრაქტიკულად 20 მ მანძილზე და მეტზე შეხების ძაბვა აღწევს მაქსიმუმს და უტოლდება ჩამმიწების პოტენციალს  $U_{შეხ} = \varphi_{ჩ}$ , ამასთან  $\alpha_1 = 1$ . ეს არის შეხების ყველაზე საშიში შემთხვევა. როდესაც ადამიანი დგას უშუალოდ ჩამმიწებელზე,  $U_{შეხ} = 0$  და  $\alpha_1 = 0$ , ეს არის ყველაზე უხიფათო შემთხვევა. მიუხედავად იმისა, რომ ადამიანი ჩამმიწების პოტენციალის  $\varphi_{ჩ}$  გავლენას განიცდის, მასზე არ მოწმედებს შეხების ძაბვა. სხვა შემთხვევებში, როდესაც ჩამმიწებლამდე მანძილი 0-20 მ-ია, შეხების ძაბვა იზრდება 0-დან  $\varphi_{ჩ}$ -მდე, ხოლო  $\alpha_1$  – 0-დან 1-მდე (ნახ. 9.8).

ჯგუფური ჩამიწებლის შემთხვევაში ცალკეულ ჩამიწებლებში დენის განღინების ველები ერთმანეთს ედება, ამიტომ მიწის პოტენციალი ნებისმიერ წერტილში ნულისაგან განსხვავდება ანუ  $U_{შეს} < \varphi_{წ}$  და  $\alpha_1 < 1$ .

როგორც ერთეული ჩამიწებლის შემთხვევაში, ჯგუფური ჩამიწებისას შეხების დაბვა ნულის ტოლია მაშინ, როცა ადამიანი ეხება ჩამიწებულ კორპუსს და დგას უშუალოდ ჯგუფურ ჩამიწებელში შემავალ ერთ-ერთ ელექტროდზე. შეხების დაბვა მაქსიმალური იქნება ელექტროდებიდან გარკვეულ მანძილზე მათი ფორმისა და ურთიერთგანლაგების გათვალისწინებით. შეხების დაბვის მაქსიმუმი აღინიშნება, როგორც წესი, ელექტროდებიდან ყველაზე დაშორებულ წერტილში. შეხების კოეფიციენტები აიღება ცხრილიდან.

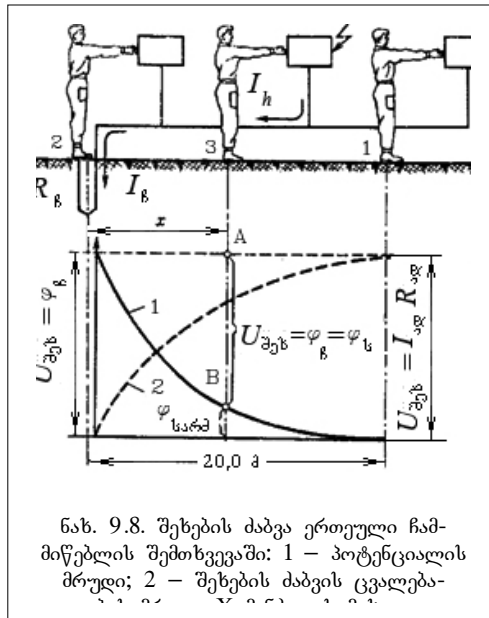
ადამიანის სხეულში განღინებული დენი გადალახავს იმ წინააღმდეგობას, რაზეც ადამიანი დგას ანუ იმ უბანს, რასაც ფეხი ეხება (მიწა, იატაკი, საძირკველი). ამ წინააღმდეგობას ეწოდება გარდამავალი წინააღმდეგობა. რეალურად ეს წინააღმდეგობა ნულის ტოლი არ არის და ხანდახან მნიშვნელოვან სიდიდესაც აღწევს. შეხების დაბვა ადამიანის გარდამავალ წინააღმდეგობაში დაბვის ვარდნის გათვალისწინებით გამოითვლება ფორმულით

$$U_{შეს} = \varphi_{წ} \alpha_1 \alpha_2, \tag{9.9}$$

სადაც  $\alpha_1$  არის შეხების კოეფიციენტი;  $\alpha_2$  – შეხების დაბვის კოეფიციენტი ადამიანის გარდამავალ წინააღმდეგობაში დაბვის ვარდნის გათვალისწინებით

$$\alpha_2 = \frac{R_{ად}}{R_{ად} + 1,5\rho}, \tag{9.10}$$

სადაც  $\rho$  არის გრუნტის კუთრი ელექტრული წინააღმდეგობა.



ნახ. 9.8. შეხების დაბვა ერთეული ჩამიწებლის შემთხვევაში: 1 – პოტენციალის მრუდი; 2 – შეხების დაბვის ცვალებადობის მრუდი.

### 9.13. ბიჯური კაპავა

ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის პროცესში იზოლაციის დაზიანების ან შიშველი სადენის მიწასთან შეხების გამო დენი იწყებს განდინებას მიწაში და ნაწილდება მასში რადიალური მიმართულებით (ნახ. 9.9). თუ ადამიანი აღმოჩნდა მიწაში დენის განდინების წერტილის სიახლოვეს, მან შეიძლება განიცადოს ბიჯური ძაბვის ზემოქმედება. ამის მიზეზი ის არის, რომ მიწაში დენის განდინების ზონაში ნიადაგის იმ წერტილებს, რომლებსაც ერთდროულად ეხება ადამიანის ფეხები, აქვთ სხვადასხვა პოტენციალები.

მიწაში დენის განდინების დროს წარმოიქმნება ე.წ. განდინების ზონა – მიწის მონაკვეთი, რომლის საზღვრებში შეიმჩნევა განდინების დენის მიერ წარმოქმნილი მნიშვნელოვანი ძაბვა.

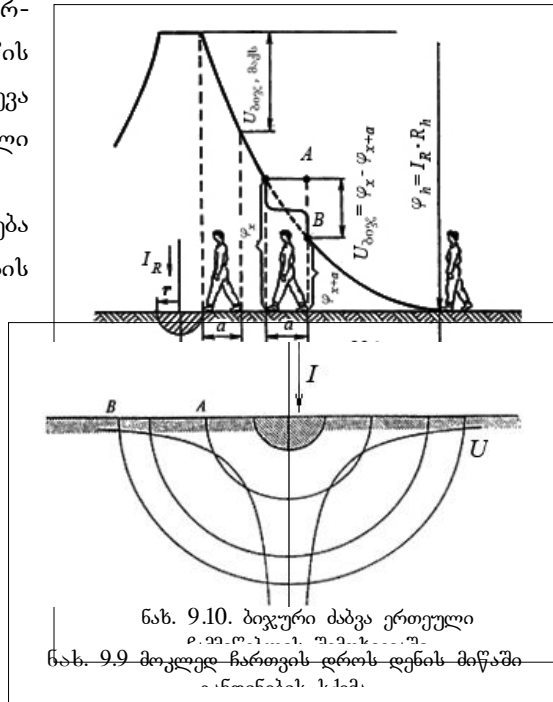
მიწის ზედაპირზე ძაბვა მცირდება საყრდენიდან დენის ხაზის დაცილების მიხედვით. ღერძთან ახლოს დენის განდინების ზონაში ძაბვის განაწილების მრუდს აქვს ციცაბო კლება. დენის განდინებას ხშირად გამოსახავენ გრაფიკით, რომლის ვერტიკალზე გადაიზომება ძაბვის მნიშვნელობა ვოლტებში ან ძაბვის ფარდობითი (უგანზომილებო) სიდიდეები.

უკანასკნელ შემთხვევაში განსახილველ წერტილში ძაბვას ყოფენ საყრდენზე, მოკლედ ჩართვის ადგილზე ან ღერძებზე არსებულ მთლიან ძაბვაზე.

მიწაში (საფუძველში) დენის განდინების დროს მიწის ზედაპირზე წარმოიქმნება ელექტრული პოტენციალების ველი  $\varphi$ . რაც უფრო შორსაა მიწაზე არსებულ მოკლედ შერთვის წერტილი, მით უფრო მცირეა პოტენციალების სიდიდე. დენის განდინების ზონაში ელექტრული პოტენციალი ნაწილდება ჰიპერბოლური კანონით

$$\varphi = \frac{k}{x}, \quad (9.11)$$

სადაც  $k$  არის მუდმივი სიდიდე, რომელიც დამოკიდებულია გრუნტის წინააღობაზე და მოკლედ შერთვის განდინების დენის სიდიდეზე;  $x$  – მანძილი მოკლედ შერთვის წერტილიდან საძიებო წერტილამდე.



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

პოტენციალთა სხვაობას ორ წერტილს შორის, რომლებზეც ერთდროულად დგას ადამიანი, ეწოდება ბიჯური ძაბვა. ბიჯური ძაბვა არის ადამიანის სხეულში ძაბვის ვარდნა და განისაზღვრება ფორმულით

$$U_{\text{ბიჯ}} = I_{\text{ად}} \cdot R_{\text{ად}}, \quad (9.12)$$

სადაც  $U_{\text{ბიჯ}}$  არის ბიჯური ძაბვა,  $I_{\text{ად}}$  – ადამიანის სხეულში განდინებული დენი „ფეხი-ფეხი“-ის გზით,  $R_{\text{ად}}$  – ადამიანის სხეულის ელექტრული წინააღობა, ომი (ნახ. 9.10).

ჩამძიწებელთან ან მიწაზე დაგდებულ შიშველ სადენტან ახლოს მდებარე ფეხის პოტენციალი მეტია, მეორე ფეხთან შედარებით. ეს პოტენციალები შესაბამისად განისაზღვრებიან ფორმულებით

$$\varphi_1 = \frac{I \cdot \rho}{2\pi x}, \quad (9.13)$$

$$\varphi_2 = \frac{I \cdot \rho}{2\pi(x+a)}, \quad (9.14)$$

სადაც  $I$  არის მიწაში განდინების დენი;  $\rho$  – გრუნტის კუთრი წინააღობა;  $x$  – მანძილი მიწაში დენის განდინების წერტილიდან უფრო ახლოს განლაგებულ ფეხამდე;  $a$  – ადამიანის ნაბიჯის სიგრძე.

მაშასადამე, ფეხებს შორის მანძილს, ანუ ნაბიჯს ამ შემთხვევაში ბიჯი ეწოდება, ფეხის ტერფებს შორის პოტენციალთა სხვაობას კი – ბიჯური ძაბვა.

ზედა ფორმულების გათვალისწინებით, ბიჯური ძაბვის გამოსათვლელი ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს

$$U_{\text{ბიჯ}} = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{I\rho a}{2\pi x(x+a)}. \quad (9.15)$$

ყველაზე საშიშია ჩამძიწებელთან ახლოს დგომა. რაც უფრო ვშორდებით 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 ზონაში ადამიანის მოხვედრისას წრედი იკვრება შედარებით უსაფრთხო „ფეხი-ფეხი“ გზით, მაგრამ 80 ვ-ზე მეტი ბიჯური ძაბვის დროს, როგორც აღინიშნა ზემოთ, იწყება ფეხის

კუნთების კრუნჩხვები, ადამიანი შეიძლება დაეცეს მიწაზე, რის გამოც გაიზრდება მის სხეულზე მოდებული დაზიანება და შესაბამისად საფრთხეც. ამის გამო დაუშვებელია მიახლოება მიწაზე დაგდებულ სადენტთან 4-5 მ რადიუსის ფარგლებში (დახურულ სათავსებში) და 8-10 მ რადიუსის ფარგლებში (ღია ადგილებში).

#### 9.14. გრუნტის ელექტრული წინააღმდეგობა

გრუნტი ელექტრული დენის ცუდი გამტარია. თუ შევადარებთ ლითონებს, მაგ., სპილენძს, გრუნტის გამტარობა 5,7 მილიარდჯერ ნაკლებია სპილენძის გამტარობაზე. თუმცა იმის გამო, რომ განდინების ზედაპირი, ძალიან დიდია, გრუნტი დენის გავლას უმნიშვნელო წინააღმდეგობას უწევს.

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

გრუნტის ელექტრული წინააღმდეგობა ხასიათდება ჯამური კუთრი წინააღმდეგობით  $\rho$ , ანუ იმ კუბის წინააღმდეგობით, რომლის წიბო 1 მ-ია. მისი განზომილებაა ომი-მ.

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

ნებისმიერი შედგენილობის მშრალ გრუნტს დიდი კუთრი წინააღმდეგობა აქვს ( $10^4$  ომი-მ და მეტი). ე.ი. პრაქტიკულად იგი დენს არ ატარებს. გრუნტის დატენიანებით მისი წინააღმდეგობა მკვეთრად მცირდება, რადგან წყალი ხსნის გრუნტში არსებულ მარილებს, ხოლო ყველანაირი მარილის წყალხსნარი დენგამტარია.

ტენიანობის ზრდა 15-20% -მდე (მასის მიხედვით) მკვეთრად ამცირებს გრუნტის კუთრი წინააღმდეგობას. ტენიანობის შემდგომი ზრდა ნაკლებად მოქმედებს წინააღმდეგობის ცვლილებაზე. 70-80%-დან კი წინააღმდეგობა უმნიშვნელოდ იზრდება, რაც აიხსნება წყალში მარილების კონცენტრაციის შემცირებით.

ტენიანი გრუნტი წარმოადგენს ელექტროლიტს. მისი ტემპერატურის მატებით კუთრი წინააღმდეგობა მცირდება, რადგან ტემპერატურის ზრდა იწვევს წყალში გახსნილი მოლეკულების დისოციაციის გაზრდას, ანუ ხსნარში იონების რიცხვის მატებას, რაც ზრდის დენგამტარობას. ეს კანონზომიერება ძალაშია წყლის ინტენსიური აორთქლების დაწყებამდე. ინტენსიური აორთქლება ხდება ნიადაგის გახურების შედეგად ჩამქობებულში დიდი დენების გავლის შემთხვევაში.

გამომშრალი გრუნტი კი ხასიათდება დიდი კუთრი წინალობით.  $0^{\circ}C$  -ზე კუთრი წინალობა ნახტომისებრად იცვლება. ამ ტემპე-რატურის ყინულს ბევრად მეტი წინალობა აქვს, ვიდრე იმავე ტემპერა-ტურის წყალს. გრუნტში არსებული ყინული არაა დენის გამტარი. გრუნტის ტემპერატურის შემდგომი შემცირება  $0^{\circ}C$  -ის ქვემოთ კუთრი წინალობის მკვეთრ ზრდას არ იწვევს – იგი მდოვრედ იზრდება.

გრუნტი შეიძლება იყოს სხვადასხვა სახის: თიხა, თიხნარი, ქვიშა, ქვიშნარი, შავმიწა, ტორფნარი და ა.შ. გრუნტში არსებული ხსნადი ნივთიერებების შემცველობა პირდაპირ მოქმედებს მის წინალობაზე. რაც მეტია ასეთი ნივთიერებები (მჟავები, მარილები, ფუძეები), მით ნაკლებია კუთრი წინალობა  $\rho$ . მნიშვნელობა აქვს დისპერსულობას, ანუ გრუნტის დაქუცმაცების ხარისხს. წვრილდისპერსიულ გრუნტებში შეკავშირებული წყალი მეტია და შესაბამისად წინალობაც მეტია. თიხოვანი გრუნტი კარგად იჭერს წყალს, მკვრივია, აქვს შედარებით მცირე კუთრი წინალობა, ჩამიწების მოსაწყობად კარგი გრუნტია. ქვიშიანი გრუნტი ცუდად აკავებს წყალს და ტენს, აქვს დიდი კუთრი წინალობა და არ არის ხელსაყრელი ჩამიწების მოსაწყობად.

გრუნტის შემკვრივება პირდაპირ მოქმედებს მის წინალობაზე: რაც მეტია სიმკვრივე ანუ რაც უფრო დატკეპნილია იგი, მით ნაკლებია კუთრი წინა-ლობა. ამის გათვალისწინებით, ჩამიწების მოწყობისას გრუნტს კარგად ტკეპ-ნიან, რაც იძლევა ლითონის ეკონომიას. კარგად იტკეპნება შავმიწა, თიხა, ცუდად კი ქვიშა.

ტემპერატურისა და ატმოსფერული მოვლენების გავლენით, გრუნტის კუთრი წინალობის ცვლილებას, იწვევს წელიწადის დროების ცვალებადობა. მიჩნეულია, რომ გრუნტის კუთრი წინალობის მკვეთრი შემცირება ხდება გაზაფხულზე და შემოდგომაზე, როცა დამდნარი თოვლი და წვიმები მასში ტენიანობას ზრდის. კუთრი წინალობა იზრდება ზამთარში (როცა მიწა იყინება) და ზაფხულში (წყალი ორთქლდება). ჩამიწების გაანგარიშებისას აღნიშნულს სეზონურობის კოეფიციენტით ითვალისწინებენ.

ჩამიწებულ მოწყობილობათა დაპროექტებისას საჭიროა გრუნტის კუთ-რი წინალობის ცოდნა კონკრეტულად იმ ადგილას, სადაც იგი ეწყობა. ამი-სათვის იგი უნდა გაიზომოს.

ერთგვაროვანი გრუნტის კუთრი წინალობა იზომება ერთჯერადი ზონდი-რებით. საკონტროლო ზონდს – ლეროსებრ 4-5 სმ დიამეტრის ელექტროდს წვეტიანი ბოლოთი ვერტიკალურად ჩაუშვებენ რეკომენდებულ სიღრმეზე, ხოლო მეორე ბოლოზე გაზომავენ წინალობას. ამის შემდეგ ფორმულით იანგარიშებენ



კუთრ წინალობას. დიდი სიზუსტისათვის ზონდს 3-4 ადგილზე ჩაუშვებენ და აიღებენ წინალობის საშუალო მნიშვნელობას, რითაც შემდეგ იანგარიშებენ კუთრ წინალობას. არსებობს გაზომვის სხვა მეთოდებიც.

**მრავალფენიანი გრუნტის წინალობა.** როდესაც განვიხილავთ მიწაში დენის განდინებას, ვთვლით, რომ ნიადაგი ერთგვაროვანია, ანუ მას ნებისმიერ წერტილში ერთნაირი კუთრი წინალობა აქვს. სინამდვილეში გრუნტი არ არის ერთგვაროვანი, იგი მრავალი შრისაგან შედგება. შრეებს აქვთ სხვადასხვა შედგენილობა, სტრუქტურა, ფორიანობა, სიმკვრივე, ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ., რომელთა კუთრი წინალობა სხვადასხვაა. ჩვეულებრივ, მიწის ზედა ფენებს დიდი კუთრი წინალობა აქვთ, ქვედასთან შედარებით, იშვიათად პირიქითაა. ანგარიშის გამარტივების მიზნით თვლიან, რომ გრუნტს ორი ფენა აქვს – ზედა და ქვედა შესაბამისი კუთრი წინალობებით  $\rho_1$  და  $\rho_2$ .

მრავალფენიან გრუნტში ჩამიწებლის წინალობა დამოკიდებულია მის გეომეტრიულ ზომებზე, კონსტრუქციაზე, ჩაღრმავებაზე და გრუნტის ეკვივალენტურ კუთრ წინალობაზე. გრუნტის კუთრი წინალობა განისაზღვრება სპეციალური საცდელი ელექტროდით. ორფენა გრუნტის ეკვივალენტური კუთრი წინალობა გამოითვლება ფორმულით

$$\rho_{\text{ეკვ}} = \frac{l}{\Delta l_1 / \rho_1 + \Delta l_2 / \rho_2}, \quad (9.16)$$

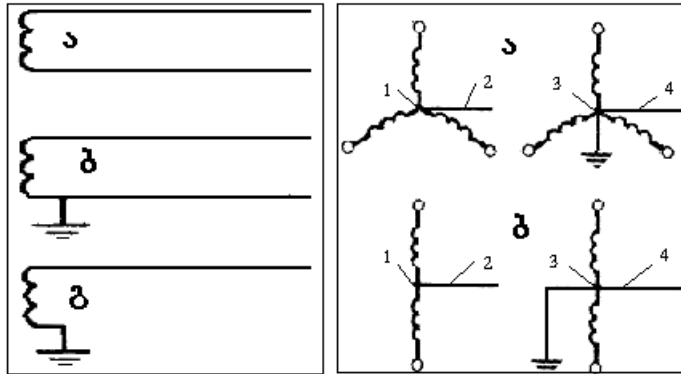
სადაც  $\rho_{\text{ეკვ}}$  არის ორფენა გრუნტის ეკვივალენტური კუთრი წინალობა, ომიმ;  $l$  – ელექტროდის სიგრძე, მ;  $\Delta l_1$  და  $\Delta l_2$  – ელექტროდის ნაწილების სიგრძე ზედა და ქვედა ფენებში, მ;  $\rho_1$  და  $\rho_2$  – ზედა და ქვედა ფენებისათვის გრუნტის კუთრი წინალობა.

ცხრილების დახმარებით შესაძლებელია განისაზღვროს სხვადასხვა ტიპის ჩამიწებლის საანგარიშო წინალობა ორფენა ნიადაგში.

### 9.15. დენით დაშავების საშიშროება ქსელეზში

დენით დაშავების ყველა შემთხვევას განაპირობებს ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა ადამიანის ქსელში ჩართვის სქემა, თვით ქსელის სქემა, მისი ძაბვა და ნეიტრალის რეჟიმი, დენგამტარი ნაწილების მიწისაგან იზოლაციის ხარისხი, დენგამტარი ნაწილების მიწის მიმართ ტევადობა და ა.შ.

ცვლადი დენის ქსელები შეიძლება იყოს ერთფაზა ან სამფაზა. ერთფაზა ქსელები იშვიათად გვხვდება (ნახ. 9.11, მარცხენა მხარე).



ნახ. 9.11. მარცხნივ – ერთფაზა ქსელები: ა – ორსადენიანი მიწისაგან იზოლირებული; ბ – ორსადენიანი ჩამოწეული გამტარით; გ – ერთსადენიანი; მარჯვნივ: 1 – ნეიტრალური წერტილი; 2 – ნეიტრალური გამტარი; 3 – ნულოვანი წერტილი; 4 – ნულოვანი გამტარი ერთფაზა ქსელები ძირითადად დაბალ ძაბვაზე გამოიყენება. ასეთი ძაბ-ვებია: 12, 24, 36 და 42 ვ. გამოყენების არეალი კი ასეთია: ხელის გადასა-ტანი ლამპრები, ელექტროფიცირებული ინსტრუმენტები და მათი ანალო-გიური მომხმარებლები. ასეთ შემთხვევაში იყენებენ ორსადენიან ქსელს.

უფრო მაღალ დაბეზვებზე – 127, 220, 380 ვ და ზემოთ, ერთფაზა ქსელები გამოიყენება შეღულების ტრანსფორმატორის, გამოსაცდელი დანადგარების და სხვა მომხმარებლის კვებისათვის. ერთსადენიან ერთფაზა ქსელებს იყენებენ ელექტროფიცირებულ ტრანსპორტში, გამოსაცდელ მოწყობილობებში და სხვ.

სამფაზა ქსელები ფართოდაა გამოყენებული. განასხვავებენ იზოლირებულ-ნეიტრალიან და ჩამიწებულ-ნეიტრალიან სამფაზა ქსელებს (ნახ. 9.12).

ნეიტრალი ანუ კვების წყაროს გრაგნილის ნეიტრალური წერტილი არის წერტილი, რომლის დაბეზვა გრაგნილის ყველა მიმართულებით ერთია.

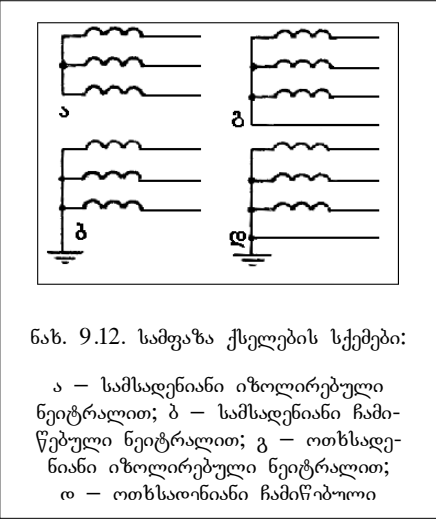
ჩამიწებულ ნეიტრალურ წერტილს ეწოდება ნულოვანი წერტილი. ნეიტრალი შეიძლება იყოს მიწისაგან იზოლირებული ან მიწასთან უშუალოდ მიერთებული, ანუ ჩამიწებული. ნეიტრალურ წერტილთან მიერთებულ გამტარს ეწოდება ნეიტრალური გამტარი.

ადამიანის სამფაზა ქსელში ჩართვის სქემა ძირითადად ორგვარია: ელექტრული ქსელის ორ ფაზას შორის ანდა ერთ ფაზასა და მიწას შორის, ანუ ორპოლუსა და ერთპოლუსა შეხება (ნახ. 9.13).

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

**ერთფაზა მიწისაგან იზოლირებულ ქსელში** ნორმალური მუშა რეჟიმის დროს, რაც უფრო საიმედოა გამტარის იზოლაცია მიწის მიმართ, მით უფრო ნაკლებია საშიშროება გამტართან შეხებისას და რაც მეტია იზოლაციის წინაღობა, ავარიული რეჟიმის დროს (გამტარის მიწასთან მოკლე შერთვისას), მით უფრო საშიშია ადამიანის შეხება გამტართან. ადამიანი ეხება რა სადენს, აღმოჩნდება თითქმის სრული დაბეზვის ქვეშ, მიუხედავად იზოლაციის წინაღობისა, ამიტომ დაშავების საშიშროება ბევრად მეტია, ვიდრე იმავე ქსელში ნორმალური რეჟიმის დროს.

**ჩამიწებულ-გამტარიან ერთფაზა ქსელში** ჩამიწებულ გამტართან შეხებისას ადამიანი განიცდის სრული დაბეზვის ზემოქმედებას, ხოლო მის

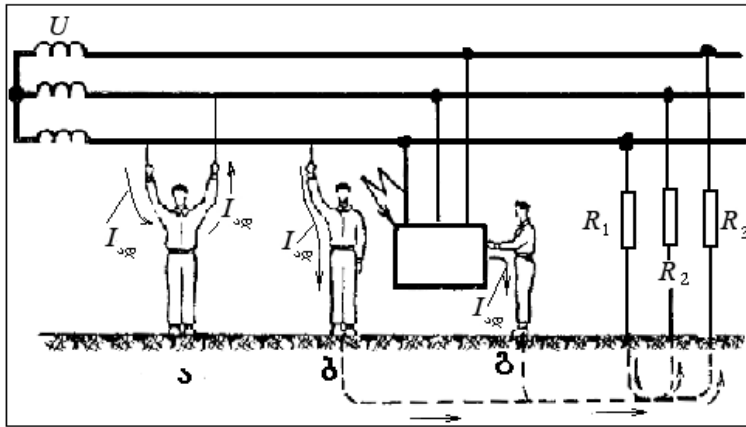


ნახ. 9.12. სამფაზა ქსელების სქემები:

ა – სამსადენიანი იზოლირებული ნეიტრალით; ბ – სამსადენიანი ჩამიწებული ნეიტრალით; გ – ოთხსადენიანი იზოლირებული ნეიტრალით; დ – ოთხსადენიანი ჩამიწებული

ორგანიზმში განდინებული დენი უდიდესია. დიდი როლი ენიჭება მაიზო-ლირებელ იატაკს და ფეხსაცმელს.

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



ნახ. 9.13. შეხება სამფაზა ქსელის სადენებთან:  
ა-ორპოლუსა შეხება; ბ, გ - ერთპოლუსა შეხება.  $R_1, R_2, R_3$  - სადენების სრული ელექტრული წინაღობა მიწის მიმართ

**ჩამიწებულნეიტრალთან ქსელში** ადამიანის ფაზურ სადენთან ერთპოლუსა შეხებისას შეიკვრება დაშავების შემდეგი წრედი: ადამიანის სხეული - ფეხსაცმელი - იატაკი - მიწა - ნეიტრალის ჩამამიწებელი - ნეიტრალი (ნახ. 9.13. ბ,გ).

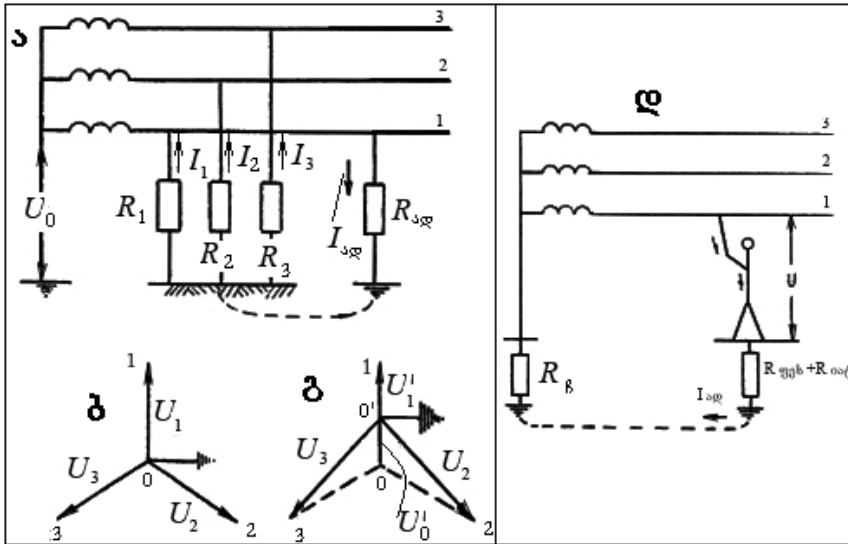
ადამიანის სხეულში განდინებული დენის სიდიდე  $I_{აღ}$  გამოითვლება ფორმულით

$$I_{აღ} = \frac{U_{ფ}}{R_{აღ} + R_{აბ} + R_{ფეხ} + r_{წ}} \quad (9.17)$$

სადაც  $U_{ფ}$  არის ქსელის ფაზური ძაბვა, ვ;  $R_{აღ}$ ,  $R_{აბ}$ ,  $R_{ფეხ}$  - შესაბამისად, ადამიანის, იატაკისა და ფეხსაცმლის წინაღობა, ო;  $r_{წ}$  - ნეიტრალის ჩამიწების წინაღობა, ო.

რაც მეტი იქნება ამ წინააღმდეგობათა ჯამი, მით ნაკლები დენის განდინება მოხდება ადამიანის ორგანიზმში.

ასეთ შემთხვევაში ადამიანის სხეულში განდინებული დენის სიდიდე არ არის დამოკიდებული ქსელის ტევადობაზე და იზოლაციის აქტიურ წინააღმდეგობაზე მიწის მიმართ, რადგან ისინი დაშვებულია ნეიტრალის მიწასთან შემაერთებელი სადენით და მიწასთან მცირე განდინების წინააღმდეგობის მქონე დამხმარებელი.



ნახ. 9.14. ერთპოლუსა შეხების ილუსტრაცია სამფაზა ჩამიწებულნეიტრალიან (ა, ბ, გ) და იზოლირებულნეიტრალიან გაუვრცობელ (დ) ქსელებში

**იზოლირებულნეიტრალიან გაუვრცობელ ქსელში** ფაზების ტევადობები იმდენად მცირეა, რომ შეგვიძლია უგულებელვყოთ. ერთ-ერთი ფაზის გარღვევის შემთხვევაში წრედი შეიკვრება ადამიანის სხეულისა და დანარჩენი ორი ფაზის მიწის მიმართ იზოლაციის გავლით (ნახ. 9.14.დ).

ფაზების იზოლაციის წინააღმდეგობა და ადამიანის სხეულის წინააღმდეგობა ვარსკვლავურად ჩართული ასიმეტრიული დატვირთვაა, რომელშიც ნულოვან წერტილს წარმოადგენს მიწა. ვექტორული დიაგრამა (ნახ. 9.14.ბ) გვიჩვენებს, რომ თუ იზოლაციის წინააღმდეგობები  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  მიწის მიმართ სიმეტრიულია, ნულოვანი წერტილის (მიწის) პოტენციალი ემთხვევა ნეიტრალის პოტენციალს. ადამიანის პირველ ფაზასთან შეხებისას წინააღმდეგობის სიმეტრიულობა დაირღვევა და ვექტორული დიაგრამა შეიცვლება (ნახ. 9.14. გ). ამ შემთხვევაში ადამიანის სხეულში განდინებული დენის სიდიდე გამოითვლება ფორმულით:

$$I_{\text{აღ}} = \frac{3U_{\text{ფ}}}{2R_{\text{აღ}} + r}, \quad (9.18)$$

სადაც  $r = R_1 + R_2 + R_3$ .

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

ერთპოლუსა შეხება სახიფათოა მაშინაც, როდესაც იზოლაციის წინააღობა დიდია, მაგრამ ფაზებს გააჩნიათ მიწის მიმართ მნიშვნელოვანი ტევადობა (ნახ. 9.13).

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

საკაბელო ქსელებს, აგრეთვე 1000 ვ-ზე უფრო მაღალი ძაბვის საჰაერო ქსელებსაც დიდი ტევადობა აქვთ.

ტევადობის ზრდა დაშვების საფრთხეს მნიშვნელოვნად ზრდის.

ზემოგანხილული ქსელების ანალიზის შედეგად ვასკვნით, რომ ერთპოლუსა შეხების დროს ადამიანის სხეულში უფრო ნაკლები დენი გადის იზოლირებულნეიტრალიან ქსელში. მაგრამ, თუ ადამიანი ეხება ერთ ფაზას, ხოლო სხვა რომელიმე ფაზა მიწასთან მოკლედ შეერთდება, მაშინ იზოლირებულნეიტრალიან ქსელებში ხიფათი მეტია, რადგან ადამიანი აღმოჩნდება არა ფაზური, არამედ ხაზური ძაბვის ქვეშ.

### 9.16. ქსელის სქემისა და ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა

ქსელის სქემისა და შესაბამისად, ნეიტრალის რეჟიმის შერჩევა ხდება ტექნოლოგიური მოთხოვნებითა და უსაფრთხოების პირობების შესაბამისად. ჩვენ ქვეყანაში 1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელში ძირითადად ორი სახის სქემა გავრცელებული: სამსადენიანი ქსელი იზოლირებული ნეიტრალით და ოთხსადენიანი ქსელი ჩამიწებული ნეიტრალით.

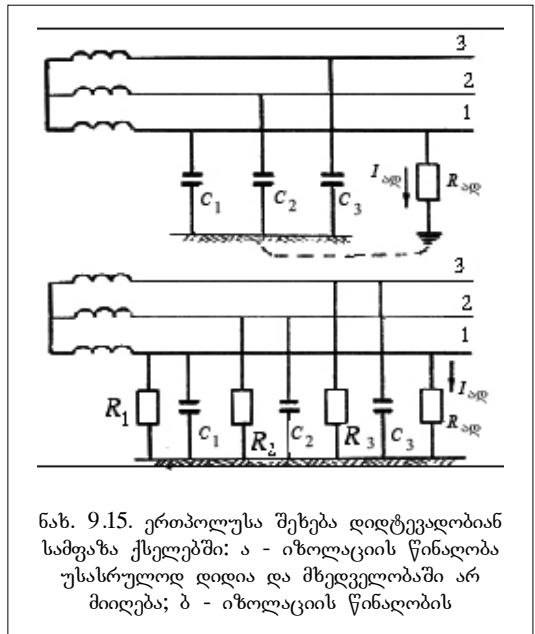
ტექნოლოგიური მოთხოვნებით უპირატესობა ენიჭება ოთხსადენიან ქსელს, რადგან იგი საშუალებას იძლევა ორი მუშა ძაბვა გამოვიყენოთ – ხაზური და ფაზური. ოთხსადენიანი ქსელებიდან შეიძლება იკვებებოდეს ძალური დატვირთვა, რომელიც ჩაირთვება ფაზურ სადენებს შორის 380 ვ ძაბვაზე და ასევე გამანათებელი მოწყობილობა ფაზურ და ნულოვან 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, გამოყენებული უნდა იქნეს იზოლირებულნეიტრალიანი ქსელები. ასეთია შედარებით მოკლე ქსელები, სადაც არ არის აგრესიული გარემო და მათ სპეცპერსონალი აკონტროლებს (გადასაადგილებელი დანადგარებისათვის, შახტებში მუშაობისას და ა.შ.).

ჩამიწებულნეიტრალიანი ქსელები გამოიყენება იქ, სადაც გამტარების იზოლაციის კონტროლი გაძნელებულია (ტევა-დობის, აგრესიული გარემოს, დიდი სიგრძის გამო), როცა ძნელია იზოლაციის დაზიანების გამოვლენა ან ტევადური დენები მიწასთან მოკლე შერთვისას 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, ისე უსაფრთხოების მოსაზრებებით. ორივე მოსაზრებით, 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ქსელებში უმჯობესია ჩამიწებული ნეიტრალი, ანუ ჩამიწება 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 ჩამიწებულნეიტრალიანი ქსელის გამტართან.

საშიშროების შესამცირებლად ფაზის მიწასთან მოკლე შერთვისას ნორმები ითვალისწინებენ 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ქსელებში იზოლირებული ნეიტრალით მიწასთან სწრაფი მოკლე შერთვის მოძებნას. იმ ობიექტებზე, სადაც მიწასთან მოკლე შერთვის ალბათობა დიდია, ხაზები აღჭურვილია დამცავი ამორთვით მიწასთან მოკლე შერთვისას.



ნახ. 9.15. ერთპოლუსა შეხება დიდტევადობიან სამფაზა ქსელებში: ა - იზოლაციის წინააღობა უსასრულოდ დიდია და მხედველობაში არ მიიღება; ბ - იზოლაციის წინააღობის

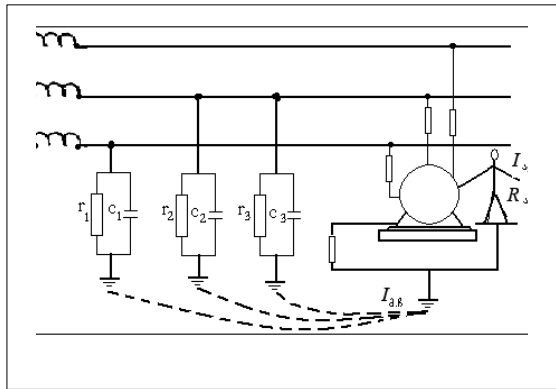
**9.17. დამცავი ჩამიწება. დანულება.**  
**დამცავი ამორთვა**

ელექტროდანადგარების ექსპლუატაციის პროცესში იზოლაციის დაზიანების გამო მათი კორპუსზე და ლითონის სხვა დენგაუმტარ ნაწილებზე

შეიძლება გადავიდეს ძაბვა. უსაფრთხოებისათვის საჭიროა დამცავი მოწყობილობების გამოყენება, რომლებსაც მიეკუთვნებიან დამცავი ჩამიწება, დანუ-ლება და დამცავი ამორთვა.

დამცავი ჩამიწება წარმოადგენს ელექტროდანადგარების დენგაუმტარი ნაწილები მიწასთან წინასწარგან-ზრახულ შეერთებას ჩამიწებელი სადენებითა და ჩამიწებლებით. ჩამიწებლებს ლითონური ელექტროდების სახით ათავსებენ მიწაში და მათ უნდა ჰქონდეთ მიწაში განდინების მცირე წინაღობა. მიწის ეკვივალენტი შეიძლება იყოს მდინარის ან ზღვის წყალი, ქვანახშირის ბუნებრივი ფენები და სხვ. დამცავი ჩამიწება განსხვავდება მუშა ჩამიწებისა და მეხამრიდებისაგან.

ელექტრომოწყობილობების დენგაუმტარ ნაწილებზე მოკლე შერთვის ან სხვა მიზეზის გამო გადავიდეს ძაბვა. დამცავი ჩამიწების დანიშნულებაა ლითონურ ნაწილებზე შეხების შემთხვევაში დაშავების საშიშროების მოცი-ლება, ანუ შეხების ძაბვისა და ბიჯური ძაბვის მინიმალურ უსაფრთხო მნიშ-ვნელობამდე დაყვანა. აღნიშნული მიიღწევა ჩამიწებელი



მოწყობილობის პოტენციალის შემცირებით, ასევე ჩამიწებული მოწყობილობისა და ადამიანის სადგარის საძირკვლის პოტენციალის გათანაბრებით.

დამცავი ჩამიწება ძირითადად გამოიყენება 1000 ვ-მდე ძაბვის იზოლირებულენიეტრალიან ცვლადი დენის ქსელში და 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის ჩამიწებულენიეტრალიან ქსელში. 9.17 ნახ-ზე მოცემულია ჩამიწების სქემა.

როდესაც ჩამიწება არ არსებობს, კორპუსს აქვს ფაზური ძაბვა მიწის მიმართ და მასთან შეხება ისევე სახიფათოა, როგორც დენგაუმტარ ნა-წილებთან. კორპუსის მიწასთან შეერთება იწვევს ძაბვების გადანაწილებას და მას ექნება ძაბვა  $U_{აგ} = I_{აგ} \cdot r_{აგ}$  ანუ კორპუსის ძაბვა მოკლე შერთვის დენისა და ჩამიწების წინაღობის ნამრავლის ტოლია. ადამიანის სხეულში განდინებული დენი გამოით-ვლება ფორმულით

$$I_{აგ} = \frac{I_{აგ} \cdot r_{აგ}}{R_{აგ}} \tag{9.19}$$



ამ ფორმულიდან ჩანს, რომ ადამიანის სხეულში განდინებული დენის ( $I_{\text{დ}}$ ) შესამცირებლად უნდა შევამციროთ ჩამიწების წინაღობა ( $r_{\text{ჩ}}$ ).

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

„ელექტროდანადგარების მოწყობის წესების“ თანახმად, ნორმებით მიღებულია, რომ 1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელებში დამცავი ჩამიწების წინაღობა  $r_{\text{ჩ}} \leq 4$  ომი. 1000 ვ-ზე მეტი ძაბვის ელდანადგარებში მიღებულია: თუ მოკლე

შერთვის დენი  $I_{\text{შ}} < 500$  ა,  $r_{\text{ჩ}} \leq \frac{250}{I_{\text{ა,ჩ}}}$  მაგრამ არა უმეტეს 10 ომისა. თუ  $I_{\text{ა,ჩ}}$

$I_{\text{ა,ჩ}} > 500$  ა,  $r_{\text{ჩ}} \leq 0,5$  ომი.

კონსტრუქციულად ჩამიწებელი მოწყობილობა შედგება ჩამიწებლებისა, რომლებიც მიწაშია ვერტიკალურად განლაგებული და მათი შემაერთებელი ზოლოვანასაგან. ჩამიწებლები წარმოადგენს ფოლადის მილებს ან ფოლადის კუთხოვანებს, შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ფოლადის გლინულაც.

ჩამიწებლები შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური. ჩამიწებელ მოწყობილობაზე დანახარჯების შემცირების მიზნით პირველ რიგში იყენებენ ბუნებრივ ჩამიწებლებს. ესენია: მიწის ქვეშ გაყვანილი ლითონის მილები და კონსტრუქციები, შენობის არმატურა, კაბელების ტყვიის გარსაცმები. აკრძალულია ამ მიზნით წვადი სითხეების და აირის, საკანალიზაციო მილგაყვანილობის გამოყენება, აგრეთვე ისეთი მილგაყვანილობის გამოყენება, რომელიც დაფარულია ანტიკოროზიული საიზოლაციო მასალებით.

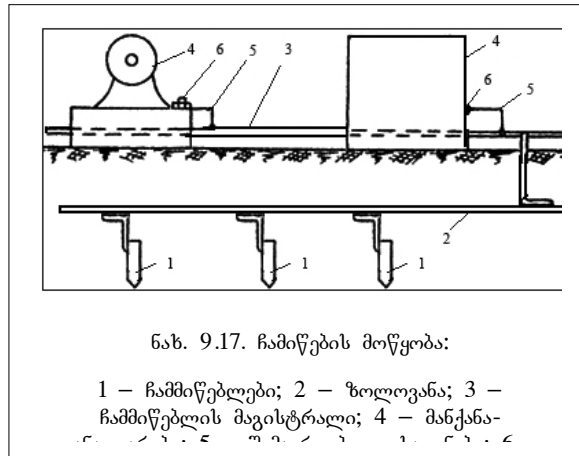
პრაქტიკულად, ბუნებრივი ჩამიწებლის წინაღობა, როცა აღებულია განშტოებული წყალგაყვანილობის ქსელი, არ აჭარბებს 2 ომს. მიწაში ჩამონტაჟებული ვერტიკალური მილგაყვანილობის (არტეზიული ჭა, შურფი) წინაღობა არა უმეტეს 1 ომია. თუ ბუნებრივი ჩამიწებლის წინაღობა აკმაყოფილებს ნორმებს, მაშინ 1000 ვ-მდე ძაბვის დანადგარებისათვის ხელოვნური ჩამიწებლის მოწყობა აღარ არის საჭირო.

**ჩამიწების ანგარიში და მოწყობა.** როგორც აღინიშნა, დამცავი ჩამიწება შედგება ჩამიწებლის ჯგუფისა და შემაერთებელი ზოლოვანასაგან, რომლებიც უშუალოდ მიწაშია, ასევე ჩამიწების მაგისტრალისაგან, რომელ-საც შემაერთებელი სადენებით პარალელურად უერთდება მანქანა-დანადგარების კორპუსები (ნახ. 9.17).

ხელოვნურ ჩამმიწებლად კუთხოვანებს იყენებენ, რომელთა ზომებია 40×40–60×60 მმ-ის დია-პაზონში, 35 მმ დიამეტრ-ის ფოლადის მილებს, არანაკლებ 100 მმ<sup>2</sup> კვეთის ფოლადის სალტეებს. ვერტიკალური ჩამმიწებლის სიგრძე არის 2,5–3,0 მ-ის ფარგლებში.

ზოლოვანი ფოლადი გამოიყენება ვერტიკალური ჩამმიწებლის დასაკავშირებლად და დამოუკიდებელ პორიზონტალურ ჩამმიწებლად. მისი კვეთი 4×12 მმ და მეტი უნდა იყოს. ფოლადის გლინულას დიამეტრი კი 6 მმ ან უფრო მეტი უნდა იყოს. 9.18 ნახაზზე მოცემულია კონტურული ტიპის ჩამმიწებელი მოწყობილობა.

ანგარიშის დროს განისაზღვრება: ჩამმიწებელი მოწყობილობის წინა-ლობა; გრუნტის საანგარიშო კუთრი წინალობა; შეირჩევა ჩამმიწებლის ტიპი და განლაგება; ვერტიკალური ჩამმიწებ-

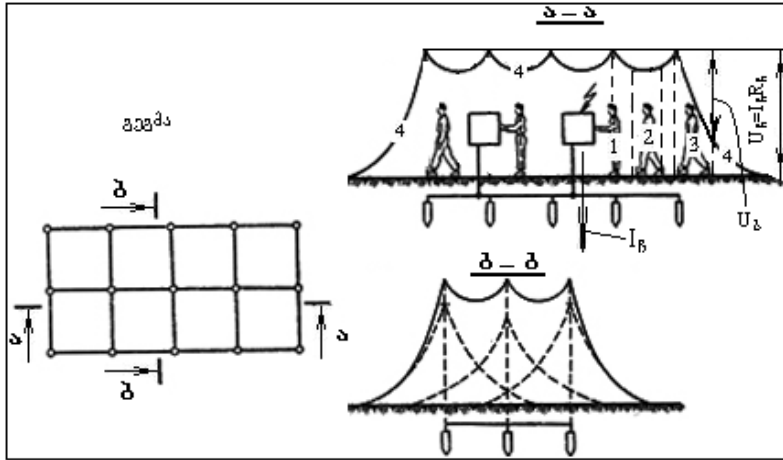


ლების რიცხვი და მათი შემაერთებელი ზოლოვანას სიგრძე. გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს იმ მიზნით, რომ ჩამმიწებელი მოწყობილობის საერთო წინალობა არ აღემატებოდეს ნორმით დასაშვებს. ჩამმიწებლის წინალობის ზუსტი მნიშვნელობა გაიზომება ადგილ-ზე დამონტაჟების შემდეგ. თუ იგი არასაკმარისია, დაუმატებენ ვერტიკალურ ჩამმიწებლებს.

ჩამმიწებლის წინალობა დამოკიდებულია: 1. გრუნტის თვისებებსა და მდგომარეობაზე ჩამმიწებლების განლაგების ადგილზე; 2. ელემენტების ტიპზე, რომლებისგანაც დამზადებულია ჩამმიწებელი და მათი ჩაფლვის სიღრმეზე; 3. ჩამმიწებელი ელემენტების რაოდენობასა და მათ ურთიერთგანლაგებაზე.

იმ შემთხვევაში, თუ ელექტროდნადგარს არა აქვს მოწყობილი დამცავი ჩამმიწება, იზოლაციის გარღვევის პირობებში ლითონურ ნაწილთან შეხება ქსელის ერთ-ერთ ფაზასთან შეხების ტოლფასია, ხოლო თუ მოწყობილია დამცავი ჩამმიწება, მიწისა და ლითონის ნაწილების დაბვა თანაბრდება, ანუ მცირდება დაბვათა სხვაობა მიწასა და ლითონის ნაწილებს შორის. შესა-ბამისად, ლითონთან შეხებისას ადამიანის ორგანიზმში განდინებული დენის სიდიდე უსაფრთხოა მისი ჯანმრთელობისა და სიცოცხლისათვის. კორპუსზე, რომელსაც მოწყობილი აქვს დამცავი ჩამმიწება, ერთ-ერთი ფაზის გარღვევისას გადავა დაბვა, რომელიც ტოლია

$$U_{\text{ჩამ}} = I_{\text{ჩამ}} \cdot R_{\text{ჩამ}} \quad (9.20)$$



ნახ. 9.18. კონტურული ჩამიწვებელი მოწყობილობა:

ა-ა ჭრილი: 1 პოზიცია - შეხების ძაბვა ნულის ტოლია, ამ შემთხვევაში ბიჯური ძაბვაც ნულია, რადგან ადამიანს ფეხები ერთმანეთთან აქვს მიბჯენილი; 2 - პოზიცია ბიჯური ძაბვა ნულის ტოლია, რადგან ფეხების დადგმის ადგილებზე პოტენციალებს ერთნაირი მნიშვნელობები აქვთ; 3 პოზიცია - ბიჯურ ძაბვას აქვს მაქსიმალური სიდიდე, რადგან ფეხებს შორის პოტენციალთა სხვაობა მაქსიმალურია 4 წირის თანახმად; 4 - ჯამური პოტენციალის მრუდები;  $I_{\text{ჩ}}$  - მიწაში განდინებული დენი;  $U_{\text{ა}}$  - ბიჯური ძაბვა

თუ ადამიანი შეეხება ასეთ კორპუსს, იგი შეიგრძნობს შეხების ძაბვას, რომელიც ტოლი იქნება

$$U_{\text{შეხ}} = \alpha \cdot U_{\text{ჩამ}}, \quad (9.21)$$

სადაც  $\alpha$  არის შეხების კოეფიციენტი, რომელიც იცვლება ჩამიწვების ადგილიდან დაშორების მიხედვით, მისი ცვალებადობის დიაპაზონია  $\alpha = 0-1$ .

მაშასადამე ადამიანის ორგანიზმში განდინებული დენის სიდიდე შეგვიძლია განვსაზღვროთ ფორმულით:

$$I_{\text{ად}} = \frac{U_{\text{შეხ}}}{R_{\text{ად}}} = \frac{\alpha \cdot U_{\text{ჩამ}}}{R_{\text{ად}}} = \frac{\alpha \cdot I_{\text{ჩამ}} \cdot R_{\text{ჩამ}}}{R_{\text{ად}}} \quad (9.22)$$

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

ელექტროდანაგარის მიმართ ჩამიწვების განლაგების შესაბამისად გამოიყენება გამოტანილი ან კონტურული დამცავი ჩამიწვები. გამოტანილი ჩამიწვების დროს ჩამიწვებები ეწყობა ჩასამიწვებელი მოწყობილობიდან გარ-კვეულ მანძილზე, ხოლო კონტურული ჩამიწვების დროს ჩასამიწვებელი ე.წ.

ჩამმიწებელი კონტური ერთმანეთთან სარტყლითაა შეერთებული ჩამ-მიწებლების საშუალებით.

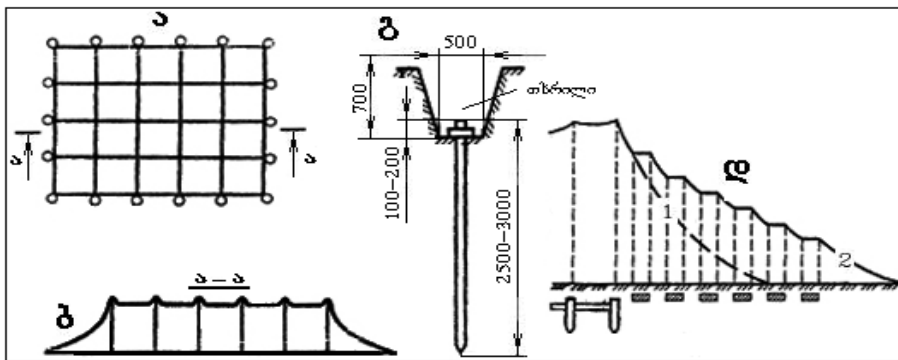
1000 ვ-მდე დამცავი ჩამიწების მოსაწყობად ჩამმიწებელი მოწყობი-ლობების გაანგარიშება შემდეგი თანმიმდევრობით უნდა შესრულდეს:

1. განისაზღვროს ჩამმიწებელი მოწყობილობის წინალობის დასაშვები მნიშვნელობა  $R_{ჩამ}$  მუშა ძაბვის სიდიდის, ნეიტრალის რეჟიმისა და სხვა ფაქტორების გათვალისწინებით;

2. განისაზღვროს გრუნტის საანგარიშო კუთრი წინალობა მოცემული ადგილმდებარეობის კლიმატური ზონის გათვალისწინებით;

3. შეირჩეს ჩამიწების ტიპი და გეგმაზე ჩამამიწებლები წინასწარ განლაგდეს;

3. განისაზღვროს ვერტიკალური ჩამმიწებლების რაოდენობა და ჩამ-მიწებელი ზოლოვანას სიგრძე. აღნიშნული მიმდევრობა ილუსტრირებულია ნახ. 9.19 და 9.20-ზე.



ნახ. 9.19. ჩამმიწებელი მოწყობილობების გაანგარიშებისათვის:

ა - ვერტიკალური ელექტროდები; ბ - ჩამიწების კონტურის შიგნით პოტენციალების გათანაბრების მრუდის ფორმა; გ - პოტენციალის მრუდის ცვალებადობა კონტურის გარეთ: 1 - გათანაბრების გარეშე; 2 - გათანაბრების შემთხვევაში; დ - ვერტიკალური ელექტროდების განთავსების სქემა

დაპროექტების სანიტარული ნორმების შესაბამისად დადგენილია ჩამ-მიწებელი მოწყობილობების მაქსიმალური წინალობის შემდეგი მნიშვნე-ლობები: 2, 4 და 8 ომი, სამფაზიანი დენის წყაროს შემთხვევაში 660, 380 და 220 ვ ძაბვისათვის შესაბამისად ან ერთფაზიანი დენის წყაროს შემთხვე-ვაში 380, 220 და 127 ვ ძაბვისათვის. 1000 ვ-ზე დაბალი ძაბვის ჩამიწე-ბულნიტრალიან ელექტროდანადგარებში წინალობა არ უნდა იყოს 0,5 ომზე მეტი. 1000 ვ-მდე ძაბვის იზოლირებულნიტრალიან ელექტროდანადგარებში ჩამიწების წინალობა

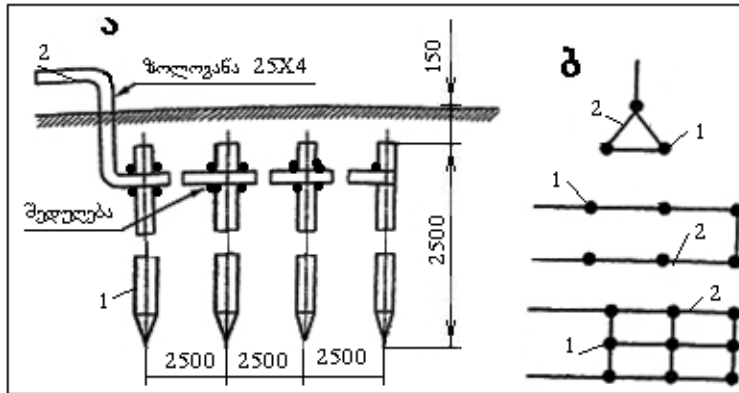
არ უნდა აღემატებოდეს 10 ომს 100 კვა-ზე ნაკლები სიმძლავრის დროს და 40 ომს – დანარჩენ შემთხვევაში.

1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულნეიტრალიან ქსელში დამცავი ჩამიწება არაეფექტურია, ვინაიდან მიწასთან ერთფაზა შერთვისას მოკლედ შერთვის დენი არ არის საკმარისი დამცავი საშუალებების ასამოქმედებლად (დნობადი მცველები, დაცვის ავტომატები) და არ არის უზრუნველყოფილი ქსელის დაზიანებული უბნის ავტომატური ამორთვა.

ასეთ ელექტროდანადგარებში დამცავი ჩამიწების მოწყობისას კორპუსზე მოკლედ შერთვისას წარმოქმნილი, მიწაში მოკლედ შერთვის დენი ტოლი იქნება

$$I_{\text{შ}} = \frac{U}{R_0 + R_{\text{ჩამ}}}, \quad (9.23)$$

სადაც  $U$  არის ფაზური ძაბვა, ვ;  $R_0$  – ნეიტრალის ჩამიწებლის წინალობა, ო;  $R_{\text{ჩამ}}$  – დამცავი ჩამიწების წინალობა, ო.



ნახ. 9.20. ჩამიწებელი მოწყობილობების გაანგარიშებისათვის:

- ა - კონტურზე განლაგებული ჩამიწებელი მოწყობილობა; ბ - ჰორიზონტალური ფოლადის ზოლოვანის განლაგების ვარიანტები; 1 - ვერტიკალური ჩამიწებელი; 2 - ფოლადის ზოლოვანა

თუ ასეთი დენი გაივლის ხანგრძლივად კორპუსის ჩამიწებელში, ჩამიწებულ დანადგარზე მოდებული პოტენციალი

$$U_{\text{ჩამ}} = I_{\text{ჩამ}} \cdot R_{\text{ჩამ}} = \frac{U \cdot R_{\text{ჩამ}}}{R_0 + R_{\text{ჩამ}}}, \quad (9.24)$$

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

**დაწესება** ეწოდება ელექტროდანადგარების ლითონის კორპუსების წინასწარ განზრახულ მიერთებას მრავალჯერ ჩამიწებულ ნულოვან დამცავ

სადენთან. იგი გამოიყენება 1000 ვ-მდე ძაბვის ჩამიწებულნიეტრალიან ქსელებში და უზრუნველყოფს ქსელის დაზიანებული უბნის ავტომატურ გა-თიშვას და მომუშავეთა საიმედო დაცვას.

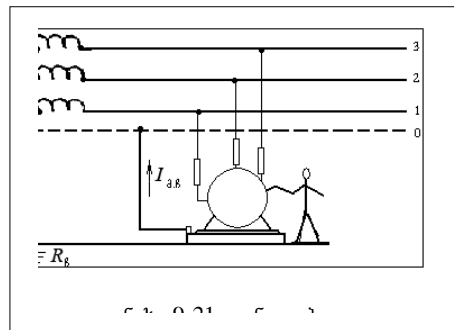
დანადგარის დანულებულ კორ-პუსზე ძაბვის გარღვევა გადაიქცევა ხელოვნურ მოკლე შერთვად, რის შედეგადაც ამოქმედდება მაქსიმალური დენური დაცვა და დაზიანებული უბანი გაითიშება (ნახ. 9.21).

დანულებული სადენის კვეთი ისე უნდა შეირჩეს, რომ რომელ უბანზეც არ უნდა მოხდეს ნულოვანი სადენის შეხება გამტარ ნაწილებთან, მოკლე შერთვის 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.

წარმოქმნილი მოკლე შერთვის დენი ინგარიშება შემდეგი გამარ-ტივებული ფორმულით

$$I_{\text{შ}} = \frac{U_{\text{ფ}}}{R_{\text{ფ}} + r_0},$$

(9.25)



სადაც  $U_{\text{ფ}}$  არის ქსელის ფაზური ძაბვა, ვ;  $R_{\text{ფ}}$  და  $r_0$  – შესაბამისად ფაზური და ნულოვანი სადენების წინააღობები, ომი.

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

ჩამიწებულნიეტრალიან ქსელებში დაუშვებელია დანულების გამოყენება. ეს აიხსნება იმით, რომ გარღვევისას ავარიული დენის სიდიდე შეიძლება არასაკმარისი აღმოჩნდეს მცველის გასაღობად ან ავტომატის ამოსარ-თავად.

ელექტროდანადგარებში, რომელთა ექსპლუატაციის პირობები ქმნის ნულოვანი სადენის გაწყვეტის შესაძლებლობას, საჭიროა მოეწყოს ნულის განმეორებითი ჩამიწება (საჰაერო ხაზები, სამშენებლო მოედნების ელემენტარაგება და სხვ.). ნულოვანი სადენის განმეორებითი ჩამიწების დანიშ-ნულებაა შეამციროს ძაბვა იმ დანადგარების კორპუსებზე, რომლებიც დაცვის გარეშე აღმოჩნდებიან.

ქსელების ექსპლუატაციის დროს საჭიროა ნულოვანი სადენის, მუშა და განმეორებითი ჩამიწების სადენების მთლიანობის შემოწმება.

დანულებების მოწყობის გათვალისწინებით და გამარტივების მიზნით ნებადართულია დამანულებელ სადენებად გამოყენებულ იქნეს კაბელების ლითონური გარსაცმები, შენობის ფოლადის კონსტრუქციები და ელექტროგაყვანილობის ფოლადის მილები.

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

$$I_{\text{ნამ}} = kh, \quad (9.26)$$

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 მნიშვნელობა განისაზღვრება ტოლობით

$$I = \frac{U_1}{z/3 + R_1 + R_0}, \quad (9.27)$$

სადაც  $z/3$  არის ტრანსფორმატორის გრავნილის წინაღობა, ომი (აიღება 9.10 ცხრილიდან);  $R_1$  – ფაზური სადენის აქტიური წინაღობა, ომი;  $R_0$  – ნულოვანი სადენის აქტიური წინაღობა, ომი.

გამტარების აქტიური წინაღობა

$$R = \rho \frac{l}{s}, \quad (9.28)$$

სადაც  $\rho$  არის გამტარის მასალის კუთრი წინაღობა, ომი.მმ<sup>2</sup> (სპილენძისათვის  $\rho = 0,0184$ ; ალუმინისათვის  $\rho = 0,0285$ );  $l$  – გამტარის სიგრძე, მ;  $s$  – გამტარის განივი კვეთი, მმ<sup>2</sup>.

თუ დამნულებელ გამტარად გამოყენებულია ფოლადის ზოლოვანა, მისი წინაღობა განისაზღვრება ტოლობით

$$R_{st} = R_{st-0} l, \quad (9.29)$$

ცხრილი 9.10

ტრანსფორმატორის გრავნილის წინაღობის ცვალებადობა ტრანსფორმატორის სიმძლავრის მიხედვით

|                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ტრანსფორმატორის<br>სიმძლავრე, კვტ | 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 |

სადაც  $R_{st=0}$  არის 1 კმ სიგრძის ფოლადის ზოლოვანას კუთრი წინაღობა. იგი აიღება 9.11 ცხრილიდან დენის სიმკვრივისა და ზოლოვანას ასორ-ტიმენტის მიხედვით;  $l$  – ზოლოვანას სიგრძე, კმ.

ამასთან გასათვალისწინებელია, რომ ურთიერთინდუქციის წინააღობას მხედველობაში არ ვღებულობთ.

ცხრილი 9.11

ფოლადის ზოლოვანას კუთრი წინააღობა ცვლადი დენის შემთხვევაში (ომი/კმ)

| ზოლოვანას<br>ასორტიმენტი,<br>მმ | განივკვეთი,<br>მმ <sup>2</sup> | დენის სიმკვრივე, ა/მმ |      |      |      |
|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|------|------|------|
|                                 |                                | 0,5                   | 1,0  | 1,5  | 2,0  |
| 20×4                            | 80                             | 5,24                  | 4,20 | 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 | -    |

მოკლედ შერთვის დენის სიდიდის განსაზღვრის შემდეგ საჭიროა განვსაზღვროთ  $k$  კოეფიციენტი ფარდობიდან, რომლის მრიცხველში შეიტანება მოკლედ შერთვის დენის სიდიდე, ხოლო მნიშვნელში დნობადი მცველის ან დამცავი ავტომატის ნორმალური დენის სიდიდე  $I_n$ .

$$k = \frac{I}{I_n}. \quad (9.30)$$

ფარდობის ანგარიშის შემდეგ თუ მივიღებთ, რომ დნობადი მცველის შემთხვევაში  $k > 3$ , ანუ დაკმაყოფილებულია (9.26) ფორმულის განმარტებაში მოცემული პირობა, შეიძლება ჩაითვალოს, რომ დამცავი დანულება სწორად არის გაანგარიშებული.

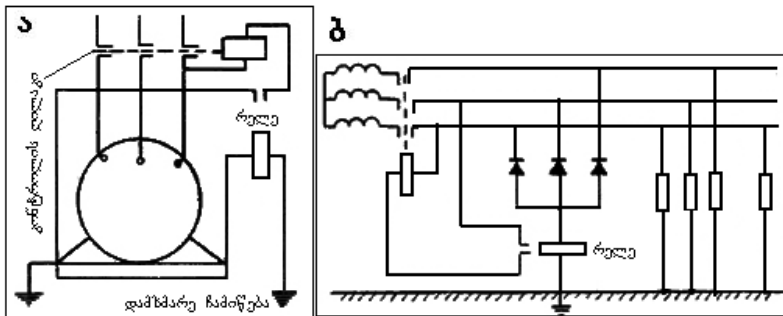
**დამცავი ამორტივის** დანიშნულებაა დაზიანებული ელექტროდანადგარის ავტომატური ამორთვა ქსელიდან. საფრთხე წარმოიშობა მიწასთან მოკლე შერთვის, იზოლაციის წინააღობის შემცირების, არასრულყოფილი ჩა-მიწებისა და დანულების გამო.

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



სქემები. ყველაზე მარტივად ითვლება სქემა, რომელიც რეაგირებს ძაბვაზე კორპუსსა და მიწას შორის (ნახ. 9.22.ა).

ასეთი ტიპის სქემებში გადამწოლია ძაბვის რელე, რომელიც ჩართულია კორპუსსა და დამხმარე ჩამმიწებელს შორის. როდესაც ძაბვა კორპუსსა და მიწას შორის მიაღწევს სახიფათო მნიშვნელობას, რელე ამოქმედდება და თავისი ნორმალურად დაკეტილი კონტაქტით კვებას შეუწყვეტს კონტაქტორის კოჭს. კონტაქტორი გამოირთვება და მოიხსნება სახიფათო ძაბვა კორპუსიდან. ასეთი სქემის უარყოფითი მხარეებია: დამხმარე ჩამმიწებლის საჭიროება, ადამიანის დაუცველობა შიშველ სადენთან შეხებისას.



ნახ. 9.22. დამცავი ამორთვის სქემები: ა - კორპუსსა და მიწას შორის ძაბვაზე მორეაგირე დამცავი ამორთვა; ბ - ვენტილური ამორთვა

იზოლირებულნიეტრალიან ქსელებში ხშირად იყენებენ ვენტილურ სქემას (ნახ. 9.22.ბ). თუ ადამიანი შეეხება რომელიმე ფაზას, მის სხეულში განდინებული დენი იკვრება რელეს გრაგნილის გავლით. როდესაც ეს დენი მიაღწევს სახიფათო მნიშვნელობას, რელე ამოქმედდება და თავისი ნორმალურად დაკეტილი კონტაქტით გამორთავს ქსელის ავტომატს.

### 9.18. ელექტროდანადგარების მქსკლუატაციის უსაფრთხოება

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

შემოღობვა და ბლოკირება იცავს ადამიანს ძაბვიან ელექტრომოწყობილობებთან შეხებისაგან. მაღალი ძაბვის მქონე ყველა ელექტრომოწყობილობა

ან მისი ნაწილი, რომელიც იატაკიდან 2,5 მ-ზე დაბლაა, შემოიღობება, მიუხედავად იმისა, იზოლირებულია თუ არა. შემოღობვისათვის გამოიყენება დამცავი ფარები. ზოგიერთ შემთხვევაში ელექტრულად საშიშ მოწყობილობებს ათავსებენ ყუთებში, კარადებში და ა.შ. ყველა ეს მოწყობილობა ჩაკეტილი უნდა იყოს ან ჰქონდეს ბლოკირება, რომელიც წინააღმდეგობას გაუწევს ან შეუძლებელს გახდის ყუთებისა და კარადების გაღებას, როდესაც მათში მოთავსებული ელექტრომოწყობილობები ძაბვიანია.

ბლოკირება არის 3 სახის: ელექტრული, მექანიკური და ელექტრო-მექანიკური. ელექტრომექანიკური მოწყობილობა ახორციელებს ელექტრულ ან მექანიკურ ამორთვას შემოღობვის გახსნის ან კარების გაღების შემთხვევაში.

ბლოკირებას განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობა აქვს, როდესაც ელექტროშედულება ხდება ქვაბებში, ცისტერნებში, რეზერვუარებში, ნესტიან შენობებში, სადაც მუშაობის შესრულებისას შემდუღებელმა შეიძლება განიცადოს 75 ვ ძაბვის ზემოქმედება, განსაკუთრებით ელექტროდის გამოცვლის დროს.

ასეთ მოწყობილობებთან მუშაობისას უსაფრთხოებისათვის გამოიყენება ბლოკირება, რომელიც უზრუნველყოფს წრედის ავტომატურ გამორთვას უქმი სვლის დროს.

ძირითადი დამცავი საშუალებებია: 1000 ვ-მდე დანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანები და დიელექტრიკულ სახელურიანი ხელსაწყოები, აგრეთვე დენის მარწუხები; 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში – მაიზოლირებელი შტანგები, მაიზოლირებელი და დენსაზომი მარწუხები და ძაბვის მაჩვენებლები.

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

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

დიელექტრიკული ხელთათმანები არის ადამიანის ძირითადი დამცავი საშუალება 220 ვ ძაბვის დროს, ხოლო უფრო მაღალი ძაბვის შემთხვევაში

დამცავი საშუალებებია მაიზოლირებელი 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 წინააღმდეგობის ბაზომკვ.** ელექტროდანადგარის გამტარების იზოლაცია დროთა განმავლობაში ირღვევა მათზე მოქმედი მრავალი ფაქტორის (ტენიანობის, მტვრის, მჟავური ორთქლის, აგრეთვე ჰაერის მაღალი ტემპერატურის) გავლენის გამო. არსებული წესების თანახმად, იზოლირებულ გამტარებს შორის გაჟონვის დენი არ უნდა აღემატებოდეს 0,001 ამპერს, ხოლო იზოლაციის წინააღმდეგობა გაზრდილი საშიშროებისას – არანაკლებ 1000 ომს. საიზოლაციო მოწყობილობები აუცილებლად უნდა შემოწმდეს წელიწადში ორჯერ.

სამფაზიან მოწყობილობებში ნორმალური იზოლაციის დროს ვოლტ-მეტრი ყველა ფაზაში უნდა უჩვენებდეს თანაბარ 220 ვ ძაბვას. ის ვოლტ-მეტრი, რომელიც მიერთებულია დაზიანებულ ფაზასთან, აჩვენებს ძაბვის ნაკლებ მნიშვნელობას, იზოლაციის დაზიანების ხარისხის მიხედვით, ხოლო სხვა ვოლტმეტრები აჩვენებს მომატებულ ძაბვას. მთლიანი მოკლედ შერთვის შემთხვევაში დაზიანებულ ფაზასთან შეერთებული ვოლტმეტრი აჩვენებს 0, ხოლო დანარჩენები – სრულ მუშა ძაბვას. დაკვირვებების გასაადვილებლად ხშირად იყენებენ ხმოვან, 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 ძაბვიანი დანადგარების ნაწილებთან შეხებისაგან. სიგნალიზაციას ახორციელებენ უსაფრთხოების ლამპების საშუალებით, რომლებსაც ათავსებენ კო-ლოფში მაღალი ძაბვის მოწყობილობასთან.

**დამცავი საშუალებები.** სიმაღლეზე, საყრდენებზე, სახლის სახურავზე მუშაობისას გამოიყენება სპეციალური ქამრები, კიბეები და ამწევი მოწყობილობები. დამცავ ქამრებს ცდიან 2,4 კნ ძალით ყოველ 3 თვეში ერთხელ. მას უნდა ჰქონდეს დიდი მექანიკური სიმტკიცე, რათა დაიცვას ადამიანი ჩამოვარდნისაგან. მუშაობის დაწყების წინ უნდა შემოწმდეს ქამარი და ჯაჭვი. დამცავი სათვალეები გამოიყენება ელექტრორკალისაგან თვალის დასაცავად, აგრეთვე გამდნარი ლითონისა და გამოყოფილი აირების თვალის არეში მოხვედრისაგან.

იზოლირებულსახელურიანი ხელსაწყოები გამოიყენება ძაბვიან დანადგარებთან მუშაობის დროს. ქანჩგასაღები უნდა იყოს პლასტმასის ან ხის სახელურით, ბრტყელტუჩას სახელური უნდა იყოს ებონიტით ან პლასტ-მასით დაფარული. საერთოდ, ყველა დამცავი საშუალება უნდა შემოწმდეს გარკვეული დროის შემდეგ და აღინიშნოს შემოწმების თარიღი. დაზიანების შემთხვევაში ხელსაწყო მოიხსნება ექსპლუატაციიდან.

### **9.19. მაღალი ძაბვის საჰაერო საზღბის უსაფრთხოება**

რეალური პირობები ზოგჯერ მოითხოვს ელექტროენერგიით უწყვეტ მომარაგებას, ამიტომ საჭირო ხდება მუშაობა ძაბვიან საჰაერო ხაზებზე.

მუშაობის თავისებურებები შემდეგია: 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 ძაბვიან ხაზურ სადენებს.

ამჟამად მუშაობა შესაძლებელია 1–750 კვ სიდიდის ძაბვის მქონე საჰაერო ხაზებზე. ზოგ შემთხვევაში კი – ღია გამანაწილებელ მოწყობილობებშიც. ასეთი სამუშაოებია: იზოლატორების და არმატურის შეცვლა; სადენების გაწმენდა; სადენების დათვალიერება მოძრავი შეკიდული მოჭერების გახსნით; ხაზის გარკვეულ მონაკვეთზე სადენის შეცვლა ან რემონტი; სადენებში საკონტროლო-გამზომი აპარატების ჩართვა და ა.შ. გამორთვის გარეშე სრულდება, აგრეთვე, სხვა სამუშაოებიც: ლითონური და ანტისეპტირებული ხის ბჯენის შეღებვა; ბჯენების გასწორება; ხის ბჯენების ცალკეული დეტალების შეცვლა და ა.შ.

განხილული მეთოდი ეკონომიურია, რადგან ენერგია მუდმივად მიეწოდება მომხმარებელს და არ ხდება ენერგიის დაკარგვა, რაც ახლავს გათიშვას.

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

**ელექტრული სქემა.** ძაბვიან სადენთან ადამიანის უშუალო შეხებისას მუშაობის მეთოდს საფუძვლად უდევს ადამიანის მიწისაგან იზოლაცის პრინციპი. ცდები აჩვენებს, რომ ადამიანს შეუძლია შეეხოს 50 ჰვ სისშირის ცვლადი დენის არაიზოლირებულ სადენს 500 ვ ძაბვამდე, სტან-დარტულ, ფაიფურის იზოლატორზე დგომის დროს. ამ დროს მას არ აქვს უსიამოვნო შეგრძნება. 1000 ვ ძაბვის დროს სადენთან შეხება უსიამოვნო შეგრძნებას იწვევს, 1000-

4000 ვ ფარგლებში კი – მტკივნეულ შეგრძნებას და შეხების ადგილის გახურებას, რასაც იწვევს ხელსა და სადენს შორის ნაპერწკალი. ძაბვის შემდგომი ზრდით ნაპერწკლის სიმძლავრე და შესა-ბამისად ტკივილიც იზრდება. 8-10 კვ-ზე შეუძლებელია სადენთან შეხება. ასეთი შეგრძნება ადამიანს აქვს სადენთან შეხებისა და ხელის ალების მომენ-ტში, მაგრამ ძაბვის შემდგომი ზრდით იგი შეიგრძნობს ორგანიზმში გამავალ დენს, ტკივილს და შესაძლებელია დაშავდეს.

ასეთ შემთხვევაში ადამიანის სხეულში გადის მაიზოლირებელი მოწყობილობის როგორც გამტარობის, ისე ტევადური დენი და აგრეთვე, ტევა-დური დენი – „ადამიანი-მიწა“, რომლის სიდიდეც ძაბვის ზრდით მატულობს.

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

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

„**ადამიანი-მიწა**“ ტევადური დენის შეზღუდვა. ცდები აჩვენებს, რომ ადამიანი არ აღიქვამს ამ დენის მოქმედებას 110 კვ-მდე, თუ მისი რიცხვითი მნიშვნელობაა 0,5-0,6 ა.

უფრო მაღალი ძაბვა საშიშია ადამიანისათვის, რადგან 110 კვ-ზე ზემოთ დენის ძალა შეგრძნების დონეს აღემატება. ასეთ დროს ადამიანი ტევადური დენის („ადამიანი-მიწა“) გავლენით 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 სიდიდემდე, როცა ადამიანი მას ვეღარ შეიგრძნობს. ამ მიზნით გამოიყენება 5-10 მგ-ო წინალობის რეზისტორები, რაც წრედის აქტიური წინალობის მკვეთრად გაზრდისა და დენის შემცირების საშუალებას იძლევა. ჩვეულებრივ, რეზისტორი იდგმება შტანგაში, რომლის საშუალებითაც მაშუნტირებელი გამტარი დაედება ხაზურ სადენს. სამუშაო მოედანზე პოტენციალის გადატანის შემდეგ რეზისტორი დაიშუნტება სპეციალური მოწყობილობით, ე.ი. დენი მასში არ გაივლის.

## 9.20. კაპკასთან საფუძაო

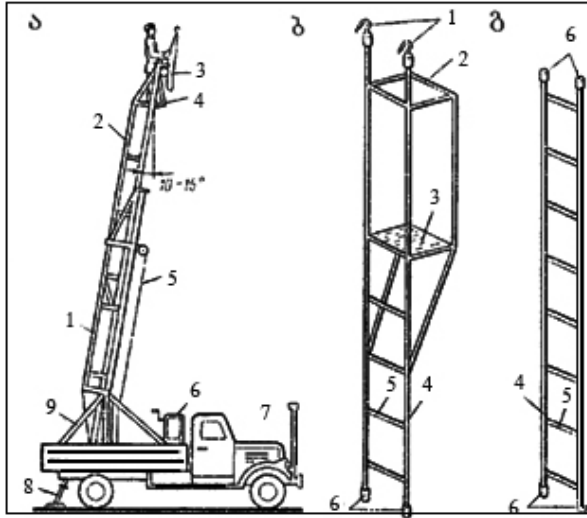
## აღჭურვილობა

მაიზოლირებელი მოწყობილობები და სამარჯვები მზადდება შემდეგი მასალებისაგან: ტექსტოლიტი, მინაბოჭკო, ეპოქსიდური ფისი, მინატექსტოლიტი, ანუ ისეთი მასალებით, რომელთაც მაღალი ელექტრული და მექანიკური გამძლეობა აქვთ. მაღალ დაბეჭედზე 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.

როგორც აღინიშნა, ელექტროდანადგარებში გამოყენებული დაცვის საშუალებები პირობითად შეიძლება დაიყოს ოთხ ჯგუფად: მაიზოლირებელი, გადამღობი, მაეკრანებელი და ინდივიდუალური.

**მაიზოლირებელი ელექტროდანადგარში გამოყენებული საშუალებები.** მათი დანიშნულებაა ადამიანის იზოლაცია დენგამტარი ან ჩამიწებული ნაწილებისაგან, ასევე მიწისაგან. ისინი შეიძლება იყოს ძირითადი ან დამხმარე.

**ძირითად მაიზოლირებელ საშუალებებს** აქვთ იზოლაციის უნარი, რათა ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შეინარჩუნონ მუშა დაბეჭედი. მათი შეხება დასაშვებია დაბეჭედს დენგამტარ ნაწილებთან, ეს საშუალებებია: ა) 1000 ვ-მდე ელექტროდანადგარებში – დიელექტრიკული ხელთათმანები, მაიზოლირებელი შტანგები, მაიზოლირებელი და გამზომი მარწუხები, სახეინკლო-სამონტაჟო ინსტრუმენტები იზოლირებული სახელურით, დაბეჭედის მარწელები. ბ) 1000 ვ-ზე მაღალი დაბეჭედის ელექტროდანადგარებში – მაიზოლირებელი შტანგები, მაიზოლირებელი და ელექტროგამზომი მარწუხები, დაბეჭედის მარწელები, ასევე დაბეჭედის ქვეშ სარემონტო სამუშაოებისთვის საჭირო საშუალებები.



ნახ. 9.23. მაიზოლირებელი კიბეები:

ა - 1, 2 - ქვედა და ზედა გამოსაწევი კიბის უჯრედები; 3 - მაშუნტირებელი სადენი; 4 - ლითონური სამუშაო ბაქანი; 5 - ზედა უჯრედის გამოსაწევი ბაგირი; 6 - ჯალამბარი; 7 - დაკეცილი კიბის დასაყრდნობი სადგარი; 8 - დომკრატები; 9 - ლაფეტი; ბ, გ - შუალედური რგოლი სადენზე დასაკიდებლად; 1 - ჩამჭიდები - ფოლადის კაუჭები კიბის დასაკიდებლად; 2 - მონტიორის სამუშაო ადგილი - კალათი; 3 - კალათის ძირი; 4 - მინა-პლასტიკატის მილები; 5 - კიბის მინა-პლასტიკატის საფეხური; 6 - კიბის რგოლების შემაერთებელი ქანჩები

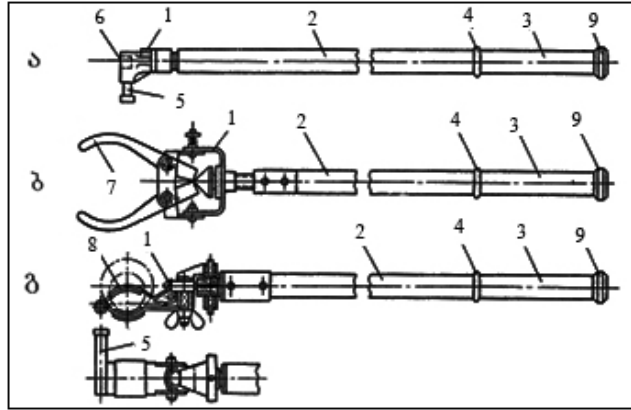
**ღამატებით მაიზოლირებელ საშუალებებს არა აქვთ** იზოლაცია, რათა შეინარჩუნონ ქსელში მუშა ძაბვა, ამიტომ ისინი ადამიანს ვერ დაიცავენ. მათი დანიშნულებაა გააძლიერონ ძირითადი მაიზოლირებელი საშუალებების მოქმედება და აუცილებლად გამოიყენებიან მათთან ერთად.

ღამატებით მაიზოლირებელ საშუალებებს მიეკუთვნება:

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

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

9.24 ნახ-ზე ნაჩვენებია მაიზოლირებელი შტანგის ზოგიერთი კონსტრუქცია.

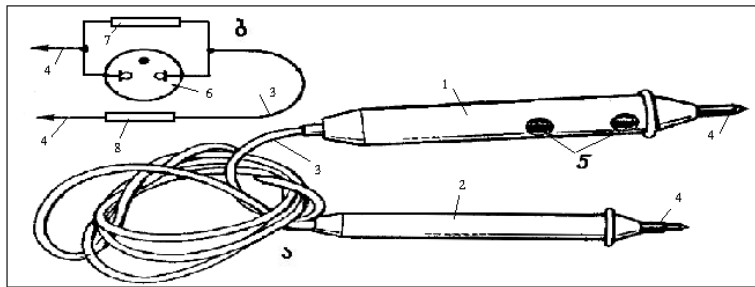


ნახ. 9.24. მაიზოლირებული შტანგების კონსტრუქციები:

ა – ოპერატიული; ბ – სარემონტო; გ – უნივერსალური; 1 – მუშა ნაწილი; 2 – მაიზოლირებული ნაწილი; 3 – სახელური; 4 – ჩაჭურის შემზღვეველი; 5 – ლითონის თითი განმმხოლოებლის სამართავად; 6 – ხრახნი ძაბვის მაჩვენებლის დასამაგრებლად; 7 – ტუჩები განმმხოლოებლის დასაჭერად; 8 – ტუჩები მცველის დასამაგრებლად; 9 – საცობი, რომელიც კეტავს ღრეჩოს მიღში

შტანგები გამოიყენება დახურულ ელექტროდანადგარებში. ღია სივრცეში 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.

9.25 ნახ-ზე ნაჩვენებია ორპოლუსა ძაბვის მაჩვენებელი, რომელიც გამოიყენება 110-700 ვ ძაბვის ქსელში.



ნახ. 9.25. ორპოლუსა ძაბვის მაჩვენებელი:

ა-საერთო ხედი, ბ-შეერთების სქემა. 1-ძირითადი სახელური; 2-დამხმარე სახელური; 3-შემკვეთი სადენი; 4-კონტაქტ-ბუნიკი; 5-ლიობი სახელურის კორპუსში; 6-ნეონის ნათურა; 7-მამუნიტირებული რეზისტორი; 8-დამატებითი რეზისტორი

**მაიზოლირებელი მარწუსები** გამოიყენება მცველების შესაცვლელად და სხვა სამუშაოებში. იგი გამოიყენება 35 კვ-მდე ძაბვის დანადგარებში. 1000 ვ-ზე მაღალი ძაბვის დანადგარებში მაიზოლირებული მარწუსით



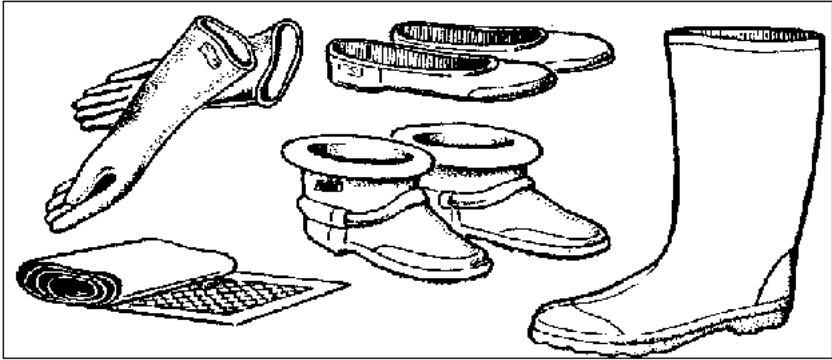
მუშაობისას საჭიროა დიელექტრიკული ხელთათმნის ჩაცმა, ხოლო დამცველების მოხსნის ან დაყენებისას საჭიროა დამცავი სათვალეც.

მარწუხები შესაძლებელია იყოს ღენის სიდიდის, ძაბვის, სიმძლავრის გამზომიც. ელექტროგამზომი მარწუხები გამოიყენება 10 კვ-მდე ძაბვის დანადგარებში.

საზეინკლო-სამონტაჟო ინსტრუმენტების დანიშნულებაა 1000 ვ-მდე ძაბვის ქსელებში დენგამტარ ნაწილებზე სამუშოთა შესრულება. ამ ინსტრუმენტების სახელები იზოლირებული და 10 სმ სიგრძის მაინც უნდა იყოს და უნდა ჰქონდეს საბჯენი, რათა ხელი არ მოხვდეს ლითონის ნაწილზე.

ელექტრულ დანადგარებთან მუშაობისას დაცვის ინდივიდუალურ საშუალებებად გამოიყენება დიელექტრიკული რეზინის ხელთათმანი, ფეხსაცმელი, ბოტები, ხალიჩა და ჩექმები (ნახ. 9.26). ისინი დამზადებულია სპეციალური შედგენილობის რეზინისაგან, რომელსაც მაღალი ელექტრული სიმტკიცე და ელასტიკურობა ახასიათებს.

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



ნახ. 9.26. დიელექტრიკული რეზინის ხელთათმანი, ფეხსაცმელი, ბოტები, ხალიჩა და ჩექმები ყოველი ჩაცმის წინ ხელთათმანი მოწმდება ჰერმეტიულობაზე – მათში დეფექტების გამოსავლენად ჰაერს ჩაბერავენ.

**დიელექტრიკული ფესსაცემლი და ბოტები** გამოიყენება, როგორც დამატებითი ელექტროდამცავი საშუალება ძირითად მაიზოლირებლებთან ერთად. ღია სივრცეში მათი გამოყენება დასაშვებია მშრალ ამინდში, ამასთან ბოტებს გამოიყენებენ ნებისმიერ დაბვაზე, ხოლო ფესსაცემლს (კალოშებს) – მხოლოდ 1000 ვ-მდე დაბვის დანადგარებთან მუშაობისას.

გარდა ამისა, დიელექტრიკული ფესსაცემლი კარგად იცავს ადამიანს ნებისმიერი სიდიდის ბიჯური დაბვის ზემოქმედებისაგან. მათი ჩაცმა ხდება მშრალ, სუფთა ფესსაცემლზე.

წარმოებაში ფართოდ გამოიყენება **დიელექტრიკული ჩქქქქი**, როგორც დამხმარე მაიზოლირებელი საშუალება. ჩვეულებრივი ფესსაცემლისაგან განსხვავებით, დიელექტრიკული ფესსაცემლი, ბოტები და ჩქქქები არ არის დაფარული ლაქით.

**დიელექტრიკული ხალიჩა** გამოიყენება გაზრდილი საფრთხის და განსაკუთრებით საშიშ სათავსებში. მათი დაფენა ხდება უშუალოდ დანადგარებთან, ფარებთან და ა.შ. მათი ზომები არანაკლებ 50×50 სმ-ია.

ნესტიან, მტვრიან სათავსებში ხალიჩების დიელექტრიკული თვისებები მკვეთრად უარესდება, ამიტომ საჭიროა მაიზოლირებელი ქვესადგამის გამოყენება.

**მაიზოლირებელი ქვესადგამის** დანიშნულებაა ადამიანის იზოლაცია იატაკისაგან ნებისმიერი დაბვის ქსელში. ქვესადგამი წარმოადგენს არანაკლებ 50×50 სმ ზომის ხის სადგამს, რომელსაც არა აქვს ლითონის დეტალები, მისი ფეხები წარმოადგენს კონუსისებრ ფაიფურის ან პლასტმასის იზოლატორს.

მაიზოლირებელი საშუალებები პერიოდულად ელექტრულად უნდა გამოიცადოს. გამოცდა ხდება სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენით 15-20 °C ტემპერატურაზე. გამოცდის ხანგრძლივობა სხვადასხვა მაიზოლირებელი 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 ამოღებული უნდა იქნეს ხმარებიდან.

**ბამაფრთხილვებელი კლაკატების დანიშნულებაა** გაფრთხილება დენით დაშვების საშიშროების შესახებ. შინაარსის მიხედვით პლაკატები იყოფა ოთხ ჯგუფად:

1. გამაფრთხილებელი, მაგალითად, „ელექტრული დენით დაზიანების საშიშროება“;
2. ამკრძალავი – მაგალითად, „არ ჩართოთ, მუშაობენ ადამიანები!“
3. ნებადართველი – მაგალითად, „აქ იმუშავეთ!“
4. გამხსენებელი – მაგალითად, „ჩამიწებულა!“

### **9.21. ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალი**

ელექტროდანადგარების მომსახურე პერსონალი იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: აღმინისტრაციულ-ტექნიკური, ოპერატიული, შემკეთებელი, ოპერატიულ-შემკეთებელი და არაელექტროტექნიკური პერსონალი. ამ უკანასკნელს სპეციალური განათლება არა აქვს. პერსონალს ესაჭიროება პირველადი და პერიოდული (2 წელში ერთხელ) სამედიცინო შემოწმება. სიმაღლეზე 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 გაუთვალისწინებელი (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 გაუთვალისწინებელი (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 გავლა 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. დაუშვებელია III ჯგუფს მიეკუთვნოს 18 წელზე ახალგაზრდა პერსონალი. IV ჯგუფი მიენიჭება სტაჟიან III ჯგუფელებს. მათ

უნდა შეძლონ ელექტრომოწყობილობათა აწყობა და უსაფრთხო პირობების შექმნა. V ჯგუფს მოთხოვება ყველა ის პირობა, რაც მეოთხეს და კომპლექტდება სტაჟიანი IV ჯგუფელებით. საჭიროა უსაფრთხოების ტექნიკის ნორმების ყველა მოთხოვნების ცოდნა.

უსაფრთხოების ტექნიკის მოთხოვნებით მოქმედი ელექტროდანადგარების ექსპლუატაცია ორად იყოფა:

1. ელექტროდანადგარების ოპერატიული მომსახურება;
2. ელექტროდანადგარებში სამუშაოების წარმოება.

ელექტროდანადგარების ოპერატიულ მომსახურებაში იგულისხმება მორიგეობა, დათვალიერება, ოპერატიული გადართვები, მცირე მოცულობის სამუშაოების წარმოება (დალაგება-დასუფთავება, ზეთის ჩამატება, ზეთის სინჯის აღება, ელექტრული გაზომვების წარმოება და სხვ.), რასაც აწარმოებს V ჯგუფის მქონე პირი. სამუშაოთა წარმოებაში იგულისხმება სარემონტო, სამშენებლო, სამონტაჟო და სხვა სამუშაოთა წარმოება მოქმედ ელექტროდანადგარებში. ეს მოითხოვს შრომის ორგანიზაციის უფრო მაღალ ხარისხს. ამ სამუშაოებს აწარმოებს ოპერატიულ-სარემონტო პერსონალი.

## 10. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვა

## 10.1. სტატიკური ელექტრობა და მისი გავლენა

დიელექტრიკული და ნახევარგამტარი ნივთიერებების ზედაპირების ხახუნის შედეგად შეიძლება წარმოიშვას (აგრეთვე აკუმულირდებოდეს და რელაქსაციას განიცდიდეს) თავისუფალი ელექტრული მუხტი, რომელსაც სტატიკური ელექტრობა ეწოდება. ასეთი დენი შეიძლება წარმოიშვას საწ-ვაგ-საპოხი სითხეების გადასხმისას ან ტრანსპორტირებისას ჩაუმიწებელი მოწყობილობებით, ელექტროგაუმტარი მყარი მასალების დამსხვრევის, დაფქვის, გაცრის დროს, აეროზოლების გადატანითი მოძრაობისას, საქმენებიდან შეკუმშული ან გაიშვიათებული აირების გამოფრქვევისას და ა.შ. ფაქტობრივად, ერთი ნივთიერების ატომები და მოლეკულები ხასიათდებიან დიდი მიზიდულობის ძალებით მეორესთან შედარებით, “ამოაცლიან” ელექტრონებს მეორე ნივთიერებას და “წაიღებენ” მათ, რის გამოც ხდება ელექტრონების “მოჭარბება” პირველ ნივთიერებაში, ხოლო მეორეში – ელექტრონების “და-ნაკლისი”. ამის გამო პირველზე მოხდება უარყოფითი, ხოლო მეორეზე – დადებითი ელექტრული მუხტების გენერაცია. სტატიკური ელექტრობა შეიძლება აგრეთვე წარმოიშვას მოხახუნე გამტარის ზედაპირზედაც იმავე მიზეზებით და იმ შემთხვევაში, თუ ის კარგადაა იზოლირებული მიწისაგან. მაშა-სადამე, სტატიკური ელექტრობის წარმოშობის აუცილებელი პირობაა მიწი-საგან ელექტრულად იზოლირებული ზედაპირების ხახუნი.

შესაბამისად, ელექტრულად იზოლირებული ადამიანის სხეულმაც შეიძლება დააგროვოს სტატიკური ელექტრობის მუხტი დიელექტრიკებთან შეხების, სინთეზური ან აბრეშუმის ტანსაცმლით სარგებლობის, ბეჭდებით, სამა-ჯურებით მუშაობისას და სხვა მსგავსი მიზეზების შედეგად.

სხვადასხვა ნიშნის სტატიკურ მუხტებს აგროვებს აგრეთვე ღრუბლები, რომლებიც იზოლირებულია დედამიწისაგან და ერთმანეთისაგან. ჰაერის წინა-ლობის ელექტრული გარღვევის შემთხვევაში აღიძვრება ელვა სხვადასხვა ნიშნის მუხტების მქონე ღრუბლებს ან დედამიწასა ღრუბლებს შორის.

წარმოებაში შესაძლებელია შეგვხვდეს სტატიკური ელექტრობის შემდეგი სიდიდის პოტენციალები: ჩაუმიწებელ ჭურჭელში ბენზინის ჩაშვებისას თავი-

სუფალი დინებით – 200 კვ; ღვედური გადაცემის და ტრანსპორტიორის ლენტის 15 მ/წმ მოძრაობის სიჩქარისას – 70–80 კვ; პლასტმასის ან ხის მასალის მექანიკური დამუშავებისას – 40 კვ; საღებავების გაფრქვევისას – 12 კვ; ჩაუმიწებელი მილსადენით ბენზინის გადატუმბვისას 0,5 მ/წმ სიჩქარით ტუმბოდან 25 მ მანძილზე – 1 კვ და ა.შ.

მხედველობაშია მისაღები, რომ ზედაპირებზე წარმოიშობა სხვადასხვა ნიშნით დამუხტული ორმაგი ელექტრული შრე, რომელიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც რალაცნაირი კონდენსატორი, რომელსაც აქვს გარკვეული სიდიდის მუხტი, ელექტრული ტევადობა და პოტენციალთა სხვაობა.

როგორც კი პოტენციალთა სხვაობა მიაღწევს იმ ზღვრულ სიდიდეს, რომელიც საკმარისია ზედაპირებს შორის არსებული გარემოს წინააღმდეგობის გასარღვევად, მაშინვე მოხდება ნაპერწკლოვანი განმუხტვა. ჰაერისათვის გამრღვევი ძაბვაა 3 კვ/მმ. განმუხტვის ენერგია განისაზღვრება ფორმულით

$$E = 0,5CU^2, \quad (10.1)$$

სადაც  $E$  არის განმუხტვის ენერგია, ჯ;  $C$  – კონდენსატორის ტევადობა, ფ;  $U$  – პოტენციალთა სხვაობა, ვ.

ნაპერწკლოვანი განმუხტვა არის სტატიკური ელექტრობის ყველაზე საშიში გამოვლენა, რადგან ამ დროს ჰაერში ადვილად აალებადი და ფეთქებადი ნივთიერებების არსებობისას მოხდება ხანძარი ან აფეთქება.

ადამიანის სხეულში დაგროვებული სტატიკური მუხტი მაღალი არ არის, მაგრამ დამიწებულ კონსტრუქციებთან შეხებისას განმუხტვა უსიამოვნო შეგრძნებას იწვევს. თავისთავად ეს სახიფათო არ არის, მაგრამ სიმაღლეზე ან სხვა ექსტრემალურ პირობებში მუშაობისას შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანის უნებლიე მკვეთრი მოძრაობები, რაც შესაძლებელია დამთავრდეს ტრავმით.

## 10.2. სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვა

ადვილი მისახვედრია, რომ სტატიკური ელექტრობის განმუხტვის მიზეზი არის გენერირებული პოტენციალის სიდიდე, უფრო ზუსტად, კი – პოტენციალთა სხვაობა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვა ეფუძნება პოტენციალთა შემცირების მეთოდებს, რომლებიც ძირითადად ორი მიმართულებისაა: 1. პოტენციალთა წარმოშობის მიზეზების აღმოფხვრა ან შესუსტება; 2. წარმოშობილი პოტენციალების განეიტრალება.

სტატუკური მუხტების გენერაციის შემცირება შესაძლებელია ერთმანეთთან მოსახუნე ზედაპირების წყვილების ისეთი შერჩევით, რომ ერთ მათგანში აღიდრეს დადებითი, ხოლო მეორეში უარყოფითი ნიშნის სტატუკური მუხტი, რომლებიც წარმოშობის კვალობაზე გაანეიტრალებენ ერთმანეთს. მაგალითად, ამ დროისათვის შექმნილია კომბინირებული მასალა ნეილონისა და დაკრონი-საგან, რომელიც უზრუნველყოფს სტატუკური მუხტებისაგან დაცვას ამ პრინციპიდან გამომდინარე.

ყურადღება უნდა მიექცეს სტატუკური დენის ამრთმევი ლითონის რბილი ჯაგრისების საიმელოობას ღვედურ გადაცემებში, ტრანსპორტიორებში და სხვაგან, სადაც ამის საჭიროებაა და გამოყენებული უნდა იქნეს ელექტრო-გამტარი საცხებ-საპოხი მასალები, აღნიშნული ამცირებს სტატუკური მუხტების გენერაციის შესაძლებლობას და აგრეთვე ხელს უწყობს წარმოშობილი მუხტების ნეიტრალიზაციას.

მუხტების გენერაციის შემცირება აგრეთვე შესაძლებელია რეჟიმის ცვა-ლებადობით შემცირების მიმართულებით. კერძოდ, მასალების დამუშავების ტემპის შემცირებით, კონვეიერის სიჩქარის მოკლებით, ხახუნის ძალების შემცირებით, დიელექტრიკული სითხეების ნაკლები ინტენსიურობით გადატვირთვით და ა.შ.

ამ მხრივ აღსანიშნავია საცავების სარელაქსაციო მოცულობების გამოყენება მათში ფხვიერი მასალების ჩატვირთვისა და სითხეების ჩასხმის შემთხვევაში. სარელაქსაციო მოცულობა არის საცავის დასაწყისში სპეციალურად მოწყობილი ჩამოწებული მონაკვეთი (მილსადენის გაფართოებული ნაწილი), რომელიც ღებულობს სტატუკური მუხტის გენერაციისა და მისი რელაქსაციის ძირითად დატვირთვას. აღნიშნული მოცულობიდან ხდება ძირითად საცავში ფხვიერი მასალის ან სითხის გადატვირთვა ისეთი დაბალი სიჩქარით, რომელიც არ გამოიწვევს გაზრდილი სტატუკური მუხტის გენერაციას. მაშასადამე, სარელაქსაციო მოცულობის გეომეტრიული ზომების განსაზღვრა ხდება ფხვიერი მასალის ან სითხის ხარჯისა და დასაშვები სიჩქარის მიხედვით. ეს უკანასკნელი განსხვავებულია მასალის სახეობის მიხედვით.

სტატუკური ელექტრობის ნეიტრალიზაციისათვის აგრეთვე გამოიყენება მისი გენერაციის ადგილებში ჰაერის იონიზაციის პრინციპი. წინასწარ ცნობილია გენერირებული მუხტის ნიშანი და იონიზაციის შედეგად ხდება საპირისპირო ნიშნის მქონე მუხტების წარმოქმნა, რომლის შედეგაცაა მუხტების ურთიერთნეიტრალიზაცია მათი წარმოშობის კვალობაზე.

გენერირებული მუხტების ნეიტრალიზაციის ყველაზე უკეთესი საშუალება არის საწარმოო მოწყობილობების ლითონური ან სხვა ელექტრო-გამტარი ნაწილების ჩამოწება. ამ შემთხვევაში ჩამოწების წინააღმდეგ არ უნდა იყოს 100 ომზე მეტი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, უსაფრთხოების წესების თანახმად დაუშვებელია ჩაუმიწებელ ჭურჭლებზე, მილსადენებზე და მოწყობილობებზე მუშაობა. ჩამოწების საიმედოობა სამუშაო პერიოდულად უნდა შემოწმდეს ვიზუალურად. აღნიშნული უნდა გააკეთოს ცვლის უფროსმა ან ოსტატმა ცვლის დაწყებისას. შემოწმება საჭიროა აგრეთვე ყველა ტექნიკური ავარიის ან შეფერხების შემდეგ.

ისეთი სათავსის ჰაერი, სადაც გროვდება დიელექტრიკული მტვერი, პერიოდულად უნდა გაიწმინდოს სველი წესით. მაგალითად, ჰაერში წყლის გაფრქვევით. ამ შემთხვევაში ორმაგი ეფექტია: ა) ჯდება მტვერი და ნაკლებად წარმოიშობა სტატიკური მუხტი, ბ) ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა მატულობს, რის გამოც ჰაერი ელექტროგამტარი ხდება.

85%-ზე მეტი ფარდობითი ტენიანობისას, სათავსების პირობებში, სტატიკური მუხტების გენერირება პრაქტიკულად არ ხდება, რადგან ჰაერი ელექტროგამტარია ამ შემთხვევაში და ჩამოწებულ ზედაპირზე ხდება მუხტების ნეიტრალიზაცია მათი წამოშობის კვალობაზე.

წყლის გამოყენების გარდა ჰაერის ელექტროგამტარობის გაზრდა შესაძლებელია აგრეთვე ჰაერში ელექტროგამტარი დანამატების გაფრქვევით, თუ ამის საშუალებას ვითარება და გამოყენებული ტექნოლოგია იძლევა.

სამუშაო ადგილები მოწყობილი უნდა იქნეს დამოწებული მონაკვეთებით, რაც ავტომატურად მოხსნის სტატიკურ მუხტებს ადამიანების მიერ მათი წარმოშობისდა კვალად, განმუხტვის გარეშე.

სტატიკური ელექტრობისაგან დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებია სპეციალური სამოსი და ელექტროგამტარი რეზინისაგან დამზადებული ფეხსაცმელი, გამოიყენება აგრეთვე ანტისტატიკური სამაჯურები.

### 10.3. ელვის დასასიათება

ელვის წარმოშობის მიზეზი არის სხვადასხვა ნიშნის მქონე ატმოსფერული სტატიკური ელექტრომუხტების არსებობა ღრუბლებში და მათი გან-მუხტვა ღრუბლებს შორის, მიწისპირა ობიექტსა და ღრუბლებს შორის ან დედამიწის ზედაპირსა და ღრუბლებს შორის. განვიხილოთ აღნიშნული გან-მუხტვა დედამიწის ზედაპირსა და ღრუბლებს შორის. ელვის წარმოშობა იწყება ე.წ. ლიდერის (მნათი არხის) გაჩენით, რომელშიდაც დენის ძალა აღწევს



ასეულობით ამპერს. მნათი არხის მოძრაობის მიმართულების მიხედვით ელვა შესაძლებელია იყოს დაღმავალი და აღმავალი. აღმავალი ელვის წარმოშობისა და განვითარების პროცესების შესწავლა დაიწყო მაღლივი შენობების აშენების შემდეგ, რითაც გაირკვა, რომ შესაძლებელია ლიდერი აღიძრას დედამიწის ზედაპირზე და მიმართული იყოს ღრუბლებისაკენ.

დაღმავალი ელვა აღიძვრება ღრუბლებში მიმდინარე პროცესების შედეგად და დედამიწაზე მისი დაცემა არაა განპირობებული ნაგებობების არსებობით, ანუ განმუხტვა მოხდება ნაგებობების არარსებობის პირობებშიდაც. ღრუბლებში აღძრული ლიდერის დედამიწის ზედაპირთან მოახლოების კვალობაზე ზედაპირიდან აღიძვრება მის საპირისპიროდ მიმართული რამდენიმე ლიდერი და ერთ-ერთი მათგანის შეხვედრა იწვევს ელექტრულ განმუხტვას, რითაც განისაზღვრება ელვის დაცემის ადგილი დედამიწის ზედაპირზე ან რომელიმე ნაგებობაზე.

გამჭოლი არხის ჩამოყალიბების შემდეგ ხდება დაღმავალი ლიდერის მუხტის სწრაფი ნეიტრალიზაცია მკვეთრი ნათებისა და დენის ძალის მკვეთრი ზრდის თანხლებით. დენის ძალა შემთხვევათა 50%-ში აჭარბებს 30 კა, ხოლო 1–2%-ში შესაძლებელია გაიზარდოს 200 კა-მდე. დენის ძალის გამოვლინება ხდება ერთი ან რამდენიმე იმპულსის სახით. პირველი იმპულსის ხანგრძლივობაა 3–20 მკწმ. მომდევნო იმპულსები კლებადი პარამეტრებით ხასიათდებიან და მათი საშუალო მნიშვნელობებია დაახლოებით 12 კა და 0,6 მკწმ. კლებადობასთან ერთად მომდევნო იმპულსებს ახასიათებთ დენის მატების ტემპის ზრდა, ანუ პიკურ მნიშვნელობამდე უფრო სწრაფად მიღწევის უნარი.

ამავე დროს მკვეთრად იზრდება არხის ტემპერატურა  $30000^{\circ}\text{C}$ -მდე და ხდება მესყეული გაფართოება, რაც სმენით აღიქმება მოახლოებადი ან დაშორებადი ქუხილის სახით. ელვის მიერ გადატანილი სრული მუხტი შეადგენს დაახლოებით 100 კლ.

აღმავალი ლიდერები აღიძვრებიან მაღლივი შენობებიდან, რომელთა სახურავზე ჭექა-ქუხილის დროს ელექტრული ველი მკვეთრად ძლიერდება. ვაკე ადგილებში აღმავალი ელვა აზიანებს 150 მ-ზე უფრო მაღალ შენობებს, მთიან ადგილებში აღმავალი ელვა აღიძვრება უფრო ნაკლები სიმაღლის შენობებიდან, აგრეთვე ქარაფებიდან და დედამიწის უსწორმასწორო ადგილებიდან. აღნიშნულის გამო მთიან ადგილებში უფრო ხშირად გვხვდება აღმავალი ელვა.

მიადწევს რა ღრუბლებამდე აღმავალი ლიდერი, ხდება განმუხტვა, რომელთა 80% ხასიათდება უარყოფითი პოლარულობის დენით. ეს უკანას-კნელი გვხვდება ორი ტიპის: 1. უწყვეტი სახის, რომელიც არ ხასიათდება

იმპულსურობით, მას აქვს განმუხტვის დენი რამდენიმე ასეული ამპერის სიდიდით და განმუხტვის დრო – წმ-ის მეათედი ნაწილის ხანგრძლივობით; 2. პირველის მიერ შექმნილ ძირითად ფონს მეორე ტიპის დენი ამატებს იმპულსებს, რომელთა ამპლიტუდა საშუალოდ შეადგენს 10–15 კა, ხოლო გადატანილი მუხტი – 40 კლ. აღნიშნული იმპულსები დადამავალი ელვის იმპულსების ანალოგიურია გამოვლინებითა და მოქმედებით.

ამგვარად, სახეობის მიუხედავად, დენის ძალა ელვის არხში შესაძლებელია გახდეს 200 კა და მეტი, ძაბვა 150 მკვ, გადამეტაბვის სიდიდე 2 მკვ (მეგავოლტი) და მეტი, განმუხტვის დრო 0,1–1 წმ, ხოლო ტემპერატურა – 30000 °C და მეტი.

#### 10.4. ელვის მავნე გავლენა

ელვის გავლენა შენობა-ნაგებობებზე შესაძლებელია დაიყოს ორ ძირითად ჯგუფად: პირველადი, რომელიც გამოწვეულია ელვის პირდაპირი დარტყმისაგან და მეორადი, რომელიც ინიცირებულია ახლოს დაცემული ელვით და მოცემულ შენობაში მისი გავლენა (დენის იმპულსების შემოტანა) განპირობებულია ჩაუმიწებელი ლითონის კომუნიკაციებით. მეორადი მავნე გავლენისას სავარაუდოა ნაგებობის ფარგლებში ნაპერწკლების წარმოშობა. საფრთხის მასშტაბი როგორც პირველად, ისე მეორეულ შემთხვევაში, ერთის მხრივ დამოკიდებულია ელვის განმუხტვის პარამეტრებზე, ხოლო მეორეს მხრივ – ობიექტის კონსტრუქციულ და ტექნოლოგიურ თავისებურებებზე (ფეთქებადი და ხანძარსაშიში ზონების არსებობა ობიექტზე; ისეთი ტექნოლოგიის გამოყენება, რომელიც გულისხმობს ფეთქებადი ნარეგების შექმნას საშუალო ან საბოლოო პროდუქტის სახით; ენერგეტიკული და სხვა სახის კომუნიკაციის განლაგება ობიექტის ფარგლებში; ობიექტის ცეცხლმედეგობა და ა.შ.).

ძალზე მნიშვნელოვანია პირდაპირი ელექტრული ზემოქმედება, რომელიც აზიანებს შენობაში მყოფ ადამიანებს (ცხოველებს). ელექტრული ზემოქმედება დამოკიდებულია ელვის დენის ამპლიტუდაზე, მისი მნიშვნელობის პიკურ სიდიდემდე მიღწევის ტემპზე, ნაგებობის კონსტრუქციის ინდუქციურობაზე, ჩამმიწებლის წინალობაზე (ამ უკანასკნელით უნდა მოხდეს იმპულსური დენის განდინება გრუნტში). კარგი მეხსარიდის შემთხვევაშიც, ელვის დენის დიდი ძალისა და რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, მისი სიდიდის მატების მკვეთრი ტემპის პირობებში, გადამეტაბვის სიდიდე შესაძლებელია გახდეს რამდენიმე მეგავოლტი.

მეხსარიდის არარსებობის პირობებში ელვის დენის განდინების გზების კონტროლი შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში შეხებისა და ბიჯური დაბრუნების საშიში სიდიდეები ყველგან მოსალოდნელია, განსაკუთრებით კი, სახურავზე.

მცირე კვეთის გამტარებში (ლითონურ ნაწილებში) ელვის დენის განდინებისას მოსალოდნელია მათი დადნობა და არასასურველი თერმული ზემოქმედება ნაგებობის ფარგლებში.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია პირდაპირი თერმული ზემოქმედება, რომელიც იწვევს ხანძრებს. შემთხვევათა 95%-ში ელვის არხში გამოყოფილი ენერგია აჭარბებს 5,5 ჯ, რაც 2–3 რიგით აღემატება მრეწველობაში გამოყენებული აირების, ორთქლის და აეროზოლების აალებისათვის საჭირო მინიმალურ ენერგიას. შესაბამისად, ასეთ გარემოსთან ელვის არხის კონტაქტი გამოიწვევს ხანძრებსა და აფეთქებებს.

ელვა ობიექტებზე ახდენს აგრეთვე მექანიკურ ზემოქმედებას. ჰაერის გახურებისა და გაფართოების გამო წარმოიშობა დარტყმითი ტალღა, რომელიც აზიანებს ობიექტების კონსტრუქციებს, იწვევს ნგრევას. აღნიშნული მექანიკური ზემოქმედება პირველადი და მეორეული მოქმედებათა კლასიფიკაციის შესაყარზეა და შესაძლებელია მიეკუთვნოს როგორც პირველ, ისე მეორე ჯგუფს.

მეხის დაცემას აგრეთვე ახასიათებს მეორეული განმუხტვა, რაც გამოწვეულია ელექტროსტატიკური და ელექტრომაგნიტური ინდუქციით. ამის გამო კომუნიკაციებში, შენობებში და სხვაგან ხდება ნაპერწკლოვანი განმუხტვები, რომლებიც თავის მხრივ შეიძლება აღმოჩნდნენ მეორადი აალებებისა და აფეთქებების ინიციატორები ისეთ გარემოში, სადაც ამისათვის ხელსაყრელი პირობებია და არსებობს აფეთქების საშიშროება.

ელექტროსტატიკური ინდუქცია ვლინდება გადამეტაბვის სახით, რომელიც შესაძლებელია აღიძრას ლითონის კონსტრუქციებზე. გადამეტაბვის სიდიდე დამოკიდებულია ელვის დენის ძალის სიდიდეზე, ელვის დაცემის ადგილამდე მანძილზე და ჩამიწების წინააღობაზე.

ელექტრომაგნიტური ინდუქცია დაკავშირებულია ლითონის კონტურებში ელექტრომაგნიტური ძალის (ემძ-ის) აღძვრასთან. ემძ-ის სიდიდე დამოკიდებულია დენის მიღწევის ტემპზე პიკურ სიდიდემდე და იმ ფართობზე, რომელიც შემოფარგლულია ლითონური კონტურით. გრძელი კომუნიკაციების შემთხვევაში შესაძლებელია ემძ-ის სიდიდე გახდეს რამდენიმე ათეული კილოვოლტი. გრძელი კომუნიკაციების შეერთების ადგილებში ასეთი ელექტრომაგნიტური ძალის მიერ შესაძლებელია წარმოიშვას ნაპერწკალი, რომლის ენერგია იქნება ჯოულის მეათედი ნაწილები.

კიდევ ერთი სახეობის საშიში გავლენაა ობიექტზე მაღალი პოტენ-ციალის შემოტანა კომუნიკაციების (ელექტროგადაცემის საჰაერო ხაზების, მილსადენების, კაბელების) მეშვეობით. მაღალი პოტენციალი გადამეტაბვას და ვრცელდება ტალღების სახით. საშიშროება ვლინდება ნაპერწკლის წარ-მოშობით ჩაუმიწებელი კომუნიკაციების კონტაქტისას სხვა ჩამიწებულ მო-წყობილობებთან. ამის გარდა, კომუნიკაციებმა შესაძლებელია ნაგებობის ფარგლებში შემოიტანონ განდინებული იმპულსური დენის ნაწილი, რომლის ძალაც ადამიანისათვის მომაკვდინებელია ყველა შემთხვევაში.

ელჭექის დროს (უფრო დასასრულისაკენ) ზოგჯერ წარმოიშობა სფერო-სებრი ელვა, რომლის თავიდან ასაცილებლად ფანჯრები, კარები უნდა დაი-ხუროს, ხოლო სავენტილაციო არხები გადაიკეტოს. ჭექა-ქუხილის დროს დაუშვებელია ელექტროხელსაწყოებთან შეხება. იმის გამო, რომ ბოლი დენის კარგი გამტარია, ჭექა-ქუხილის დროს დაუშვებელია აგრეთვე ბუნებრივ და ბოლის გამომყოფ სხვა გამათბობელ მოწყობილობებთან მიახლოება. ჭექა-ქუხილის დროს უსაფრთხოების ინტერესებიდან გამომდინარე, არ შეიძლება სატვირთო მანქანის ძარაში ყოფნა. მსუბუქი ავტომანქანა ამ მხრივ საშიში არაა.

## 10.5. ღაცვითი ღონისძიებები

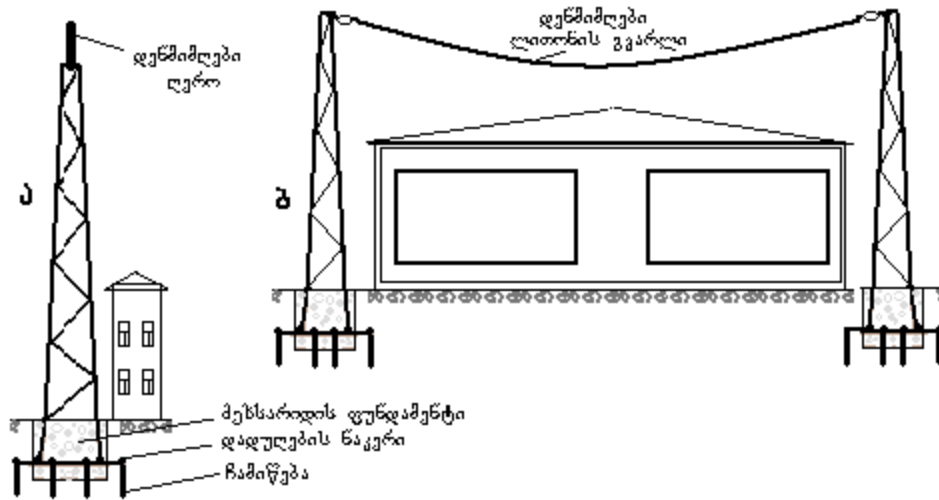
ელვისაგან დაცვა არის დამცავ ღონისძიებათა კომპლექსი, რომელიც მიმართულია ადამიანების, შენობა-ნაგებობების, აღჭურვილობის და მასალების აფეთქების, ხანძრისა და რღვევისაგან დასაცავად. შენობა-ნაგებობებისათვის განსაკუთრებით საშიშია სტატიკური განმუხტვა მაშინ, როცა განმუხტვის დენი გადის შენობით გავლით, ანუ საქმე გვაქვს მეხის პირდაპირ დაცე-მასთან (განმუხტვის დენის პირდაპირ დარტყმასთან).

მეხის პირდაპირი დაცემის აღბათობა მიწისზედა ობიექტზე მით მეტია, რაც მაღალია იგი, და შესაბამისად, რაც ნაკლებია მანძილი დამუხტულ ღრუბლამდე. ამის გარდა, მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის გეოლოგიურ თვისებებს, სხვა შენობების განლაგების კონფიგურაციას.

დაცვის ობიექტები იყოფა სამ კატეგორიად: I. შენობები და ნაგებობები, რომლებში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესებიც საჭიროებენ ან გამო-ყოფენ ფეთქებად ნივთიერებებს, რომლებიც შეიძლება ნაპერწკლით აფეთქ-დნენ; II. შენობები და ნაგებობები, რომლებშიც ხდება ფეთქებადი ნივთიერებების გამოყოფა მხოლოდ ავარიის შემთხვევაში და ნორმალური ტექნო-ლოგიური პროცესი არ საჭიროებს ფეთქებად ნივთიერებებს; III. შენობები და ნაგებობები, რომლებშიც არ არის ფეთქებადი ნივთიერებები.

პირველი კატეგორიის შენობებისა და ნაგებობების დაცვა უნდა მოხდეს ცალკე მდგარი მეხსარიდის მეშვეობით, ხოლო მეორე და მესამე კატეგორიისათვის შეიძლება როგორც ცალკე მდგარი, აგრეთვე დასაცავ ობიექტთან შეთავსებული მეხსარიდის გამოყენება. ასეთ შემთხვევაში ელვამიმდებებად შეიძლება ლითონის გადახურვისა და შენობის სხვა ლითონური ნაწილებით სარგებლობა (იხ. 10.1 ცხრილის შენიშვნები).

ელვისაგან და მეხისაგან ობიექტების დაცვა შესაძლებელია მეხსარიდის მეშვეობით. მეხსარიდის მოწყობის პრინციპი ისაა, რომ განმუხტვა ავაცი-ლოთ დასაცავ ობიექტს და ჩამიწების მეშვეობით განმუხტვის დენი გავუშვავთ მიწაში. კონსტრუქციული შესრულებით მეხსარიდების ტიპებია: ღეროსებრი, გვარლისებრი (ანტენური), ბადისებრი ან კომბინირებული. ღეროსებრი და გვარლისებრი მეხსარიდების მოწყობის პრინციპული სქემები წარმოდგენილია ნახ. 10.1-ზე.



ნახ. 10.1. მეხსარიდის პრინციპული კონსტრუქცია:

ა – ღეროსებრი, ბ – ანტენური, რომელიც წარმოადგენს დენგამტარ საყრდენებზე გადაჭიმულ ლითონის ერთ ან რამდენიმე გვარლს. ბადისებრი მეხსარიდი ეწყობა უშუალოდ შენობის სახურავზე ლითონის დენმიმღები ბადის სახით, რომელიც შენობისაგან იზოლირებული და იმავდროულად დამიწებული უნდა იყოს

ღეროსებრი ელვამიმდებების დამზადება შესაძლებელია ნებისმიერი პროფილის ფოლადისაგან ან სხვა ლითონისაგან, რომლის კვეთი 100 მმ<sup>2</sup> ან უფრო მეტია (ნახ. 10.2). დენგამტარი სალტებისა და ჩამიწების სხვა ელემენტების კვეთების ფართობები მოცემულია 10.1 ცხრილში.

ცხრილი 10.1

ელვამიმდებების, დენგამტარი სალტებისა და ჩამიწების ელექტროდების ზომები

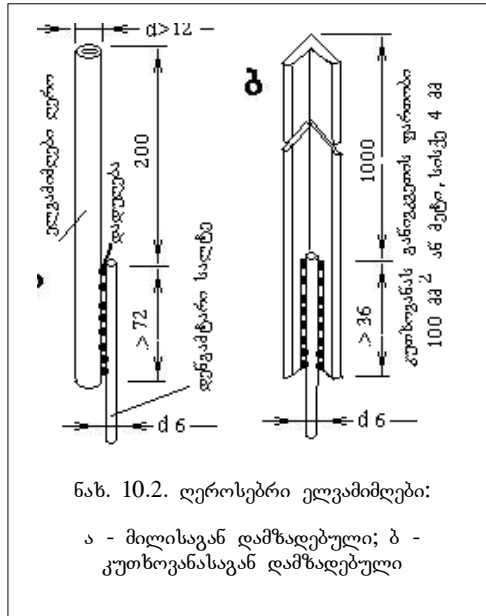
| №                            | ელემენტების დასახელება, მათი ფორმები და ზომები   | უმცირესი ზომა |
|------------------------------|--|---------------|
| <b>ელვამიმღებები</b>         |  |               |
| 1                            | ღეროსებრი მქსსარიდი – ნებისმიერი ლითონისაგან დამზადებული ღერო:<br>სიგრძე, მმ<br>განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup> | 200<br>100    |
| 2                            | ანტენური – ფოლადის მოთუთიებული მრავალწვერიანი გვარლი:<br>განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup>                        | 35            |
| <b>დენგამტარი სალტე</b>      |  |               |
| 1                            | მრგვალი კვეთის ფოლადის გლინულას დიამეტრი, მმ   | 6             |
| 2                            | ფოლადის ზოლოვანა:<br>განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup><br>სისქე, მმ   | 48<br>4       |
| <b>ჩამიწების ელექტროდები</b> |  |               |
| 1                            | ფოლადის გლინულას დიამეტრი, მმ  | 10            |
| 2                            | ფოლადის ზოლოვანა:<br>განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup><br>სისქე, მმ   | 160<br>4      |
| 3                            | ფოლადის კუთხოვანა:<br>განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup><br>სისქე, მმ  | 160<br>4      |
| 4                            | ფოლადის მილი:<br>დიამეტრი, მმ<br>კვლლის სისქე, მმ  | 12<br>3,5     |

ცხრილ 10.1-ის შენიშვნები:

1. ელვამიმღები დაცული უნდა იყოს კოროზიისაგან მოთუთიებით, მოკალვით ან შეღებვით.
2. ელვამიმღებად შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს დასაცავი შენობების ლითონური კონსტრუქციები: საკვამური მილები, დეფლექტორები, სახურავი, ბადე და სხვა ნებისმიერი ლითონური ნაწილი, რომელიც სახურავზე ან მის ზემოთაა განლაგებული.
3. კოროზიისაგან დასაცავად დენგამტარი სალტეები უნდა დაიფაროს კალით, თუთიით ან საღებავით, ხოლო მათი სიგრძე დამიწების ელექტროდებამდე უნდა იყოს რაც შეიძლება მოკლე.
4. ელვამიმღებად ფურცლოვანი ლითონის სახურავის გამოყენების შემთხვევაში დენგამტარი სალტეების მასთან დაკავშირება უნდა მოხდეს ქანჩებითა და ჭანჭიკებით.
5. ყველა შეერთებისას, სადაც ეს შესაძლებელია, უპირატესად გამოყენებული უნდა იქნეს შეღებვა. შეღებვის ნაკერის სიგრძე არ უნდა იყოს სწორ-კუთხოვანი ელემენტის გაორმაგებულ სიგანეზე ნაკლები, ხოლო წრიული კვეთის ელემენტის შემთხვევაში – გაქვსმაგებულ დიამეტრზე ნაკლები.

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

შენობა და ნაგებობა, რომელიც მიეკუთვნება I და II კატეგორიას, დაცული უნდა იქნეს: 1. ელვის პირდაპირი დარტყმისაგან, 2. ელექტროსტატიკური და ელექტრომაგნიტური ინდუქციისაგან, 3. საჰაერო (მიწისზედა) და მიწისქვეშა კომუნიკაციების მეშვეობით მაღალი პოტენციალების შემოტანისაგან. შენობა და ნაგებობა, რომელიც მიეკუთვნება III კატეგორიას, დაცული უნდა იქნეს: 1. ელვის პირდაპირი დარტყმისაგან, 2. ლითონებისაგან დამზადებული მიწისზედა კომუნიკაციების საშუალებით მაღალი პოტენციალების შემოტანისაგან. შენობებისა და ნაგებობების 100 მ-ზე მეტი სიგანისას, მათ შიგნით უნდა განხორციელდეს პოტენციალის გასათანაბრებელი ღონისძიებები.



ნახ. 10.2. ღეროსებრი ელვაგამბედი:  
 ა - მილისაგან დამზადებული; ბ -  
 კუთხოვანასაგან დამზადებული

### 10.6. მესხარიდის დაცვის ზონა

წელიწადის განმავლობაში შენობა-ნაგებობებზე ელვის პირდაპირი დარტყმების სავარაუდო რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$N = 10^{-6} (B + 6h_x)(L + 6h_x)n, \quad (10.2)$$

სადაც  $N$  არის ელვის პირდაპირი დარტყმების სავარაუდო რაოდენობა წელიწადში, ცალი;  $B$  – დასაცავი შენობის სიგანე, მ;  $L$  – შენობის სიგრძე, მ;  $h_x$  – შენობის სიმაღლე სახურავის ჩათვლით, მ;  $n$  – წელიწადში 1 კმ<sup>2</sup> მიწის ზედაპირის ელვით დაზიანების მაჩვენებელი კოეფიციენტი, ცალი/კმ<sup>2</sup>.

ელვით დაზიანების საშუალო კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდე დამოკიდებულია მოცემულ ტერიტორიაზე ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობაზე

წელიწადში და აიღება 10.2 ცხრილის მიხედვით, ხოლო ერთი კვადრატული კილომეტრი დეღამიწის ზედაპირზე ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობა წელიწადში შეადგენს: აღმოსავლეთი საქართველო 80–100 სთ, დასავლეთი საქართველო 20–40 სთ (ბარში), 100 სთ (მთაში).

განვიხილოთ ერთეული ღეროსებრი მეხამრიდი, რომლის სიმაღლე  $H < 60$  მ. მისი დაცვის ზონა კონუსის ფორმისაა. დეღამიწის ზედაპირზე კონუსის ფუძის რადიუსია  $r = 1,5H$ , ხოლო დასაცავი ობიექტის სიმაღლეზე დაცვის ზონა იქნება  $r_x$  რადიუსის წრეწირი.

თუ დასაცავი ობიექტის სიმაღლე  $h_x = 0,667H$ , მაშინ კონუსის სიმაღლე  $h = 0,8H$ , ხოლო ფუძის რადიუსი  $r = 1,5H$  (ნახ. 10.3).

$h_x$  სიმაღლეზე დაცვის ზონის რადიუსი განისაზღვრება ემპირიული ფორმულებით.

როცა  $0 \leq h_x \leq 0,667H$ , მაშინ

$$r_x = 1,5(H - 1,25h_x),$$

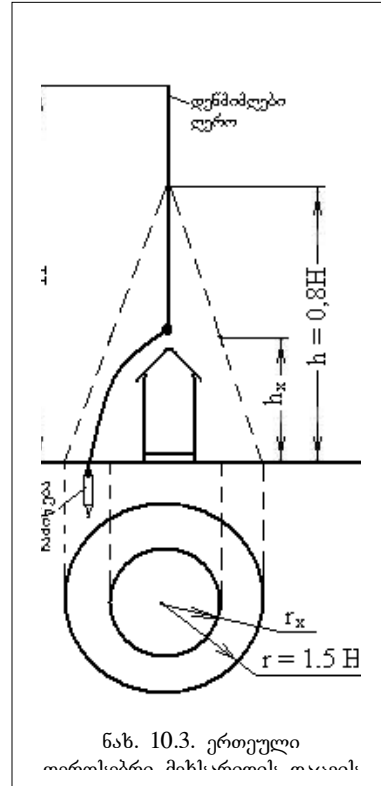
(10.3)

როცა  $0,667H \leq h_x \leq H$ , მაშინ

$$r_x = 0,75(H - h_x),$$

(10.4)

აღნიშნული ემპირიული ფორმულები საკმარისი სიზუსტისაა, რის გამოც რეკომენდებულია მეხსარიდის საპროექტო გაანგარიშებისათვის. საპროექტო გაანგარიშების მიზანია მეხსარიდის სიმაღლის გაანგარიშება, როცა ცნობილია შენობის სიმაღლე  $h_x$  და მოცემულ სიმაღლეზე დასაცავი ზონის რადიუსი. ფორმულების სიზუსტის შემოწმების მიზნით ავიღოთ მეხსარიდის სიმაღლე  $H = 50$  მ, ხოლო შენობის სიმაღლე სახურავის ჩათვლით  $h_x = 33,3$  მ. ამგვარად, შენობის მოცემულ სიმაღლეს ისეთი ზღვრული თანაფარდობა აქვს მეხსარიდის  $H$  სიმაღლესთან, რომ შესაძლებელია როგორც (10.3), ისე (10.4) ფორმულით სარგებლობა  $r_x$ -ის გასაანგარიშებლად. აღნიშნული მონაცემების მიხედვით



ნახ. 10.3. ერთეული ღეროსებრი მეხსარიდის დაცვის ზონის რადიუსის განსაზღვრა



(10.3) ფორმულა გვაძლევს შედეგს  $r_x = 12,562$  მ, ხოლო (10.4) ფორმულა –  $r_x = 12,525$  მ. მიღებულ შედეგებს შორის სხვაობა ფორმულების საკმარის სიზუსტეს გვიჩვენებს პრაქტიკული გაანგარიშებების მიზნებისათვის.

ცხრილი 10.2

ელვით დაზიანების საშუალო კოეფიციენტის ცვალებადობის ხასიათი ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობის მიხედვით

| წელიწადში ჭექა-ქუხილის საათების რაოდენობა, სთ/წელი                   | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80 და მეტი |
|--|-------|-------|-------|------------|
| 1 კმ <sup>2</sup> მუხით დაზიანების კოეფიციენტი, ცალი/კმ <sup>2</sup> | 3     | 6     | 9     | 12         |

იმ შემთხვევაში, როდესაც მუხსარიდის სიმაღლე  $H = 60-100$  მ, მაშინ  $r = 90$  მ, ხოლო დაცვის ზონის რადიუსის საანგარიშო ემპირიულ ფორმულებს  $h_x$  სიმაღლისათვის აქვთ სახე

როცა  $0 \leq h_x \leq 0,667H$ , მაშინ

$$r = 192 \left( 1 - 1,25 \frac{h_x}{H} \right), \quad (10.5)$$

როცა  $0,667H \leq h_x \leq 100$ , მაშინ

$$r = 45 \left( 1 - \frac{h_x}{H} \right), \quad (10.6)$$

დაცვის ზონის საანგარიშო პარამეტრების სქემა გვარლისებრი მუხამ-რიდისათვის მოცემულია 10.4.ა ნახ-ზე, ხოლო ორმაგი ღეროსებრი მუხამ-რიდის შემთხვევაში – 10.4.ბ ნახ-ზე.

გვარლისებრი მუხსარიდის გვარლის ჩამოშვების ისარი დაახლოებით 2 მ შეადგენს, რაც ჩანს სიმაღლის საანგარიშო ფორმულიდან

$$H = H_{oh} - 2, \quad h = 0,85H, \quad (10.7)$$

სადაც სიმაღლე  $H_{oh}$  არის იმ საყრდენის სიმაღლე, რომელზედაც გვარლია დამაგრებული, მ.

დაცვის ზონის რადიუსი  $h_x$  სიმაღლისათვის განისაზღვრება ფორ-მულით

$$r_x = (1,35 - 0,0025H) \left( H - \frac{h_x}{0,85} \right), \quad (10.8)$$

ხოლო იგივე სიდიდე დედამიწის ზედაპირის დონეზე –

$$r_x = (1,35 - 0,0025H)H, \quad (10.9)$$

ამ შემთხვევაში –  $h < 120$  მ, ხოლო  $H_{oh} < 150$  მ.

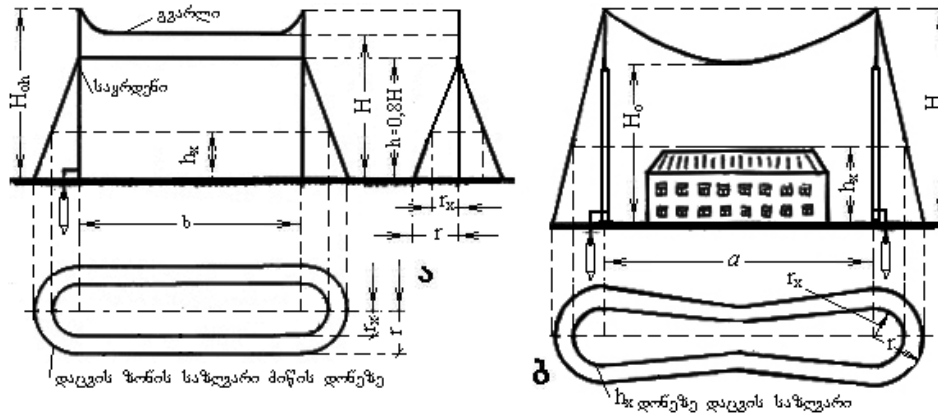
თანაბარი სიმაღლის ორმაგი ღეროსებრი მესხარიდის შემთხვევაში დაცვის ზონის საანგარიშო ფორმულებს აქვთ შემდეგი სახე (ნახ. 10.3.ბ).

$$H_0 = 4H - \sqrt{9H^2 + 0,25a^2}, \quad (10.10)$$

$$H = 0,517H_0 + \sqrt{0,183H_0^2 + 0,0357a^2}, \quad (10.11)$$

სადაც  $a$  არის მესხარიდებს შორის მანძილი, მ.

როგორც აღინიშნა, მესხარიდის დაპროექტების დროს ცნობილია  $h_x$  და  $r_x$  სიდიდეები დასაცავი ობიექტის გეომეტრიული ზომებიდან გამომდინარე და საჭიროა განისაზღვროს  $H$ .



ნახ. 10.4. დაცვის ზონის საანგარიშო პარამეტრების სქემები მესხარიდებისათვის:  
 ა - გვარლისებრი მესხარიდისათვის; ბ - თანაბარი სიმაღლის ორმაგი ღეროსებრი მესხარიდისათვის

### 10.7. ჩამიწების ნორმირება

შენობებისა და ნაგებობების მესხარიდის ჩამიწების შერჩევითი უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მესხარიდის ქსელში და ობიექტის ლითონურ კონსტრუქციებში გადამეტაბვის შემცირების ყველაზე ხელსაყრელი გზაა ნაკლები ელექტრული წინააღობის მქონე ჩამიწებლების მოწყობა. აღნიშნულის გამო ხდება ჩამიწებლის წინააღობის ან ამ უკანასკნელიდან დაკავშირებული რომელიმე კომპონენტის ნორმირება.

ბოლო პერიოდამდე (საბჭოთა კავშირის დროინდელი ნორმებით, რომლებიც ამჟამადაც მოქმედებენ ჩვენს ქვეყანაში) მიღებული იყო მომდევნო პარაგრაფში განხილული იმპულსური წინალობის მიხედვით ნორმირება. ჩამიწების იმპულსური წინალობის დასაშვები ნორმები იყო: 10 ომი I და II კატეგორიის შენობებისათვის, 20 ომი III კატეგორიის შენობებისათვის. ამასთან ერთად, დასაშვები იყო იმპულსური წინალობის 40 ომამდე გაზრდა იმ შემთხვევაში, როცა გრუნტის კუთრი წინალობა იყო 500 ომიXმ და მეტი, იმ პირობით, რომ საკმარისად უნდა ყოფილიყო დამორებული მეხსარიდი I კატეგორიის ობიექტისაგან, რათა გარანტირებული ყოფილიყო ჰაერის ან გრუნტის მეშვეობით წრედის შეკერის (გარღვევის) აცილება.

გარე მოწყობილობებისათვის მაქსიმალური იმპულსური წინალობა მიღებული იყო 50 ომის ტოლად.

ჩამიწების დაპროექტებისას შეუძლებელია მასში განდინებული ელვის დენის პარამეტრების დამაჯერებელი პროგნოზი და შესაბამისად, შეუძლებელია განისაზღვროს ჩამიწების იმპულსური წინალობა. აქედან გამომდინარე, იმპულსური წინალობის სიდიდებით ოპერირება ნორმებში დაკავშირებულია გარკვეულ და ძნელად დასადლევ უხერხულობასთან. უფრო გონივრულია წინასწარ იქნეს შერჩეული ისეთი ჩამიწებელი, რომელსაც ელვის დროს აღძრული დენების ყველა დიაპაზონში მოქმედების შესაძლებლობა ექნება თავისი საკუთრივი ელექტრული წინალობის სიდიდიდან გამომდინარე.

აღნიშნულის მიხედვით 5–100 კა დენის ძალის ფარგლებში განისაზღვრა ისეთი ჩამიწებლები, რომლებიც უსაფრთხოების პირობებს აკმაყოფილებენ.

შესაბამისად, ჩამიწებლის ყველაზე უფრო მოსახერხებელი და მისაღები სახეობაა რკინაბეტონის ფუნდამენტები. მათ წაეყენებათ დამატებითი პირობა – გამორიცხული უნდა იქნეს ბეტონის მექანიკური დაზიანება დენის განდინებისას ფუნდამენტის მეშვეობით. აღსანიშნავია, რომ რკინაბეტონის კონსტრუქციები უძლებენ ელვის ძალიან დიდი დენების განდინებას ამ უკანასკნელთა იმპულსურობის, ანუ მცირე ხნით მოქმედების გამო. შესაბამისად, რკინაბეტონის 5 მ სიგრძის ხიმინჯებით ან 2 მ სიმაღლის რკინაბეტონის საფეხურებით მოწყობილი ფუნდამენტი საუკეთესოა იმისათვის, რომ მოხდეს 100 კა იმპულსური დენის განდინება. აღნიშნული მიდგომა თავიდან გვაცილებს ჩამიწებლის წინალობის გაანგარიშების საჭიროებას მეხსარიდის მოწყობისას.

მომდევნო პარაგრაფში განხილული ტიპური კონსტრუქციები გამოსაყენებელია მხოლოდ ისეთი ნაგებობებისათვის, რომლებსაც არა აქვთ რკინაბეტონის ფუნდამენტი.

შენობის რკინაბეტონის ფუნდამენტის ბუნებრივ ჩამიწებლად გამოყენება გულისხმობს, რომ ვერტიკალურ არმატურებს შორის აუცილებლად უნდა იყოს საიმედო ელექტრული კავშირი დადულების გზით.

### 10.8. მესსარიდის ჩამიწებლის ტიპური კონსტრუქციები

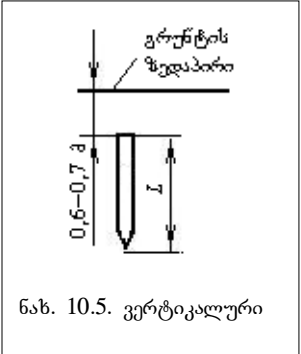
ატმოსფერული განუხტვის დროს წარმოქმნილი დენი იმპულსურია, დენგამტარში და გრუნტში მისი განდინება ხდება მცირე დროის განმავლობაში. შესაბამისად, ჩამიწებელმა უნდა შეძლოს იმპულსური დენის გატარება. ასეთ შემთხვევაში წინალობას იმპულსური ეწოდება. ჩამიწების იმპულსური წინალობა არის ელვის დროს აღძრული დენების გრუნტში განდინების რთული ფიზიკური პროცესის რაოდენობრივი მა-ხასიათებელი. მისი სიდიდე განსხვავდება ჩამიწებლის წინალობისაგან, რომელიც უნდა მოეწყოს სამრეწველო სიხშირის დენის განდინებისათვის. განსხვავებას განაპირობებს ელვის დენის ამპლიტუდა; ფრონტის სიგრძე; პიკური რიცხვითი სიდიდის მიღწევის ტემპი, ანუ პიკის დახრილობა. ყველა აღნიშნული სიდიდე, როგორც აღინიშნა, ფართო ფარგლებში იცვლება. ელვის დენის სიდიდის გაზრდით ჩამიწებლის იმპულსური წინალობა კლებულობს და შესაძლებელია 2-5-ჯერ შემცირდეს.

ჩამიწების იმპულსური წინალობის სიდიდის დადგენა შესაძლებელია სამრეწველო სიხშირის ცვლადი დენის განდინებისათვის ზღვრულად დასაშვები წინალობის მიხედვით შემდეგი ფორმულით

$$R_0 = \alpha R_\infty, \quad (10.12)$$

სადაც  $R_0$  არის მესსარიდის ჩამიწების იმპულსური წინალობის საჭირო სი-დიდე,  $\alpha$  - იმპულსურობის კოეფიციენტი, რომელიც ელვის ტანში დენის სიდიდის გარდა დამოკიდებულია გრუნტის კუთრ წინალობაზე და ჩამიწებლის კონსტრუქციაზე;  $R_\infty$  - სამრეწველო სიხშირის დენის განდინების ზღვრულად დასაშვები წინალობის სიდიდე,  $\Omega$ .

გრუნტის კუთრი წინალობის რიცხვითი მნიშვნელობებისა და ჩამიწებლის კონსტრუქციის მიხედვით იმპულსურობის კოეფიციენტის ცვა-ლებადობა მოცემულია 10.3 ცხრილში.



ნახ. 10.5. ვერტიკალური

ცხრილი 10.3

მესხარიდის ჩამიწების იმპულსურობის საანგარიშო კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდეები

| №  | გრუნტის კუთრი წინაღობა, ომი.მ                             | <100 | 100 | 500 | 1000 | 2000 |
|----|---|------|-----|-----|------|------|
| 1. | იმპულსურობის კოეფიციენტი<br>ვერტიკალური ჩამიწებლისათვის   | 0,9  | 0,7 | 0,5 | 0,3  | –    |
| 2. | იმპულსურობის კოეფიციენტი<br>კომბინირებული ჩამიწებლისათვის | 0,9  | 0,9 | 0,7 | 0,5  | 0,35 |

ცხრილი შედგენილია ვერტიკალური და კომბინირებული კონსტრუქციის ჩამიწებლისათვის, ხოლო ჰორიზონტალური ჩამიწებლისათვის შესაძლებელია კომბინირებული ჩამიწებლისათვის დამახასიათებელი რიცხვითი სიდიდეების აღება. ვერტიკალურში გამოიყენება მხოლოდ ღეროსებრი ჩამიწებლები, ჰორიზონტალურში ჩამიწებლად გამოიყენება მხოლოდ ზო-ლოვანა, ხოლო კომბინირებულში ორივე მათგანი. ყველა სახეობის ჩამ-მიწებელი ერთმანეთისაგან განსხვავდება ზომებით, რომლებიც განაპირობებენ მათ სხვადასხვა წინაღობას დენის განდინებისადმი.

ნახ. 10.5-ზე წარმოდგენილია ვერტიკალური ღეროსებრი ჩამიწებლის კონსტრუქციული შესრულება, ხოლო 10.4 ცხრილში მოცემულია კონსტრუქციების მახასიათებელი გეომეტრიული პარამეტრების რიცხვითი სიდიდეები გამოყენებული ლითონის სახეობის მიხედვით და სამრეწველო სიხშირის დენის განდინებაზე, მოცემული პარამეტრების შესაბამისი ჩამიწებლის წინაღობა, რომელიც აგრეთვე დამოკიდებულია გრუნტის კუთრი წინაღობის რიცხვით სიდიდეზე.

არსებობს აგრეთვე სხვა ტიპის ჩამიწებლებიც. მაგალითად, ჩამიწებელი დენის განსადენთა სხივური განლაგებით, რომლის დროსაც გამოიყენება ვერტიკალური ღეროსებრი ჩამიწებელი და ჰორიზონტალურად 120<sup>0</sup>-იანი კუთხით ერთმანეთის მიმართ განფენილი ზოლოვანისაგან დამზადებული სხივები. ეს უკანასკნელები დადუღებულია ვერტიკალურ ღეროზე.

ცხრილი 10.4

ნახ. 10.5-ზე წარმოდგენილი ჩამიწებლის წინაღობის ცვალებადობა სამრეწველო სიხშირის დენის განდინებაზე გრუნტის კუთრი წინაღობის მიხედვით

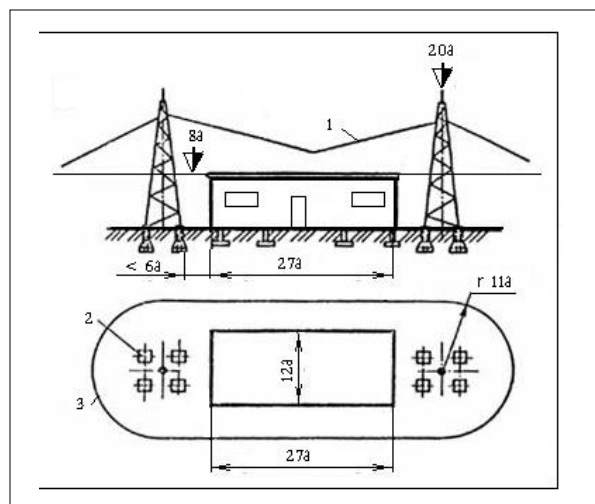
| ჩამიწებლისათვის გამოყენებული მასალის სახეობა | სამრეწველო სიხშირის დენის განდინებაზე წინაღობა, ომი (50–1000) გრუნტის კუთრი წინაღობა, ომი.მ |     |     |      |
|--|---|-----|-----|------|
|  | 50  | 100 | 500 | 1000 |
| კუთხოვანა 40X40X4 მმ, სიგრძე 2 მ             | 19  | 38  | 190 | 380  |
| კუთხოვანა 40X40X4 მმ, სიგრძე 3 მ             | 14  | 28  | 140 | 280  |
| 10–20 მმ დიამეტრის შილი, სიგრძე 2 მ          | 24  | 48  | 240 | 480  |
| 10–20 მმ დიამეტრის შილი, სიგრძე 3 მ          | 17  | 34  | 170 | 340  |
| 10–20 მმ დიამეტრის შილი, სიგრძე 5 მ          | 14  | 28  | 140 | 280  |

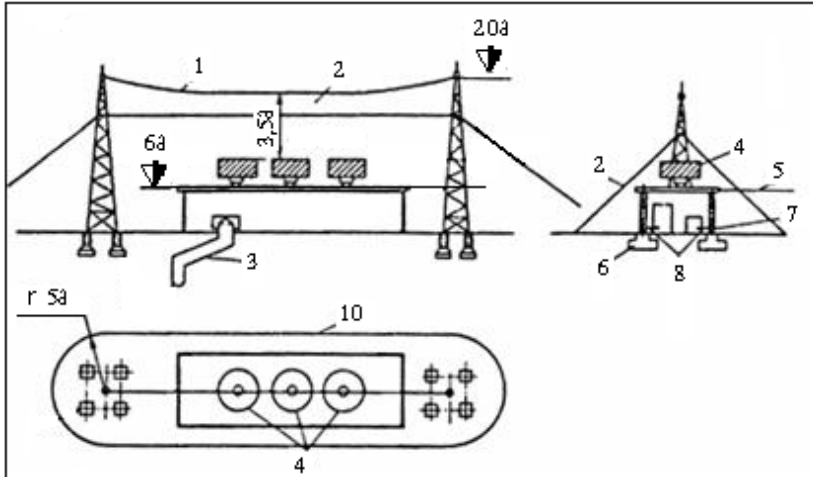
ჩამმიწებლად იყენებენ აგრეთვე ხიმინჯებს და მათ შემაერთებელ გამბ-  
რჯენებს, რომლებიც ამ შემთხვევაში როსტვერკებად იწოდებიან. 0,3 მ ღია-  
მეტრისა და 6 მ სიგრძის ხიმინჯებს ამზადებენ რკინაბეტონისაგან, ხოლო  
როსტვერკი არის 4X40 მმ ზომის ფოლადის ზოლოვანა, რომლის დადუღება  
ხდება ხიმინჯზე სათანადო წესით. 36 ცალი ხიმინჯითა და 9 ცალი  
როსტვერკით დამზადებული ჯვრის ფორმის ჩამმიწებელში ჩახაზული ერთმა-  
ნეთის ტოლი 4 კვადრატის თითოეული გვერდის სიგრძე შეადგენს 24 მ, ანუ  
ჩამმიწებლის ზომები საკმარისად დიდია და მისი გამოყენება გარკვეულ  
შეზღუდვებთანაა დაკავშირებული თავისთავად. აღნიშნული ჩამმიწებელი  
გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა გრუნტის კუთრი წინაღობა –  $\rho = 50-500$   
ომი.მ.

### 10.9. მესსარიდის ტიპური კონსტრუქციები

ქვემოთ ნახაზების სახით წარმოდგენილია მესსარიდების ტიპური  
კონსტრუქციები.

ნახ. 10.6. I კატეგორიის შენობის დაცვა ცალკე მდგარი ორმაგი ღეროსებრი მესსარიდით  
(გრუნტის წინაღობა 300 ომიXმ.): 1 - დაცვის ზონის საზღვარი; 2 - ჩამმიწებლები  
(ფუნდამენტის საფეხურები); 3 - დაცვის ზონის საზღვრები 8 მ სიმაღლეზე

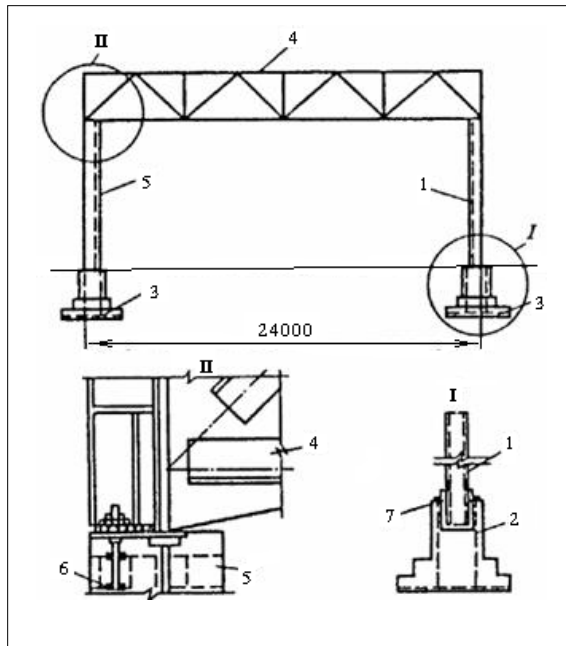


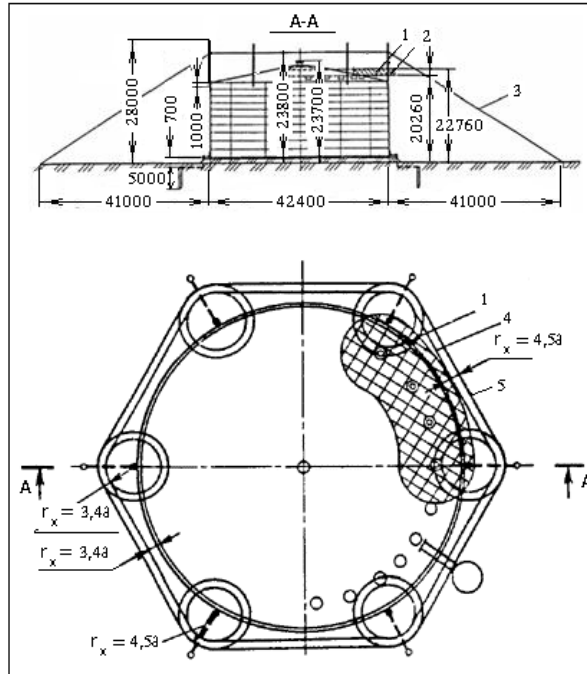


ნახ. 10.7. I კატეგორიის შენობის დაცვა ცალკე მდგარი გვარლური მეხსარიდით (გრუნტის წინაღობა 300 ომიXმ.); 1 - გვარლი; 2 - დაცვის ზონის საზღვარი; 3 - მიწისქვეშა მილსადენის შემომყვანი; 4 - ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის გავრცელების საზღვარი; 5 - შეღულებით შეერთებული არმატურა; 6 - რკინაბეტონის ფუნდამენტი; 7 - მოწყობილობათა მისაერთებელი ელემენტები; 8 - დამიწების დენგამტარი სალტე (ფოლადის ზოლოვანა 4X40 მმ); 9 - ჩამმიწებლები (ფუნდამენტის საფეხურები); 10 - დაცვის ზონის საზღვარი 10,5 მ ნიშნულზე

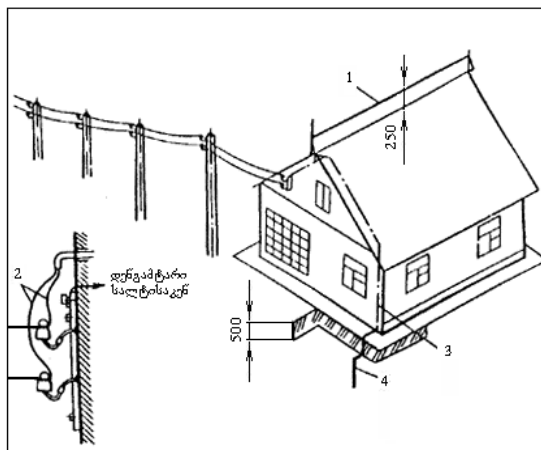
ნახ. 10.8. I კატეგორიის შენობის დაცვა ლითონის ფერმების მეშ-ვეობით (დენგამტარ სალტედ და ჩამმიწებლად გამოყენებულია რკინაბეტონის სვეტებისა და ფუნდამენტის არმატურა):

1 - სვეტის არმატურა; 2 - ფუნდამენტის არმატურა; 3 - ჩამმიწებელი; 4 - ფოლადის ფერმა; 5 - რკინაბეტონის კოლონა; 6 - ანკერის ჭანჭიკები, რომლებიც და-დულებულია არმატურაზე; 7 - მისაერთებელი ელემენტი





ნახ. 10.9. 20 ათასი მ<sup>3</sup> ტევადობის ლითონის რეზერვუარის მესხარიდი:  
 1 - სასუნთქი სარქველი; 2 - ფეთქებასაშიში კონცენტრაციის აირების საქშენი; 3 - დაცვის  
 ზონის საზღვარი; 4 - დაცვის ზონის საზღვარი 23,7 მ სიმაღლეზე; 5 - იგივე 22,76 მ-ზე



ნახ. 10.10. სოფლის სახლის მესხარიდი:  
 1 - გვარლის ელვაძიმღები; 2 - საჰაერო ელექტროგაყვანილობისა და ლითონის კაკვების  
 ჩამოწების შეყვანა კედელში; 3 - დენგამტარი სალტე; 4 - ჩამოწმებელი



შენიშვნა: 10.6–10.10 ნახაზებთან დაკავშირებით, ზომები მოცემულია მეტ-რობით (განზომილების მითითებით) ან მილიმეტრებით (განზომილების მიუთითებლად).

## 11. მაღალი წნევის მოწყობილობები

### 11.1. მოწყობილობაზე წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები

**ბამოყენების სფერო.** საინჟინრო საქმეში გათხევადებული, აირისებრი და გახსნილი ნივთიერებების შესანახად და გადასაზიდად ფართოდ გამოიყენება მაღალი წნევის აპარატები და მოწყობილობები – ცისტერნები, ბალონები, ორთქლისა და წყალსატობი ქვაბები, კომპრესორები და ა.შ. მათი ექსპლუატაცია ტექნიკური პერსონალისაგან მოითხოვს მუშაობის დროს მკაცრად დაიცვან უსაფრთხოების წესები, ნორმები და ინსტრუქციები მოწყობილობათა უსაფრთხო ექსპლუატაციის შესახებ. ნორმების ან საექსპლუატაციო რეჟიმის დარღვევა, ისე როგორც საკონტროლო საზომი ხელსაწყოების უწესრიგობა წარმოქმნიან სხვადასხვა ხასიათის საშიშ ფაქტორებს, რომელთა შორის ძირითადია აფეთქება და ხანძარი.

აფეთქების მუშაობა აირის ადიაბატური გაფართოების დროს განისაზღვრება ცნობილი ფორმულით:

$$A = \frac{PV}{k-1} \left[ (k-1) \left[ 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \right], \quad (11.1)$$

სადაც  $P_1$  და  $P_2$  არის აირის საწყისი და საბოლოო წნევა ჭურჭელში, მგა;  $V$  – აირის საწყისი მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $k$  – ადიაბატის მაჩვენებელი, ჰერისათვის დაახლოებით  $k = 1,41$ . იდეალური აირისათვის გამოითვლება ფორმულით

$$k = \frac{C_p}{C_v}, \quad (11.2)$$

სადაც  $C_p$  და  $G_v$  შესაბამისად არის აირის იზობარული და იზოქორული კუთრი თბოტევადობები (ანუ თბოტევადობები უცვლელი წნევისა და მოცულობის დროს),  $\gamma/(კგ \cdot K)$ .

მაღალი წნევის ჭურჭლის გაგლეჯის შემთხვევაში აფეთქების სიმძლავრე განისაზღვრება ფორმულით

$$N = \frac{A}{t}, \tag{11.3}$$

სადაც  $A$  არის მუშაობა, რო-მელსაც ასრულებს შეკუმშული ჰაერი გაფართოების შემთხვევაში შიგა წნევის ატმოსფერულ წნე-ვასთან გათანაბრებამდე,  $\gamma$ ;  $t$  - დრო, რომლის განმავლობაშიდაც სრულდება მუშაობა, წმ. 1 მეგა-პასკალი (მგპა) წნევის დროს 0,1 წმ-ის განმავლობაში სიმძლავრე შეადგენს 10 მეგავატს (მგვტ).

წნევის განზომილება გვიჩვენებს, თუ რა მუშაობა შეუძლია შეასრულოს მოცემულმა აირმა გაფართოების შემთხვევაში იდეალური პირობებისათვის. სასარგებლოდ შესრულებული მუშაობა ყოველთვის უფრო ნაკლებია იდეალურთან შედარებით, მაგრამ აფეთქების შემთხვევაში შეკუმშული აირი ფაქტობრივად იდეალურ მუშაობას ასრულებს, რადგან როგორც შესრულებული მუშაობა ამ შემთხვევაში, ისე ყველა დანაკარგი ცალსახად საზიანოა.

აფეთქების თავიდან აცილების ძირითადი ღონისძიებებია: მაღალი წნევის მოწყობილობის მართებული დაპროექტება, მონტაჟი, რემონტი, ინსტრუქციის შესაბამისი ექსპლუატაცია.

ადმინისტრაცია ვალდებულია დამონტაჟებული მოწყობილობა ან ჭურჭელი რეგისტრაციაში გაატაროს სახელმწიფო ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციაში.

**მოწყობილობის ან ჭურჭლის დაყენება.** სახელმწიფო ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ რეგისტრირებული ჭურჭლების დაყენება უნდა ხდებოდეს ამ მიზნით ცალკე გამოყოფილ

წნევის განზომილებიდან ჩანს, რომ ის არის ერთეული მოცულობის შეკუმშული აირის მუშაობის უნარიანობის მაჩვენებელი. თუ გავხსენებთ, რომ წნევა არის ფართობის ერთეულზე მოქმედი ძალა, აგრეთვე იმასაც, რომ საერთაშორისო სისტემაში ძალის ერთეულია ნიუტონი (ნ), ხოლო ფართობის ერთეული მ<sup>2</sup>, მივიღებთ, რომ

$$1 \text{ პა} = 1 \text{ ნ/მ}^2.$$

ტოლობის მარჯვენა მხარის მრიცხველისა და მნიშვნელის მ-ზე გამრავლებით მიიღება, რომ  $1 \text{ ნ/მ}^2 = 1 \text{ ნ.მ/მ}^3$ . მრიცხველში მიღებული სიდიდე მუშაობის ერთეულის ჯოჯოხეთის განზომილებაა, ხოლო მნიშვნელში

შენობებში. მიმდებარე სამრეწველო შენობებისაგან გამყოფი კედელი უნდა იყოს კაპიტალური და ისე დამონტაჟებული, რომ საშუალება იყოს მოვახ-დინოთ შემოწმება, გასუფთავება და რემონტი. ჭურჭლის დაყენებისას გამო-რიცხული უნდა იყოს მისი ამოყირავება. ამისათვის საჭიროა აგებულ იქნეს კიბეები, მოედ-ნები, სათვალთვალო მოწყობილობები და ა.შ., რომლებიც აუცილებელია 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.

აღნიშნული წესები ვრცელდება შემდეგი სახის ჭურჭლებზე:

1. ჭურჭლები, რომლებიც მუშაო-ბენ 0,07 მგპა-ზე მეტ ჭარბ წნევაზე.
2. შეკუმშული აირის გადასა-ტანად გამოყენებული კასრები და ცისტერნები,

რომელთა წნევა  $+50^{\circ}C$  ტემპერატურაზე არის 0,04 მგპა და მეტი.

3. ბალონები, რომლებიც განკუთ-ვნილია შეკუმშული, გათხევადე-ბული და შერეული აირის შესანახად და გადასატანად 0,07 მგპა-ზე მეტ წნევაზე.

ეს წესები არ ვრცელდება ორთქლით და წყლით გათბობის ხელსა-წყობებზე, ბალონებსა და ჭურჭელებზე 25 ლ-მდე ტევადობით, მანქანათა ნაწილებზე, რომლებიც არ წარმოადგენენ დამოუკიდებელ ჭურჭლებს, ორ-თქლის და აირის მანქანების ძრავების ცილინდრებზე,

**ჭარბი წნევა.** ატმოსფერული წნევა არის დაახლოებით 0,1 მგპა (101325 პა ზუსტად); მთლიანი წნევა არის რაიმე მოცულობაში გაზომილი წნევა, რომელიც შესაძლებელია იყოს: 1. ატმოსფერული წნევის ტოლი; 2. ატმოსფერულ წნევაზე მეტი. ატმოსფერულ წნევაზე მეტ წნევას ჭარბი წნევა ეწოდება. ამგვარად, 0,07 მგპა ჭარბი წნევა ნიშნავს, რომ მოცემულ ჭურჭელში მთლიანი წნევა შეადგენს დაახლოებით 0,08 მგპა, ანუ 8 ატმოსფეროს (8 კგ/სმ<sup>2</sup>), თუ ვისარგებლებთ წნევის არასისტემური ერთეულებით.

ავტომობილის სამუხრუჭე მოწყობილობების საჭაერო რეზერვუარებზე; ჭურჭლებზე, რომლებიც შედგებიან მილებისაგან, რომელთა შიგა დიამეტრი არ აღემატება 150 მმ; ჭურჭლებზე, რომლებიც განიცდიან წყლის წნევის გავლენას არა უმეტეს  $115^{\circ}C$  ტემპერატურაზე.

გამონაკლის წარმოადგენენ შემდეგი ჭურჭლები:

1. 100 ლ-მდე ტევადობის კასრები, ბალონები, რომლებიც განკუთვნილია შეკუმშული და გათხევადებული აირის შენახვისა და ტრანსპორტირების-სათვის.
2. ჭურჭლები, რომლებშიც არის მაღალი წნევა და შეიცავენ ფეთქებაუსაფრთხო აირს, ამ შემთხვევაში ჭურჭლის კედლის ტემპერატურამ არ უნდა გადააჭარბოს  $200^{\circ}C$ . აგრეთვე ჭურჭლები, რომლებშიც არის მაღალი

წნევა და შეიცავენ მჟავა და ადვილად ფეთქებად მარილებს მითითებულ ან უფრო ნაკლებ ტემპერატურაზე.

**ინსპექტირება.** ჭურჭლები და დანადგარები, რომელთა ექსპლუატაცია მიმდინარეობს, შემოწმებული უნდა იქნეს ინსპექციის მიერ. ინსპექტორი პასუხისმგებელია მის ტექნიკურ გამართულობაზე და უსაფრთხო მუშაობაზე. იგი ატარებს შიგა და გარე ზედამხედველ შემოწმებას არანაკლებ 4 წელიწადში ერთხელ, ხოლო ჰიდრაულიკური გამოცდა ხდება ერთხელ არანაკლებ 10 წელიწადში.

ვადაზე ადრე შემოწმება ხდება შემდეგ შემთხვევებში:

- ჭურჭლის რეკონსტრუქციის ან რემონტის შემდეგ, თუ გამოყენებული იქნა შედუღება (რჩილვა) ან ერთი წლის განმავლობაში თუ არ ხდებოდა ჭურჭლის ექსპლუატაცია (იყო უმოქმედოდ);
- თუ ჭურჭელი მოთავსებულია საწყობში და შეფუთულია;
- ჭურჭელი ახალ ადგილზე დაყენებისა და დამონტაჟების შემდეგ შედუღებისა და რჩილვის გამოყენების მიუხედავად.

ჭურჭლების ვადაზე ადრე ტექნიკური შემოწმება შეიძლება ჩატარდეს ინსპექტორის მეშვეობით ან იმ პირის მეშვეობით, ვინც პასუხისმგებელია ჭურჭლის გამართულ და უსაფრთხო მუშაობაზე.

## 11.2. კონტროლი და მომსახურება

მაღალი წნევის ჭურჭლების უსაფრთხო ექსპლუატაციის მიზნით საწარმოში ბრძანებით ინიშნება ინსპექტორი. იგი მიეკუთვნება ტექნიკურ პერსონალს, უნდა იყოს მინიმუმ 18 წლის, გავლილი უნდა ჰქონდეს საწარმოო სწავლება და ინსტრუქტაჟი და საკვალიფიკაციო კომისიის მიერ უნდა იყოს ატესტირებული. ატესტაცია დასტურდება მოწმობით, რომელსაც ხელს აწერს კომისიის თავმჯდომარე.

ყოველი 12 თვის შემდეგ მის ცოდნას ამოწმებს კომისია, რომელიც შექმნილია მოცემული საწარმოს ფარგლებში. შემოწმების შედეგები უნდა გაფორმდეს ოქმით. სამუშაო ადგილზე გამოკრული უნდა იქნეს ინსტრუქცია სამუშაო რეჟიმის მიხედვით, რომელიც შემუშავებულია და დამტკიცებულია საწარმოს ადმინისტრაციის მიერ.

ჭურჭლების ექსპლუატაცია უნდა შეწყდეს შემდეგ შემთხვევებში:

- დასაშვებზე მეტად წნევის გაზრდის დროს, უსაფრთხოების სხვა მოთხოვნათა დაურღვევლობის მიუხედავად;

- დამცავი სარქველის უწყესრიგობისას;
- ჭურჭლის ძირითად ელემენტებში ბზარის აღმოჩენისას, კედლის მნიშვნელოვანი გათხელებისას, საშემდუღებლო ნაკერში გამოჟონვისას;
- ისეთი ხანძრის გაჩენისას, რომელიც ემუქრება მაღალწნევიან ჭურჭელს;
- მანომეტრის უწყესრიგობისას იმ შემთხვევაში, თუ წნევის გაზომვა შეუძლებელია სხვა ხელსაწყოებით;
- სითხის დასაშვებზე მეტად შემცირებისას ისეთ ჭურჭელში, სადაც გამოიყენება ღია ალი;
- სამაგრი ღებულების უწყესრიგობისას;
- სითხის ღონის მზომის უწყესრიგობისას, დამცავი მბლოკავი მოწყობილობის უწყესრიგობისას, საკონტროლო საზომი ხელსაწყოების უწყესრიგობისას.

აკრძალულია ბალონის ექსპლუატაცია რომელსაც: გაუვიდა პერიოდული გადამოწმების ვადა; აქვს გაუმართავი ონკანი; აქვს დაზიანებული კორპუსი; აქვს არასათანადო შეღებვა, როდესაც ბალონზე წარწერა არ შეესაბამება მოთხოვნებს ან ბალონში მოთავსებულ ნივთიერებას.

### **11.3. ტრავმატიზმის გამოიწვევი მიზეზები**

საწარმოში გამოიყენება მრავალი მოწყობილობა-დანადგარი, რომლებიც მუშაობენ მაღალი წნევის პირობებში. ესენია: კომპრესორები, ორთქლის და წყალსატბობი ქვაბები, აირის ბალონები, ცისტერნები, ორთქლსადენები, აირსადენები და სხვ. წნევის პირობებში მომუშავე მოწყობილობა-დანადგარები საშიშია მათი მოსალოდნელი აფეთქების გამო, რადგან აფეთქება თითქმის ყოველთვის იწვევს ადამიანთა მძიმე ტრავმებს, ანგრევს შენობებს და იწვევს დიდ მატერიალურ ზარალს. კომპრესორების აფეთქება ხდება საპოხი მასალების ორთქლის აალების, კომპრესორის კედლების გადახურების, მტვრიანი ჰაერის შეწოვის და სხვა მიზეზების გამო. აფეთქების მიზეზი შეიძლება გახდეს აგრეთვე ბალონის სხვა აირით შევსება. ჟანგბადის ბალონის აფეთქებას გამოიწვევს ნებისმიერი ზეთი, თუ იგი მოხვდება ბალონის ვენტილის შიგა არეში და ა.შ.

განსაკუთრებულ საშიშროებას წარმოადგენს პრიმიტულად დამზადებული მოწყობილობები, რადგან მათ დასამზადებლად ჩვეულებრივ გამოიყენება

ნებისმიერი მასალა და, უმეტეს შემთხვევაში, მათ არ გააჩნით საკონტროლო და დამცავი აპარატურა.

#### 11.4. დასამზადებელ მასალაზე წამყვანი მოთხოვნები

მასალები, რომლისგანაც მზადდება მაღალი წნევის მოწყობილობები და ჭურჭლები, უნდა პასუხობდნენ გარკვეულ მოთხოვნებს თავიანთი ფიზიკური, მექანიკური და ტექნოლოგიური თვისებებით.

მასალების მექანიკური თვისებები ხასიათდება გაგლეჯის დროებითი წინაღობით  $\sigma_{გაგ}$ , დენადობის ზღვრით  $\sigma'_{0,2}$ , დარტყმის სიბლანტით  $a_{დარ}$ , ღუნვის წინაღობით  $\sigma_{ღ}$ . თუ დანადგარი მუშაობს მაღალ ტემპერატურაზე, მასალის თვისებებს იკვლევენ სხვადასხვა ტემპერატურაზე – 20–50<sup>0</sup> C -ის დიაპაზონში. მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია დენადობის ზღვრის ფარდობა სიმტკიცის ზღვართან. ამ მაჩვენებლის ნორმირება ხდება 20<sup>0</sup> C ტემპერატურაზე (ნაწილობრივი ფოლადისათვის იგი არ უნდა აღემატებოდეს 0,6, ხოლო ლეგირებული ფოლადისათვის 0,7).

ფოლადი, რომელიც გამოყენებულია მაღალ წნევაზე მომუშავე მოწყობილობის დასამზადებლად, შედუღებამდე უნდა შემოწმდეს მოცემული მაჩვენებლების მიხედვით. შემოწმების მიზანია დადგინდეს ნაკერის სიმტკიცის, პლასტიკურობის და სხვა თვისებების რიცხვითი მნიშვნელობები. ამის გარდა, სხვადასხვა ტემპერატურაზე უნდა შემოწმდეს ფოლადის შემდეგი თვისებები: დრეკადობის მოდული, გაფართოების საშუალო კოეფიციენტი და თბოგამტარობის კოეფიციენტი. მაღალი წნევის მოწყობილობის დასამზადებელი ფოლადი, უნდა იქნეს გამოდნობილი მარტენული წესით ან ელექტროლუმენებში.

იმ ჭურჭლებს, რომლებშიც ადამიანის შესასვლელის გათვალისწინება შეუძლებელია, უკეთებენ არანაკლებ 80 მმ დიამეტრის ოვალური ან წრიული ფორმის სათვალერებელ ლიუკებს. მათი რიცხვი და განლაგება უნდა იძლეოდეს ჭურჭლის იმ შიგა ნაწილების მთლიანი დათვალერების საშუალებას, რომელიც განიცდიან მაღალი წნევის ზემოქმედებას.

სტაციონარული შემოკირული ჭურჭლების გარე ზედაპირის დათვალერებისათვის შემოკირვაში უკეთებენ 400X450 მმ ზომის სწორკუთხოვანი ფორმის სასვლელებს ან არანაკლებ 450 მმ დიამეტრის წრიული ფორმის

ლიუკებს. მათ უნდა ჰქონდეთ ისეთი საკეტები, რომლებიც გაუძლებენ გაანგარიშებულ წნევას.

მაღალი წნევის მოწყობილობების მიმართ საერთო მოთხოვნაა მათი კონსტრუქციის ვარგისიანობის შეუფერხებელი შემოწმების შესაძლებლობა, რემონტის საშუალება და რაც მთავარია, საიმედოობა ექსპლუატაციის დროს.

მაღალი წნევის მოწყობილობის არასწორი კონსტრუქციული გადაწყვეტა იწვევს მასალაში ძაბვების დაგროვებას. არასწორი კონსტრუქციული გადაწყვეტის ნიმუშია მართკუთხა ჭრილის გაკეთება, მის ნაპირებზე ჩნდება ბზარები. ამის გამო ყველა კორპუსში, როგორც აღინიშნა, კეთდება წრიული ან ოვალური ფორმის ჭრილი. მათი ზომები შეზღუდულია და წინასწარ არის განსაზღვრული. მაგალითად, 500 მმ შიგა დიამეტრის მქონე ქვაბი-სათვის ოვალური ფორმის შესასვლელის ზომებია 325X400 მმ.

ძაბვის არასასურველი კონცენტრაცია შეიძლება მოხდეს კედლისა და ფსკერის არასწორი შეერთების შემთხვევაში. ქვაბის ფსკერს აწყობენ ამოზნექილი ფორმისას ისე, რომ ამოზნექილი ნაწილის სიმაღლის ფარდობა შიგა დიამეტრთან იყოს არანაკლებ 0,25, კედლისა და ფსკერის შეერთება უნდა იყოს მომრგვალებული.

გარკვეული მოთხოვნები წაყენება შედუღებულ ელემენტებს, მათი შედუღების ხარისხს. შედუღების ხარისხი შეიძლება შემოწმდეს მრავალი მეთოდით: გარე დათვალიერებით და ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიით, მექანიკური გამოცდით, ლითოგრაფიული გამოკვლევით, სიმაგრის გაზომვით და სხვ.

დათვალიერებით ავლენენ შემდეგ დეფექტებს: ნაკერის, შედუღების ზომებისა და ფორმის დარღვევა, შედუღებულ ადგილებზე ფორებისა და ნუჟ-რების არსებობა და სხვა ტექნოლოგიურ ხარვეზებს. ულტრაბგერითი დეფექტოსკოპიის საშუალებით გამოვლინდება შედუღების შინაგანი დეფექტები: ფორები, ბზარები, შეუდუღებელი ადგილები და ა.შ.

მექანიკური გამოცდის მიზანია დაადგინოს, თუ რამდენად შეესაბამება ნაკერის სიმტკიცე საჭირო დონეს. ნაკერის სიბლანტეს ცდიან გაჭიმვით, ღუნვით და დარტყმით.

წნევიანი ჭურჭლების კონსტრუქციამ და მასალებმა უნდა უზრუნველყონ უსაფრთხო ექსპლუატაცია. მაქსიმალური დაწნევა, რომლის ატანაც შეუძლია კორპუსს, განისაზღვრება ფორმულით:

$$[P] = \frac{2(S - C)[\sigma]\phi}{D + S - C}, \quad (11.4)$$

სადაც  $S$  არის კელის სისქე, სმ;  $C$  – კოროზიის საწინალო დამატებითი საფარვლის სისქე, სმ;  $[\sigma]$  – დასაშვები ძაბვა მასალისათვის, მგპა;  $\rho$  – შეღულების ნაკერის სიმტკიცის კოეფიციენტი;  $D$  – ჭურჭლის შიგა დია-მეტრი, მ.

წნევიანი მოწყობილობის უსაფრთხო მუშაობისათვის აუცილებელია მათი აღჭურვა საკონტროლო-საზომი და უსაფრთხოების ხელსაწყოებით. ასეთ ხელსაწყოებს მიეკუთვნება მანომეტრი, წყლის დონის მაჩვენებელი, ორთქლისა და გამონაბოლქვის ტემპერატურის საზომი ხელსაწყოები.

მანომეტრების დანიშნულებაა აჩვენონ წყლის, ორთქლის, აირების წნევა. მანომეტრი შეიძლება იყოს საკონტროლო და სამუშაო. მათი სიზუსტის კლასი დამოკიდებულია წნევის სიდიდეზე. როცა წნევა არის 2,3 მგპა ან უფრო ნაკლები, სიზუსტის კლასი უნდა იყოს არანაკლებ 2,5. როცა წნევა არის 2,3-14 მგპა დიაპაზონში – არანაკლებ 1,5, ხოლო როცა – 14 მგპა-ზე მეტია – არანაკლებ 1,0. მანომეტრებს აყენებენ თვალსაჩინო ადგილებში იმ მიზნით, რომ ოპერატორმა თავისი სამუშაო ადგილიდან შეუფერხებლად განსაზღვროს ჩვენება.

აფეთქების ასაცილებლად ორთქლისა და წყალსათბობ ქვაბებზე აყენებენ დამცავ სარქველებს, რომლებიც გარკვეულ დაწნევაზე გაიღებინ, ჭარბი ორთქლი გაიტყორცნება ატმოსფეროში და წნევა დარეგულირდება. ნორმატიულ დონემდე წნევის დაცემის შემდეგ სარქველები ავტომატურად დაიხურება. დამცავი სარქველები შეიძლება იყოს ბერკეტული და ზამბარული. მათი სქემები მოცემულია 11.1 ნახ-ზე.

დამცავი სარქველების ანგარიში ხდება  $G_{გაჯ}$ ,  $G_{გად}$ ,  $G$  გამტარუნარიანობის მიხედვით იმ პირობისათვის, როცა ისინი ბოლომდე გაღებულია. საან-გარიშო ფორმულები ემპირიულია, ამიტომ მათ სხვადასხვა სახე აქვთ წნე-ვათა ცვალებადობის დიაპაზონის მიხედვით.

როცა წნევა 0,07-12,0 მგპა ფარგლებშია:

გაჯერებული ორთქლისათვის

$$(P_2 + 1) \leq 0,450(P_1 + 1); \quad G_{გაჯ} = 0,5aF(P_1 + 1); \quad (11.5)$$

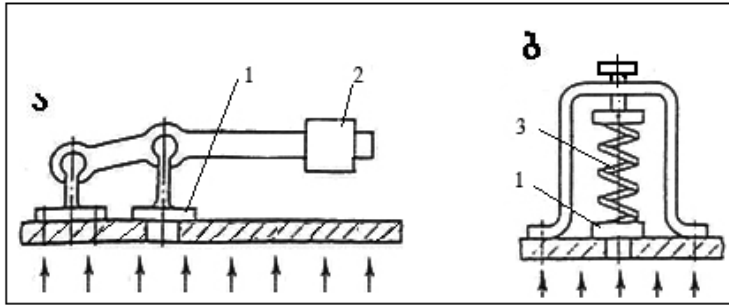
გადახურებული ორთქლისათვის

$$(P_2 + 1) \leq 0,470(P_1 + 1); \quad G_{გახ} = G_{გაჯ} \sqrt{\frac{V_{გაჯ}}{V_{გად}}}; \quad (11.6)$$

როცა წნევა მეტია 12 მგპა-ზე



$$G = 0,72aF\sqrt{\frac{P+1}{V}}, \quad (11.7)$$



ნახ. 11.1. დამცავი სარქვლების კონსტრუქციები:

ა - ბერკეტული; ბ - ზამბარული; 1 - ხუფი; 2 - ტვირთი, რომელიც შეესაბამება დასაშვებ წნევას; 3 - ზამბარა, რომლის წინაღობა დასაშვები წნევის პროპორციულია

სადაც  $a$  არის ორთქლის ხარჯვის კოეფიციენტი;  $F$  – სარქვლის გამდინარე ნაწილის თავისუფალი კვეთის მინიმალური ფართობი, მმ<sup>2</sup>;  $P_1$  – მაქსიმალური ჭარბი წნევა დამცავი სარქვლების წინ, მგპა;  $P_2$  – მაქსიმალური ჭარბი წნევა სარქვლის უკანა სივრცეში, საიდანაც გაედინება ორთქლი, მგპა;  $V_{\text{გაჯ}}$  – ნაჯერი ორთქლის კუთრი მოცულობა სარქვლის წინ, მ<sup>3</sup>/კგ;  $V_{\text{ბად}}$  – გაცხელებული ორთქლის კუთრი მოცულობა სარქვლის წინ, მ<sup>3</sup>/კგ;  $V$  – ორთქლის კუთრი მოცულობა ნაჯერის ან გადაცხელებული დამცავი სარქვლის წინ, მ<sup>3</sup>/კგ.

წყალსატბობი ქვაბებისათვის დამცავი სარქვლების პარამეტრების განსაზღვრა ხდება ფორმულით

$$ndh = \frac{Q}{KP(i - t_{\text{მ.წ.ტ.}})}, \quad (11.8)$$

სადაც  $n$  არის სარქვლების რაოდენობა;  $d$  – სარქვლის უნაგირის დია-მეტრი, სმ;  $h$  – სარქვლის აწევის სიმაღლე, სმ;  $K$  – ემპირიული კოეფიციენტი:

$K = 1,35$  დაბალი აწევის სარქვლებისათვის, როდესაც  $\frac{h}{d} \leq \frac{1}{20}$ ;  $K = 70$

მაღალი აწევის სარქვლებისათვის, როდესაც  $\frac{h}{d} \leq \frac{1}{4}$ ;  $P$  – მაქსიმალური

აბსოლუტური დასაშვები წნევა ქვაბში ღია სარქვლის დროს, მგპა;  $i$  – მაქსიმალური დასაშვები წნევის დროს ნაჯერი ორთქლის თბოშემცველობა, ჯ/კგ;

$t_{\text{მ.წ.ტ.}}$  – ქვაბში შემავალი წყლის ტემპერატურა  $^{\circ}\text{C}$ ;  $Q$  – ქვაბის მაქსიმალური სითბოს მწარმოებლურობა, ვტ.

სათბობებში კვამლ და აირგამტარ დამცავ მოწყობილობად იყენებენ მყიფე ან პლასტიკური მასალებისაგან დამზადებულ მემბრანებს. საფრთხის დროს მემბრანა იხვევა, ჭარბი წნევა დაეცემა და შესაძლებელი ხდება ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტების შენარჩუნება. მემბრანის გაანგარიშება გულისხმობს მისი დასამზადებელი ფურცლის სისქის  $\delta$  განსაზღვრას. ფორმულები ამ შემთხვევაშიც ემპირიულია და განსხვავებულია მასალების თვისებების მიხედვით.

როცა მემბრანა მზადდება მყიფე მასალებისაგან

$$\delta = 0,11r \sqrt{\frac{P}{\sigma_{\text{ღ}}}}, \quad (11.9)$$

როცა მემბრანა მზადდება პლასტიკური მასალისაგან

$$\delta = 2Pr/4\sigma_{\text{ს.ზ.}}, \quad (11.10)$$

სადაც  $r$  არის მემბრანის რადიუსი, მმ;  $P$  – წნევა, რომლის დროს ფირფიტის მთლიანობა უნდა დაირღვეს, მგპა;  $\sigma_{\text{ღ}}$  – მემბრანის მასალის ღუნვის სიმტკიცე, მგპა;  $\sigma_{\text{ს.ზ.}}$  – მემბრანის მასალის სიმტკიცის ზღვარი ჭრაზე, მგპა.

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

## 11.5. კომპრესორების უსაფრთხო ექსპლუატაცია

**საშიშროება და უსაფრთხოების ღონისძიებები.** კომპრესორების მუშაობის დროს ძირითად საშიშროებას წარმოადგენს შეკუმშულ ჰაერში არსებული ზეთის დაშლის პროდუქტების აფეთქების შესაძლებლობა. ამ მხრივ განსაკუთრებით საშიშია დეჰუმანი კომპრესორი. ზეთის დაშლის შედეგად გამოიყოფა ფეთქებადი აირები. 20 გ ზეთის დაშლით წარმოიქმნება დაახლოებით 2 მ<sup>3</sup> ჰაერის ფეთქებადი ნარევი. თუ ჰაერში არის ზეთის ორთქლი 6–11%-ის ფარგლებში, იგი შეიძლება აფეთქდეს დაახლოებით 200<sup>0</sup>C ტემპერატურის

დროს. ზეთის დაშლის პროდუქტები და ზეთის წვრილი წვეთები შეკუმშულ ჰაერთან ერთად მოხვდება რა საჭირო ხნ სისტემაში (ჰაერსადენი, ჰაერშემკრები და სხვ.), ეკვრის მის შიგა ზედაპირს და ქმნის აფეთქების საშიშროებას.

პნევმატიკურ დანადგარებზე აფეთქების თავიდან აცილებისათვის და კომპრესორების უავარიო მუშაობისათვის საჭიროა:

- შეკუმშული ჰაერის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ზღვარს;
- კომპრესორის ცილინდრში წნევა არ უნდა იქნეს ნორმაზე ზევით;
- კომპრესორის ცილინდრში და ჰაერგამტარებში აცილებული უნდა იქნეს ფეთქებადი ნარევის გენერაცია.

ამგვარად, შეკუმშული ჰაერის მისაღებად გამოყენებული სტაციონარული და მოძრავი კომპრესორული დანადგარები შესაძლებელია აფეთქდეს. კუმშვის პროცესები ექვემდებარება პოლიტროპულ კანონზომიერებას

$$PV^n = const, \quad (11.11)$$

სადაც  $P$  არის აირის წნევა, მგპა;  $n$  – პოლიტროპულობის მაჩვენებელი.

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

$$T_2 = T_1 \left( \frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}, \quad (11.12)$$

სადაც  $T_1$  და  $T_2$  არის გაზის აბსოლუტური ტემპერატურა შეკუმშვამდე და მის შემდეგ,  $K$ ;  $P_1$  და  $P_2$  – აბსოლუტური წნევა შეკუმშვამდე და მის შემდეგ, მგპა.

კომპრესორებში ჰაერის გაცხელების აცილების მიზნით გამოიყენება ჰაერით ან წყლით გაგრილება. ჰაერით გაგრილება გამოიყენება დაბალი წნევის კომპრესორებისათვის 0,7 პა-მდე, წყლით – მაღალი წნევის კომპრესორებისათვის. შეკუმშული ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა უნდა იყოს  $160^{\circ}C$  ერთცილინდრიანი კომპრესორებისათვის და  $140^{\circ}C$ , ყველა საფეხურზე მრავალსაფეხურიანი კომპრესორებისათვის.

კომპრესორული დანადგარის გაცივებისას დიდი მნიშვნელობა აქვს წყლის ხარისხს. დანადგარის ნორმალური მუშაობისათვის გამოყენებული უნდა იყოს „რბილი“ წყალი. გაჭუჭყიანებული და უხეში წყალი ცილინდრებისა და წყალგამტარი მილების კედლებზე წარმოქმნის დანალექს და ხელს არ უწყობს კომპრესორის ნორმალურ მუშაობას. წყლის ხარისხის მიუხედავად ორ თვეში

ერთხელ აუცილებელია გამაგრებელი მოწყობილობების და წყალგამტარი მილების გასუფთავება ჭუჭყისა და ნალექისაგან.

**საკონტროლო აპარატურა.** კომპრესორულ დანადგარებს უნდა გააჩნდეთ შემდეგი საკონტროლო საზომი და დამცავი აპარატურა – მანომეტრები, დამცავი სარკველები, თერმომეტრები. უსაფრთხო შრომის პირობების უზრუნველსაყოფად, კომპრესორის მბრუნავი ნაწილები, აგრეთვე მისი ამძრავი უნდა იყოს გარსაცმში.

საკომპრესორო დანადგარებისათვის გამოყოფილი შენობა, საკომპრესორო სადგური უნდა აიგოს ცეცხლგამძლე მასალისაგან, უსხვენო გადახურვით და სხვა ნაგებობებისაგან განცალკევებით.

საკომპრესორო სადგურში მოწყობილობების განლაგებისას უნდა დავიცვათ სანიტარული ნორმები მექანიზმების მუშაობის საიმედოობისა და მომ-სახურების უსაფრთხოების მიზნით. აგრეთვე შორის თავისუფალი გასასვლელი უნდა იყოს არანაკლებ 1,5 მ, ხოლო კედლიდან დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 1 მ. ზამთარში ტემპერატურა საკომპრესოროში არ უნდა იყოს  $10^{\circ}C$  -ზე ნაკლები, ხოლო ზაფხულში არა უმეტეს  $26^{\circ}C$  .

ცხრილი 11.1

ჰაერის სიჩქარის ცვალებადობა წნევის მიხედვით

|                      |      |         |         |         |          |           |
|----------------------|------|---------|---------|---------|----------|-----------|
| ჰაერის წნევა, მგპა   | 0,6  | 0,6-1,0 | 1,0-2,0 | 2,0-3,0 | 3,0-10,0 | 10,0-20,0 |
| ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ | 20,0 | 15      | 10      | 8       | 6        | 3,5       |

როდესაც ჰაერსადენში გაბინძურებული ჰაერის ნაკადი გადის 20 მ/წმ სიჩქარით, წარმოიქმნება სტატიკური ელექტრობა, რომლის ძაბვა შესაძლებელია გახდეს 10000 ვ და გამოიწვიოს აფეთქება. აღნიშნულის ასაცილებლად საჭიროა დამცავი ჩამიწება. ჰაერის მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარის ცვალებადობის ხასიათი მილსადენში განვითარებული წნევის მიხედვით მოცემულია 11.1 ცხრილში.

## 11.6. კომპრესორული დანადგარის მომსახურება და შეზღუდვა

კომპრესორული დანადგარების ნორმალური 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 რეზერვუარსა და მილშიმყვანის კედლებზე და შეიძლება მოხდეს აფეთქება. დალექილი ზეთი ჭუჭყიანდება მტვრით და თანდათანობით გარდაიქმნება ნამწვად

და ადვილად აალებად შენაერთად. ნამწვის წარმოქმნას ხელს უწყობს მტკერის შემცველობა ჰაერში. დიდი რაოდენობის ნამწვის წარმოქმნის შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს დგუშის გაჭედვა და კომპრესორის მწყობრიდან გამოსვლა. ამიტომ ამ მოვლენის თავიდან ასაცილებლად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საპოხი ზეთის ხარისხს.

კომპრესორების შეზეთვისათვის გამოიყენება ზეთი, რომელიც სტანდარტის შესაბამისად, უნდა ხასიათდებოდეს აფეთქების ტემპერატურით  $220-240^{\circ}C$  და მეტი, თვითაალების ტემპერატურით  $400^{\circ}C$  და მეტი. ზედმეტი შეზეთვის შემთხვევაში შეკუმშულ ჰაერში წარმოიქმნება ზეთოვანი ნისლი, რომელიც  $200^{\circ}C$  ტემპერატურაზეც კი ფეთქდება. შესაზეთი მასალების მასხასიათებლებია – სიბლანტე, თერმული მდგრადობა, ქიმიური თვისებები, კომპრესორების შესაზეთად საკომპრესორო ზეთის გარდა გამოიყენება აგრეთვე გლიცერინის ზეთის ხსნარები. ზეთის ტუმბოს გასუფთავება უნდა მოხდეს არანაკლებ ერთხელ თვენახევარში, ხოლო ზეთის ფილტრებისა – ორ თვეში ერთხელ.

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 შეზეთვისა და გაცივების სისტემები.

კომპრესორი უნდა გაჩერდეს იმ შემთხვევაში, თუ ტემპერატურა ან წნევა არ შეესაბამება დასაშვებ სიდიდეებს. იმ შემთხვევაში, როცა კომპრესორი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში გამოდის მწყობრიდან, საჭიროა გამაცივებელი სისტემიდან წყალი ჩამოშვებულ იქნეს სპეციალური სარქველით.

ცილინდრის კედლებიდან ნამწვაგების მოსაშორებლად იყენებენ საპნის ხსნარს, სულფანოიდის 2-3%-იან ხსნარს. კომპრესორებს უსაფრთხოების მიზნით აღჭურვილი უნდა იყოს საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებით.

## 11.7. ორთქლისა და წყალსატოვობი ძვაბვა

**ღანიშნულება.** საქაბეების ღანიშნულებაა საწარმოთა მომარაგება ორთქლითა და ცხელი წყლით როგორც ტექნოლოგიური საჭიროების, ისე გათბობისათვის.

ქაბები შესაძლებელია გამოიმუშავებდნენ ორთქლს ან ცხელ წყალს და აფეთქება უსაფრთხოების მიხედვით იყოფიან ორ ჯგუფად: მაღალი და დაბალი წნევის ქაბები. პირველი ჯგუფის ქაბებს მიეკუთვნება ორთქლის ყველა ქაბი, რო-მელთა მუშა (ჭარბი) წნევა აღემატება 0,07 მგპა და წყალსათობი ქაბები, რომლებშიც ტემპერატურა  $115^{\circ}C$  აღემატება.

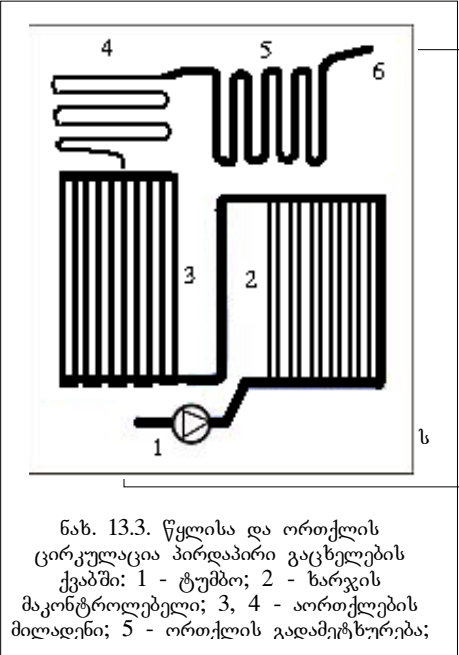
მეორე ჯგუფის ქაბებს მიეკუთვნება ორ-თქლის ქაბები, რომელთა მუშა (ჭარბი) წნევა 0,07 მგპა-ზე ნაკლებია და აქვს წნევის შემ-ზღუდავი დამცავი მოწყობილობა. აგრეთვე წყალსათობი ქაბები, რომლებშიც წყლის ტემპერატურა  $115^{\circ}C$  -ზე ნაკლებია.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ორთქლის ქაბები და აპარატები მაღალი წნევის დახშული სისტემებია და მოითხოვენ უსაფრთხოების ტექნიკის წესების განსაკუთრებულ დაცვას. ორთქლის ქაბების არადაამაყოფილებელი ექსპლუატაციის პირობებში შესაძლოა მათი აფეთქება.

განვიხილოთ ორთქლისა და წყალსათობი ქაბების ექსპლუატაციის დროს მოსალოდნელი საშიშროებანი, ავარიით გამოწვეული შედეგები და მათი თავიდან აცილების ღონისძიებანი. ამ დანადგარების გარკვეულ პირობებში ექსპლუატაციის დროს შესაძლებელია ქაბის კედლების ისეთი დაზიანება, რომლის დროსაც ქაბში წნევა მკვეთრად შემცირდება ატმოსფერულ წნევამდე და მასში მოთავსებული გადამეტხურებული წყალი ერთბაშად იქცევა ორთქლად, რაც იწვევს ქაბის აფეთქებას და დამსხვრევას.

**აფეთქების მიზეზები.** ორთქლის და წყალსათობი ქაბების ექსპლუატაციის სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე დადგენილია ქაბების აფეთქების ძირითადი მიზეზები:

1. წყლის დანაკლისი ქაბში. წყლის უდაბლესი დონე ქაბში ყოველთვის უნდა იყოს საცეცხლის ზედა დონეზე მაღლა სულ ცოტა 100 მმ-ით. წყლის



დონის შემდგომი დაწვევისას ცხელი აირების ზეგავლენით საცეცხლის გაშიშვლებული ჭერი ვარვარდება, კარგავს სიმტკიცეს და უჩნდება ბზარები; 2. მინაღულის გაჩენა ქვაბის კედლის შიგა მხარეზე. მინაღული ცუდად ატარებს სითბოს და თუ ქვაბის ეს ადგილი ცხელი აირების ზემოქმედების არეში მოხვდა, გამოიწვევს კედლის გადახურებას; 3. ქიმიური ზემოქმედებით ქვაბის კედლების კოროზია, რაც ამცირებს ლითონის სიმტკიცეს; 4. ქვაბის კონსტრუქციული ნაკლი და სხვ.

ყოველი ქვაბი, უავარიო მუშაო-ბისათვის აღჭურვილი უნდა იყოს საკონტროლო-საზომი ხელსაწყოებით და დამხმარე მოწყობილობებით (წყლის დონესაზომი, მანომეტრი, ტუმბო, დამცავი სარქველი და სხვ.), რომლებიც დანიშნულ ვადაში აუცილებლად უნდა შემოწმდეს.

ორთქლის და წყალსათბობი ქვა-ბები უნდა მოთავსდეს ცალკე სპე-ციალურ შენობაში – საქვაბეებში, რომელსაც უნდა ჰქონდეს ორი გა-სასვლელი. საქვაბე იზოლირებული უნდა იყოს უწვი კედლებით. საქვაბის სახურავი უნდა იყოს მსუბუქი და ადვილად ახდადი, რათა აფეთქების შემთხვევაში არ გაუწიოს დიდი წინააღმდეგობა აფეთქების ტალღას. საქვაბის კარი უნდა იღებოდეს გარეთ, ქვაბებს შორის გასასვლელი მანძილი 1 მ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ხოლო საცეცხლურის გვერდიდან მომსახურების დროს – 2 მ-ზე ნაკლები.

**ბანათემა და ვენტილაცია.** საქვაბეებში უნდა იყოს საკმარისი ბუნებრივი და ხელოვნური განათება (არანაკლებ 50 ლუქსისა საზომ ხელსაწყოებზე და 20 ლუქსისა – დანარჩენ ადგილებში).

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სავენტილაციო მოწყობილობებს. მან უნდა უზრუნველყოს ნორმალური სანიტარიულ-ჰიგიენური პირობები. ზამთარში ტემპერატურა არ უნდა იყოს პლუს 12 °C -ზე დაბალი, ხოლო ზაფხულში გარე ტემპერატურას არ უნდა აღემატებოდეს 5 გრადუსზე მეტად.

**რეგისტრაცია.** სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოებში უნდა იყოს რეგისტრირებული მაღალი წნევის ყველა საქვაბე მოწყობილობა, რომლებიც მუშაობენ 70 მგპა-ზე მეტი წნევით 50 °C -მდე ტემპერატურაზე.

მოწყობილობის რეგისტრაცია ხდება მისი მფლობელი ორგანიზაციის წერილობითი განაცხადების საფუძველზე. განაცხადებას თან ერთვის შემდეგი დოკუმენტები:

- დადგენილი ფორმის პასპორტი, მოწყობილობების ნახაზების დანართით;
- ქვაბის დამზადების აქტი, თუ ის მიღებულია დამამზადებელ ქარ-ხნიდან;

- საქვაბე შენობის ნახაზი; მოწმობა ქვაბის მონტაჟის შესახებ; ცნობა მკვებავი მოწყობილობების რაოდენობაზე და დახასიათებაზე და სხვ.

რეგისტრირებული ქვაბის ექსპლუატაციის უსაფრთხოებაზე შეიძლება ვისმჯელოთ მისი დამონტაჟების ხარისხით. ამიტომ, დამონტაჟების მოწ-მობაში მითითებული უნდა იყოს შემდეგი ცნობები: 1. დამონტაჟებული ორგანიზაციის მიერ გამოყენებული მასალები; 2. შეღებვის მოწმობა, რომელიც მოიცავს ელექტროდების ტიპს და მარკას, შემდუღებლის გვარს და მისი მოწმობის ნომერს; 3. საკონტროლო შეერთებებზე გამოცდის შედეგებს; 4. გამოცდისა და ქვაბის გამორეცხვის შესახებ ცნობა; 5. ცნობა ქვაბის კედლებისა და სხვა ელემენტების შესახებ  $450^{\circ}C$  ტემპერატურაზე ქმედუნარიანობაზე.

ყველა რეგისტრირებული ქვაბი პერიოდულად უნდა შემოწმდეს ქვაბზე-დამხედველობის მიერ შემდეგ ვადებში:

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

მაღალი წნევის ყველა დანადგარს, ჭურჭელს და ტევადობას გაშვების წინ, შეკეთების შემდეგ და პერიოდულად ექსპლუატაციის პროცესში უნდა ჩაუტარდეს ჰიდრაულიკური გამოცდა.

**ჰიდრაულიკური გამოცდა.** მუშაობის დაწყების წინ დანადგარი უნდა გამოიცადოს ჰიდრაულიკური მეთოდებით და შემოწმდეს დათვალიერებით. ჰიდრაულიკური გამოცდის დროს მოწმდება ელემენტების სიმტკიცე და მათი შეერთების ხარისხი. ჰიდრაულიკური გამოცდა გულისხმობს შემოწმებას სასინჯო კუმშვით, რომელიც აღემატება 1,5 -ჯერ სამუშაო კუმშვას. გამოსაცდელ წნევაზე ქვაბი უნდა დაყოვნდეს 5 წუთის განმავლობაში. ჰიდრაულიკური გამოცდის შედეგები დამაკმაყოფილებელია თუ გამოცდის შემდეგ არ იქნება შემჩნეული ბზარები, რღვევები ნაკერებში და ნარჩენი დეფორმაციები.

ორთქლისა და წყლის გასაცხელებელი ყველა ქვაბი და სისტემა უნდა მუშაობდეს წყლის მუდმივი ცირკულაციის პირობებში. ამ პირობის დარღვევა ნებისმიერი სისტემის დაზიანებას იწვევს.

**არმატურა და საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოები.** საქვაბე დანადგარების ნორმალური და უსაფრთხო ექსპლუატაციისათვის ქვაბები აღიჭურვება არმატურით, საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოებით.

არმატურებს მიეკუთვნება წყლის მოსაშვები და მოსაჭერი მოწყობილობები, სარქველები.

მცირე მწარმოებლურობის ქვაბებში დასაშვებია ერთი დამცავი სარ-ქვლის გამოყენება, ხოლო თუ ქვაბის მწარმოებლურობა  $100\text{ მ}^3$  ორთქლს აღემატება



საათში, საჭიროა ორი დამცავი სარქელის გამოყენება. ეს სარქელები განკუთვნილია ორთქლის ავტომატური გამოშვებისათვის. იმ შემთხვევაში, თუ წნევა აღემატება ნორმის ფარგლებს, გამოიყენება მხოლოდ ზამბარისებრი სარქელები. როდესაც საქაბე დანადგარში ორთქლის წნევა სამუშაო წნევას 5%-ით გადააჭარბებს, დამცავი სარქელი მაშინვე უნდა გაილოს.

**ჩაბპრპა.** სარქელების გამართული მუშაობის უნარი მოწმდება ჩაბერ-ვით.

ჩაბერვის ვადები შემდეგია: ქვაბებს, რომელთა სამუშაო წნევა  $P_{შუა} \leq 2$  მგა, მაშინ არანაკლებ ერთი ჩაბერვისა ცვლაში, თუ წნევა მეტია  $P_{შუა} \geq 2$  მგა, მაშინ არანაკლებ ერთი ჩაბერვისა დღე-ღამეში.

ქვაბების ჩაბერვას, როგორც წესი, ასრულებს ორი მემანქანე, ერთი-ერთი მათგანი თვალყურს ადევნებს წნევასა და წყალს, მეორე კი მორიგეობით ადებს და კეტავს ონკანებს. უნდა გაილოს ქვაბიდან მეორე ონკანი, შემდეგ პირველი და დაიკეტოს შებრუნებული თანამიმდევრობით. შემოწმების შემდეგ წყლის დონე უნდა იყოს დასაშვებზე 3 სმ-ით მეტი მაინც. ჩაბერვა უნდა მოხდეს 8–10 წუთის შემდეგ, როცა შეწყდება ქვაბში წყლის მიწოდება.

**ღამცავი სარქვლები.** მათი გაანგარიშება ხდება ფორმულით, რომელიც რეკომენდებულია საქართველოს ტექნიკური ზედამხეველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ

$$nd_{სარქ}h = \frac{Qg}{KP(t - c \cdot 10^2)}, \quad (11.13)$$

სადაც  $Q$  არის სითბოს მაქსიმალური რაოდენობა, კვ;  $g$  – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება,  $g = 9,81$  მ/წმ;  $n$  – დამცავი სარქელების რაოდენობა, ცალი;  $h$  – სარქელის აწევის სიმაღლე, მმ;  $d_{სარქ}$  – სარქელის დიამეტრი, მმ;  $k$  – კოეფიციენტი მცირე წნევის სარქელებისათვის;  $P$  – მაქსიმალური დასაშვები წნევა, სარქელის მთლიანად გალების შემთხვევაში, მგა;  $c$  – თბოტევადობა, კვ/(კგ $\cdot$ °C).

დამცავი სარქელების მუშაობა მოწმდება სახელურის წამოწევით. ამ დროს მანომეტრის ისრის წითელ ზღვარზე გადასვლისთანავე სარქელი უნდა გაილოს, ასეთი სარქელები გამართულია. სარქელების რეგულირება ხდება ისეთ წნევაზე, რომელიც ნორმალურზე რამდენადმე დიდია.

ყველა სახეობის ორთქლის ქვაბზე უნდა იყოს გამართული, შემოწმებული და დალუქული მანომეტრი. წყლის სიმაღლის კონტროლისათვის ყველა სახის ორთქლის ქვაბს უნდა ჰქონდეს, არანაკლებ ორი სიღრმესაზომი ხელსაწყო.

**მონტაჟის ალგორითმი.** დაუშვებელია, უსაფრთხოების თვალსაზრისით, საქვაბების მოწყობა საცხოვრებელი შენობების ახლოს ან შიგნით. იმ შემთხვევაში, როცა საქვაბე და საცხოვრებელი შენობები ახლოსაა, მათ შორის უნდა აშენდეს კაპიტალური კედელი და დაცული უნდა იქნეს შემდეგი პირობა

$$(t - 100)V \leq 5, \quad (11.14)$$

სადაც  $t$  არის სითხის ტემპერატურა კუმშვის დროს,  $^{\circ}C$ ;  $V$  - ქვაბის მოცულობა,  $m^3$ .

საწარმოო შენობებში დასაშვებია ორთქლის ქვაბების დაყენება, რომელ-თა მწარმოებლურობა არ აღემატება 4 ტ/სთ. ამ შემთხვევაში წყალსათობი ქვაბები უნდა აკმაყოფილებდეს პირობას

$$(t - 100)V \leq 100, \quad (11.15)$$

სადაც  $t$  არის ნაჯერი ორთქლის ტემპერატურა სამუშაო კუმშვის დროს,  $^{\circ}C$ ;  $V$  - წყლის მოცულობა ქვაბში,  $m^3$ .

წყლის და ორთქლის ქვაბების მთელი არმატურა და საზომი ხელსაწყოები უნდა იყოს ხელმისაწვდომი მომსახურებისათვის. საქვაბეებში დასაშვებია ელექტრული მუშა განათება, ძაბვა არ უნდა იყოს 13 ვ-ზე მეტი.

იმ საქვაბე დანადგარების უსაფრთხოება, რომლებშიც მუშაობენ თხევად და აირის საწვავზე, დაცული უნდა იქნეს სპეციალური ინსტრუქციის საფუძველზე. ინსტრუქციაში მითითებული უნდა იყოს სანათებთან მუშაობის პრინციპის თავისებურებანი. საქვაბეებში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ანთების დროს აირთან და მაზუთთან მუშაობის წესებს. მომსახურე პერსონალმა უნდა მიიღოს ქმედითი ზომები აირის გაჟონვისა და ავარიული შემთხვევების დროს.

### **11.8. მაღალი წნევის მილსადენების უსაფრთხო მქსპლუატაცია**

ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ დამტკიცებულია მოთხოვნები, რომელიც ეხება იმ მილსადენების მონტაჟს და ექსპლუატაციას, რომლებიც მუშაობენ მაღალ წნევაზე, აგრეთვე მილსადენებს,

რომლებიც გამოიყენება  $120^{\circ}C$  -ზე მეტი ტემპერატურის მქონე აირისა და სითხის ტრანსპორტირებისათვის 0,1 მგა-ზე მეტი წნევის პირობებში.

**ბანბარიშპა.** მილსადენის ზომებს ირჩევენ გადასატანი მასალის ხარისხისა და რაოდენობის მიხედვით. უფრო მეტი გავრცელება ჰპოვა ფოლადის მილსადენებმა, რომელთა შეერთება ხდება შედუღებით. შემაერთებელი მილსადენების დიამეტრი გამოითვლება ფორმულით:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{T \cdot v}}, \quad (11.16)$$

სადაც  $d$  არის მილგამტარის დიამეტრი, მ;  $V$  – გადასატანი ნივთიერების მოცულობა  $m^3$ ;  $v$  – გადასატანი ნივთიერების სიჩქარე, მ/წმ.

ცხელი ორთქლის და ცხელი წყლის გასატარებელი ყველა მილსადენი, რომელთა გარე ტემპერატურა  $45^{\circ}C$  -ზე მეტია, უნდა იყოს შეფუთული საიზოლაციო მასალით. უსაფრთხო მომსახურების მიზნით მილსადენები უნდა შეიღებოს სხვადასხვანაირად. 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.

მილსადენის სიგრძის ცვალებადობას ტემპერატურის მიხედვით საზღ-ვრავენ ფორმულით

$$\Delta L = aL(t_2 - t_1), \quad (11.17)$$

სადაც  $\Delta L$  არის მილსადენის სიგრძის ნაზარდი, მ;  $L$  – მილსადენის საწყისი სიგრძე, მ;  $a$  – ხაზური გაფართოების კოეფიციენტი;  $t_1, t_2$  – საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა,  $^{\circ}C$ .

დასაშვები თერმული დაწნევა მილსადენზე განისაზღვრება ფორმულით

$$\sigma_1 = E \frac{\Delta L 10^{-3}}{L}, \quad (11.18)$$

სადაც  $\sigma_1$  არის თერმული დაწნევა, მგა;  $E$  – დრეკადობის მოდული მოცემული მილსადენისათვის პა.

როდესაც მილსადენები ეწყობა გზების ქვეშ ან მათ გასწვრივ, დაშორება მიწის ზედაპირიდან უნდა იყოს 4,5 მეტრი, ხოლო თუ მილსადენები გადის სარკინიგზო ხაზებზე ან კვეთს მათ, ჩაღრმავება უნდა იყოს არანაკლებ 6 მეტრი.

მილსადენების ჰორიზონტალური უბნები უნდა ჩაიწყოს არანაკლებ 0,1% (1 პრომილი) ქანობით, ღრენაჟის მოწყობით.

**მოწყობაზე წაყენებული მოთხოვნები.** ტექნიკური უსაფრთხოების წესების თანახმად, ნებადართულია მილსადენის გაყვანა შენობის კედლებში და არხებში. ამიტომ, ცხელი წყლისა და ორთქლის კომუნიკაციები უნდა მოთავსდეს შენობის ზევით, ადვილად მისაღვამ ადგილებში.

მილების შეერთება უნდა მოხდეს მხოლოდ შედუღებით. ჰაერსადენი უნდა იყოს დათბუნული, თუ მოსალოდნელია მისი გაყინვა. მილსადენის დამონტაჟებისას სითბოგამომსხივებელ აპარატებთან ახლოს იგი დაცული უნდა იქნეს ტრანსპორტირებადი შეკუმშული ჰაერის ტემპერატურის გაზრდისაგან.

წესებით დადგენილია ჰაერსადენების დაცილება კაბელისაგან, ელექტრონაზებიდან და ელექტრომოწყობილობებიდან. იგი უნდა შეადგენდეს 0,5 მ. ჰაერსადენების დამაგრება შეიძლება მხოლოდ ცეცხლგამძლე კონსტრუქციებზე. ჰაერსადენის გაყინვისას გათბობა შეიძლება მხოლოდ ცხელი წყლით. არანაკლებ 6 თვეში ერთხელ ჰაერსადენი უნდა გასუფთავდეს ზეთიანი მინარევისაგან.

მაღალი წნევის ყოველ ჰაერსადენს უნდა ჰქონდეს პასპორტი, რომელშიც აღინიშნება ექსპლუატაციის განმავლობაში ჩატარებული შემოწმებები და მასში მომხდარი ცვლილებები.

მაღალი წნევის ჰაერსადენების ექსპლუატაცია ხდება:

- ქვაბინსპექციის ნებართვით, თუ ჰაერსადენი რეგისტრირებულია;
- ადმინისტრაციის მიერ გამოყოფილი პასუხისმგებელი პირის ნებართვით, თუ ჰაერსადენი არაა რეგისტრირებული ქვაბინსპექციაში.

### **11.9. შიგნითური და გათხევადებული აირების ბალონები**

ბალონები მზადდება ნახშირბადიანი ან ლეგირებული ფოლადისაგან, ცილინდრული ფორმის, ამოზნექილი ძირით და ვიწრო ყელით, რომლებითაც შესაძლებელია შეკუმშული, გახსნილი და გათხევადებული აირების ტრანსპორტირება  $-50$ -დან  $+50^{\circ}C$  -მდე ტემპერატურათა დიაპაზონში.

**ტემპერატურა და საშუალო წნევა.** განასხვავებენ მცირე ტემპერატურის  $- 12$  ლიტრამდე, საშუალო ტემპერატურის  $- 50$  ლიტრამდე და დიდი ტემპერატურის ბალონებს. ბალონების მაქსიმალური საშუალო წნევაა 19,6 მგპა.

9,8; 14,7; 19,6 მგპა სამუშაო წნევის მქონე ბალონები მზადდება უნაკეროდ, ნახშირ-ბადიანი ფოლადისაგან, ხოლო 14,7; 19,6 მგპა სამუშაო წნევებზე გაანგარიშებული ბალონები გამოდის აგრეთვე ლევირებული ფოლადი-საგანაც. როცა სამუშაო წნევა ნაკლებია 3 მგპა-ზე, დასაშვებია ნაკერიანი ბალონის გამოყენება. მცირე და საშუალო ზომის ბალონების შემდეგი ნომენკლატურაა: 0,4; 0 7; 1,0; 1,3; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 12; 20; 25; 32; 40; 50 ლიტრი.

**აფეთქების მიზეზები.** ბალონები, მიუხედავად იმისა თუ რა აირითაა დამუხტული, საშიშაა აფეთქების მხრივ. განსაკუთრებით საშიშაა აცეტილენიანი ბალონები და გენერატორები. აცეტილენი აფეთქება საშიშაა თუ ბალონის შიგნით წნევა 0,2 მგპა-ს აღემატება. ამიტომ ბალონებში ათავსებენ ფოროვან მასალას, რომლის კაპილარებშიც იჟლენთება აცეტილენი. ამ დროს აცეტილენისათვის დასაშვები წნევის ზღვრები იზრდება 1,6 მგპა-მდე.

ჟანგბადის ბალონის ყელის ან არმატურის ცხიმით და ზეთით გაჭუჭყიანება აფეთქებას იწვევს. ამის გამო ჟანგბადის ბალონების ექსპლუატაციისას ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ ზეთი ან ცხიმი არ მოხვდეს ვენტილის შიგა არეში. გასუფთავების მიზნით ბალონის ვენტილებს შევსების წინ რეცხავენ გამხსნელებით.

აირით სავსე ბალონის აფეთქების მიზეზებია აგრეთვე: ბალონების გახურების გამო აირის გაფართოება; ბალონის ყელიდან ვენტილის მოწყვეტა; ბალონის ჩამოვარდნა და მყარ სხეულზე დავარდნა; განსაკუთრებით მაღალ ან დაბალ ტემპერატურაზე ექსპლუატაცია; ჟანგბადის ან წვადი აირების ბალონების გამოყენება სხვა არაინერტული აირებით შესავსებად; ნორმაზე უფრო სწრაფი შევსება და სხვ.

თხევადი აირით მთლიანად შევსებული ბალონის  $P$  წნევასა და  $\Delta t$  ტემპერატურას შორის არის შემდეგი დამოკიდებულება

$$P = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \Delta t,$$

(11.19)

სადაც  $\alpha$  არის თბური გაფართოების კოეფიციენტი;  $\beta$  – მოცულობითი შეკუმშვის კოეფიციენტი.

ტექნიკური ზედამხედველობის სახელმწიფო ინსპექციის მიერ დადგენილი წესების მიხედვით დამცავი სარქვლის გამტარობის უნარი უნდა შეირჩეს

სამუშაო წნევა ზუსტადაა განსაზღვრული ერთეულთა ტექნიკური სისტემით:

9,8 მგპა = 100 კგ/სმ<sup>2</sup>,  
ანუ 100 ატმოსფერო;

14,7 მგპა = 150 კგ/სმ<sup>2</sup>,  
ანუ 150 ატმოსფერო;

ისეთნაირად, რომ თხევადი აირის ორთქლის წნევა ბალონში არ აღემატებოდეს მუშა წნევას 15%-ზე მეტად.

ბალონის გავსების ნორმების შერჩევას მხედველობაში იღებენ აირის მოცულობით გაფართოების კოეფიციენტს, რათა აირის გაფართოებამ არ გამოიწვიოს ბალონის აფეთქება.

ბალონის თავისუფალი მოცულობა, რომელიც კომპენსირებას უკეთებს აირის თერმულ გაფართოებას და ამით უზრუნველყოფს მის უსაფრთხო ექსპლუატაციას, შეადგენს ბალონის საერთო მოცულობის დაახლოებით 10% და იანგარიშება ფორმულით

$$V_H = \alpha \cdot V(t_2 - t_1), \quad (11.20)$$

სადაც  $V_H$  არის ბალონის თავისუფალი მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $\alpha$  – თბური გაფართოების კოეფიციენტი;  $V$  – ბალონის საერთო მოცულობა, მ<sup>3</sup>;  $t_1, t_2$  – აირის საწყისი და საბოლოო ტემპერატურა,  $^{\circ}C$ .

**ბალონების მარკირება.** ბალონის მარკირების ნიშნებია მის ყელზე დატანილი მონაცემები, სფეციალური ფერით შეღებვა და წარწერის გაკეთება ბალონზე. ყველა აღნიშნული კეთდება ქარხანა-დამამზადებელში.

ბალონის ყელზე დატანილი უნდა იყოს შემდეგი მონაცემები: ქარხანა-დამამზადებლის სასაქონლო ნიშანი; ბალონის № ქარხანა-დამამზადებლის სისტემის მიხედვით; დამზადების (გამოცდის) თარიღი (წელი და თვე); მომდევნო გამოცდის თარიღი (წელი და თვე); თერმული დამუშავების სახეობა; მუშა და საცდელი ჰიდრაულიკური წნევა (განზომილება კგ/სმ<sup>2</sup> ან ბარი ქარხანა-დამამზადებლის ადგილმდებარეობის მიხედვით); ბალონის მოცულობა (ლ); ბალონის მასა ვენტილისა და მისი ხუფის გარეშე (კგ). ბალონების სამსახურის საგარანტიო ვადაა 2 წელი.

იმისათვის, რომ გამოირიცხოს შესაძლებელი შეცდომები საჭირო აირით შევსებული ბალონების შერჩევის დროს, მათ ღებავენ სხვადასხვა ფერის საღებავებით. ფერების შესაბამისობა ბალონების შიგთავსთან მოცემულია 11.2 ცხრილში.

ცხრილი 11.2

ბალონების შეღებვა და სათანადო წარწერების გაკეთება

| აირი      | აირის მდგომარეობა | სამუშაო წნევა, კგ/სმ <sup>2</sup> | ბალონის შეღებვის ფერი | ბალონის წარწერა | წარწერის ფერი |
|-----------|-------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------|---------------|
| აცეტილენი | გასხნილი          | 19                                | თეთრი                 | აცეტილენი       | წითელი        |
| ბუთანი    | გათხვეადებული     | 16                                | წითელი                | ბუთანი          | თეთრი         |
| წყალბადი  | შეკუმშული         | 150                               | მუქი-მწვანე           | წყალბადი        | წითელი        |
| ჟანგბადი  | შეკუმშული         | 150                               | ცისფერი               | ჟანგბადი        | შავი          |

|         |               |     |        |         |         |
|---------|---------------|-----|--------|---------|---------|
| მეთანი  | შეკუმშული     | 150 | წითელი | მეთანი  | ყვითელი |
| პროპანი | გათხევადებული | 16  | წითელი | პროპანი | ყვითელი |

დაუშვებელია იმ ბალონების ექსპლუატაცია, რომელთაც გასული აქვთ შემოწმების ვადა, აქვთ გარე დაზიანებები და არ არიან შეღებილი შესა-ბამისი ფერით; მუშაობისას აირი არ უნდა გამოვიყენოთ ბოლომდე, ბალონში ყოველთვის უნდა დარჩეს ე.წ. ნარჩენი წნევა, დაახლოებით 0,05 მგპა, ეს კეთდება იმისათვის, რომ დასატუმბავ სადგურში ადვილად გაირკვეს, რომელი აირი იყო ადრე ბალონში.

**უსაფრთხოების ღონისძიებები.** ბალონების ექსპლუატაციის, შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს უსაფრთხოების ღონისძიებები შემდეგია: 1. უნდა დასაწყობდეს ისეთ ადგილზე, სადაც გამოირიცხება ტრანსპორტით დაზიანება, ლითონის შხეფების მოხვედრა, აგრესიული გარემოს (სითხეების ან აირების) ზემოქმედება და  $40^{\circ}C$  -ზე უფრო მაღალ ტემპე-რატურაზე გახურება; 2. უნდა დამაგრდეს სადგარზე ან ურიკაზე და დაცული უნდა იყოს ატმოსფერული ნალექებისა და მზის პირდაპირი სხივები-საგან; 3. ჟანგბადის ბალონებზე გამორიცხული უნდა იყოს ცხიმებისა და ზეთების მოხვედრა; 4. ბალონების რემონტი უნდა განხორციელდეს იქ, სადაც მათი დამუხტვა ხდება; 5. ბალონები 1 მ-ით უნდა იყოს დაცილებული გათბობის რადიატორებისაგან და 5 მ-ით ღია ცეცხლის წყაროსაგან; 6. დაუშვებელია ბალონებთან ღენის გამტარების შეხება; 7. ბალონების აირით შევსებისას მინუს  $50^{\circ}C$  და პლიუს  $30^{\circ}C$  ტემპერატურა დიაპაზონში წნევა უნდა შეესაბამებოდეს 11.3 ცხრილის მონაცემებს 8.

ცხრილი 11.3

წნევის ნორმები ბალონებში მათი შევსების, შენახვისა და ტრანსპორტირებისას

| აირის ტემპერატურა, $^{\circ}C$ | აირის წნევა ბალონში, მგპა (კგ/სმ <sup>2</sup> )                                   | აირის ტემპერატურა, $^{\circ}C$ | აირის წნევა ბალონში, მგპა (კგ/სმ <sup>2</sup> )                                   |
|--------------------------------|---|--------------------------------|---|
|                                | სტანდარტული წნევა $20^{\circ}C$ ტემპერატურაზე 14,7 მგპა (150 კგ/სმ <sup>2</sup> ) |                                | სტანდარტული წნევა $20^{\circ}C$ ტემპერატურაზე 19,6 მგპა (200 კგ/სმ <sup>2</sup> ) |
| -50                            | 9,1 (93)  | -50                            | 12,0 (123)  |
| -40                            | 9,8 (102)   | -40                            | 13,2 (135)  |
| -30                            | 10,8 (111)  | -30                            | 14,3 (146)  |
| -20                            | 11,7 (119)  | -20                            | 15,5 (158)  |
| -10                            | 12,4 (127)  | -10                            | 16,6 (169)  |
| 0                              | 13,2 (135)  | 0                              | 17,5 (179)  |
| +10                            | 14,0 (143)  | +10                            | 18,6 (190)  |
| +20                            | 14,7 (150)  | +20                            | 19,6 (200)  |

|     |            |     |            |
|-----|------------|-----|------------|
| +30 | 15,4 (157) | +30 | 20,6 (210) |
|-----|------------|-----|------------|

შენიშვნა: 14,7 მგპა სტანდარტული წნევის ჯგუფისათვის (მე-2 სვეტი) დასაშვებია გადახრა როგორც კლების, ისე მატების მიმართულებით 0,05 მგპა (5 კგ/სმ<sup>2</sup>) ფარგლებში; 19,6 მგპა სტანდარტული წნევის ჯგუფისათვის (მე-4 სვეტი) აღნიშნული გადახრის რიცხვითი სიდიდე გაორმაგებულია.

ბალონებთან მუშაობის ნებართვა ეძლევათ პირებს, რომლებმაც გაიარეს შესაბამისი სწავლების კურსი, იციან ტექნიკური უსაფრთხოების წესები და განუხრელად იცავენ მათ.

## **12. უსაფრთხოება მშენებლობაზე და საწყობებში**

### **12.1. სამშენებლო მოედანი**

1. უბელური შემთხვევების აცილების მიზნით სამშენებლო მოედანი უნდა შემოიღობოს 2 მ სიმაღლეზე. ხალხის ტრავმირების ასაცილებლად სავალ მხარეზე ღობეს უკეთდება 1 მ სიგანის ცალფერდი გადახურვა.



2. მშენებლობის დაწყებამდე აღებული უნდა იქნეს ხანძარსაშიშ მანძილზე მდებარე ყველა ნაგებობა ან ყველა მათგანისათვის უნდა დამუშავდეს დამოუკიდებელი ხანძარსაწინალო ღონისძიებები.
3. მოედანზე უნდა მოეწყოს საქმიანი ეზო და აშენდეს დამხმარე ნაგებობები: საწყობი, სადგომები ავტომობილებისათვის, სანიტარულ-ჰიგიენური სათავსები პერსონალისათვის და ა.შ., რომლებიც უნდა შეესაბამებოდნენ დადგენილი წესით დამტკიცებულ გენერალურ გეგმას. დაუშვებელია გეგმის დარღვევით ნაგებობების განლაგება.
4. 5 ჰა და მეტი ფართობის ტერიტორიას უნდა ექნეს ორი შესასვლელი არანაკლებ 4 მ სიგანის ჭიშკრებით. განათება, წყალ-მომარაგება და კანალიზაცია სამშენებლო მოედანზე უნდა შეესაბამებოდეს პროექტს.
5. სამშენებლო მოედნების შესასვლელებთან გამოკრული უნდა იყოს ხანძრისაგან დაცვის გეგმები სტანდარტის შესაბამისად.
6. მშენებარე შენობებში დაიშვება დროებითი სახელოსნოების და საწყობების მოწყობა ხანძარსაწინალო ზედამხედველობის ორგანოსთან შეთანხმების შემდეგ.
7. სამ და მეტსართულიანი შენობების მშენებლობისას კიბეები უნდა დამონტაჟდეს კიბის უჯრედის მოწყობასთან ერთად.
8. ხის დროებითი კიბის დამონტაჟება დაიშვება ერთ და ორსართულიან შენობებში.
9. მშენებლობის პერიოდში დასაშვებია უწვი კიბის საფეხურების წვადი მასალებით დაფარვა მათი დაზიანებისაგან დაცვის მიზნით.
10. პროექტით გათვალისწინებული გარე სახანძრო კიბეები და სახურავის შემოღობვები დაყენებული უნდა იქნეს მზიდი კონსტრუქციების დამონტაჟებისთანავე.
11. ხარაჩოები და ფიცარნაგები უნდა მოეწყოს დაპროექტების ნორმებისა და სახანძრო უსაფრთხოების მოთხოვნათა შესაბამისად.
12. სამ და მეტსართულიანი შენობების მშენებლობისას გამოყენებული უნდა იქნეს საინვენტარო ლითონის ხარაჩოები. ყურადღება მიაქციეთ ლითონის ხარაჩოებისა და სხვა ლითონური ნაწილების მენსარიდებისა და ჩამიწების საიმედოობას. ხარაჩოები პერიმეტრის ყოველ 40 გრძივ მეტრზე უნდა აღიჭურვოს ერთი კიბით, მაგრამ საჭიროა არანაკლებ ორი კიბისა მთელ შენობაზე.
13. სამშენებლო კონსტრუქციები და ბლოკები უნდა დაეწყოს 2,5 მ სიმაღლის აკურატულ შტაბელბად ხის სადებების გამოყენებით, შტაბელბს შორის გასასვლელი უნდა იყოს არანაკლებ 1 მ სიგანის ბოძების შემთხვევაში

შტაბელების სიმაღლემ არ უნდა გადააჭარბოს 2 მ. არაგაბარიტული ელემენტები უნდა დაეწყოს ერთ რიგად.

14. მშენებლობის განმავლობაში მაღლივი შენობებიდან უნდა იყოს უწვი მასალებისგან დამზადებული მინიმუმ ორი საევაკუაციო კიბე.

15. ჰაერგამახურებელი დანადგარები უნდა იყოს განთავსებული მშენებარე შენობიდან არანაკლებ 5 მ დაშორებით. საწვავის საცავი უნდა იყოს არანაკლებ 200 ლ ტევადობის, მდებარეობდეს არანაკლებ 10 მ მანძილზე გამახურებლიდან და არანაკლებ 15 მ მანძილზე მშენებარე შენობიდან. საწვავის მიწოდება უნდა ხდებოდეს ლითონის მილსადენით.

16. ძირითადი სამშენებლო სამუშაოების დაწყებამდე მშენებლობა უნდა იყოს უზრუნველყოფილი ხანძარსაწინააღმდეგო წყალმომარაგებით.

17. პროექტით გათვალისწინებული შიდა ხანძარსაწინააღმდეგო წყალსადენი და ხანძრის ჩაქრობის ავტომატური დანადგარები უნდა დამონტაჟდეს ობიექტის აგებასთან ერთად. ხანძარსაწინააღმდეგო წყალსადენი უნდა დასრულდეს მოსაპირ-კეთებელი სამუშაოების დაწყებამდე, ხოლო ხანძრის აღმოჩენისა და ჩაქრობის ავტომატური დანადგარები – გაშვება-გამართვის სამუშაოების დროს.

18. 12.1 ცხრილში ნაჩვენებია, თუ როგორი ტიპის ცეცხლსაქრობებით სარგებლობაა საჭირო ხანძრების შემთხვევაში, რომელიც შეიძლება შეგვ-ხვდეს სამშენებლო მოედნებზე.

ცხრილი 12.1

ხანძრის სახეობის მიხედვით გამოსაყენებელი ცეცხლსაქრობები

| № | აქტიური ნივთიერება       | ცეცხლის საქრობის ფერი | გამოყენების არე  |
|---|--------------------------|-----------------------|--|
| 1 | წყალი                    | წითელი                | ზე და მისგან ნაწარმი მასალები. აკრძალულია ელექტროდენისა და აალებადი სითხეებით გამოწვეული ხანძრისას |
| 2 | მშრ. ფხვნილი             | ლურჯი                 | აალებადი სითხეები  |
| 3 | ნახშირორჟანგი            | შავი                  | ელექტროდენი და აალებადი სითხეები   |
| 4 | სითხეთა სწრაფი აორთქლება | მწვანე                | ნებისმიერი ხანძრისას   |
| 5 | ქაფი                     | კრემისფერი            | აალებადი სითხეები  |

19. ავარიის სალიკვიდაციო გეგმით გათვალისწინებული მასალები (ფიცრები, მილები, რელსები, ქვიშა და ა.შ.) ცალკე უნდა დასაწყობდეს და საწყობს გაუკეთდეს სათანადო აღნიშვნა.

## 12.2. მიწაყრილები და თხრილები

1. მიწაყრილისადმი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნა არის მიწის ვაკისის საიმედოობისა და მდგრადობის უზრუნველყოფა გზების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის დროს.

2. ფერდობებზე გზის მშენებლობის დროს მთის მხრიდან უნდა მოეწყოს გრძივი წყალსარიანი არხი.
3. სამაგრი კედლები ააშენეთ ცალკეული სექციებით, ხოლო ფერდობები და გვერდულები გაამაგრეთ ასაკრები ფილებით, ანკერებით, ლითონური ბადეებით, ტორკრეტბეტონით, ხრეშის ფენით, ან ბალახის დათესვით საპროექტო გადაწყვეტის შესაბამისად. თუ ფერდობის მიღმა არსებული გრუნტი ფხვიერია, მასში დაჭირხნეთ მამკვრივებელი ხსნარები (ცემენტის, ქიმიური და ა.შ.) პროექტის მიხედვით.
4. ფერდობებზე მიწის ვაკისის, მიწაყრილების წყალდიდობისაგან, ღვარცოფისაგან, ნიაღვრებისა და სხვათაგან დასაცავად ააგეთ ზვავ-საწინაღო, სადრენაჟო, მეწყერსაწინაღო და ჩამონგრევის საწინაღო ნაგებობები.
5. ჭაობიან ადგილზე მიწაყრილის მოწყობისას მოტანილი გრუნტი ჩაყარეთ ფენობრივად. ამასთანავე, პირველი ფენა მოაწყეთ კლდოვანი, ქვიშოვანი ან მსგავსი გრუნტისაგან, რომელთაც ექნებათ სადრენაჟო თვისებები. დაჯდომის შემდეგ სადრენაჟო ფენის ზედა ნაწილი ჭაობის ზედაპირთან შედარებით 0,5 მ-ით მაღლა უნდა იყოს.
6. ამოტორფვის პროცესში თხრილი კედლების ჩამოცურებამდე შეავსეთ მოტანილი გრუნტით.
7. ჭანჭრობის ასაღებად დაყარეთ მსხვილმარცვლოვანი ხრეში, რომელსაც შემდეგ გაიტანთ შეწოვილ ჭანჭრობთან ერთად, ხოლო ტრანშეას მოუწყეთ კედლები.
8. მიწაყრილის ფერდობების ქანობი უნდა იყოს 1:3–1:4 ფარგლებში.
9. ისეთი გრუნტის მონგრევისას, სადაც წყლის უხვი მოდენაა, დაუშვებელია ელექტრული სანგრევი ჩაქუჩებით სარგებლობა.

### 12.3. ხიდების მშენებლობა

1. ხიდების მშენებლობის დროს ტრავმატიზმის ძირითად მიზეზებად ითვლება მუშების სიმაღლიდან ჩამოვარდნა, საგნების დაცემა მომუშავეებზე, გრუნტის ჩამონგრევა ან ჩამოშვება, წყალმოვარდნა, დენის დარტყმა და ა.შ.
2. მუშაობის დაწყებამდე დარწმუნდით ინდივიდუალური დამცავი საშუალებების ვარგისიანობაში.
3. დარწმუნდით დამხმარე ნაგებობების (ხარაჩოების და სხვათა) და სამონტაჟო მოწყობილობების (ამწეები და ა.შ.) სიმტკიცესა და საიმედო-ბაში. მათი აწყობისა და დაშლის თანმიმდევრობა შეასრულეთ პროექტის მიხედვით.

4. ყურადღება მიაქციეთ ლითონის ხარაჩოებისა და სხვა ლითონური ნაწი-ლების მეხსარიდებისა და ჩამიწების საიმედოობას. გახსოვდეთ, რომ მეზხო-ბელ მეხსარიდებს შორის მანძილი არ უნდა აღემატებოდეს 20 მეტრს, ხოლო ჩამიწების წინალობა – 10 ომს.
5. დარწმუნდით ნაგებობათა დასამონტაჟებელი ელემენტების სიმტკი-ცეში, ერთდროულად არ დაამონტაჟოთ ელემენტები ერთ ვერტიკალზე. ისარგებ-ლეთ პროექტით გათვალისწინებული სამონტაჟო აღჭურვილობით.
6. ყურადღება მიაქციეთ პროექტით გათვალისწინებულ მუდმივ და პერიო-დულ წყლის ნაკადებს, მათი არინების წესებს და შესაძლო წყალმოვარდნის მავნე გავლენის მინიმუმამდე დაყვანის საკითხს.
7. ხიდების, ძალების, დამხმარე ნაგებობების კონსტრუქციების წყალდიდო-ბისაგან, ღვარცოფისაგან, ნიაღვრებისა და სხვათაგან დასაცავად შეასრულეთ საამისოდ პროექტით გათვალისწინებული ზომები.
8. ხიმინჯის ჩასასობი აგრეგატის მუშაობისას ყურადღება მიაქციეთ ხი-მინჯის თავის მთლიანობას და აიცილეთ მისი შესაძლო დამსხვრევით გამოწვეული ტრაჰმა. აგრეგატთან უნდა იმყოფებოდეს მხოლოდ ის პერსო-ნალი, რომელთაც საქმე აქვთ ხიმინჯის ჩასობასთან. ხიმინჯი ჩაასვით სპეციალური მიმმართველების გამოყენებით. შეამოწმეთ ჩასასობი ყუმბარის მიმაგრების საიმედოობა ხიმინჯის თავზე ცვლაში 2-ჯერ მაინც.
9. ხიმინჯის გამორეცხვის მეთოდით ჩასობისას ყურადღება მიაქციეთ გამომ-რეცხი მილების ჰერმეტიზაციას. შეამოწმეთ მილების ჰერმეტიზაცია სამუშაო წნევაზე 1,5-ჯერ ჭარბი წნევით. თვალყური ადევნეთ მეზობლად განლაგე-ბული ნაგებობების მდგრადობას.
10. ჩასაშვებ ჭაში ხალხის ყოფნისას მოაწყეთ ვენტილაცია. ყურადღება მიაქციეთ ჭის კედლების გამაგრებას და აიცილეთ გრუნტის ჩამონგრევა.
11. ბურჯის მშენებლობისა და ძალების ნაშენის მონტაჟისათვის საჭირო დამხმარე ნაგებობების მონტაჟი და დემონტაჟი განახორციელეთ პროექტის მიხედვით. დამხმარე ნაგებობები გამოიყენეთ ტექნოლოგიური რუკის შესაბამისად.
12. მონტაჟის დაწყებამდე შეამოწმეთ ბურჯის თავზე არსებული ანკერული ბლოკი. მონტაჟისას მდგრადობის მისაღწევად გამოიყენეთ საპირწონეები. გამორიცხეთ შემთხვევითი დარტყმები სამონტაჟო კონსტრუქციებზე.
13. დაიცავით სამონტაჟო კონსტრუქციების სივრცეში განლაგება სისტემა-ტური კონტროლით.
14. სამონტაჟო კონსოლების დატვირთვა არ გაზარდოთ საპროექტოზე მეტად. ჰიდრაულიკური დომკრატები განალაგეთ პროექტის შესაბამისად. დროებით

გამაგრება მოაწყეთ ისე,რომ უზრუნველყოფილი იყოს პირაპირების გამონოლითება პროექტის შესაბამისად.

15. მალის ნაშენი არ გადაადგილოთ 30 მ/სთ-ზე მეტი სიჩქარით. მალის ბოლოები დაუშვით რიგ-რიგობით არაუმეტეს მალის სიგრძის 0,005 ნაწილის ტოლი სიმაღლისა. მონტაჟის თანმიმდევრობა განახორციელეთ ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს ჩაკეტილი სამკუთხედების წარმოშობა მდგრადობის შესანარჩუნებლად.

16. რკინაბეტონის კონსტრუქციებზე ბაგირი მოსდეთ მხოლოდ პროექტში მითითებულ ადგილებში.

17. ლითონის მალის ნაშენების აწყობისას სამოქლონო სამუშაოების დროს ხალხის დასაცავად ადგილი უნდა შემოიფარგლოს ფარებით.

18. ყურადღება მიაქციეთ ხიდის შესამოწმებელი ჩასასვლელების, მისასვლელების, ღიობების და სხვათა მოწყობის შესაბამისობას საპროექტო გადაწყვეტასთან.

#### **12.4. მილსადენების მშენებლობა**

1. გაითვალისწინეთ სამშენებლო მოედნებზე წაყენებული 1-6 პუნქტების მოთხოვნები.

2. მიწაყრილში გამავალი მილები ჩააწყეთ ყრილის მოწყობამდე, ხოლო მილების დაწყობამდე დატკეპნეთ გრუნტი მილის დიამეტრის ერთი მესამედის სიმაღლეზე. საშიში ძაბვების ასაცილებლად ყრილი დაყარეთ უბნობრივად, რომლის სიგანე იქნება არანაკლებ 4, ხოლო სიმაღლე არანაკლებ 2 მ. გრუნტი დატკეპნეთ პროექტით გათვალისწინებული ტექნოლოგიით.

3. მილსადენის მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის დაშვებულია ხის სოლების გამოყენება.

4. პირაპირები შეადუღეთ ავტომატური მოწყობილობებით, რომლებიც არ მოითხოვენ მილსადენში პერსონალის ყოფნას.

5. აუცილებლობისას დასაშვებია მილის შიგნით განბჯენების დაყენება იმ შემთხვევაშიც, თუ ეს არ არის გათვალისწინებული პროექტით.

6. მილსადენის ზედაპირის გასასუფთავებელი კვარცის ქვიშის წნევით მისაწოდებელი დანადგარი სამუშაო წნევასთან შედარებით 1,5-ჯერ ჭარბი წნევით შეამოწმეთ. მომუშავე პერსონალი აღჭურვეთ ჰერმეტიკული თავსაბურავით, ხოლო დანარჩენი პერსონალი სამუშაო ადგილს მოაშორეთ არანაკლებ 10 მ მანძილით.

7. მილსადენის ზედაპირის ელექტროჯაგრისებით გასუფთავებისას პერსონა-ლი აღჭურვეთ დიელექტრიკული სამოსით.
8. მილების ზედაპირის ანტიკოროზიული შემადგენლობებით დაფარვისას აიცილოთ გამხსნელებით მოწამვლის საშიშროება დაცვის ინდივიდუალური საშუალებების გამოყენებით. არ მიიტანოთ 25 მ-ზე უფრო ახლო მანძილზე ღია ცეცხლი და დაიცავით აფეთქების აცილების პროექტით გათვალის-წინებული ზომები.
9. შიგა ზედაპირზე იმავე სამუშაოების შესრულებისათვის ისარგებლოთ ძლიერი ვენტილაციით. ვენტილატორები უნდა იყოს ნაპერწკალუსაფრთხო შესრულების.

### **12.5. საშველი ლაშქრობა**

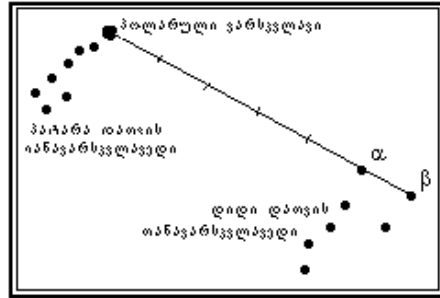
1. ლაშქრობაზე გასვლის და დაბრუნების ვადები ფიქსირებული უნდა იყოს სპეციალურ ჟურნალში რაზმის უფროსის გვარის მითითებით. რაზმს უნდა ჰქონდეს ტექნიკური მიწერილობა, აღჭურვილობა, სურსათი, ტრანსპორტი, მასალები, მობილური ან რადიოკავშირი.
2. ტექნიკურ მიწერილობას უნდა ახლდეს ლაშქრობის გეზი და სქემა, რადიოკავშირის განრიგი. კავშირის სეანსები უნდა იმართებოდეს განრიგის შესაბამისად, წინასწარ გასწორებული საათების მიხედვით. რადიოსადგური აღჭურვილი უნდა იყოს სათადარიგო ნაწილებით და კვებით. რაზმს უნდა ჰქონდეს სასიგნალო საშუალებები (შაშხანები, თოფები, საბოლეს კოჭები და ა.შ.); აგრეთვე სასიგნალო ტილო, რომელიც უნდა გაიშალოს მიწაზე გზაბნეული რაზმის მოძებნის გასაადვილებლად თვითმფრინავის ან ვერტიმფრენისათვის.
3. ბანაკის მოსაწყობი ადგილი უზრუნველყოფილი უნდა იყოს წყლით, სათბობით, გზებით, საჭიროობისას დასაფრენი მოედნით. ბანაკი ეწყობა დაბინდებამდე 1,5-2 სთ ადრე, ქარისაგან დაცულ ადგილზე.
4. აკრძალულია ბანაკის მოწყობა მთის წვერზე; ხეობის ფსკერზე; მდინარის დამშრალ კალაპოტში; სალი კლდის ფუძეში, რომელსაც რეცხავს ზღვა ან სადაც მოსალოდნელია ქვათაცვენა; ზღვის მოქცევის ზონაში; აგრეთვე ისეთ ადგილებში, სადაც მოსალოდნელია მეწყერი, ღვარცოფი, წყლის მოვარდნა და ა.შ. არ შეიძლება ბანაკის მოსაწყობი ადგილის ცეცხლით გაწმენდა. დაუშვებელია ბანაკის ადგილის შეუთანხმებელი შეცვლა, აგრეთვე ბანაკის უნებართვო დატოვება.
5. კარვებისათვის განკუთვნილი ტერიტორია უნდა დაიტკეპნოს; ორმოები ამოივსოს; გასუფთავდეს ფოთლებისაგან, ფიჩხისაგან და ა.შ. კარვებს უნდა

გაუკეთდეს სანიაღვრე თხრილი; მეხსარიდი, თუ მოსალოდნელია ჭექა-ქუხილი (მეხსარიდი აგრეთვე ესაჭიროება რადიოკავშირის ანძებს); კარვებს შორის დაშორება უნდა იყოს 3 მ, გათბობის შემთხვევაში – 10 მ; ექსტრემალურ პირობებში კარვებს შორის უნდა გაიჭიმოს თოკები გზაბნევის ასაცილებლად და აინთოს ფარნები, თუ ეს შესაძლებელია; შხამიანი ქვეწარმავლების, ტკიპების და სხვათა დასაფრთხობად არემარე უნდა შეიწამლოს ყოველ 3-5 დღეში, დღისით შემოწმდეს ტერიტორია, ხოლო ძილის წინ – კარვები და საძილე ტომრები; კარვების შესას-ვლელი ეწყობა ქარისგან დაცულ მხარეს და უკეთდება დოლბანდი ან ბადე; საველე ღუმელები უნდა იყოს ყუთის ფორმის  $600 \times 300 \times 250$  მმ ზომებით და განთავსდეს ცეცხლგამძლე სადგამზე.

6. ნარჩენები უნდა შეგროვდეს თავდახურულ ორმოში ქარის საწინააღმდეგო მხარეს 50 მ-ის დაშორებით, იქვე მოეწყობა საპირფარეშო.

## 12.6. ადგილზე ორიენტაცია

1. მზის მდებარეობის მიხედვით. ადგილობრივი დროით 7 სთ-ზე მზე არის აღმოსავლეთით, 13 სთ-ზე – სამხრეთით, 17 სთ-ზე – დასავლეთით, 01 სთ-ზე – ჩრდილოეთით. ერთი საათის განმავლობაში მზე გადაადგილდება  $15^{\circ}$ -ით.
2. მზის მდებარეობისა და საათის მიხედვით. საათი დავიჭიროთ ჰორიზონტალურად, პატარა ისარი მივმართოთ მზისკენ, ციფერბლატზე 1 საათის შესაბამის ადგილზე წარმოსახვით გავლებულ რადიუსსა და პატარა ისარს შორის კუთხის შუა ხაზი მიმართულია სამხრეთით.
3. ვარსკვლავების განლაგების მიხედვით. პოლარული ვარსკვლავი ერთადერთია, რომელიც არ იცვლის მდებარეობას ცაზე და უჩვენებს ჩრდილოეთის მიმართულებას. ის დიდი და კაშკაშაა. ჩრდილოეთ პოლუსზე დამკვირვებლის თავზეა, ეკვატორზე ჰორიზონტის ხაზზე ჩანს, ხოლო სამხრეთ ნახევარსფეროდან არ ჩანს. პოლარული ვარსკვლავის მდებარეობა ცაზე შეიძლება განისაზღვროს დიდი და პატარა დათვის თანავარსკვლავედების გამოყენებით ნახ. 12.1-ის მიხედვით. წარმოსახვით ხაზზე გადაზომილია ხუთჯერადი  $\alpha - \beta$  მანძილი.



ნახ. 12.1. პოლარული ვარსკვლავის მდებარეობის განსაზღვრა

4. ფლორისა და ფაუნის მიხედვით. ჭიანჭველების ბუდე ხეების, ბუჩქების და სხვათა ძირში განლაგებულია სამხრეთ მხარეს. ხილი და კენ-კროვანები უფრო შეფერილი, ტოტები უფრო განვითარებული, ხეებზე ფისი, ხოლო მიწაზე ბალახი უფრო ხშირია სამხრეთის მხარეზე.
5. ხეების, ბუჩქების და სხვათა ძირში სოკოები, ხეებზე და სხვაგან ხავსი და ლიქენი უფრო მეტად მრავლდებიან ჩრდილოეთ მხარეს. ამავე მხარეს ნაძვებს უფრო მაღლა აქვს განვითარებული მეორეული (უხეში) ქერქი, რომელიც უფრო მუქიცაა.
6. მარშრუტის მიმართულების წარმოსახვით ხაზსა და  $\alpha - \beta$  ხაზს შორის კუთხე არის აზიმუტი.

### 12.7. გადაადგილება მთიან რაიონებში

1. ქვედანაყოფები, რომლებიც ლაშქრავენ მთებს, თოვლყინულებს და მყინ-ვარებს უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ალპინისტური აღჭურვილობით (ალპენშტოკებით, ყინულმჭრელებით და ა.შ.).
2. მთებში გადაადგილებისათვის უმჯობესია რეზინის ლანჩიანი ფესაც-მელების გამოყენება, წრიაპებიანი ფეხსაცმელები გამოიყენება თოვლის ხაზს ზემოთ.
3. მაღალ მთიან რაიონებში ლაშქრობის მონაწილეები დაყოფილი უნდა იყოს ჯგუფებად, ოთხ-ოთხი კაცის შემადგენლობით. ყველა მონაწილემ უნდა იცოდეს ყინულზე, თოვლზე, ნაშალში და კლდეებზე გადაადგილების წესები; ასვლა-ჩამოსვლა მთების ფერდობებზე; ურთიერთდაცვის, თვით-დაცვის და ალპინისტური აღჭურვილობის მოხმარების წესები.
4. მთაში სავალდებულოა სახის კანის დაცვა სპეციალური კრემით, აგრეთვე მზის სათვალეების ტარება.



5. ქარბუქის მოახლოების ნიშნების შემჩნევისთანავე სავალდებულოა შეჩერება და დაბანაკება. დაუშვებელია ცალკეული პირების მიერ ბანაკის დატოვება ქარბუქის დროს. უნდა დაინიშნოს მორიგე, რომელიც თვალყურს მიადევნებს ბანაკის აღჭურვილობას.
6. ჭექა-ქუხილის დაწყებისთანავე სავალდებულოა თავი შევაფაროთ საფარს. დაუშვებელია ღარჩენა მთის თხემზე (ქიმზე) ან ღია ფერდზე, კლდეზე და მაღალი ხეების ქვეშ.
7. აკრძალულია მთაში გადაადგილება ძლიერი ნისლის და ქარის 5 მ/წმ-ზე მეტი სიჩქარის დროს.
8. ქვაცვენის უბნებზე გადაადგილება ხდება გადარბენით ერთი საფარიდან მეორეში. ასეთი უბნების დამახასიათებელი ნიშნებია კლდეებზე ქვების ღარტყმების კვალი, ღარები ბალახზე, თოვლზე და ა.შ. დაუშვებელია ამ უბნებზე გადაადგილება წვიმის, თოვის დროს, ან მათი შეწყვეტისთანავე. იგივე წესები უნდა დავიცვათ წვრილ ნაშალში, ვიწრო ბილიკებზე, კლდეებზე და ფერდობებზე მოძრაობისას.
9. სავალდებულოა ხრამებში და ციცაბო (30<sup>0</sup>-ზე მეტი) კლდეებზე გადაადგილებისას დამცავი ქამრების, ხოლო განსაკუთრებით რთულ შემთხვევებში დამცავი ბაგირის გამოყენება.
10. ციცაბო ფერდობებზე და ნაშალში ასვლა და დაშვება შეიძლება მხოლოდ ზიგზაგური მოძრაობით. მსხვილი ზომის ნაშალზე უნდა დავეშვათ მოკლე მსუბუქი ნაბიჯებით, ხოლო წვრილ ნაშალზე – გრძელი მცურავი ნაბიჯებით.
11. სავალდებულოა გაშიშვლებულ ციცაბო ფერდობებზე საიმედოდ დამაგრებული დამცავი თოკის გამოყენება, დამცავ ქამრებთან ერთად.
12. მთაში ასვლისას საჭიროა ისეთი გეზის არჩევა, რომლითაც შესაძლებელი იქნება ქვემოთ დაშვებაც იმის გათვალისწინებით, რომ დაშვება უფრო რთულია ასვლასთან შედარებით.
13. თოვლიან კარნიზებზე, კლდოვანი ნაშალის კარნიზებზე, სუსტი მდგრალობის ლოდებიან ვიწრო ხეობებში ქვათაცვენა შეიძლება გამოიწვიოს ხმაურმა. ამიტომ ასეთ ადგილებში დაუშვებელია ყვირილი, გასროლა, აგრეთვე ძაღლების თანხლება.
14. დაუშვებელია საჭიროების გარეშე ქვების ჩამოგდება და არამდგრადი ქანების ჩამოშლა.
15. არ შეიძლება ბანაკის მოწყობა ღვარცოფის ნაკვალევზე. ღვარცოფის მოღინებას ყრუ ხმაური მიგვითითებს, ასეთ დროს უნდა ავიდეთ ხეობის

ფერდზე. ღვარცოფიანი უბნების ნიშნებია გამხმარი ტალახისაგან და ქვებისაგან დაგროვილი კონუსისებრი გამონატანები.

16. თოვლიანი ქედის დალაშქრისას დაუშვებელია დათოვლილ კარნიზზე გავლა, ვინაიდან არსებობს მისი ჩამოქცევის საშიშროება ადამიანის სიმძიმის გავლენით. ასეთ ადგილებს უნდა შემოუვაროთ კარნიზის ქვემოდან ყინულმჭრელის გამოყენებით და თავი დავიზღვიოთ თოკით და ალპენშტოკით. საშიში ადგილების გავლა უსაფრთხოა დილაადრიან, როცა თოვლი გაყინულია და ნამქერი მდგრადია.
17. მთის მყინვარზე გადაადგილებისას საჭიროა სიფრთხილე ნაპრალების, მღვიმეების და კავერნების გადალახვისას, რომელთა არსებობასაც მინიშნებს გამდინარე წყლის ხმაური. ასეთ ღროს აუცილებელია მოლაშქრეთა დაყოფა ორკაციან ჯგუფებად, დამცავი ქამრებისა და თოკების, აგრეთვე ალპენშტოკების გამოყენება. თოკის გარეშე აკრძალულია ყინულქვეშა მღვიმეებში შესვლა და ყინულის ან თოვლის “ნიღბზე” გადასვლა.

## 12.8. გადაადგილება ზვავსაშიშრო რაიონებში

1. 25<sup>0</sup>-ზე მეტი დაქანების ფერდობები ხასიათდება ზვავსაშიშროებით. ასეთ რაიონში აკრძალულია:
  - ა) გადაადგილება თოვლის, ქარბუქის, ნისლის, წვიმის, ძლიერი თბილი ქარის ღროს, ასევე მათი შეწყვეტიდან ორი დღე-ღამის განმავლობაში;
  - ბ) გადაადგილება საფეხურებიან ხრამებსა და ფერდობებზე;
  - გ) გადაადგილება თოვლიან კარნიზებზე;
  - დ) გაჩერება თოვლით დაფარულ ციცაბო ფერდობების ქვეშ.
2. ყოველ მოლაშქრეს უნდა ჰქონდეს 30-40 მ სიგრძის კაშკაშა ფერის ზვავის ზონარი, რომელიცმას გამობმული უნდა ჰქონდეს.
3. საშიშ ზონაში გადაადგილება დაშვებულია მთის თხემზე თოვლის დაგროვების ხაზს ზემოთ.
4. დათოვლილი კარნიზების ქვეშ გავლა დასაშვებია დილაადრიან, როდესაც ზვავის ჩამოწოლის საშიშროება ნაკლებია.
5. ზვავსაშიშრო უბნების გავლა დასაშვებია 5- კაციანი ჯგუფებით, რომელთა შორის მანძილი უნდა იყოს 100 მ, ხოლო თხილამურებით გავლისას – 150 მ. ამასთანავე, თხილამურების სამაგრები უნდა იყოს მოშვებული, ხოლო ხელები თავისუფალი – ჯონების ყულფებისაგან.
6. ციცაბო კლდეზე ასვლა დაშვებულია მხოლოდ პირდაპირი სვლით და არ შეიძლება ზიგზაგით მოძრაობა თოვლის მოჭრისა და ზვავის გამოწვევის

აცილების მიზნით. დაუშვებელია დასუსტებულ და დაფუძურობულ თოვლზე გადაადგილება.

7. ზვავის ჩამოწოლის შემთხვევაში სავალდებულოა:
  - ა) დაუყოვნებლივ განთავისუფლდეთ თხილამურებისაგან, ჯოხებისაგან, ჩანთებისაგან და შეეცადოთ უსაფრთხო ადგილისაკენ გადანაცვლებას;
  - ბ) მშრალ ზვავში მოყოლისას უნდა გააკეთოთ ცურვითი მოძრაობები და შეეცადოთ ზედაპირზე დარჩენას;
  - გ) თოვლით დაფარვისას უნდა დაიცვათ სახე, გულმკერდი და ცხვირ-პირი თოვლის მტკრისაგან, უნდა შექმნათ არე სუნთქვისათვის.
8. გახსოვდეთ, რომ არ დაიბნევით მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გაქვთ სათანადო ცოდნა, შესაფერისი ფიზიკური მომზადება და წვრთნა.

## **12.9. გადაადგილება მდინარის ხეობებში და ჭაობიან ადგილებში**

1. ხეობებში გადაადგილებისას წვიმების და თოვლის დნობის პერიოდებში უნდა მოერიდოთ ღვარცოფებს. სასურველია მარშრუტი შეირჩეს ხეობის ფერდზე, ხოლო უკიდურეს შემთხვევაში, მოსალოდნელი ღვარცოფის საშიშროების შემთხვევაში, საჭიროა ფერდზე სასწრაფო ასვლა.
2. მდინარის ფონზე გადასვლისას ან ხეობაში მოძრაობისას უნდა მოერიდოთ საფლობ ადგილებს. მათ გვერდი უნდა აუაროთ, ხოლო თუ ეს შეუძლებელია, გადალახოთ ფენილების, ჭოკების ან თოკების მეშვეობით.
3. იგივეა ძალაში ჭაობების გადალახვისას. აქ განსაკუთრებით უნდა მოერიდოთ მწვანე საფარით დაფარულ ადგილებს. გაუკვალავი ბილიკე-ბით მოძრაობისას საჭიროა გამოიყენოთ დაწნული თხილამურები (ე.წ. “დათვის თათი”), დამცავი თოკი. მოლაშქრეებს შორის მანძილი უნდა იყოს 2-3 მ, ხოლო ნაბიჯები – “ნაკვალევი ნაკვალევი”. თუ ზედა ფენა არ არის მკვრივი, მაშინ ნაბიჯი უნდა აირიოს.
4. ტორფიან ნიადაგზე გადაადგილება დაშვებულია ურთიერთდაცვის პირობით, თოკის გამოყენებით. მოლაშქრეებს შორის მანძილი უნდა იყოს 8-10 მ. საფლობ ადგილებში უნდა დაიფინოს ლატნები (ჩელტები).

5. ჭაობში ჩაფლობისას უნდა მოერიდოთ მკვეთრ მოძრაობებს და უნდა ისარგებლოთ ჰორიზონტალურად გადებული ჭოკით. ჩაფლობისას უნდა გაუწოდოთ ჯოხი ან გადაუგლოთ თოკი.

#### **12.10. გადაადგილება ტყიან რაიონებში**

1. ტყეში გადაადგილებისას მოლაშქრეებს შორის უნდა შეინარჩუნოთ მხედველობითი და ხმოვანი კავშირი, უწყვეტი ჯაჭვის სახით სიარულის გზით.
2. ყველა ჯგუფს უნდა ჰქონდეს ნაჯახი.
3. აკრძალულია მარშრუტიდან გადახვევა.
4. დაუშვებელია გადაადგილება ღამით, ჭექა-ქუხილის, ძლიერი ქარის დროს, აგრეთვე – ფეხშიშველი სიარული.
5. გადაადგილებისას ყურადღება უნდა მიაქციოთ ორიენტირებს, რომლებიც დაგეხმარებათ უკან დაბრუნებისას. თუ ასეთი რამ არ არსებობს, საჭი-როა ხეებზე ნაჭდევის გაკეთება ან მათი შეთლა.
6. ავტომატურად გადაადგილებისას ხის ჩამოწეული ტოტების მოსა-ხერხებელი არიდებისათვის უნდა დაგდეთ სახით მოძრაობის მიმართუ-ლებით.
7. უნდა მოერიდოთ ხანძრის გაჩენას. კოცონი საიმედოდ უნდა ჩააქროთ და შემდეგ დაასხათ წყალი. თოფის დასატენად არ ისარგებლოთ ქაღალდით, ბამბით, ძენძით ან სხვა ისეთი მასალით, რომლებიც გასროლის შემდეგ დიდხანს ღვივან.
8. ხანძრის ნიშნებისას სავალდებულოა მისი ჩაქრობა, მომხდარის შესახებ ხელმძღვანელობისათვის დროული ინფორმაციის მიწოდება და ჯგუფის უსაფრთხო ადგილზე გაყვანა. თუ ეს შეუძლებელია, მაშინ საჭიროა შემოიფარგლოთ ფართო განაკაფით ქარის მოძრაობის მიმართულების ისეთნაირი გათვალისწინებით, რომ ნაშწვი აირები ადამიანების მიმართუ-ლებით არ მოძრაობდეს.
9. ენციფალიტური ტკიპების გავრცელების არეალში უნდა გამოიყენოთ ენციფალიტის საწინააღმდეგო ტანსაცმელი და ამასთანავე ის დღეში უნდა დაათვალიეროთ 3–4- ჯერ. ბანაკი უნდა მოეწყოს გამჭოლი ქარის ადგილზე. საგები წინასწარ უნდა დამუშავდეს რეპელენტებით.

#### **12.11. გადაადგილება დაბარსტულ უბნებში და მღვიმეებში**

1. ყველა აღმოჩენილი კარსტული ღრმულის პირი აღნიშნული უნდა იყოს გამაფრთხილებელი ნიშნებით, სადაც ეს საჭიროა, ხოლო ყველაზე საშიში ადგილები უნდა შემოიფარგლოს 1 მ სიმაღლის ღობით.
2. კარსტულ რაიონში გადაადგილებისას გვერდი უნდა აუაროთ თევზისებრ და ძაბრისებრ ღრმულებს.
3. მღვიმეებში შესვლისას თან უნდა გქონდეთ მღვიმის რუკა ან გეგმა და სპელეოლოგიური აღჭურვილობა (ფანრები, თოკები, გეოლო-გიური ჩაქურები, სანთლები და ა.შ.). უკიდურეს შემთხვევაში, გეგმის არარსებობისას, საჭიროა მღვიმის თვალზომითი აგეგმვა.
4. ჯგუფი უნდა შედგებოდეს მინიმუმ ორი კაცისაგან. დაუშვებელია მღვიმეში ერთი კაცის შესვლა.
5. ჩამოქცევის ასაცილებლად აკრძალულია გასროლა, დარტყმა ან ქვების გამოღება მღვიმის კედლებიდან და ჭერიდან.
6. მღვიმეების დათვალიერების დროს მღვიმის შესასვლელთან უნდა იდგეს მორიგე საჭიროების დროს ზომების მისაღებად. წყალმოვარდნისაგან თავის დასაცავად აკრძალულია მღვიმეში შესვლა ძლიერი წვიმების დროს და მათი შეწყვეტისთანავე.
7. მიწისქვეშა გასასვლელში გადაადგილებისას საჭიროა თოკის ან ზონრის გამოხმა, რომლის ერთი ბოლო დამაგრებული უნდა იყოს მღვიმის შესასვლელთან. გარდა ამისა, გზადაგზა უნდა გაკეთდეს აღნიშვნები ისრებით, რომლებიც გასასვლელს მიუთითებენ და დაინომროს მოსახ-ვევები.
8. მიწისქვეშა მდინარეების და ტბების დალაშქრისას გამოიყენება გასაბერი ნავი, რომელიც დაზღვეული იქნება თოკით.

## **12.12. გადაადგილება დამუშავებული საბადოების ფარგლებში**

1. მიტოვებული გვირაბები შემოღობილი უნდა იყოს. შესვლა დაიშვება მხოლოდ ტექნიკური პერსონალის მიერ ატმოსფეროს, გამაგრების მდგრა-დობის იმდენჯერ და ისეთნაირი აპარატურით ტესტირების შემდეგ, რაც გათვალისწინებულია უსაფრთხოების წესებით. გარდა ამისა, უნდა დაერწმუნდეთ, რომ გვირაბებში არ ბუდობენ შხამიანი მწერები და ქვეწარმავლები.
2. აკრძალულია გვირაბებში შესვლა სანათი მოწყობილობების, ჩაჩქნის და მავნე აირების საზომი ხელსაწყოების გარეშე. დაუშვებელია ისეთ გვირაბებში შესვლა, სადაც არ არის მექანიკური ვენტილაცია და მექანიკური

წყალამოღვრა და სადაც დგინდება ფეთქებადი ან ტოქსიკური აირების სახიფათო კონცენტრაცია.

3. სავალდებულოა გადაადგილების წინ ყოველდღიურად ვიზუალურად შემოწმდეს გვირაბის კედლების სიმტკიცე. მოშორდეს მას გამაგრების არამდგრადი ნაწილი, გაიწმინდოს ნაშალები და ხელახლა გადამაგრდეს.
4. მიტოვებულ გვირაბებში ჩასასვლელი ხის კიბეების გამოყენება შეიძლება მათი შემოწმებისა და შეკეთების შემდეგ. კიბის არარსებობისას, 5 მ-დე სიღრმის გვირაბებში ჩაშვება შეიძლება თოკით, ხოლო უფრო ღრმა გვირაბებში – ჯალამბრიანი ბადის მეშვეობით, რომელსაც მართავს სპეციალური ცოდნით აღჭურვილი მეჯალამბრე.
5. მიტოვებულ გვირაბებში შეღწევისათვის აღებული ყველა შემოღობვა აღდგენილი უნდა იქნეს სამუშაოების დამთავრების შემდეგ.

### 12.13. უდაბნოში გადაადგილება

1. უდაბნოში და ნახევრად უდაბნოში ლაშქრობისას საჭიროა ისეთი რუკა, რომელზედაც დატანილი იქნება რაიონში არსებული ჭები.
2. სავალდებულოა მოლაშქრეების უზრუნველყოფა წყლით, რაც დამოკიდებულია მოლაშქრეების რიცხვზე, ტრანსპორტის სახეობასა და ჭებს შორის მანძილზე. ყოველ მონაწილეს უნდა ჰქონდეს ბამბის თხელი ფენით დაცული მათარა, რომლის ტევადობა მინიმუმ 1 ლ მინც უნდა იყოს. წყლის სმის რეჟიმს აწესებს ჯგუფის უფროსი. აკრძალულია შემთხვევითი წყაროებიდან წყლის მოხმარა გაუსნებოვნების, გაუვნებლების და დეზაქტივაციის გარეშე.
3. მიტოვებული ჭებიდან წყლის დაღვევა დაშვებულია მხოლოდ მათი გაწმენდის, ჭის პირის გამაგრების და წყლის გაუსნებოვნების, გაუვნებლების და დეზაქტივაციის შემდეგ. მწარე გემოს მქონე წყალს უნდა დაემატოს ხილის ექსტრაქტი.
4. ცხელ ამინდში რეკომენდებულია ლაშქრობის დაწყება დილაადრიან და დასვენება დღე-ღამის ყველაზე ცხელ პერიოდში. მზის დარტყმის ასაცილებლად საჭიროა ფართოფარფლებიანი ქუდის ტარება. დაუშვებელია ქუდის და ზედა ტანსაცმლის გარეშე მოძრაობა ან მუშაობა.
5. ქვიშიანი ქარბუქის მოახლოებისას აუცილებელია მოლაშქრეები შეიკრიბონ ერთად, დასხდნენ მიწაზე (ბარხანის ქვეშ) ქარის მიმართულებასთან ზურგით, დაიფარონ თავები ან შეეფარონ კარავს.
6. რეკომენდებული არ არის ღია ან მსუბუქი ფეხსაცმელებით სარგებლობა, შხამიანი მწერებისა და ქვეწარმავლების ნაკბენის ასაცილებლად. იგივე

მიზნით საჭირო არ არის ქვების გადაბრუნება და ქვებზე დაჯდომა წინასწარი შემოწმების გარეშე.

7. ბალახებით დაფარულ უბნებზე სავალდებულოა ჯოხის გამოყენება.

#### **12.14. დაკარგვისას მოქმედა და დაკარგულის მოძებნა**

1. დაკარგულები არ უნდა მიეცნენ პანიკას. სავალდებულოა მდინარისაკენ ან უახლოესი წყალსაცავისაკენ გასვლა, სადაც უნდა დაბანაკდნენ ღია მოედანზე და დაანთონ კოცონი ჰაერიდან ადვილად აღმოჩენის მიზნით.
2. თვითმფრინავის ან შვეულმფრენის მოახლოებისას საჭიროა ჭოკზე დამაგრებული თეთრი ნაჭრის აფრიალება.
3. გეზი ორიენტირის დაკარგვის ადგილიდან ბანაკამდე უნდა იყოს აღნიშნული ნაჭდევებით ხეებზე და ბარათებით.
4. აკრძალულია დაკარგულთა დაყოფა ქვეჯგუფებად. ყველა უნდა იმყოფებოდეს ერთ ბანაკში და დაუშვებელია არჩეული ადგილის უმიზეზო გამოცვლა.
5. დაკარგულებმა ეკონომიურად უნდა ხარჯონ სურსათის ინდივიდუალური ხელშეუხლებელი მარაგი. საკვებად უნდა გამოიყენონ კენკრა, სოკო, თევზი, საკვებად ვარგისი ბალახი.
6. ტყეში დაკარგულებმა უნდა შეწყვიტონ გადაადგილება და პერიოდულად მისცენ სიგნალი.
7. უდაბნოში დაკარგულები უნდა დაბანაკდნენ წყალთან ახლოს, სადაც იქნება საქსაული და სხვა მცენარეულობა კოცონის დასანთებად, რომელიც ჰაერიდან შეინიშნება.
8. ჯგუფის ჩამორჩენილი წევრების ძებნა უნდა დაიწყოს დაუყოვნებლივ ამ ამბის ხელმძღვანელობისათვის შეტყობინების პარალელურად.
9. იმ ჯგუფის ძებნა, რომელთანაც კავშირი შეწყდა რაციის ან კავშირის სხვა საშუალების დაზიანების გამო, უნდა დაიწყოს არაუგვიანეს ერთი დღე-ღამისა.
10. იმ შემთხვევაში თუ ჯგუფი არ დაბრუნდა მარშრუტიდან დათქმულ დროზე, უფროსი ვალდებულია დაიწყოს სამზადისი ძებნისათვის. ჯგუფის ძებნა, რომელიც არ დაბრუნდა ერთდღიანი მარშრუტიდან იწყება არაუგვიანეს 12 საათისა, ხოლო მრავალდღიანი მარშრუტისას – არაუგვიანეს 24 საათისა საკონტროლო ვადის გასვლის შემდეგ.
11. საძიებო ჯგუფს (მაშველებს) უნდა ჰქონდეთ რაიონის რუკა, სავალდებულო აღჭურვილობა, მედიკამენტები, სურსათის მარაგი და იარაღი. ყოველი

ჯგუფი ძებნას ახორციელებს დასახული გეგმის მიხედვით, რომელიც ეფუძნება დაკარგული ჯგუფის მარშრუტს. მოძრაობისას და დროებითი გაჩერების ადგილებზე მაშველები ტოვებენ ნიშნებს და ბარათებს, სადაც უნდა ეწეროს ჯგუფის მომავალი სვლის მიმართულება, უკან დაბრუნების დრო, მომავალი გაჩერების ადგილი და დრო.

12. დაკარგულების ძებნის შეწყვეტა მათი დალუპვის უტყუარი დასტურის გარეშე ნებადართულია მხოლოდ ზემდგომი ორგანიზაციის გადაწყვეტილებით.

## **12.15. აფეთქებები და ხანძრები საწყობებში**

საწყობებში აფეთქებები და ხანძრები დიდი სიძლიერითა და მასშტაბებით გამოირჩევა ეკონომიკის სხვა ობიექტებთან შედარებით, რის გამოც უსაფრთხოების წესების დაცვა აღნიშნულ ობიექტებზე დიდი გულისყურით უნდა მოხდეს. ქვემოთ აღწერილ შემთხვევებში საგანგებო სიტუაციების გამომწვევი მიზეზებია დასაწყობების წესების უგულბელობა და სიგარეტის მოწვევა ისეთ ადგილებში, სადაც ეს დაუშვებელია, ანუ სრულიად მარტივი და ადვილად შესასრულებელი მოთხოვნების დაუცველობა.

2004 წლის 11 მაისს უკრაინაში, ზაპოროჟიეს სამხედრო საწყობში აკრძალულ ადგილზე სიგარეტის მოწვევის შედეგად ჯერ ხანძარი გაჩნდა, ხოლო შემდეგ მოჰყვა აფეთქებათა სერიები, რომლებიც ორი დღის განმავლობაში გრძელდებოდა და 700 მლნ აშშ-ის დოლარის ზარალი მოიტანა როგორც საწყობში, ისე მოსახლეობაში. აქ ინახებოდა ზალპური ცეცხლის რეაქტიული სისტემების “ურაგანის”, “გრადისა” და “სმერჩის” ნორმა-ტიულთან შედარებით 30%-ით მეტი ჭურვები (მართვადი რაკეტები). ცეცხლის ალის სიმაღლე აღწევდა 300 მ, ხოლო ხანძრის ტერიტორია რამდენიმე ჰექტარს შეადგენდა. მხოლოდ ძლიერი წვიმის შედეგად მოხერხდა ხანძრის ალის სიმაღლის შემცირება 60 მ-მდე. დაიღუპა და დაიჭრა 4 ათას ადამიანზე მეტი, ხოლო 5 ათასზე მეტი ევაკუირებული იქნა.

საწყობიდან 40 კმ მანძილზე განლაგებულია ზაპოროჟიეს ატომური ელექტროსადგური, რომელიც საგანგებო სიტუაციაში აგრძელებდა მუშაობას სპეციალური რეჟიმით. საწყობიდან 2 კმ-ით დაშორებულ ნავთობბაზაზე კი ხანძარი მოხდა ნამსხვრევის მიზეზით.

საწყობში საბრძოლო მასალით დატვირთული 4800 პირობითი ვაგონი იყო, საბჭოთა ჯარების მიერ გერმანიიდან გამოზიდული, რომელთაგან ხანძრისა და აფეთქების შედეგად განადგურდა 900 ცალი, ხოლო ნამსხვრეები და



აუფეთქებელი ჭურვები 314 კმ<sup>2</sup> ტერიტორიაზე გაიფანტა. ზოგი აუფეთ-ქებელი ჭურვი 3 მ-მდე სიღრმეზე ჩაეფლო მიწაში, რომლის გაუენებლება საკმაოდ რთული პრობლემაა. აღნიშნული შემთხვევით დაზიანებული ტერი-ტორიის გაწმენდას დასჭირდა 6 თვის განმავლობაში 1000 გამნალმველისა და 150 ერთეული ტექნიკის გამოყენება, მოსახლეობა ევაკუირებული იქნა, ხოლო პერიმეტრს შინაგან საქმეთა სამინისტროს დანაყოფები აკონტრო-ლებდა არასანქცირებული შეღწევის აღკვეთის მიზნით. აღნიშნული საგან-გებო სიტუაციის შედეგად ქ. მელიტოპოლში 28 ათას ბინაში და 10 ათასზე მეტ საკუთარ სახლში გაზგაყვანილობა დაზიანდა, ხოლო პირველივე დღეს გაიგზავნა 1000 მ<sup>2</sup> მინა ჩამსხვრეული ფანჯრების აღდგენისათვის.

2007 წლის 23 მარტს მოზამბიკის დედაქალაქში აფეთქდა იარაღის საწყობი. მიზეზი იყო ელექტროენერჯის მოკლე ჩართვა. 70 ადამიანზე მეტი დაიღუპა, ხოლო დაახლოებით 400 დაიჭრა. ახლო-მანლო მცხოვრებებმა თვითონვე დატოვეს საშიში ადგილები. საცხოვრებელი სახლები დაზიანდა 10 კმ მანძილზე.

2005 წლის 3 ოქტომბერს რუსეთის ფედერაციაში კამჩატკაზე ხანძრისა და დეტონაციის შედეგად განადგურდა საარტილარო საბრძოლო მასალების საწყობის 60%, რომლის ტერიტორია 75 ჰექტარს შეადგენდა. ჭურვების დაახლოებით 40% შემთხვევით დარჩა აუფეთქებელი. სულ განადგურდა 15 ცალი საწყობი. 15 კმ-ის რადიუსში მოხდა მოსახლეობის ევაკუაცია (8 ათასამდე ადამიანი). აფეთქებებს აკონტროლებდნენ ვერტმფრენებიდან, ხოლო ტექნიკური სალიკვიდაციო სამუშაოები ვერ განახორციელეს აფეთქებების სრულ შეწყვეტამდე. ლენინგრადის ოლქში 2008 წლის 24 მაისს სამხედრო აეროდრომის საწყობში მოხდა ძლიერი ხანძარი, რომელსაც მოჰყვა 450 ცალი “ჰაერი-ჰაერის” კლასის რაკეტის აფეთქება. ნამსხვრევები ვრცელდებოდა 4–5 კმ მანძილზე. ამავე რადიუსით შინაგან საქმეთა ძალებით მოეწყო ბლოკ-პოსტები ტერიტორიაზე შეღწევის ასაცილებლად.

2008 წლის 12 ოქტომბერს პენსილვანიის შტატში (აშშ) ქიმიური ქარხნის საწყობში მოხდა გოგირდმჟავას ანალოგის – ოლეუმის ორთქლის გაჟონვა. სამი ადამიანი ჰოსპიტალიზებული იქნა, ხოლო დაახლოებით 3 ათასი – ევაკუირებული. იმავე წელსვე ჩინეთში დარიშხნით მოხდა წყალ-სატევის დაბინძურება ქიმიური საწყობიდან, რომლის შედეგადაც 450 ადა-მიანი მძიმედ მოიწამლა.

2008 წლის 15 სექტემბერს ჩინეთში ლიანინის პროვინციის ნავთობ-ქიმიური საწარმოს საწყობში მოხდა აფეთქება. საწყობში მყოფი სამი ადა-

მიანიდან 1 ადგილზე დაილება, ხოლო 2 უგზოუკვლოდ დაიკარგა. აფეთქების ხმა 40 კმ მანძილზე გავრცელდა, ხოლო საწარმოს ადგილზე 3 მ სიღრმის დაბრუნა წარმოიქმნა.

## 12.16. დასაწყობების ზოგადი მოთხოვნები

1. საწყობებში ნივთიერებებისა და მასალების შენახვა უნდა მოხდეს მათი ხანძარსაშიშროების (დაჟანგვის, თვითგახურების, თვითაალების უნარი ჰაერ-თან, წყალთან და ა.შ. კონტაქტისას), ცეცხლმქრობ ნივთიერებებთან შეთავსებადობისა და ერთგვაროვნების გათვალისწინებით.
2. ერთ სექციაში ავტორეზინთან რომელიმე სხვა მასალის და საქონლის ერთდროული შენახვა არ დაიშვება, გამოსაყენებელი ცეცხლმქრობი ნივთიერების სახეობის მიუხედავად.
3. ბალონები წვადი აირებით, სხვა ჭურჭლები ადვილად აალებადი და წვადი სითხეებით, აგრეთვე აეროზოლური შეფუთვები უნდა იყოს დაცული ძხის და სხვა სახის თბური ზემოქმედებისაგან.
4. აეროზოლური შეფუთვების დაწყობა მრავალსართულიან საწყობებში დაის-ვება მხოლოდ ზედა სართულზე, ხანძარსაწინააღი ნაკვეთურებში. ასეთი შეფუთვების საერთო რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 150 000 ცალს.
5. საწყობის საერთო ტევადობა არ უნდა აღემატებოდეს 900 000 შეფუთვას. საერთო საწყობებში დაიშვება არაუმეტეს 5 000 ცალი აერო-ზოლური შეფუთვის შენახვა. საერთო საწყობების იზოლირებულ ნაკვეთურში დაიშვება არაუმეტეს 15 000 შეფუთვის შენახვა.
6. ღია მოედნებზე ან ფარდულებში აეროზოლური შეფუთვების შენახვა დაიშვება მხოლოდ უწყ კონტეინერებში.
7. საწყობებში, რომლებსაც სტელაჟები არ გააჩნიათ, მასალები უნდა დაეწყოს შტაბელებად, კარების წინ უნდა დარჩეს კარების სიგანის ტოლი გასასვლელები, მაგრამ არანაკლებ 1 მ სიგანისა. ყოველ 6 მეტრში უნდა მოეწყოს 0,8 მ სიგანის გრძივი გასასვლელები.
8. საქონლიდან ყოველ 0,5 მ მანძილზე უნდა იყოს განათების წყარო.
9. დასატვირთ-გადმოსატვირთი და სატრანსპორტო საშუალებების დგომა და რემონტი მისადგომ ბაქნებზე არ დაიშვება. ბაქნზე გადმოტვირთული საქონელი საშუალო დღის დამთავრებისას უნდა იქნეს ალაგებული.
10. ტარის გახსნა, საქონლის შემოწმება, შეკეთება, დაფასოება და ა.შ. უნდა განხორციელდეს შენახვის ადგილებიდან იზოლირებულ სათავსში.

11. გამართული ნაპერწკალსაქრობიანი ავტომობილები, მოტომავლები, ავტომწეები და სხვა სახის ტვირთამწე ტექნიკა არ უნდა დაიშვას 3 მ-ზე ახლოს ზვინებთან, შტაბელებთან და ფარდულებთან, სადაც ინახება უხეში საკვები ან ბოჭკოვანი მასალა.
12. საწყობის ელექტრომოწყობილობა სამუშაოს დამთავრებისას უნდა იქნეს გამორთული. გამორთვის აპარატები უნდა განთავსდეს საწყობის გარეთ უწვკედელზე, დაიკეტოს და დაიპლომბოს.
13. საწყობის შიგნით მორიგე განათების ან შტეფსელის როზეტების დაყენება არ შეიძლება. დაუშვებელია აგრეთვე აირის ქურების გამოყენება.
14. ღია მოედანზე მასალების შენახვისას ერთი შტაბელის ფართობი არ უნდა აღემატებოდეს 300 მ<sup>2</sup>, ხოლო შტაბელებს შორის მანძილი არ უნდა იყოს 6 მ-ზე ნაკლები.
15. ბაზების და საწყობების ტერიტორიაზე განლაგებულ შენობებში მომსახურე ან სხვა პირთა ცხოვრება არ შეიძლება.
16. საკუჭნაოებში არ დაიშვება საწარმოო ნორმებზე მეტი რაოდენობის ადვილად აალებადი და წვადი სითხეების შენახვა. მათი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ერთი ცვლის ნორმას.

### **12.17. ხანძარსაშიში მასალების შენახვა**

1. ნავთობბაზების ჩამოსასხმელი და გადასატუმბი სადგურების ტერიტორიები უნდა შემოიზღუდოს არანაკლებ 2 მ სიმაღლის ღობით.
2. რეზერვუარების ირგვლივი შემოზვინვები, აგრეთვე მათზე გადასას-ვლელეები უნდა იყოს გამართული. ზვინების შიგნით მოედნები უნდა იყოს მოსწორებული და დაფარული სილით.
3. სარეზერვუარო პარკებში აკრძალულია:
  - არაჰერმეტიული მოწყობილობების და ჩამკეტი აპარატურის ექსპლუატაცია;
  - ნორმებით დადგენილი შემოზვინვების სიმაღლის შემცირება;
  - გადახრების და ბზარების მქონე რეზერვუარების, აგრეთვე გაუმართავი მოწყობილობების, საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოების, მიმყვანი პროდუქტ-სადენების და სტაციონარული ხანძარსაწინააღმდეგო მოწყობილობების ექსპლუატაცია;
  - შემოზვინვის ირგვლივ ხეების და ბუჩქნარის არსებობა;
  - საცავეების დაყენება წვად ან ძნელად წვად სადგარზე;
  - რეზერვუარების და ცისტერნების გადავსება;

– ნავთობპროდუქტების ჩასხმის ან ჩამოსხმისას რეზერვუარებიდან სინჯის აღება;

– ჭექა-ქუხილის დროს ნავთობპროდუქტების ჩასხმა და გადმოსხმა.

4. სასუნთქი სარქველები და ცეცხლსაზღუდრები უნდა გაისინჯოს ტექნიკური პასპორტის მიხედვით არანაკლებ ერთხელ თვეში, ხოლო თუ ჰაერის ტემპერატურა  $0^{\circ}C$  -ზე დაბალია – არანაკლებ ერთხელ დეკადაში. სასუნთქი არმატურის დათვალიერებისას აუცილებელია სარქველების და ბადეების ყინულისაგან გაწმენდა. მათი გათბობა უნდა მოხდეს მხოლოდ ხანძარუსაფრთხო წესებით.

5. სინჯის აღება და დონის გაზომვა უნდა განხორციელდეს ნაპერწკალ-უსაფრთხო მოწყობილობით.

6. სარეზერვუარო პარკის საწყობებში უნდა იყოს ცეცხლსაქრობი ნივთიერებების მარაგი, აგრეთვე მათი ისეთი რაოდენობით მიწოდების საშუალებები, რომელიც აუცილებელია უდიდეს რეზერვუარში ხანძრის ჩასაქრობად.

#### **სითხემების ტარით შენახვა.**

1. წვადი სითხეების ტარით შესანახი შენობები არ უნდა იყოს 3 სართულზე მაღალი, ხოლო ადვილად აალებადი სითხეების ტარით შესანახი შენობა უნდა იყოს ერთსართულიანი.  $120^{\circ}C$  -ზე მაღალი აფეთქების ტემპერატურის მქონე 60 მ<sup>3</sup>-მდე რაოდენობით სითხეების შენახვა დაიშვება წვადი მასალებისაგან მოწყობილ მიწისქვეშა საცავებში იატაკის უწვი მასალებით მოწყობის პირობით და გადახურვის დაფარვით არანაკლებ 0,2 მ სისქის დატკეპნილი მიწის ფენით.

2. ერთ სათავსში ადვილად აალებადი და წვადი სითხეების ტარით შენახვა დაიშვება იმ პირობით, თუ მათი საერთო რაოდენობა არ აღემატება 200 მ<sup>3</sup>.

3. ადვილად აალებადი და წვადი სითხეების კასრები საცავების იატაკზე უნდა დაეწყოს არაუმეტეს 2 რიგად ხელით დაწყობისას, ხოლო მექანიზებული დაწყობისას – წვადი არაუმეტეს 5 რიგად, ადვილად აალებადი – არაუმეტეს 3 რიგად. შტაბელების სიგანე არ უნდა აღემატებოდეს 2 კასრს. მთავარი გასასვლელების სიგანე უნდა იყოს არანაკლებ 1,8 მ, ხოლო შტაბელებს შორის გასასვლელებისა – არანაკლებ 1 მ.

4. სითხეების შენახვა დაიშვება მხოლოდ დაუზიანებელ ტარაში. დაღვრილი სითხე დაუყოვნებლივ უნდა აიწმინდოს.

5. ნავთობპროდუქტების ტარით შესანახი ღია მოედნები უნდა შემოიზღუდოს მიწაყრილით ან არანაკლებ 2 მ სიმაღლის მთლიანი კედლით, რომელსაც ექნება მოედანზე გასასვლელი პანდუსები.

6. მოედნები უნდა იყოს ამალღებული 0,2 მეტრით და შემოფარ-გლული კიუვეტით.
7. ერთი შემოზვინული მოედნის ფარგლებში დაიშვება 25×15მ ზომის არაუმეტეს 4 შტაბელის დაწყობა, შტაბელებს შორის არანაკლებ 10, ხოლო შტაბელსა და კედელს შორის – არანაკლებ 5 მეტრის დაცილებით. ორი მომიჯნავე მოედნის შტაბელებს შორის მანძილი უნდა იყოს არანაკლებ 20მ.
8. მოედნებზე დაიშვება უწყვი მასალებისაგან დამზადებული ფარდულების მოწყობა.
9. არ დაიშვება ნავთობპროდუქტების დაღვრა, აგრეთვე საფუთავი მასალისა და ცარიელი ტარის შენახვა უშუალოდ საცავებში და შემოზვინულ მოედნებზე.

**წვადი აირების შენახვა.**

1. წვადი აირების ბალონთა შესანახი საწყობები უნდა იყოს ერთსარ-თულიანი, არა წვადი მასალებისაგან აგებული, ადვილად ჩამოსაგდები გადა-ხურვით და არ უნდა ჰქონდეს სათავსები სხვენში.
2. წვადი აირებით შევსებული ბალონები უნდა ინახებოდეს განცალ-კევებულად ჟანგბადით, ჰაერით, ქლორით, ფთორით და სხვა მჟანგავებით ან ტოქსიკური აირებით შევსებული ბალონებისაგან.
3. ჟანგბადის ბალონებზე ან მის არმატურაზე არ დაიშვება ცხიმის მოხვედრა. გადატანისას არ დაიშვება სარკველებზე ხელის მოკიდება.
4. აირების საწყობებში უნდა მოეწყოს ფეთქებაუსაფრთხო ვენტილაცია. და-საბუთების შემთხვევაში დასაშვებია ბუნებრივი ვენტილაციით სარგებლობა.
5. აირის გაჟონვის შემჩნევისას ბალონი უნდა იქნეს გატანილი საწყობიდან.
6. ნალებიანი ან ლურსმნებით დაჭვდილი ფეხსაცმელებით საწყობში შესვლა დაუშვებელია.
7. აირების საწყობებში დაუშვებელია სხვა მასალების ან მოწყობილობის შენახვა.
8. კალციუმის კარბიდი შენახული უნდა იყოს განიავებად სათავსში. არ შეიძლება საწყობების განლაგება სარდაფებში და დასატბორ ადგილებში.
9. მექანიზებულ საწყობებში კარბიდიანი დოლების დაწყობა სამ იარუსად შეიძლება ვერტიკალურად (დოლის გრძელი მხარე განლაგებულია ვერტი-კალურად), ხოლო არამექანიზებულ საწყობებში – ორ იარუსად ვერ-ტიკალურად და სამ იარუსად ჰორიზონტალურად. იარუსებს შორის უნდა

დაიწყოს 40-50 მმ სისქის ფიცარი. შტაბელებს შორის უნდა იყოს არა-ნაკლებ 1,5 მ სიგანის გასასვლელი.

10. აცეტილენის დანადგარების სათავსებში დასაშვებია არაუმეტეს 200 კგ კარბიდის შენახვა. ამასთანავე, ღია შეიძლება იყოს მხოლოდ ერთი დოლი. იქ სადაც, არსებობს კარბიდის საწყობები, აცეტილენის დანადგარების სათავსებში კარბიდის შენახვა დაუშვებელია.

11. გახსნილი დოლები დაცული უნდა იყოს წყალგაუმტარი სახურავით. კარბიდის შენახვის ადგილას დაუშვებელია მოწვევა, ნაპერწკალ წარმოქმნილი იარაღების გამოყენება და ღია ცეცხლით სარგებლობა.

12. ერთ სათავსში ჟანგბადიანი და წვად აირიანი ბალონების, აგრეთვე კარბიდის, საღებავების, ზეთების და ცხიმების შენახვა არ შეიძლება ჟანგბადიან ბალონებთან.

13. წინა პუნქტი მოქმედებს ცარიელ ბალონებზეც.

14. გახსოვდეთ, რომ ბალონი ბოლომდე არასდროს იცლება და მასში ყოველთვის არის აირი.

#### **მარცვლეულის შენახვა.**

1. მოსავლის აღების დაწყებამდე მარცვლეულის საწყობები და საშრობები უნდა იქნეს შემოწმებული გამოყენების ვარგისიანობაზე და გაუმართავობა უნდა აღმოიფხვრას.

2. მარცვლეულის საწყობები უნდა განლაგდეს ცალკე მდგომ შენობებში. მათი ჭიმკრები უნდა იღებოდეს გარეთ და არ უნდა ჩაიხერგოს.

3. მარცვლეულის ყრილის ზედაპირიდან მანძილი წვად კონ-სტრუქციებამდე, სანათ მოწყობილობებამდე და ელექტროსადენებამდე უნდა იყოს სულ ცოტა 0,5 მ.

4. აკრძალულია:

- მარცვლეულთან ერთად სხვა მასალებისა და მოწყობილობების შენახვა;
- საწყობების სათავსებში შიგაწვის ძრავიანი მანქანების გამოყენება;
- მყარ სათბობზე მომუშავე საშრობების ანთება ადვილად აალებადი და წვადი სითხეების მეშვეობით, ხოლო თხევად სათბობზე მომუშავე საშრობებისა – ჩირაღდნის მეშვეობით;
- გადაადგილებადი მექანიზმებით მუშაობა ორივე მხრიდან დახურული ჭიმკრების შემთხვევაში;
- დონის ზემოთ ტრანსპორტიორზე მარცვლის დაყრა და ლენტის ხახუნის დაშვება კონსტრუქციებზე.

5. მარცვლეულის ტემპერატურის კონტროლი უნდა მოხდეს ყოველ 2 საათში ერთხელ სინჯების აღების გზით.
6. დატვირთვა-გადმოტვირთვის მექანიზმები უნდა გაიწმინდოს მუშაო-ბის შემდეგ 24 საათში ერთხელ.
7. მოძრავი საშრობი აგრეგატი უნდა იყოს დაყენებული არანაკლებ 10 მ მანძილზე მარცვლეულის საწყობიდან.
8. საშრობების საცეცხლეების მოწყობილობა უნდა გამორიცხავდეს ნაპერწკლების გამოვარდნას, ხოლო საკვამლე მილები უნდა მოეწყოს ნაპერწკალ-საქრობებით. წვად კონსტრუქციებში საკვამლე მილები უნდა მოეწყოს ხან-დარსაწინალო დაცალკეებით.
9. საწყობების ვენტილატორები უნდა განთავსდეს არანაკლებ 2,5 მ მანძილზე წვადი კედლებიდან. ჰაერსადენები უნდა დამზადდეს უწვი მასალებისაგან.

**ხმ-ტყის მასალების შენახვა.**

1. 10 000 კუბურ მეტრზე მეტი ტევადობის საწყობები უნდა შეესაბამებოდეს ხე-ტყის მასალათა საწყობების დაპროექტების ნორმების მოთხოვნებს.
2. 10 000 კუბურ მეტრზე ნაკლები ტევადობის საწყობებისათვის უნდა იქნეს შემუშავებული და ხანძარსაწინალო ორგანოებთან შეთანხმებული შტაბელების განლაგების გეგმები მასალების ზღვრული მოცულობის, ხანძარსა-წინალო მანძილების და გასასვლელების აღნიშვნით.
3. შტაბელებს შორის ხანძარსაწინალო მანძილებში არ დაიშვება რაიმეს დაწყობა.
4. შტაბელებისათვის გამოყოფილი ადგილი უნდა გაიწმინდოს წვადი საფარისაგან და ნარჩენებისაგან ან დაიფაროს 15 სმ სისქის ქვიშის, გრუნტის ან ხრეშის ფენით.
5. ყოველი საწყობისათვის უნდა იყოს შემუშავებული ხანძრის ჩაქრობის ოპერატიული გეგმა, რომელიც ხანძარსაშიში პერიოდის დაწყებამდე უნდა გათამაშდეს წარმოების ყველა ცვლის მუშაკთა და ხანძარსაწინალო სამსახურის ქვედანაყოფების მონაწილეობით.
6. ხანძრის ჩაქრობის პირველადი საშუალებების გარდა საწყობში უნდა იყოს პუნქტები იმ სახანძრო ტექნიკით, რომელიც დადგენილია ხანძრის ჩაქრობის ოპერატიული გეგმით.
7. საწყობში დაიშვება მხოლოდ ხე-ტყის მასალების შენახვასთან დაკავშირებული საშუაოები.
8. ხე-ტყის მასალების საწყობებში მუშების გასათბობი სათავსები ხან-დარსაწინალო მანძილების დაცვით უნდა მოეწყოს მხოლოდ ცალკე მდგომ

შენობებში, რომლებშიაც დაშვებულია მხოლოდ ქარხნული წესით დამზადებული ელექტრომოწყობილობების გამოყენება.

9. შიგაწვისძრავიანი ჯალამბარი უნდა განთავსდეს მრგვალი ხე-ტყის შტაბელებიდან არანაკლებ 15 მ მანძილზე. ძრავების გასამართი საწვავ-საცხები მასალების შენახვა დაიშვება არაუმეტეს თითო კასრის რაოდენობით, ჯალამბრებიდან არანაკლებ 10, ხოლო უახლოესი შტა-ბელიდან არანაკლებ 20 მეტრის მანძილზე.

#### **დახმარხილი ხე-ტყის საფუძვლები.**

1. დახერხილი ხე-ტყის შტაბელების დაწყობისას და დაშლისას სატ-რანსპორტო პიკეტები უნდა დაყენდეს მხოლოდ გასასვლელის ერთ მხარეს. ამასთანავე, სავალი გზის დარჩენილი ნაწილის სიგანე უნდა იყოს არანაკლებ 4 მეტრისა. შტაბელებად დაუწყობელი მასალის საერთო მოცულობა არ უნდა აღემატებოდეს მათი მიწოდების სადღეღამისო რაოდენობას.

2. არ დაიშვება სატრანსპორტო პიკეტების დაყენება ხანძარსაწინააღმდეგო მანძილებზე, გასასვლელებში, ხანძარსაწინააღმდეგო წყლის წყაროებთან მისასვლელში.

3. მექანიზმების მუშაობის დროებითი შეჩერებისას პიკეტების გადახარისხება და დაწყობა, საინვენტარო გადახურვების და საფენი მასალების შენახვა უნდა ხდებოდეს სპეციალურ მოედნებზე.

4. წყალგაუმტარი ქაღალდით სატრანსპორტო პიკეტების შეხვევა (თუ ეს ოპერაცია არ არის გათვალისწინებული ერთიანი ტექნოლოგიური პროცესით) უნდა განხორციელდეს სპეციალურად გამოყოფილ მოედნებზე.

5. გამოუყენებელი წყალგაუმტარი ქაღალდი, მისი ჩამონაჭრები უნდა მოთავსდეს კონტეინერებში, რომელთა დადგმის ადგილი უნდა შეთანხმდეს ხანძარსაწინააღმდეგო სამსახურთან.

6. დახურულ საწყობებში შტაბელებსა და შენობის კედლებს შორის გასასვლელის სიგანე უნდა იყოს არანაკლებ 0,8 მ-ისა, კარების ღიობების გასწვრივ უნდა იყოს კარების სიგანის გასასვლელები, მაგრამ არანაკლებ 1 მ სიგანისა.

7. დახურულ საწყობებში დაუშვებელია ტიხრებისა და დამხმარე სათავსების მოწყობა.

8. დახურულ საწყობების და ფარდულების იატაკები უნდა იყოს უწვი მასალის.

#### **ნახშირისა და ტორფის საფუძვლები.**

1. მყარი სათბობის – ნახშირის, საწვავი ფიქლების და ტორფის საწყობები ისეთნაირად უნდა დაიგეგმოს, რომ გამოირიცხოს დატბორვა.

2. აკრძალულია:

– ახლად მოპოვებული ნახშირის დაწყობა ერთ თვეზე მეტი ხნით ძველ ნაყარზე;



- თვითაალების ან თვითწვის შესამჩნევ კერებიანი ნახშირის და ტორფის მიღება საწყობებში;
  - ანთებული ნახშირის ან ტორფის ტრანსპორტირება;
  - ნახშირის და ტორფის შტაბელების დაწყობა სიბოხს წყაროების, ელექტროკაბელების და ნავთობ-აირსადენების თავზე.
3. ცალკეული მარკის ნახშირის, საწვავი ფიქლების, ტორფის სახეობა უნდა დაშტაბელდეს განცალკევებულად.
  4. ნახშირის დასაწყობებისას არ დაიშვება შტაბელებში სხვა წვადი მასალების მოხვედრა.
  5. არ დაიშვება გადმოტვირთული სათბობის შენახვა საწყობში დაუშტაბელებად (უფორმო გროვის სახით) ორ დღე-ღამეზე მეტი ხნით.
  6. შტაბელების ფუძიდან ლობემდე ან ამწეების ლიანდაგების ფუნდამენტამდე მანძილი უნდა იყოს არანაკლებ 3, ხოლო საავტომობილო გზის ბორდიუ-რამდე არანაკლებ 2 მ.
  7. ლითონის მილების მეშვეობით შტაბელებში უნდა განთავსდეს თერმო-მეტრები ტემპერატურის საკონტროლოდ.
  8.  $60^{\circ}C$  -ზე ზევით ტემპერატურის აწევისას უნდა მოხდეს ნახშირის გახურებული ნაწილების ამოღება და ჩაქრობა, ხოლო ასეთი შტაბელი უნდა გაიხარჯოს პირველ რიგში.
  9. ნახშირის ჩასაქრობად ან ტემპერატურის დასაწევად უშუალოდ შტაბელში წყლის მიშვება დაუშვებელია.
  10. ნატეხი ტორფის შტაბელებში ანთების კერები უნდა დაიტბოროს წყლით ან დაიშალოს კერა და დაეყაროს ტენიანი ტორფის მასა. ანთებული საფრეზი ტორფი უნდა იქნეს მოცილებული, ხოლო ორმო შეივსოს ტენიანი ტორფით და დაიტკეპნოს.
  11. ჩაქრობის შემდეგ თვითანთებული მყარი სათბობის კვლავ დაშტაბელება დაუშვებელია.
  12. საწარმოო შენობების სარდაფებში განთავსებული მყარი სათბობის სათავსები უნდა იყოს გამოყოფილი ხანძარსაწინააღმდეგ ტიხრებით.

## **12.18. სახანძრო უსაფრთხოება საბჭაო სამუშაოებში**

საბჭაო-სამშენებლო სამუშაოების შესრულებისას სახანძრო საშიშროება შეიძლება შეიქმნას შედუღების, ბიტუმის ხარშვის, 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 მზად უნდა იყვნენ ხანძარსაწინალო მოქმედებისათვის. ამისთვის მათი მომზადება და თეორიული სწავლება აუცილებელია. მათ აუცილებელია იცოდნენ ყველა ელემენტარული ხანძარსაწინალო იარაღების გამოყენება ხანძრის კერების ჩასაქრობად. სახანძრო სამსახურის გამოსაძახებლად ყველა ობიექტი უნდა აღიჭურვოს კავშირგაბმულობის საშუალებებით.

სამშენებლო მოედნის ტერიტორიაზე განლაგებული უნდა იყოს წყლის რეზერვუარები, ცეცხლსაქრობები, გამაფრთხილებელი წარწერები, პლაკატები და ხანძარსაწინალო ინვენტარის დაფები.

სამშენებლო მოედნის ტერიტორია და გასასვლელები უნდა იყოს თავისუფალი ყოველგვარი ზედმეტი სამშენებლო მასალებისაგან. ისეთი ნარჩენები, როგორცაა ნახერხი, ბურბუშელა და სხვ, აუცილებელია გროვდებოდეს სპეციალურ ბუნკერებში და გატანილ იქნეს დაწესებულ ვადებში. ბიტუმის ხარშვა უნდა ხდებოდეს სპეციალურად გამოყოფილ ადგილზე შენობიდან 30 მ დაშორებით მე-4, მე-5 ხარისხის ცეცხლმდეგობის დროს და 10 მ დაშორებით 1-ლი და მე-2 ხარისხის ცეცხლმდეგობის ნაგებობიდან. აღუდებული ბიტუმის გახსნა ბენზინში შეიძლება მოხდეს ბიტუმის ხარშვის ადგილიდან 50 მ-ის დაცილებით.

# დასაბრთი

## დასაბრთი №1

შრომის უსაფრთხოების საკითხებში მუშაკთა ცოდნის შემოწმების სარეგისტრაციო ჟურნალის გაფორმება

სატიტულო ფურცელი

|  |
|--|
| დასახელება<br>სამინისტრო (ან უწყება)   |
| ორგანიზაციის დასახელება  |
| შრომის უსაფრთხოების საკითხებში<br>მუშაკთა ცოდნის შემოწმების<br>სარეგისტრაციო ჟურნალი |
| დაიწყო – რიცხვითვეწელი<br>დაამთავრა – რიცხვითვეწელი                                  |

მუშაკთა ცოდნის შემოწმების რეგისტრაციის  
ჟურნალის მომდევნო ფურცლების გაფორმება

|  |  |  |  |  |                     |  |
|--|--|--|--|--|---------------------|--|
|  |  |  |  |  | კომისიის<br>წევრები |  |
|--|--|--|--|--|---------------------|--|

| № | თარიღი (რიცხვი, თვე, წელი) | გამოსაცდელი პირის გვარი და ინიციალები, და-კავებული თანამდებობა, პრო-ფესია (სამუშაოს სახეობა) | წესების, სტანდარტებისა და ინსტრუქციების დასახელება | შეფასება | და მათი ხელ-მოწერა (გრაფა შეივსება ყოველ მუშაკზე) | გამოსაცდელი პირის ხელმოწერა |
|---|----------------------------|--|--|----------|---|-----------------------------|
| 1 | 2                          | 3  | 4  | 5        | 6   | 7                           |

შენიშვნები: 1. იმ შემთხვევაში, როცა გამოცდა არ ბარდება კომისიას, მე-ნ სვეტის სათანადო გრაფაში ხელს აწერს გამოცდის მიმღები პირი;  
 2. შესავალი ინსტრუქტაჟის ჩამტარებელი უნდა იყოს უსაფრთხოების ინჟინერი, ხოლო პირველად, განმეორებით და გაუთვალისწინებელ ინსტრუქტაჟს ატარებს უშუალო უფროსი. დაწვრილებით იხ. ამ სახელმძღვანელოს 2.6 პარაგრაფი.  
 3. თუ მუშაკი ვერ გამოავლენს სათანადო ცოდნას, მას ხელმძღვანელობა არ უნდა დაევალოს განმეორებით შემოწმებად. მუშაკის განმეორებითი ცოდნის შემოწმება უნდა მოხდეს ერთი თვის განმავლობაში. თუ ამ შემთხვევაშიც მუშაკმა ვერ გამოავლინა სათანადო ცოდნა, მაშინ წარმოების ხელმძღვანელებმა უნდა გადაწყვიტონ მისი თანამდებობაზე დატოვების საკითხი.  
 4. ცოდნის შემოწმების ორგანიზაცია ევალება წარმოების ხელმძღვანელს, რომელიც ამტკიცებს ცოდნის შემოწმების გრაფიკს.

**დანართი №2**

სამუშაო ადგილზე ინსტრუქტაჟის ჩატარების რეგისტრაციის  
 ყურნალის გაფორმების მაგალითი

სატექნიკო ფურცელი

დასახელება

სამინისტრო (ან უწყება)

ორგანიზაციის დასახელება

სამაქროს ან უბნის დასახელება

სამუშაო ადგილზე ინსტრუქტაჟის  
 რეგისტრაციის ყურნალი

დაიწყო — რიცხვით/წელი

დაამთავრა — რიცხვით/წელი

მომდევნო ფურცლების გაფორმების წესი

|   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8  |
|   |   |   |   |   |   | 9 | 10 |
|   |   |   |   |   |   |   |    |

შენიშვნები გრაფებში გასაკეთებელ წარწერებთან დაკავშირებით: 1 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქტაჟის ჩატარების თარიღი“, ხოლო სათანადო სვეტში – თარიღები; 2 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქტირებულის გვარი, ინიციალები“; 3 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქტირებულის პროფესია, თანამდებობა“; 4 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქტაჟი სამუშაო ადგილზე, განმეორებითი, რიგგარეშე, მიმდინარე“; 5 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქციის ნომერი ან მისი დასახელება“; 6 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქციის ჩამტარებლის გვარი, ინიციალები, თანამდებობა“; 7 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ხელმოწერები“; 8 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „სამუშაოზე დაშვება ნებადართულია“; 9 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „ინსტრუქტაჟის ჩამტარებელი ინსტრუქტირებული“; 10 გრაფაში უნდა ჩაიწეროს „გვარი, ინიციალები, თანამდებობა ხელმოწერა“, ხოლო ყველა დანარჩენი გრაფა სათანადო შინაარსით უნდა შეივსოს.

**დანართი №3**

**გაზრდილი საფრთხის მქონე სამუშაოს შესრულების განწესი-დაშვების ილუსტრაცია**

სატიტულო ფურცელი

**ორგანიზაციის დასახელება**

---

გაზრდილი საფრთხის სამუშაოს  
შესრულების  
განწესი-დაშვება

გამტკიცებ  
ძმ. თქონერი -----  
რეცხვი/თვე/წელი

გაზრდილი საფრთხის მქონე სამუშაოს შესრულების განწესი-დაშვების  
მომდევნო ფურცლის გაფორმების ილუსტრაცია

I განწესი

1. სამუშაოს პასუხისმგებელ ხელმძღვანელს \_\_\_\_\_  
ბრიტადით, რომლის შემადგენლობაში \_\_\_\_\_ წევრია ჩატარეთ  
შემდეგი სამუშაოები: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (სამუშაოს წარმოების ადგილი და დასასრულება)

2. სამუშაოს წარმოებისათვის აუცილებელია:  
მასალები \_\_\_\_\_  
ინსტრუმენტები \_\_\_\_\_  
დამცავი საშუალებანი \_\_\_\_\_

3. სამუშაოს მომზადებისა და ჩატარების დროს უზრუნველყავით  
შემდეგი უსაფრთხოების დონისძიებანი: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ ჩამოთვალეთ ძირითადი დონისძიებანი და საშუალებანი, რომელიც  
უზრუნველყოფს შრომის უსაფრთხო ჩატარებას.

4. განსაკუთრებული პირობები \_\_\_\_\_

5. სამუშაოს დაწყება --- ხო --- წთ ---  
სამუშაოს დამთავრება --- ხო --- წთ ---  
სამუშაოს რეჟიმი \_\_\_\_\_  
(ერთ-ორ-სამცვლიანი)

6. სამუშაოს პასუხისმგებელ ხელმძღვანელად ინიშნება \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ (გ. ხ. მ. თანამდებობა)

7. განწესი-დაშვება გასცა \_\_\_\_\_  
(გ. ხ. მ. თანამდებობა, ხელმოწერა)

8. განწესი-დაშვება მიიღო:  
სამუშაოს \_\_\_\_\_ პასუხისმგებელი  
ხელმძღვანელი \_\_\_\_\_  
(გ. ხ. მ. თანამდებობა, ხელმოწერა)

9. დონისძიებანი სამუშაოს უსაფრთხოდ  
წარმოების უზრუნველყოფისათვის  
და სამუშაოს წარმოების რიგი შეთანხმებულია: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ პასუხისმგებელი პირი მოქმედი წარმოების (საამქრო, უბანი)  
\_\_\_\_\_ (გ. ხ. თანამდებობა, ხელმოწერა)

● კუჩქტი იყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სამშენებლო-სამონტაჟო  
სამუშაოები მიმდინარეობს მოქმედ წარმოებაში (საამქროში, უბანზე)

ღანაობი №4

შრომის დაცვის ინსტრუქციის გაფორმება გარეკანი

|  |
|--|
| <hr/> <p>ორგანიზაციის დასახელება</p>   |
| <p>შრომის დაცვის ინსტრუქცია</p>        |
| <hr/> <p>ინსტრუქციის დასახელება</p>    |
| <hr/> <p>ინსტრუქციის № ან აღნიშვნა</p> |
| <hr/> <p>გამოცემის თარიღი</p>          |

ინსტრუქციების რეგისტრაციის, გამრავლებისა და აღრიცხვის წესი

ქვედანაყოფების (სამსახურების) ხელმძღვანელებისათვის, მუშაკთათვის ინსტრუქციები გაიცემა შრომის დაცვის სამსახურის მიერ და რეგისტრირდება ინსტრუქციების გაცემის აღრიცხვის ჟურნალში.

წარმოების ქვედანაყოფების (სამსახურის) ხელმძღვანელთან მუდმივად უნდა ინახებოდეს ქვედანაყოფში (სამსახურში) მუშაკთათვის მოქმედი ინსტრუქციების კომპლექტი, მოცემული ქვედანაყოფის (სამსახურის) ყველა პროფესიისა და ყველა სახის სამუშაოებისათვის, აგრეთვე წარმოების მთავარი ინჟინრის მიერ დამტკიცებული ამ ინსტრუქციების ჩამონათვალი.

შრომის დაცვის ინსტრუქციის პირველი გვერდი



|   |   |
|---|---|
| <u>ორგანიზაციის დასახელება</u>            |   |
| შეთანხმებულია:<br>"____"_____<br>№ _____  | გამტკიცებ<br>მთ. ინჟინერი<br><u>სახელი, გვარი</u><br>"____"_____<br>_____ |
| <b>შრომის დაცვის ინსტრუქცია</b>           |   |
| <u>ინსტრუქციის დასახელება</u>             |   |
| <u>ინსტრუქციის № ან აღნიშვნა</u>          |   |
| <u>ინსტრუქციის ძალაში შესვლა (თარიღი)</u> |   |

უბნის ყველა ხელმძღვანელს (ოსტატი, სამუშაოს მწარმოებელი და ა.შ.) უნდა ჰქონდეს მუშაკათვის მოქმედი ინსტრუქციების კომპლექტი ყველა პროფესიისა და სახის სამუშაოებისათვის, რომლითაც დაკავებული არიან მოცემულ უბანზე.

ინსტრუქციები მუშაკათვის პირველადი ინსტრუქტაჟის შესასწავლად შეიძლება გაცემულ იქნას ხელზე პირად ბარათში ხელმოწერით ან გამოიკრას სამუშაო ადგილზე, უბანზე, ან ინახებოდეს მუშებისათვის ხელმისაწვდომ განსაზღვრულ ადგილზე.

შრომის დაცვის ინსტრუქციის ბოლო გვერდი

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| ინსტრუქციის შემქმნაგებელი<br>ქვედანაყოფის უფროსი | გვარი, ინიციალები<br>ზელძოწერა |
| შეთანხმებულია:                                   |                                |
| შრომის დაცვის განყოფილების<br>უფროსი             | გვარი, ინიციალები<br>ზელძოწერა |
| ძთავარი ტექნოლოგი                                | გვარი, ინიციალები<br>ზელძოწერა |
| ძთავარი ენერგეტიკოსი                             | გვარი, ინიციალები<br>ზელძოწერა |

ინსტრუქციების გამოკერის ან შენახვის ადგილს, მათი გაცნობისა და მონახვის მოხერხებულობის გათვალისწინებით, განსაზღვრავს ქვედანაყოფის (სამსახურის) ხელმძღვანელი.

შრომის დაცვის ინსტრუქციის ბოლო გვერდზე მოცემული შეთანხმება, ისე როგორც დანარჩენი ხემოწერები განსაზღვრავენ მუშაკების პასუხისმგებლობას შრომის დაცვის საკითხების დაცვასთან დაკავშირებით.

#### ღანართი №5

შრომის უსაფრთხოების ტიპური (ზოგადი) ინსტრუქცია

1. ინსტრუქციის მოთხოვნის შეუსრულებლობისათვის მოგეთხოვებათ პასუხი დისციპლინური წესით, ხოლო თუ თქვენს მოქმედებას მოჰყვა ადამიანების დაშავება ან ქონების დაზიანება, ადმინისტრაციული ან სის-ხლის სამართლის წესითაც.
2. საწარმოს ტერიტორიაზე იარეთ გზის მარცხენა მხარეს (მოძრავი სატრანსპორტო საშუალებების შემხვედრი მიმართულებით).

3. ურიკით, მარნილით და სხვა საშუალებებით სარგებლობისას იმოდრავით გზის მარჯვენა განაპირა მხარეს.
4. გაჩერებულ სალიანდაგო ტრანსპორტს შემოუარეთ წინიდან, ხოლო დანარჩენს – უკნიდან.
5. მოულოდნელად არ აღმოჩნდეთ ტრანსპორტის წინ.
6. არ დაადგათ ფეხი თხრილების, ორმოების, ჭების და სხვათა სახურავებს.
7. ყურადღება მიაქციეთ ამწისა და მოძრავი ურიკების სიგნალებს. არ დადგეთ ტვირთის ქვეშ, რომელიც ამწეს გადააქვს.
8. არ დადგეთ ხარაჩოების ქვეშ და იქ, სადაც შესაძლებელია საგნების ჩამოვარდნა.
9. ხარაჩოზე არ ახვიდეთ ნებართვის გარეშე.
10. არ დადგეთ მომუშავე მოწყობილობასთან თუ არ იცით მასთან უსაფრ-თხო მუშაობის წესები.
11. შეასრულეთ მხოლოდ თქვენზე დაკისრებული დავალება.
12. არ იმუშაოთ გაუმართავი მოწყობილობებით ან გაუმართავი იარაღებით.
13. იარაღები, სამარჯვები, მოწყობილობები გამოიყენეთ დანიშნულების მიხედვით.
14. არ მოსწიოთ და არ გამოიყენოთ ცეცხლი იქ, სადაც აკრძალულია. არ იაროთ აკრძალულ ადგილებში.
15. არ მიეკაროთ გახურებულ მოწყობილობას. სამსხმელო სამუშაოებისას მოერიდეთ ლითონის შხეფებს.
16. ტოქსიკური და აგრესიული ნივთიერებებით ჭურჭელთან მუშაობისას მოერიდეთ შხეფების მოხვედრას ტანსაცმელსა და სხეულის დია ნაწილებზე, ხოლო მოხვედრის შემთხვევაში სუფთა წყლით ჩამოი-რეცხეთ.
17. აიცილეთ ფეხის აცურების საშიშროება დაღვრილი სითხის (ზეთი და სხვ.) იატაკიდან აწმენდით.
18. არ ასწიოთ დასაშვებზე მეტი ტვირთი. დასაშვები ნორმები: 18 წლამდე ასაკის ქალებისათვის – 10 კგ, უფროსებისათვის – 20 კგ; 18 წლამდე ასაკის მამაკაცებისათვის – 16 კგ, უფროსებისათვის – 50 კგ.
19. არ დაჯდეთ ან არ დაეყრდნოთ დაწყობილ ნამზადს, მასალებს და ა.შ., მათი ჩამოშლისა და დაზიანების ასაცილებლად.
20. მოძრავ და მბრუნავ დეტალებთან მიახლოებისას ტანსაცმელი მჭიდროდ უნდა ეკვროდეს ტანს, ხოლო თმა შეკრული უნდა იყოს და თავზე ქუდი ან თავსაფარი უნდა გეხუროთ.
21. არ მიეკაროთ ღენის წყაროს.

22. სამუშაო ადგილი შეინახეთ სუფთად და არ დაუშვათ მისი გადატვირთვა.
23. ნაკეთობები დაალაგეთ მდგრად წყობებად.
24. არ იმუშაოთ ცუდად განათებულ ადგილზე.
25. მასალები და იარაღი ისე განალაგეთ, რომ სარგებლობისას მინიმალური მოძრაობით შემოიფარგლოთ.
26. ისწავლეთ პირველადი დახმარების აღმოჩენა და დაეხმარეთ დაშავებულს.
27. თქვენი ან სხვისი ტრავმირების შემთხვევაში დაუყოვნებლივ აცნობეთ უშუალო უფროსს.

## დანართი №6

### მოს სენება

#### წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის, ავარიის ან ხანძრის შესახებ

1. ორგანიზაციის დასახელება –
2. ორგანიზაციის მისამართი –
3. საქმიანობის სახე –
4. შემთხვევის სახე – (ხანძარი, ავარია, უბედური შემთხვევა)
5. შემთხვევის დაწვრილებითი აღწერა –
6. შემთხვევის გამომწვევი მიზეზი –
7. შემთხვევის მოხდენის თარიღი – (წელი, თვე, რიცხვი, საათი)
7. შემთხვევის შედეგების აღმოფხვრისათვის დასახული ღონისძიებების ჩამონათვალი –
8. ღონისძიებები, რომელთა გატარება დადებით შედეგებს მოგვცემდა, მაგრამ ვერ ვანხორციელებთ რაიმე მიზეზით (მიზეზის მითითებით) –
9. თანხით გამოხატული ზარალის მოცულობა – (ცალ-ცალკე უნდა მიეთითოს: დაზარალებულის მკურნალობის ან დაკრძალვის ხარჯები, წყობიდან გამოსული მოწყობილობის ღირებულება, წყობიდან გამოსული იარაღის ღირებულება, გაფუჭებული მასალებისა და ნახევარფაბრიკატების ღირებულება, გაფუჭებული პროდუქციის ღირებულება, დანგრეულ ნაგებობათა ღირებულება, გარემოზე მიყენებული ზარალი)
10. დაზარალებულის გვარი, სახელი, მამის სახელი – (თუ ცნობილია)
11. წლოვანება – (დაბ. თარიღი)
12. პროფესია –
13. მუშაობის საერთო სტაჟი –
14. მოცემულ საწარმოში მუშაობის სტაჟი –

15. იმ სამუშაოზე მუშაობის სტაჟი, რომლის შესრულების დროსაც მოხდა უბედური შემთხვევა –
16. შრომის უსაფრთხოების ინსტრუქტაჟის გავლის თარიღი –
17. კვალიფიკაციის ასამაღლებელი კურსების გავლის თარიღი (ივსება უმაღლესი განათლების მქონე პირთათვის) –
18. მოხსენება ხელმოწერილი უნდა იყოს საწარმოს დირექტორის მიერ.

**ღანართი №7**

**შრომის უსაფრთხოების სტანდარტების სისტემა**

სასიგნალო ფერები, უსაფრთხოების ნიშნები და სასიგნალო მონიშვნა გამოყენებულია საერთაშორისო სტანდარტებში: **ისო 3461-88, ისო 3864-84, ისო 4196-99, ისო 6309-87.**

სტანდარტი დამუშავებულია იმ მიზნით, რომ აცილებული იქნეს უბედური შემთხვევები, შემცირდეს ტრავმატიზმი და პროფესიული დაავადებები, აგრეთვე ხანძრებისა და ავარიების წარმოშობა. იგი გამოსაყენებელია ყველ-გან, სადაც საჭიროა უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. სასიგნალო ფერების დანიშნულებაა მოსალოდნელი საშიშროების ერთგვაროვანი გაგების უზრუნველყოფა.

სასიგნალო ფერების შინაარსი, გამოყენების სფერო და მათი შესაბამისი კონტრასტული ფერები

| სასიგნალო ფერი | შინაარსი   | გამოყენების სფერო   | კონტრასტული ფერი |
|----------------|--|---|------------------|
| წითელი         | უშუალო საფრთხე. ავარიული ან სახიფათო სიტუაცია. სახანძრო ტექნიკა, ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებები და მათი ელემენტები. | სახიფათო მოქმედების ან ქცევის აკრძალვა. უშუალო საფრთხის მონიშვნა. მოწყობილობის (ტექნოლოგიური პროცესის) ავარიული გამორთვის ან ავარიული მდგომარეობის შეტყობინება. სახანძრო ტექნიკის, ხანძარსაწინააღმდეგო საშუალებებისა და მათი ელემენტების განლაგების ადგილის მითითება. | თეთრი            |
| ყვითელი        | შესაძლებელი საფრთხე.   | შესაძლებელი საფრთხის, საშიში სიტუაციის მონიშვნა. გაფრთხილება აღნიშნულის შესახებ.  | შავი             |
| მწვანე         | უსაფრთხო პირობები.   | მოწყობილობის (ტექნოლოგიური პროცესის) ნორმალური მუშაობის შესახებ შეტყობინება. ევაკუაციის გზების, აფთიაქების, პირველი სამედიცინო დახმარების პუნქტების მონიშვნა.   | თეთრი            |
| ლურჯი          | უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფი მითითება.  | აუცილებელი მოქმედებების მოთხოვნა უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.  | თეთრი            |

|  |  |                                     |  |
|--|--|-------------------------------------|--|
|  |  | გარკვეული მოქმედებების<br>ნებართვა. |  |
|--|--|-------------------------------------|--|

სტანდარტი არ ვრცელდება ფერებზე, რომლებიც გამოყენებულია: ა) სიგნალიზაციისათვის ყველა სახის ტრანსპორტზე და საგზაო მოძრაობი-სათვის; ბ) ბალონების, მილსადენების, აირებისა და სითხეების შესანახი და გადასაზიდი სხვა ჭურჭლების მარკირების ფერებზე და ნიშნებზე (იხ. ცხრ. 11.2 წინამდებარე სახელმძღვანელოს მე-11 თავში); გ) საგზაო ნიშნებში და მონიშენისათვის რკინიგზებზე, აგრეთვე ყველა სახის ტრანსპორტის მოძრაო-ბის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფ ნიშნებზე (შიდასაქარხნო, ამწე მექა-ნიზმების, სამგზავრო და საქალაქო ტრანსპორტის გარდა); დ) საშიში ტვირთების მონიშენისა და მარკირებისათვის; ე) ელექტროტექნიკის ნიშნებში.

სასიგნალო ფერები: წითელი, ყვითელი, მწვანე და ლურჯი.

სასიგნალო ფერთან ერთად ნიშნებში გამოყენებულია: კონტრასტული ფერი, რომელიც აძლიერებს სასიგნალო ფერის აღქმას; გეომეტრიული ფორ-მები, როგორც სიმბოლოები და გარკვეული შინაარსის ტექსტი განმარტე-ბისათვის. სიტყვიერი ტექსტები და გრაფიკული სიმბოლოები ნიშნებზე უნდა შესრულდეს კონტრასტული ფერებით.

კონტრასტული ფერებია: შავი და თეთრი.

მექანიზმებზე, ტექნოლოგიურ ხაზებზე, მანქანებზე და ა.შ., უსაფრ-თხოების ნიშნები ყენდება ქარხანა-დამამზადებელში, რომელიც შესაძლებელია დუბლირებული იქნეს მათი გამოყენების ადგილზე.

უსაფრთხოების ნიშნების ძირითადი ჯგუფები: ამკრძალავი, გამაფრ-თხილებელი, აუცილებელი მოქმედების დამწესებელი, სახანძრო უსაფრ-თხოების და ა.შ. მათი შინაარსი, გეომეტრიული ფორმა და სასიგნალო ფერი მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი №2

უსაფრთხოების ნიშნების ძირითადი ჯგუფები, მათი გეომეტრიული ფორმა და სასიგნალო ფერი

| ჯგუფი                   | გეომეტრიული ფორმა                      | სასიგნალო ფერი | აზრობრივი მნიშვნელობა   |
|-------------------------|--|----------------|---|
| ამკრძალავი ნიშნები      | წრე, რომელშიდაც დახრილი ზოლია ჩახაზული | წითელი         | სათანადო საშიში მოქმედების აკრძალვა.                              |
| გამაფრთხილებელი ნიშნები | წესიერი სამკუთხედი                     | ყვითელი        | შესაძლებელი საფრთხის შესახებ გაფრთხილება. ყურადღების გამახვილება. |

|  |                         |        |   |
|--|-------------------------|--------|---|
| აუცილებელი მოქმედების დამწესებელი ნიშნები                              | წრე                     | ლურჯი  | აუცილებელი მოქმედების დაწესება საფრთხის ასაცილებლად.  |
| სახანძრო უსაფრთხოების ნიშნები  | კვადრატი ან მართკუთხედი | წითელი | ხანძარსაწინააღმდეგო დაცვის საშუალებებისა და მათი ელემენტების აღნიშვნა და მითითება.  |
| საევაკუაციო ნიშნები, აგრეთვე სამედიცინო და სანიტარული ხასიათის ნიშნები | კვადრატი ან მართკუთხედი | მწვანე | საევაკუაციო მოძრაობის მიმართულება. პირველი დახმარება ხანძრისა და ავარიისას. წერილობითი ინფორმაცია უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. |
| მაჩვენებელი ნიშნები  | კვადრატი ან მართკუთხედი | ლურჯი  | ნებართვა, წერილობითი ინფორმაცია.  |

ცხრილი №3

უსაფრთხოების ნიშნების საშუალო ზომები ნორმალური განათების პირობებში

| ნიშნიდან დაშორება | ამკრძალავი და აუცილებელი მოქმედების დამწესებელი ნიშნები | გამაფრთხილებელი ნიშნები          | სახანძრო უსაფრთხოების ნიშნები, საევაკუაციო ნიშნები, სამედიცინო და სანიტარული ხასიათის ნიშნები, მაჩვენებელი ნიშნები |                          |                         |
|-------------------|---|----------------------------------|--|--------------------------|-------------------------|
| მ                 | წრის დიამეტრი, მმ                                       | სამკუთხედის გვერდების სიგრძე, მმ | კვადრატის გვერდის სიგრძე, მმ   | მართკუთხედის სიმაღლე, მმ | მართკუთხედის სიგრძე, მმ |
| 1                 | 50  | 50                               | 50   | 50                       | 100                     |
| 2                 | 80  | 100                              | 80   | 80                       | 160                     |
| 3                 | 100   | 100                              | 100  | 100                      | 200                     |
| 4                 | 100   | 150                              | 100  | 100                      | 200                     |
| 5                 | 150   | 150                              | 150  | 150                      | 300                     |
| 6                 | 150   | 200                              | 150  | 150                      | 300                     |
| 7-8               | 200   | 250                              | 200  | 200                      | 400                     |
| 9-10              | 250   | 300                              | 250  | 250                      | 500                     |
| 11-12             | 300   | 400                              | 300  | 300                      | 600                     |
| 13-14             | 350   | 450                              | 350  | 350                      | 700                     |
| 15-16             | 400   | 500                              | 400  | 400                      | 800                     |
| 17-18             | 450   | 550                              | 450  | 450                      | 900                     |
| 19-20             | 500   | 600                              | 500  | 500                      | 1000                    |
| 21-22             | 550   | 700                              | 550  | 550                      | 1100                    |
| 23-24             | 600   | 750                              | 600  | 600                      | 1200                    |
| 25                | 650   | 800                              | 650  | 650                      | 1300                    |

ცხრილ №3-ის შენიშვნა: ცხრილი შეესაბამება ხელოვნურ ან ბუნებრივ განათებას 150–300 ლუქსის ფარგლებში. უფრო ნაკლები განათებისას ნიშნის ზომა უნდა გაიზარდოს, უფრო ძლიერი განათებისას, პირიქით – უნდა შემცირდეს.

შესაძლებელია აღნიშნული ზომების გაანგარიშება ფორმულით

$$H = \frac{L}{Z}, \quad (1)$$

სადაც  $H$  არის ნიშნის სიმაღლე, მმ;  $L$  - ნიშნიდან დამკვირვებლის დაშორება, მ;  $Z$  - დისტანციური ფაქტორი, რომელიც დადგენილია ექსპერიმენტებით.  $Z = 25$ , როცა განათებაა 30–150 ლუქსის ფარგლებში;  $Z = 40$ , როცა განათებაა 30–150 ლუქსის ფარგლებში;  $Z = 65$ , როცა განათებაა 300–500 ლუქსის ფარგლებში.

მართკუთხედის შემთხვევაში, სიგრძე უნდა ავიღოთ გაორმაგებული სიმაღლის ტოლად, რაც მე-3 ცხრილიდანაც ადვილი მისახვედრია. წრიული ფორმის ნიშნებისათვის  $H = d$ , სადაც  $d$  არის წრის დიამეტრი. წესიერი სამკუთხედისათვის მისი გვერდი  $b$  იანგარიშება ფორმულით  $b = 1,224H$ .

### ამპროქალაში ნიშნები:

გეომეტრიული ფორმა – წრე, სასიგნალო ფერი – წითელი, კონტრასტული ფერი – თეთრი.



**P 01** მოწვევა აკრძალულია. გამოიყენება ისეთ ადგილებში, სადაც შესაძლებელია მოწვევა გახდეს ხანძრის მიზეზი ან ისეთ სათავსოებში, სადაც არის ადვილად დაწვადი ნივთიერებები.



**P 02** აკრძალულია ღია ცეცხლით სარგებლობა და მოწვევა. მითითებულის გარდა შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ჭურჭლებზე და ტარაზე.



**P 03** შესვლა აკრძალულია.



**P 04** ხანძრის წყლით ჩაქრობა აკრძალულია. გამოიყენება ელექტრომოწყობილობის განლაგების ადგილებში, აგრეთვე საწყობებსა და საცავებში, სადაც ისეთი ნივთიერებებია, რომლებიც წყალთან რეაქციაში შედის.



- P 05  წყლის გამოყენება სასმელად და საკვების მოსამზადებლად დაუშვებელია.
- P 06  უცხო პირთა შესვლა აკრძალულია. გამოიყენება მომეტებული საფრთხის მქონე ზონების შესასვლელში ან დანარჩენ ობიექტებზე არასანქცირებული (უნებართვო) შეღწევის ასაცილებლად.
- P 07  აკრძალულია დამტვირთი მოწყობილობების მოძრაობა.
- P 08  შეხება აკრძალულია.
- P 09  შეხება აკრძალულია. აკონკრეტებს დენით დაზიანების საშიშროებას.
- P 10  არ ჩართოთ.
- P 11  აკრძალულია ისეთი ადამიანების დაშვება, რომლებსაც სხეულში ჩადგმული აქვს გულის სტიმულატორი.
- P 12  აკრძალულია გასასვლელების ჩახერგვა.
- P 13  აკრძალულია ადამიანების გადაყვანა (კეთდება სატრანსპორტო ლიფტებზე სახიფათო წარმოებაში და შახტებში).

- P 14  აკრძალულია შესვლა ცხოველებთან ერთად.
- P 16  აკრძალულია ლითონის იმპლანტანტებიანი ადამიანების ყოფნა.
- P 17  აკრძალულია წყლის გაშეფება.
- P 18  აკრძალულია მობილურით სარგებლობა.
- P 21  დაუკონკრეტებელი აკრძალვა.
- P 27  აკრძალულია ლითონის ნივთებით შესვლა.
- P 30  აკრძალულია საკვების მიღება.
- P 32  აკრძალულია მიახლოება. კეთდება დიდი ამპლიტუდის მქონე მქნევარა მექანიზმებთან.
- P 33  აკრძალულია ხელით აღება.
- P 34  აკრძალულია ლიფტით სარგებლობა. კონკრეტდება შემდეგნაირად “ხანძრისას ლიფტით არ ისარგებლოთ, იმოძრავეთ კიბით”.

ყველა ამკრძალავ ნიშანზე წითელი ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 35%. გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს შავი ფერის. წითელი ზოლი უნდა იყოს უწყვეტი, ანუ მან უნდა გადაფაროს გრაფიკული სიმბოლო და არა პირიქით. ნებადართულია განმარტებული ტექსტის დატანა წითელი ან შავი ფერით ნიშნის ცენტრში. ასეთ შემთხვევაში წითელი ზოლი არ გამოიყენება.

**ბაზაზრთხილგჰელი ნიშნები:**

გეომეტრიული ფორმა – წესიერი (ტოლგვერდა) სამკუთხედი, სასიგნალო ფერი – ყვითელი, კონტრასტული ფერი – შავი.

- |      |   |   |
|------|---|---|
| W 01 |    | ხანძარსაშიშროება.   |
| W 02 |    | აფეთქების საშიშროება.   |
| W 03 |    | საშიშროება. ტოქსიკური ნივთიერებები.                               |
| W 04 |    | საშიშროება. მწვავე და კოროზიული ნივთიერებები.                     |
| W 05 |  | საშიშროება. რადიაქტიური ნივთიერებები ან მაიონიზებელი გამოსხივება. |
| W 06 |  | საშიშროება. შესაძლებელია ტვირთის ჩამოვარდნა.                      |
| W 07 |  | ყურადღება. ავტომტვირთავი.   |
| W 08 |  | ელექტრული დენით დაზიანების საშიშროება.                            |
| W 09 |  | ყურადღება. დაუზუსტებელი საშიშროება.                               |
| W 10 |  | საშიშროება. ლაზერული გამოსხივება                                  |

|      |   |   |
|------|---|---|
| W 11 |    | ხანძარსაშიშროება მქანგველების არსებობით.  |
| W 12 |    | ყურადღება. ელექტრომაგნიტური საშიშროება.   |
| W 13 |    | ყურადღება. მაგნიტური საშიშროება.  |
| W 14 |    | ფრთხილად. ძნელადშესამჩნევი საშიშროება.  |
| W 15 |    | ფრთხილად. შესაძლებელია ჩამოვარდნა (სიმაღლიდან).                                 |
| W 16 |    | ფრთხილად. ბიოლოგიური საშიშროება ინფექციური ნივთიერებები).                       |
| W 17 |    | ფრთხილად. სიცივეა (საყინო კამერები, კომპრესიული აგრეგატები, მაცივრები და სხვ.). |
| W 18 |   | ფრთხილად. ალერგიული ნივთიერებები.   |
| W 19 |  | ფრთხილად. შეკუმშული აირის ბალონები.   |
| W 20 |  | ფრთხილად. აკუმულატორის ბატარეები.   |
| W 22 |  | ფრთხილად. მჭრელი ლილვები.   |
| W 23 |  | ყურადღება. ჩაჭერის საშიშროება.  |
| W 24 |  | ფრთხილად. მოსალოდნელია ამოყირავება.   |











|      |   |   |
|------|---|---|
| W 25 |  | ყურადღება. მოწყობილობის ავტომატური ამუშავება.       |
| W 26 |  | ფრთხილად. ცხელი ზედაპირი.                           |
| W 27 |  | ფრთხილად. მოსალოდნელია ხელის ტრავმა.                |
| W 28 |  | ფრთხილად. სრიალა ზედაპირი.                          |
| W 29 |  | ფრთხილად. მოსალოდნელია მბრუნავ ელემენტებში ჩათრევა. |
| W 30 |  | ფრთხილად. გასასვლელი ვიწროვდება.                    |

ყვითელი ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%. გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს შავი ფერის.

**აუცილებელი მოქმედების დამფესხებელი ნიშნები:**

გეომეტრიული ფორმა – წრე, სასიგნალო ფერი – ლურჯი, კონტრასტული ფერი – თეთრი.

|      |   |                                   |
|------|---|-----------------------------------|
| M 01 |  | იმუშავეთ დამცავი სათვალებით.      |
| M 02 |  | იმუშავეთ დამცავი ჩაჩქით (შლემით). |
| M 03 |  | იმუშავეთ დამცავი საყურისებით.     |

|      |   |   |
|------|---|---|
| M 04 |    | იმუშავეთ სუნთქვის ორგანოების ინდივიდუალური დამცავი მოწყობილობებით.          |
| M 05 |    | იმუშავეთ დამცავი ფეხსაცმელით.   |
| M 06 |    | იმუშავეთ დამცავი ხელთათმანებით.   |
| M 07 |    | იმუშავეთ დამცავი ტანსაცმლით.  |
| M 08 |    | იმუშავეთ დამცავი ფარით.   |
| M 09 |   | იმუშავეთ დამცავი ქაპრით.  |
| M 10 |  | გასასვლელი.   |
| M 11 |  | დაუკონკრეტებელი ნიშანი, რომელიც გამოსაყენებელია განმარტებულ ტექსტთან ერთად. |
| M 12 |  | მიწისზედა გადასასვლელი.   |
| M 13 |  | ამორთეთ შტეფსელის ჩანგალი.  |



M 14  
სამუშაოებისათვის).

გამორთეთ მუშაობის დაწყებამდე (სარემონტო და გაშვება-გამართვის



M 15

მოსაწევი ადგილი.

ლურჯი სასიგნალო ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%.  
გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს თეთრი ფერის.

### სახანძრო უსაფრთხოების ნიშნები:

გეომეტრიული ფორმა – კვადრატი ან მართკუთხედი, სასიგნალო ფერი –  
წითელი, კონტრასტული ფერი – თეთრი.



F 01-01

მიმართულების ისარი. გამოიყენება სხვა ნიშნებთან ერთად.



F 01-02

ერთად.

მიმართულების ისარი 45<sup>0</sup>-იანი კუთხით. გამოიყენება სხვა ნიშნებთან



F 02

სახანძრო ონკანი.



F 03

სახანძრო კიბე.









F 04

ცეცხლსაქრობი.



F 05

ტელეფონი.

|      |   |   |
|------|---|---|
| F 06 |  | სახანძრო ღაცვის რამდენიმე საშუალების განლაგების ადგილი. |
| F 07 |  | სახანძრო წყლის წყარო.                                   |
| F 08 |  | სახანძრო მშრალი ღვარი.                                  |
| F 09 |  | მიწისქვეშა სახანძრო ჰიდრანტი.                           |
| F 10 |  | სახანძრო ავტომატიკის ჩასართავი ღილაკი.                  |
| F 11 |  | სახანძრო განგავის ხმოვანი შემტყობინებელი.               |

წითელი სასიგნალო ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%. გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს თეთრი ფერის. დასაშვებია განმარტების ტექსტების დატანა, თეთრი ფერის ასოები წითელ ფონზე ან პირიქით – წითელი ფერის ასოები თეთრ ფონზე.

სახანძრო უსაფრთხოების ნიშნებს მიეკუთვნებიან აგრეთვე:

- ამკრძალავი ნიშნები: P 01, P 02, P 04, P 12;
- გამაფრთხილებელი ნიშნები: W 01, W 02, W 11;
- საევაკუაციო ნიშნები, რომლებიც ქვემოთაა მოცემული E ინდექსით.


**სამეპაკუაჟი, სამედიცინო და სანიტარული ხასიათის ნიშნები:**

გეომეტრიული ფორმა – კვადრატი ან მართკუთხედი, სასიგნალო ფერი – მწვანე, კონტრასტული ფერი – თეთრი.



|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
| E 01-01           |    | მარცხენა გასასვლელი.  |
| E 01-02           |    | მარჯვენა გასასვლელი.  |
| E 02-01           |    | მიმართულების ისარი. გამოიყენება სხვა ნიშნებთან ერთად.                       |
| E 02-02<br>ერთად. |    | მიმართულების ისარი 45 <sup>0</sup> -იანი კუთხით. გამოიყენება სხვა ნიშნებთან |
| E 03              |    | მარჯვენა საევაკუაციო გასასვლელი.  |
| E 04              |   | მარცხენა საევაკუაციო გასასვლელი.  |
| E 05<br>ზემოთ).   |  | მარჯვენა საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება                                |
| E 06<br>ზემოთ).   |  | მარცხენა საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება                                |
| E 07<br>ქვემოთ).  |  | მარჯვენა საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება                                |

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| E 08                    |  | მარცხენა საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება |
| ქვემოთ).                |  |  |
| E 09                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის კარის მარჯვენა       |
| (მიმართულება მარჯვნივ). |  |  |
| E 10                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის კარის მარჯვენა       |
| (მიმართულება მარცხნივ). |  |  |
| E 11                    |  | საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება ზემოთ).  |
| E 12                    |  | საევაკუაციო გასასვლელი (მიმართულება ზემოთ).  |
| E 13                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის მიმართულება.         |
| E 14                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის მიმართულება.         |
| E 15                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის მიმართულება.         |
| E 16                    |  | საევაკუაციო გასასვლელის მიმართულება.         |
| E 17                    |  | შესაღწევად გახსნით აქედან.                   |

E 18  გალების მიმართულება ჩვენგან იქეთ.

E 19  გალების მიმართულება ჩვენსკენ.

E 20  გალების მიზნით დაძარი

E 21  შეკრების პუნქტი.

E 22  გასასვლელი.


E 23  სათადარიგო გასასვლელი.

მწვანე სასიგნალო ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%.  
გრაფიკული სიმბოლო და წარწერა უნდა იყოს თეთრი ფერის.

### სამედიცინო და სანიტარული ხასიათის ნიშნები:

გეომეტრიული ფორმა – კვადრატი ან მართკუთხედი, სასიგნალო ფერი –  
მწვანე, კონტრასტული ფერი – თეთრი.

EC 01  პირველი სამედიცინო დახმარების ავთიაქი.

EC 02  დაზარალებულების გამოსაყვანი საშუალებები.


- EC 03




ჰიგიენური პროცედურების შესასრულებელი პუნქტი.
- EC 04



თვალის ამოსარეცხი და დასამუშავებელი პუნქტი.
- EC 05



სამედიცინო კაბინეტი.
- EC 06



სამედიცინო ტელეფონი.

მწვანე სასიგნალო ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%.  
გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს თეთრი ფერის.

**მარჯვენაპიკი ნიშნები:**

გეომეტრიული ფორმა – კვადრატი ან მართკუთხედი, სასიგნალო ფერი –  
ლურჯი, კონტრასტული ფერი – თეთრი.

- D 01



საკვების მისაღები ადგილი.
- D 02



სასმელი წყალი.
- D 03



მოსაწევი ადგილი.

ლურჯი სასიგნალო ფერი უნდა იყოს მთელი ფართობის არანაკლებ 50%.  
გრაფიკული სიმბოლო უნდა იყოს თეთრი ფერის.

**დანართი 8**

საწარმოო სათავსების გეომეტრიული ზომები

ცხრილი №4

| № | ნორმირებადი სიდიდე   | მინიმალური დასაშვები სიდიდე |
|---|--|-----------------------------|
| 1 | საწარმოო სათავსოს ფართობი ყოველ I მუშაკზე  | 4,5 მ <sup>2</sup>          |
| 2 | საწარმოო სათავსოს მოცულობა ყოველ I მუშაკზე   | 15 მ <sup>3</sup>           |
| 3 | ერთსართულიანი შენობების სიმაღლე (იატაკიდან მზიდი კონსტრუქციების ქვედა ზედაპირამდე)   | 3,0 მ                       |
| 4 | მრავალსართულიანი შენობის სართულის სიმაღლე  | 3,0 მ                       |
| 5 | საწარმოო სათავსოს სიმაღლე იატაკიდან ჭერის ყველაზე ქვედა ზედაპირიდან  | 2,2                         |
| 6 | საწარმოო სათავსოს სიმაღლე იატაკიდან კომუნიკაციების ჩამოშვებული ნაწილებიდან:<br>1. ადამიანების რეგულარულად გასასვლელ ადგილებში<br>2. ადგილები, სადაც ადამიანები რეგულარულად არ მოძრაობენ  | 2,0 მ                       |
|   |  | 1,8 მ                       |
| 7 | ქვეითი მოძრაობისათვის განკუთვნილი გვირაბები, გალერეები და ესტაკადები:<br>1. გვირაბებისა და გალერეების სიმაღლე იატაკიდან გადახურვის ყველაზე დაბლა ჩამოშვებულ ნაწილამდე<br>2. გვირაბების, გალერეებისა და ესტაკადების სიგანე  | 2,1 მ                       |
|   |  | 1,5 მ                       |
| 8 | სატრანსპორტო და საკომუნიკაციო გვირაბების, გალერეებისა და ესტაკადების ზომები:<br>1. გასასვლელის სიმაღლე<br>2. გასასვლელის სიგანე:<br>ა - ერთი ლენტური კონვეიერის შემთხვევაში<br>ბ - ორ ლენტურ კონვეიერს შორის<br>გ - მილსადენების, კაბელებისა და სხვა შემთხვევაში | 1,8                         |
|   |  | 0,7                         |
|   |  | 1,0                         |
|   |  | 0,7                         |

№4 ცხრილის შენიშვნები:

- 7.1 პუნქტი. დახრილი გვირაბის (გალერეის) შემთხვევაში სიმაღლე იზომება იატაკის ნორმალზე.
- 7.2 პუნქტი. გვირაბების, გალერეებისა და ესტაკადების სიგანე აღებულია იმ ანგარიშის შესაბამისად, რომ 1 მ სიგანის გამტარებლობა 1 სთ-ში არის დაახლოებით 2000 ადამიანი.
- სატრანსპორტო და საკომუნიკაციო გვირაბების, გალერეებისა და ესტაკადების ზომები აიღება ტექნოლოგიური მარკენებლების მიხედვით, მაგრამ აღნიშნული არ უნდა იყოს ცხრილში მითითებულ ზომებზე ნაკლები.
- 8.2 პუნქტი. ლენტური კონვეიერის დგარსა და სამშენებლო კონსტრუქციებს (სვეტები და ა.შ.) შორის გასასვლელის მინიმალური სიგანე უნდა იყოს 0,6 მ. ამასთან, კონსტრუქცია უნდა იყოს ამოგებული. თუ გასასვლელი გათვალისწინებული არაა, მაშინ მინიმალური დაშორება დგარსა და სამშენებლო კონსტრუქციებს შორის უნდა იყოს 0,4 ვ. ადვილად აალებადი (წვადი) აირებისა და სითხეების სატრანსპორტო მილსადენების შემთხვევაში დასაშვებია მოეწყოს გასასვლელი მხოლოდ მილსადენის მომსახურე პერსონალისათვის.

## დანართი №9

სამუშაოთა კატეგორიები ორგანიზმის ენერგეტიკული დანახარჯების მიხედვით  
ცხრილი №5

| № | კატეგორია | მუშაობის სახეობა          | მუშაობის დანასიათება   | ენერგოდა-ნახარჯი       |
|---|-----------|---------------------------|--|------------------------|
| 1 | I         | მსუბუქი ფიზიკური          | ისეთი სამუშაო, რომელიც არ მოითხოვს მუდმივ ფიზიკურ დაძაბულობას, სიმძიმეების აწევას, გადატანას და ა.შ.                         | 172 ჯ/წმ (150 კკალ/სთ) |
| 2 | II-ა      | საშუალო სიმძიმის ფიზიკური | დაკავშირებული სისტემატურ სიარულთან ან სრულდება ფეხზე მდგომი ან მჯდომარე ადამიანის მიერ და არ მოითხოვს სიმძიმეების გადატანას. | 172 – 232 ჯ/წმ         |
| 3 | II-ბ      |                           | დაკავშირებული სიარულთან და 10 კგ-მდე ტვირთის გადატანასთან.   | 232–293 ჯ/წმ           |
| 4 | III       | ძიმე ფიზიკური             | დაკავშირებული სისტემატურ ფიზიკურ და-ძაბულობასთან, მოითხოვს 10 კგ-ზე მეტი სიმძიმის ტვირთის გადატანას.                         | < 293 ჯ/წმ             |

### ღანართი №10

ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და სიჩქარის ოპტიმალური სიდიდეები სამუშაო ზონაში

ცხრილი №6

| წლის პერიოდი        | სამუშაოს კატეგორია | ტემპერატურა, °C | ფარდობითი ტენიანობა, % | ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ |
|---------------------|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| ცივი ან გარდამავალი | I                  | 20–23           | 60–40                  | 0,2                  |
|                     | II-ა               | 18–20           | 60–40                  | 0,2                  |
|                     | II-ბ               | 17–19           | 60–40                  | 0,3                  |
|                     | III                | 16–18           | 60–40                  | 0,3                  |
| თბილი               | I                  | 22–25           | 60–40                  | 0,2                  |
|                     | II-ა               | 21–23           | 60–40                  | 0,3                  |
|                     | II-ბ               | 20–22           | 60–40                  | 0,4                  |
|                     | III                | 18–21           | 60–40                  | 0,5                  |

№6 ცხრილის შენიშვნები:

1. წელიწადის თბილი დრო არის მაშინ, როცა ჰაერის საშუალოდღეობური ტემპერატურა ღია სივრცეში ცელსიუსის 10 გრადუსი ან უფრო მეტია, როცა 10-ზე ნაკლებია აღნიშნული სიდიდე, მაშინ არის წელიწადის ცივი დრო.
2. სამუშაო სივრცე (ზონა) არის 2 მ სიმაღლემდე იატაკიდან ან სხვა ზედაპირიდან, სადაც ადამიანი იმყოფება.

3. ისეთ სათავსებში, რომლებშიდაც ერთ მუშაკზე მოდის საწარმოო ფართობი 50-100 მ<sup>2</sup>-ის ფარგლებში და ხდება სითბოს ადგილობრივი გამოყოფა ან გათბობის სისტემითაა აღჭურვილი, იმ ადგილებში, სადაც მუდმივად არ მუშაობენ, წელიწადის ცივ და გარდამავალ პერიოდში დასაშვებია ნორმირებულზე უფრო მეტად შემცირებული ტემპერატურა. კერძოდ, მსუბუქ სამუშაოებზე 12, საშუალო სიმძიმის სამუშაოებზე 10, მძიმე სამუშაოებზე 8 გრადუსამდე.
4. ისეთ სათავსებში, რომლებშიდაც ერთ მუშაკზე მოდის 100 მ<sup>2</sup>-ზე მეტი საწარმოო ფართობი, მითითებული ნორმები დაცული უნდა იყოს მხოლოდ მუდმივ სამუშაო ადგილებზე. მუდმივი სამუშაო ადგილი ისეთია, სადაც ადამიანი იმყოფება სამუშაო დროის 50%-ზე მეტი ხნის განმავლობაში ან უწყვეტად იმყოფება 2 სთ-ის განმავლობაში.
5. გათბობით უზრუნველყოფილ სამუშაო სათავსებში დასაშვებია ჰაერის სიჩქარის გაზრდა 0,7 მ/წმ-მდე, ოღონდ ამ შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა უნდა გაიზარდოს 2 გრადუსით.

### დანართი №11

ჰაერის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და სიჩქარის დასაშვები სიდიდეები სამუშაო ზონაში წელიწადის ცივ და გარდამავალ პერიოდებში

ცხრილი №7

| სამუშაოს კატეგორია | ტემპერატურა, °C | ფარდობითი ტენიანობა, % | ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ | ტემპერატურა დროებით სამუშაო ადგილზე |
|--------------------|-----------------|------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| I                  | 19–25           | 75                     | 0,2                  | 15–26                               |
| II-ა               | 17–23           | 75                     | 0,3                  | 13–24                               |
| II-ბ               | 15–21           | 75                     | 0,4                  | 13–24                               |
| III                | 13–19           | 75                     | 0,5                  | 12–19                               |

### დანართი №12

მავნე ნივთიერებათა კლასიფიკაცია ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედების მიხედვით

ცხრილი №8

| მაჩვენებლის დასახელება                                    | საშიშროების კლასი და მისი ნორმა |          |            |         |
|---|---------------------------------|----------|------------|---------|
|   | I                               | II       | III        | IV      |
| ზღკ სამუშაო ზონის ჰაერში, მგ/მ <sup>3</sup>               | < 0,1                           | 0,1-1,0  | 1,1-10,0   | > 10,0  |
| სამუშაო სასიკვდილო კონცენტრაცია ჰაერში, მგ/მ <sup>3</sup> | < 500                           | 500-5000 | 5001-50000 | > 50000 |
| სასიკვდილო დოზა კუჭში მოხვედრისას, მგ/კგ                  | < 15                            | 15-150   | 151-5000   | > 5000  |
| სასიკვდილო დოზა კანზე მოხვედრისას, მგ/კგ                  | < 100                           | 100-500  | 501-2500   | > 2500  |

№8 ცხრილის შენიშვნები:

1. სამუშაო ზონა განიმარტა № 6 ცხრილის მე-2 შენიშვნაში.
2. განზომილება მგ/კგ ნიშნავს ადამიანის წონის ყოველ კილოგრამზე მოსულ მავნე ნივთიერებას.
3. კლასები: I – განსაკუთრებით სახიფათო ნივთიერებები; II – სახიფათო ნივთიერებები; III – ზომიერად სახიფათო ნივთიერებები; IV კლასი – ნაკლებად სახიფათო ნივთიერებები.
4. ცხრილის მონაცემები არ ვრცელდება ისეთ მავნე ნივთიერებებზე, რომლებიც შეიცავენ რადიოაქტიურ და ბიოლოგიურ (რთული ბიოლოგიური კომპლექსები, ბაქტერიები, ფაგები და ა.შ.) ნივთიერებებს.

დანართი №13

ზოგიერთი მავნე ნივთიერების ზღკ სამუშაო ზონის ჰაერში

ცხრილი №9

| №  | ნივთიერება                                 | ზღკ, მგ/მ <sup>3</sup> | კლასი | აგრეგატული მდგომარეობა |
|----|--|------------------------|-------|------------------------|
| 1  | კობალტის ჰიდროკარბონილი                    | 0,01                   | I     | ო                      |
| 2  | თიოფოსი (0,0-დიეთილ-0-ნიტროფენილთიოფოსფატი | 0,05                   | I     | ა                      |
| 3  | პროპანიდი (3,4-დიქლოროპროპიონანილიდი       | 0,1                    | I     | ა                      |
| 4  | პერფოტორადიინის შყავის დიეთილის ეთერი      | 0,1                    | I     | ო                      |
| 5  | თერეფტალის შყავა                           | 0,1                    | I     | ო+ა                    |
| 6  | ლითონური კობალტი                           | 0,5                    | II    | ა                      |
| 7  | კოფეინი                                    | 0,5                    | II    | ა                      |
| 8  | მონოქლორმმარმჟავა+                         | 1                      | II    | ო+ა                    |
| 9  | გოგირდმჟავა                                | 1                      | II    | ა                      |
| 10 | ჭიანჭველამჟავა                             | 1                      | II    | ო                      |
| 11 | ქაფური                                     | 3                      | III   | ო                      |
| 12 | მინერალური (ნავთობის) ზეთი                 | 5                      | III   | ა                      |
| 13 | მმარმჟავა+                                 | 5                      | III   | ო                      |
| 14 | ვოლფრამის კარბიდი                          | 6                      | III   | ა                      |
| 15 | კაპროლაქტამი                               | 10                     | III   | ა                      |
| 16 | ნიტროეთანი                                 | 30                     | IV    | ო                      |
| 17 | იზოპრენი                                   | 40                     | IV    | ო                      |
| 18 | იზობუთილენი                                | 100                    | IV    | ო                      |
| 19 | მეთილაკეტატი                               | 100                    | IV    | ო                      |
| 20 | ნავთი                                      | 300                    | IV    | ო                      |

№9 ცხრილის შენიშვნები:

1. სასწავლო მიზნებისათვის მოცემულია ოთხივე კლასის ნივთიერებათა ძალიან მცირე რიცხვი.
2. ო - ორთქლი ან აირი; ა - აეროზოლი.
3. ზღკ შეესაბამება 8 საათიან სამუშაო დღეს ან 41 საათიან სამუშაო კვირას.
4. +ნიშნის ნივთიერება იმავდროულად საშიშია კანზე მოხვედრის შემთხვევაში.



ღანართი №14

ხშირად გადასაზიდი და საწყობში შესანახი  
საშიში ნივთიერებების მოკლე ნუსხა

ცხრილი №10

| დასახელება                            | ნომერი<br>გაეროს<br>სისტემის<br>მიხედვით | კატეგორიის<br>შიფრი – “გოსტ<br>19433-88” | სავანგებო<br>ზომების<br>კოდი |
|---------------------------------------|--|--|------------------------------|
| აზოტი (შეკუმშული)                     | 1066                                     | 211                                      | 2                            |
| აზოტის ქვეყანგი (ქვეოქსიდი)           | 1070                                     | 211                                      | 3,ს                          |
| აზოტმჟავა (გაუნდიანი)                 | 1467                                     | 511                                      | 5,კ                          |
| ალკილფენოლი                           | 2430                                     | 611                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ამალგამა (ტუტე ლითონების)             | 1389                                     | 434                                      | 1,5,6,7,8,კ                  |
| ამიაკი (წყლიანი)                      | 2672                                     | 821                                      | 3,4,5,კ                      |
| ამილაცეტატი                           | 1104                                     | 321                                      | 3,4,5,კ                      |
| ამინოანიზოლი                          | 2431                                     | 611                                      | 3,4,5,კ                      |
| ამინოტოლოლი                           | 1708                                     | 611                                      | 3,4,5,კ                      |
| ამონიუმქლორიდი                        | 1759                                     | 915                                      | 5,კ                          |
| ანტრაცენი                             | 9005                                     | 617                                      | 3,4,5,კ                      |
| არგონ-ჟანგბადის ნარევი                | 1980                                     | 212                                      | 2,3                          |
| აცეტილენი (გახსნილი)                  | 1001                                     | 232                                      | 2,3,4,კ,ე                    |
| აცეტონი                               | 1090                                     | 321                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| აცეტონიტრილი                          | 1648                                     | 322                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ბარიუმის ჰიდრიდი                      | 9422                                     | 434                                      | 1,5,6,7,8,კ                  |
| ბარიუმჰიდროჟანგი                      | 1759                                     | 617                                      | 5,კ                          |
| ბენზინი (ეთილირებული)                 | 9305                                     | 312                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ბენზილქლორიდი                         | 1738                                     | 615                                      | 3,4,5,კ                      |
| ბენზოლი                               | 1114                                     | 322                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ბენზოლის ფლემმატიზებული ზეჟანგი       | 2087                                     | 524                                      | 2,3,5,კ,ე                    |
| ბორი (ფთოროვანი)                      | 1008                                     | 223                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ბორი (ქლოროვანი)                      | 1741                                     | 223                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| ბრომი (სამფთოროვანი)                  | 1068                                     | 514                                      | 1,5,6,კ,ე                    |
| ბრომი (ხუთფთოროვანი)                  | 1745                                     | 514                                      | 1,5,6,კ,ე                    |
| ბრომმჟავა ბარიუმი                     | 2719                                     | 512                                      | 5,კ                          |
| ბრომმეთილი                            | 1062                                     | 211                                      | 3,4,5,კ                      |
| ბრომოვანი სპილენძი                    | 9062                                     | 916                                      | 5,კ                          |
| ბუტილაცეტატი                          | 1123                                     | 321                                      | 3,4,5,კ                      |
| ბუტილმეტაკრილატი                      | 2227                                     | 331                                      | 3,4,5,კ                      |
| ბუტილბენზოლი                          | 2709                                     | 331                                      | 3,4,5,ხ                      |
| ბუტიროლაქტონი                         | 9015                                     | 912                                      | 3,4,ხ                        |
| გაზოლინი                              | 1257                                     | 311                                      | 3,4,5,ს                      |
| გოგირდნახშირბადი                      | 1131                                     | 312                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| გოგირდწყალბადი                        | 1053                                     | 241                                      | 3,4,კ,ე                      |
| გოგირდოვანი ანჰიდრიდი                 | 1079                                     | 222                                      | 2,3,5,კ,ე                    |
| გოგირდოვანი ბარიუმი                   | 1564                                     | 616                                      | 2,3,4,5,კ                    |
| დიატოლი                               | 2366                                     | 331                                      | 3,4,5,კ                      |
| დარიმზანშემცველი პესტიციდი            | 2759                                     | 618                                      | 3,4,5,კ                      |
| დამონიუმფოსფატი                       | 1759                                     | 831                                      | 2,3,4                        |
| დიეთილამინი                           | 1154                                     | 315                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| დიეთილბენზოლი                         | 2049                                     | 335                                      | 3,4,5,კ,ე                    |
| დიკუმლის ზეჟანგი – ტენიანი<br>ფხვნილი | 2121                                     | 524                                      | 2,3,5,კ,ე                    |
| დიმეთილანილინი                        | 2253                                     | 613                                      | 3,4,5,კ                      |
| დიმეთილდიქლორსილანი                   | 1162                                     | 324                                      | 1,5,6,7,8,კ,ე                |
| დიმეთილქლორსილანი                     | 2988                                     | 436                                      | 1,5,6,7,8,კ                  |

|   |      |     |               |
|---|------|-----|---------------|
| დიფტორქლორეთანი   | 2517 | 231 | 2,3,4,კ       |
| დიქლორეთანი   | 1184 | 322 | 3,4,5,კ       |
| დიქლორეთილენი   | 1150 | 335 | 3,4,5,კ       |
| დიციკლოპენტადიენი   | 2048 | 335 | 3,4,5,კ       |
| დიტრეტბუტილის ზეჟანგი (ზეოქსიდი)  | 2102 | 524 | 2,3,5,კ,ე     |
| დოდეცილმერკაპტანი შესამეული   | 9625 | 912 | 3,4,5,კ       |
| ეთილეთერი   | 1155 | 315 | 3,4,5,კ,ე     |
| ეთილმერკაფტანი  | 2363 | 312 | 3,4,5,კ       |
| ეთილენი   | 1262 | 232 | 2,3,5,ს       |
| ეთილენის ჟანგი  | 1040 | 241 | 3,4,კ         |
| ეთილენდიამინი   | 1604 | 824 | 3,4,5,კ,ე     |
| ეთილტრიქლორსილანი   | 1196 | 324 | 1,5,6,7,8,კ,ე |
| ვინილაციეტენი (ინჰიბირებული)  | 1965 | 231 | 2,3,ს         |
| იზოპენტანი  | 1265 | 311 | 3,4,5,ს       |
| კალოუმის გოგირდზეჟანგი  | 1492 | 513 | 5,კ           |
| კალოუმის ჟანგი (ოქსიდი)   | 2033 | 821 | 5,კ           |
| კალოუმის ჰიდრიდი  | 1409 | 431 | 1,5,6,7,8,კ   |
| კალციუმი (ლითონი)   | 1401 | 431 | 1,5,6,7,8,კ   |
| კალციუმი(ფოსფოროვანი)   | 1360 | 435 | 1,5,6,7,8,კ   |
| კალციუმის ჰიდრიდი   | 1404 | 511 | 1,5,6,7,8,კ   |
| კაპროლაქტამი  | 9406 | 411 | 3,4,5,კ       |
| კარბონილის რკინა  | 4905 | 411 | 3,ს           |
| კირი (ჩაუმქრალი)  | 1910 | 821 | 1,6,კ         |
| კოლოქსილინი   | 2556 | 411 | 2,3,4,ს       |
| კუმოლის ჰიდროზეჟანგი, ჰიდროზეოქსიდი   | 2116 | 523 | 3,4,5,კ       |
| მაგნიუმის ფხვნილი   | 1418 | 437 | 1,5,6,7,8,კ   |
| მანგანუმის ორჟანგი (დიოქსიდი)   | 9508 | 513 | 5,კ           |
| მეთილკარბიტილი  | 9125 | 921 | 3,4,5,ს       |
| მეთილდიქლორსილანი   | 1242 | 436 | 1,5,6,7,8,კ   |
| მეთილსალიცილატი   | 9068 | 921 | 3,4,5,კ       |
| მეთილტრიქლორსილანი  | 1250 | 324 | 1,5,6,7,8,კ,ე |
| მეთილქლორსილანი   | 2534 | 436 | 1,5,6,7,8,კ   |
| მენთოლი   | 9070 | 921 | 3,4,5,ს       |
| მონომეთილამინი, წყალხსნარი  | 1235 | 315 | 3,4,5,კ       |
| ნატრიუმაცილატი  | 9936 | 923 | 3,4,5,კ       |
| ნატრიუმი (ფთორიანი)   | 9936 | 923 | 5,კ           |
| ნატრიუმი (ფოსფოროვანი)  | 1432 | 434 | 1,5,6,7,8,კ   |
| ნატრიუმის ჰიდროსულფიტი  | 1384 | 421 | 3,კ           |
| ნახშირორმჟავა ნატრიუმი  | 9936 | 923 | 5,კ           |
| ნახშირი (ხის)   | 1362 | 421 | 2,3,4,ს       |
| ნიკელის კატალიზატორი  | 1378 | 421 | 3,4,5,ს       |
| პესტიციდი თხევადი (ფუძე ტრიაზინი, ადვილად აალებადი შხამიანი სითხე, აფეთქ. ტემპ. ცელსიუსის 23 <sup>0</sup> ) | 2997 | 613 | 3,4,5,კ,ე     |
| პესტიციდი, მყარი, შხამიანი (კალაორგანული)   | 2786 | 618 | 3,4,5,კ       |
| პესტიციდი, მყარი, შხამიანი (სპილენძის შემცველი)   | 2775 | 618 | 3,4,5,კ       |
| პოროფორი 4X3-57   | 9423 | 417 | 2,3,4,5,კ     |
| ჟანგბადი (შეკუმშული)  | 1072 | 212 | 2,3           |
| რკინის აჯასპი   | 9033 | 915 | 5,კ           |
| სამინი  | 9318 | 325 | 3,4,5,კ       |
| სოლვენტი  | 1256 | 325 | 3,4,5,კ,ე     |
| სპილენძი (ორქრომმჟავა)  | 9063 | 512 | 5,კ           |
| სპილენძი (ქლოროვანი)  | 2802 | 916 | 5,კ           |
| სპილენძის ოქსიდი  | 9063 | 916 | 5,ს           |

|                               |      |     |             |
|-------------------------------|------|-----|-------------|
| სტიბიუმი (ხუთფთოროვანი)       | 1732 | 836 | 5,კ,ე       |
| ტოლუოლი                       | 1294 | 325 | 3,4,5,კ,ე   |
| ტრიეთილქლორსილანი             | 2985 | 314 | 1,5,6,7,8,კ |
| ტრიპროპილბორი                 | 2003 | 422 | 1,5,6,7,8,კ |
| ტყვიის ორჟანგი (დიოქსიდი)     | 1872 | 513 | კ           |
| ფთორმჟავა ამონიუმი            | 2817 | 816 | 5,კ         |
| ფთორქლორნახშირბადი 12 (სითხე) | 9960 | 912 | 3,4,5,კ     |
| ფთოროვანი ალუმინი             | 9601 | 616 | 5,კ         |
| ფთორწყალბადი                  | 1050 | 816 | 5,კ,ე       |
| ფოსფორი (წითელი)              | 1338 | 413 | 3,4,5,კ,ე   |
| ფოსფორი (სამგოგირდოვანი)      | 1343 | 413 | 2,3,4,5,კ,ე |
| ფოსფორი (ყვითელი)             | 1381 | 422 | 2,3,4,5,კ,ე |
| ფოსფორი (ხუთგოგირდოვანი)      | 1340 | 413 | 2,3,4,5,კ   |
| ფოსფოროვანი კალიუმი           | 2012 | 432 | 1,5,6,7,8,კ |
| ფოსფოროვანი მაგნიუმი          | 2011 | 432 | 1,5,6,7,8,კ |
| ქლორი                         | 1017 | 222 | 2,5,კ,ე     |
| ქლორი (სამფთოროვანი)          | 1749 | 222 | 2,5,კ,ე     |
| ქლორმჟავა კალიუმი             | 1489 | 511 | 5,კ         |
| ქლოროვანი ამონიუმი            | 9901 | 915 | 5,კ         |
| ქლოროვანი ანიზოიდი            | 1729 | 831 | 1,4,5,კ     |
| ქლოროვანი ბენზოლი             | 1736 | 836 | 1,4,5,კ     |
| ქლოროვანი იოდი                | 1792 | 836 | 5,კ         |
| ქლოროვანი მეთილი              | 1063 | 241 | 2,3,5,კ     |
| ქლორკინა                      | 1773 | 831 | 5,კ         |
| ქრომის ანჰიდრიდი              | 1463 | 512 | 5,კ         |
| წყალბადბრომმჟავა              | 1788 | 816 | 5,კ         |
| წყალბადი (ქლოროვანი)          | 1050 | 223 | 5,კ,ე       |
| წყალბადი (შეკუმშული)          | 1049 | 231 | 2,3,ხ       |
| ციკლოპექსანი                  | 1145 | 311 | 3,4,5,კ     |
| ციკლოპექსილამინი              | 2357 | 824 | 3,4,5,კ,ე   |
| ჰაერი (შეკუმშული)             | 1002 | 212 | 2,3         |
| ჰელიუმი (შეკუმშული)           | 1046 | 211 | 2,3         |
| ჰიდრანზინ-ჰიდრატი             | 2029 | 824 | 3,4,5,კ     |

№10 ცხრილის შენიშვნები (საგანგებო ზომების კოდის შიფრი):

- 1 - გამოიყენება მშრალი ცეცხლსაქრობი საშუალებები, არ შეიძლება წყლისა და ჯაფის გამოყენება;
  - 2 - გამოიყენება წყლის ჭავლი;
  - 3 - გამოიყენება გაფრქვეული წყალი;
  - 4 - გამოიყენება ჯაფი ან ხლადონის ნაერთები;
  - 5 - ალკვითილი უნდა იქნეს ნივთიერებების მოხვედრა ჩამდინარე წყალში;
  - 6 - ჯაფის გამოყენება არ შეიძლება;
  - 7 - არ შეიძლება ზოგადი დანიშნულების ფხვნილების გამოყენება.
- ს – აუცილებელია სასუნთქი აპარატი და დამცავი ხელთათმანები;
- ხ – აუცილებელია სასუნთქი აპარატი და ხელთათმანები მხოლოდ ხანძრისას;
- კ – აუცილებელია ტანსაცმლის მთლიანი დამცავი კომპლექტი და სასუნთქი აპარატი;
- ე – აუცილებელია ხალხის ევაკუაცია ახლომდებარე შენობებიდან და სათავსებიდან.

მაიონებელი გამოსხივების შესაფასებელი ერთეულები

ცხრილი №11

ნაწილაკის უძრაობის მასა:

სისტემური - კილოგრამი [კგ];  
 არასისტემური - მასის ატომური ერთეული [მ.ა.ე.];  
 $1 \text{ მ.ა.ე.} = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ კგ}$ .

მაიონებელი გამოსხივების ენერგია:

სისტემური - ჯოული [ჯ];  
 არასისტემური - 1. ელექტრონ-ვოლტი [ეევ], 2. ერგი [ერ];  
 $1 \text{ ეე} = 1,60219 \cdot 10^{-19} \text{ ჯ}$ ;  
 $1 \text{ ერ} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ ჯ}$ .

შთანთქმული დოზა:

სისტემური - გრეი [გრ];  
 არასისტემური - რადი [რდ];  
 $1 \text{ გრ} = 1 \text{ ჯ/კგ} = 100 \text{ გრ}$ .

შთანთქმული დოზის სიმძლავრე:

სისტემური - გრეი/წმ [გრ/წმ];  
 არასისტემური - 1. რადი/წმ [რდ/წმ], 2. გრეი/წთ [გრ/წთ];  
 $1 \text{ რდ/წმ} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ გრ/წმ}$ ;  
 $1 \text{ გრ/წთ} = 1,666 \cdot 10^{-2} \text{ გრ/წმ}$ .

ექსპოზიციური დოზა:

სისტემური - კლ/კგ [კლ - კულონი];  
 არასისტემური - რენტგენი [რ];  
 $1 \text{ რ} = 2,579 \text{ 76} \cdot 10^{-4} \text{ კლ/კგ}$ .

ექსპოზიციური დოზის სიმძლავრე:

სისტემური - ა/კგ [ა - ამპერი];  
 არასისტემური - რენტგენი/წმ [რ/წმ];  
 $1 \text{ რ/წმ} = 2,579 \text{ 76} \cdot 10^{-4} \text{ ა/კგ}$ .

ეკვივალენტური დოზა:

სისტემური - ზივერტი [ზვ];  
 არასისტემური - ბერი [ბრ];  
 $1 \text{ ბრ} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ ზვ}$ .  
 (ბერ - ბიოლოგიური ეკვივალენტი რენტგენის)

ეკვივალენტური დოზის სიმძლავრე:

სისტემური - ზივერტი/წმ [ზვ/წმ];  
 არასისტემური - ბერი/წმ [ბრ/წმ];  
 $1 \text{ ბრ/წმ} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ ზვ/წმ}$ .

რადიონუკლიდის აქტიურობა:

სისტემური - ბეკერელი [ბეკ];  
 არასისტემური - კიური [კი];  
 $1 \text{ კი} = 3,70 \cdot 10^{10} \text{ ბეკ}$ .

რადიონუკლიდის კუთრი აქტიურობა:

სისტემური - ბეკერელი/კგ [ბეკ/კგ];  
 არასისტემური - კიური/კგ [კი/კგ];  
 $1 \text{ კი/კგ} = 3,70 \cdot 10^{10} \text{ ბეკ/კგ}$ .

მაიონებელი გამოსხივების ენერგიის ნაკადი:

სისტემური - ვატი (ვტ);  
 არასისტემური - ერგი/წმ [ერ/წმ];

$$1 \text{ ერ/წმ} = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ ვტ.}$$

მაიონებელი გამოსხივების ენერჯის ნაკადის სიმკვრივე:  
 სისტემური - ვატი/მეტრ<sup>2</sup> [ვტ/მ<sup>2</sup>];  
 არასისტემური - ერჯი/(წმ.სმ<sup>2</sup>) [ერ/წმ.სმ<sup>2</sup>];  
 $1 \text{ ერ/(წმ.სმ}^2) = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ ვტ/მ}^2$ .

### დანართი №16

#### ფიზიკური სიდიდეების ერთეულები

ცხრილი №12

ფიზიკური სიდიდეების ძირითადი ერთეულების ცხრილი

| ფიზიკური სიდიდე             |             | ფიზიკური სიდიდის ერთეული |          |              |        |
|-----------------------------|-------------|--------------------------|----------|--------------|--------|
| დასახელება                  | განზომილება | დასახელება               | აღნიშვნა |              |        |
|                             |             |                          | ქართული  | საერთაშორისო | რუსული |
| სიგრძე                      | L           | მეტრი                    | მ        | m            | м      |
| მასა                        | M           | კილოგრამი                | კგ       | kg           | кг     |
| დრო                         | T           | წამი                     | წმ       | s            | с      |
| ელექტრული დენის ძალა        | I           | ამპერი                   | ა        | A            | А      |
| თერმოდინამიკური ტემპერატურა | θ           | კელვინი                  | კ        | K            | К      |
| ნივთიერების რაოდენობა       | N           | მოლი                     | მოლი     | mol          | моль   |
| სინათლის ძალა               | J           | კანდელა                  | კდ       | cd           | кд     |

ცხრილი №13

დამატებითი ერთეულების ცხრილი

| ფიზიკური სიდიდე | ფიზიკური სიდიდის ერთეული |          |              |        |
|-----------------|--------------------------|----------|--------------|--------|
|                 | დასახელება               | აღნიშვნა |              |        |
|                 |                          | ქართული  | საერთაშორისო | რუსული |
| ბრტყელი კუთხე   | რადიანი                  | რად      | rad          | рад    |
| სივრცითი კუთხე  | სტერადიანი               | სრ       | sr           | ср     |

ცხრილი №14

წარმოებული ერთეულები, რომელთა სახელი წარმოქმნილია ძირითადი და დამატებითი ერთეულების დასახელებებიდან

| ფიზიკური სიდიდე |                | ფიზიკური სიდიდის ერთეული |                |                |                |
|-----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------------|----------------|
| დასახელება      | განზომილება    | დასახელება               | აღნიშვნა       |                |                |
|                 |                |                          | ქართული        | საერთაშორისო   | რუსული         |
| ფართობი         | L <sup>2</sup> | კვადრატული მეტრი         | მ <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | м <sup>2</sup> |
| მოცულობა        | L <sup>3</sup> | კუბური მეტრი             | მ <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | м <sup>3</sup> |

|  |             |   |                    |                |                    |
|--|-------------|---|--------------------|----------------|--------------------|
| სიჩქარე                                  | $LT^{-1}$   | მეტრი წამში   | $\frac{მ}{წმ}$     | m/s            | $\frac{მ}{c}$      |
| კუთხური სიჩქარე                          | $T^{-1}$    | რადიანი წამში                                       | $\frac{რად}{წმ}$   | rad/s          | $\frac{რად}{c}$    |
| აჩქარება                                 | $LT^{-2}$   | მეტრი წამ კვადრატზე                                 | $\frac{მ}{წმ^2}$   | $m/s^2$        | $\frac{მ}{c^2}$    |
| კუთხური აჩქარება                         | $T^{-2}$    | რადიანი წამ კვადრატზე                               | $\frac{რად}{წმ^2}$ | $rad/s^2$      | $\frac{რად}{c^2}$  |
| ტალღური რიცხვი                           | $L^{-1}$    | მეტრი მინუს ერთ ხარისხში                            | $მ^{-1}$           | $m^{-1}$       | $მ^{-1}$           |
| სიმკვრივე                                | $L^3M^{-1}$ | კილოგრამი კუბურ მეტრზე                              | $\frac{კგ}{მ^3}$   | $kg/m^3$       | $\frac{კგ}{მ^3}$   |
| კუთრი მოცულობა                           | $L^3M^{-1}$ | კუბური მეტრი კილოგრამზე                             | $\frac{მ^3}{კგ}$   | $m^3/kg$       | $\frac{მ^3}{კგ}$   |
| ელექტრული დენის სიმკვრივე                | $L^2M^{-1}$ | ამპერი კვადრატულ მეტრზე                             | $\frac{ა}{მ^2}$    | $A/m^2$        | $\frac{A}{მ^2}$    |
| მაგნიტური ველის დაძაბულობა               | $L^{-1}$    | ამპერი მეტრზე                                       | $\frac{ა}{მ}$      | $A/m$          | $\frac{A}{მ}$      |
| მოლური კონცენტრაცია                      | $L^3N$      | მოლი კუბურ მეტრზე                                   | $\frac{მოლი}{მ^3}$ | $mol/m^3$      | $\frac{მოლი}{მ^3}$ |
| მაიონებელი ნაწილაკების ნაკადი            | $T^{-1}$    | წამი მინუს ერთ ხარისხში                             | $წმ^{-1}$          | $s^{-1}$       | $c^{-1}$           |
| მაიონებელი ნაწილაკების ნაკადის სიმკვრივე | $L^2T^{-1}$ | წამი მინუს ერთ ხარისხში მეტრი მინუს მეორე ხარისხთან | $წმ^{-1}მ^{-2}$    | $s^{-1}m^{-2}$ | $c^{-1}მ^{-2}$     |
| სიკაშკაშე                                | $L^{-2}$    | კანდელა კვადრატულ მეტრზე                            | $\frac{კდ}{მ^2}$   | $cd/m^2$       | $\frac{კდ}{მ^2}$   |

ცხრილი №15

წარმოებული ერთეულები, რომელთაც აქვთ სპეციალური დასახელებები

| ფიზიკური სიდიდე                                 |                 | ფიზიკური სიდიდის ერთეული |          |              |        |
|---|-----------------|--------------------------|----------|--------------|--------|
| დასახელება                                      | განზომილ.       | დასახელება               | აღნიშვნა |              |        |
|   |                 |                          | ქართული  | საერთაშორისო | რუსული |
| სიხშირე   | $T^{-1}$        | ჰერცი                    | ჰც       | Hz           | Гц     |
| ძალა, წონა                                      | $LMT^{-2}$      | ნიუტონი                  | ნ        | N            | Н      |
| წნევა, მექანიკური დაძაბულობა, დრეკადობის მოდული | $L^{-1}MT^{-2}$ | პასკალი                  | პა       | Pa           | Па     |
| ენერგია, მუშაობა, სითბოს რაოდენობა              | $L^2MT^{-2}$    | ჯოული                    | ჯ        | J            | Дж     |
| სიმძლავრე, ენერგიის ნაკადი                      | $L^2MT^{-3}$    | ვატი                     | ვტ       | W            | Вт     |
| ელექტრობის რაოდენობა (ელექტრული მუხტი)          | $TI$            | კულონი                   | კლ       | C            | Кл     |

|   |                      |          |              |          |           |
|---|----------------------|----------|--------------|----------|-----------|
| ელექტრული ძაბვა, ელექტრული პოტენციალი, ელექტრულ პოტენციალთა სხვაობა, ელექტრომაგნიტური ველები ძალა | $L^2MT^{-3}I^{-1}$   | ვოლტი    | <i>ვ</i>     | V        | <i>В</i>  |
| ელექტრული ტევადობა  | $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$ | ფარადა   | <i>ფ</i>     | F        | <i>Ф</i>  |
| ელექტრული წინაღობა  | $L^2MT^{-3}I^{-2}$   | ომი      | <i>ომი</i>   | $\Omega$ | <i>Ом</i> |
| ელექტროგამტარობა  | $L^2M^{-1}T^3I^2$    | სიმენსი  | <i>სიმ</i>   | S        | <i>См</i> |
| მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი, მაგნიტური ნაკადი  | $L^2MT^{-2}I^{-1}$   | ვებერი   | <i>ვებ</i>   | Wb       | <i>Вб</i> |
| მაგნიტური ნაკადის სიმკვრივე, მაგნიტური ინდუქცია   | $MT^{-2}I^{-1}$      | ტესლა    | <i>ტესლა</i> | T        | <i>Тл</i> |
| ინდუქციურიობა, ურთიერთინდუქციურიობა   | $L^2MT^{-2}I^{-2}$   | ჰენრი    | <i>ჰნ</i>    | H        | <i>Гн</i> |
| სინათლის ნაკადი   | J                    | ლუმენი   | <i>ლმ</i>    | lm       | <i>лм</i> |
| განათებულობა  | $L^{-2}J$            | ლუქსი    | <i>ლქ</i>    | lx       | <i>лк</i> |
| ნუკლიდის აქტიურობა რადიოაქტიურ წყაროში  | $T^{-1}$             | ბეკერელი | <i>ბეკ</i>   | Bq       | <i>Бк</i> |
| გამოსხივების შთანთქმული დოზა, კერმა, შთანთქმული დოზის მაჩვენებელი                                 | $L^2T^{-2}$          | გრეი     | <i>გრ</i>    | Gy       | <i>Гр</i> |

ცხრილი №16

ჯერადი და წილადი ერთეულების წარმოსაქმნელად დადგენილი თავსართები

| ჯერადობა ან წილადობა              | თავსართების დასახელება | შემოკლებული აღნიშვნა |              |           |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|--------------|-----------|
|                                   |                        | ქართული              | საერთაშორისო | რუსული    |
| $1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$ | <i>ტერა</i>            | <i>ტ</i>             | T            | <i>Т</i>  |
| $1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$         | <i>გიგა</i>            | <i>გ</i>             | G            | <i>Г</i>  |
| $1\ 000\ 000 = 10^6$              | <i>მეგა</i>            | <i>მ</i>             | M            | <i>М</i>  |
| $1\ 000 = 10^3$                   | <i>კილო</i>            | <i>კ</i>             | k            | <i>к</i>  |
| $100 = 10^2$                      | <i>ჰექტო</i>           | <i>ჰ</i>             | h            | <i>г</i>  |
| $10 = 10^1$                       | <i>დეკა</i>            | <i>და</i>            | da           | <i>да</i> |
| $0,1 = 10^{-1}$                   | <i>დეცი</i>            | <i>დ</i>             | d            | <i>д</i>  |
| $0,01 = 10^{-2}$                  | <i>სანტი</i>           | <i>ს</i>             | c            | <i>с</i>  |
| $0,001 = 10^{-3}$                 | <i>მილი</i>            | <i>მ</i>             | m            | <i>м</i>  |
| $0,000001 = 10^{-6}$              | <i>მიკრო</i>           | <i>მკ</i>            | $\mu$        | <i>МК</i> |
| $0,000000001 = 10^{-9}$           | <i>ნანო</i>            | <i>ნ</i>             | n            | <i>н</i>  |
| $0,000000000001 = 10^{-12}$       | <i>პიკო</i>            | <i>პ</i>             | p            | <i>п</i>  |

№16 ცხრილის შენიშვნები:

1. შემოკლებული ქართული თავსართების “მეგა” და “მილი” ერთმანეთისაგან განსხვავება ხდება ტექსტის შინაარსის მიხედვით. სადაც ეს შეუძლებელია, მაშინ “მეგა” უნდა დაიწეროს სრულად ან შემოკლებით დეფისის გამოყენებით. მაგალითად: მეგა-ვატი ან მგ-ვტ. გამოწვევისა მეგა-ელექტრონვოლტი (მეგე). ინგლისურსა და რუსულში აღნიშნული განსხვავება გააღვილებულია მთავრული ასოების გამოყენების გამო.

2. ერთულების დასახელება ქართულად შესაძლებელია დაიწეროს როგორც დახრილი, ისე სწორი შრიფტით; ინგლისურად მხოლოდ სწორი შრიფტით, ხოლო რუსულად – მხოლოდ დახრილი შრიფტით.

### დანართი №17

ტყვიის ეკრანის სისქით განპირობებული გამა-გამოსხივების შემცირების ჯერადობა გამოსხივების ენერგიის მიხედვით (11,3 გ/სმ<sup>3</sup> სიმკვრივის ფართო კონა)

ცხრილი №17

| შემცირების ჯერადობა | ტყვიის ეკრანის სისქე, მმ, გამა-გამოსხივების ენერგია, მეგ (მეგაელექტრონვოლტი) |     |     |      |     |     |      |
|---------------------|--|-----|-----|------|-----|-----|------|
|                     | 0,1  | 0,5 | 1,0 | 1,5  | 2   | 6   | 10   |
| 2                   | 1,0  | 5   | 13  | 17   | 20  | 16  | 13,5 |
| 10                  | 3  | 16  | 38  | 51   | 59  | 55  | 42   |
| 20                  | 3  | 20  | 49  | 66   | 76  | 71  | 56   |
| 50                  | 4  | 26  | 60  | 82   | 96  | 92  | 73   |
| 100                 | 5  | 30  | 70  | 96,5 | 113 | 109 | 87   |
| 500                 | 6,5  | 40  | 92  | 129  | 150 | 149 | 119  |
| 1 000               | 7  | 44  | 102 | 141  | 165 | 165 | 133  |
| 2 000               | 8,5  | 50  | 111 | 154  | 179 | 181 | 148  |
| 5 000               | 9  | 55  | 124 | 170  | 198 | 203 | 166  |
| 8 000               | 10   | 57  | 130 | 180  | 208 | 215 | 175  |
| 10 000              | 10,5   | 59  | 133 | 183  | 213 | 220 | 180  |
| 20 000              | 11   | 63  | 142 | 195  | 227 | 236 | 195  |
| 50 000              | 11,5   | 69  | 156 | 214  | 247 | 258 | 215  |
| 100 000             | 11,5   | 72  | 165 | 227  | 262 | 275 | 229  |

№17 ცხრილის შენიშვნა: თუ დაცვის მიზნით გამოიყენება სხვა მასალისაგან დამზადებული ეკრანი, მაშინ შესაძლებელია მათი დამცავი თვისებების დადგენა სიმკვრივეთა პროპორციის მიხედვით შემდეგი ფორმულით  $d_1\gamma_1 = d_2\gamma_2$ , სადაც  $d_1$  არის ტყვიის ეკრანის სისქე, მმ;  $\gamma_1$  - ტყვიის სიმკვრივე, გ/სმ<sup>3</sup>;  $d_2$  - სხვა მასალისაგან დამზადებული ეკრანის სისქე, მმ;  $\gamma_2$  - ეკრანის მასალის სიმკვრივე, გ/სმ<sup>3</sup>. ზოგიერთი მასალის სიმკვრივე შემდეგია (გ/სმ<sup>3</sup>): ალუმინი - 2,7; ბეტონი - 2,1–2,7; წყალი - 1,0; ჰაერი - 0,000125; რკინა - 7,89; აგური - 1,4–1,9; ტყვია - 11,34; თუჯი - 7,2.

### დანართი №18

ცისტერნებისა და კასრების გათხევადებული აირებით ავსების ნორმები

ცხრილი №18

| აირის სახეობა | აირის მაქსიმალური მასა ჭურჭლის 1 ლ მოცულობაზე, კგ | ჭურჭლის მი-ნიმალური მოცულობა 1 კგ აირზე, ლ | აირის სახეობა | აირის მაქსიმალური მასა ჭურჭლის 1 ლ მოცულობაზე, კგ | ჭურჭლის მი-ნიმალური მოცულობა 1 კგ აირზე, ლ |
|---------------|---|--|---------------|---|--|
| აზოტი         | 0,770   | 1,30                                       | პროპილენი     | 0,445   | 2,25                                       |
| ამიაკი        | 0,570   | 1,76                                       | ჟანგბადი      | 1,080   | 0,926                                      |
| ბუტანი        | 0,488   | 2,05                                       | ფოსგენი       | 1,250   | 0,80                                       |
| ბუტილენი      | 0,526   | 1,90                                       | ქლორი         | 1,250   | 0,80                                       |
| პროპანი       | 0,425   | 2,35                                       |               |   |  |

№18 ცხრილის შენიშვნები:

1. შევსების პუნქტები (ქარხნები) ვალდებული არიან იქონიონ ჭურჭლის შევსების აღსარიცხი ჟურნალი, რომელშიდაც მითითებული უნდა იყოს: ა) ავსების თარიღი; ბ) ჭურჭლის დამამზა-



დებელი ქარხნის დასახლება; გ) ქარხნის მიერ მინიჭებული ნომერი ცისტერნაზე ან კასრზე (ცისტერნის შემთხვევაში აგრეთვე საჭიროა სარეგისტრაციო ნომრის მითითება); დ) ტევადობა, ცისტერნისათვის მ<sup>3</sup>, კასრისათვის ლ; ე) აირის მასა, ცისტერნისათვის ტ, კასრისათვის კგ; ვ) მომდევნო შემოწმების თარიღი; ზ) სატრანსპორტო სააქტოს დასკვნა ცისტერნის ჩარჩოსა და სავალი ნაწილის ვარგისიანობის შესახებ; თ) შევსების განმხორციელებელი პირის ხელმოწერა.

2. თუ შევსების პუნქტში რამდენიმე აირით ზდება ჭურჭლის ავსება, ადმინისტრაცია ვალდებულია ცალკეულ აირზე შეავსოს ცალკე ჟურნალი.

3. ჭურჭლის აირით ავსება აკრძალულია შემდეგ შემთხვევებში: ა) თუ გასულია ჭურჭლის შემოწმების ვადა; ბ) დაზიანებულია კორპუსი ან ფსკერი; გ) ჭურჭელზე არ არის აღნიშვნები და არ იკითხება წარწერები; დ) არა აქვს ან დაზიანებული აქვს არმატურა, რომელიც დაყენებული უნდა იყოს ტექნიკური ნორმების თანახმად; ე) ჭურჭელი არ არის შესაფერისად შეღებილი; ვ) ჭურჭელში ის აირი არ არის, რომლისთვისაც განკუთვნილია შეღებვა; ზ) ცისტერნის სავალი ნაწილი გაუმართავი ან დაზიანებულია.

4. ისეთი გათხევადებული აირებით ავსების შემთხვევაში, რომლებიც მითითებული არაა ცხრილში, ნორმა აიღება შემავსებელი პუნქტის საწარმოო ინსტრუქციის შესაბამისად, რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს კრიტიკულ ტემპერატურაზე მოცულობის ან წნევის მატების რეზერვს.

5. ჭურჭელი უნდა აიწონოს აირით შევსებამდე და მის შემდეგ.

6. ავსების შემდეგ ჭურჭლის გვერდითი ვენტილერის შტუცერები მჭიდროდ უნდა დაიხუროს, ხოლო არმატურა უნდა დაიხუროს და დაილუქოს.

## ღანართი №19

### გათხევადებული აირებით ბალონების ავსების ნორმები

ცხრილი №19

| აირის დასახლება      | აირის მაქსიმალური მასა ბალონის 1 ლ მოცულობაზე, კგ | ბალონის მინიმალური მოცულობა 1 კგ აირზე, ლ |
|----------------------|---|---|
| ამიაკი               | 0,570   | 1,76                                      |
| ბუტანი               | 0,488   | 2,05                                      |
| ბუტილენი             | 0,526   | 1,90                                      |
| გოგირდწყალბადი       | 1,250   | 0,880                                     |
| ეთილენი              | 0,286   | 3,50                                      |
| ეთილენის მონოქსიდი   | 0,716   | 1,40                                      |
| იზობუტილენი          | 0,526   | 1,90                                      |
| ნახშირბადის დიოქსიდი | 0,750   | 1,34                                      |
| პროპანი              | 0,425   | 2,35                                      |
| პროპილენი            | 0,445   | 2,25                                      |
| ფოსგენი              | 1,250   | 0,80                                      |
| ფრეონ-11             | 1,200   | 0,83                                      |
| ფრეონ-12             | 1,100   | 0,90                                      |
| ფრეონ-13             | 0,600   | 1,67                                      |
| ფრეონ-22             | 1,000   | 1,00                                      |
| ქლორი                | 1,250   | 0,80                                      |
| ქლოროვანი მეთილი     | 0,800   | 1,25                                      |
| ქლოროვანო ეთილი      | 0,800   | 1,25                                      |

№19 ცხრილის შენიშვნები:

1. შევსების პუნქტები ვალდებული არიან იქონიონ ჭურჭლის შევსების აღსარიცხი ჟურნალი, რომელშიდაც მითითებული უნდა იყოს: ა) ავსების თარიღი; ბ) ბალონის ნომერი; გ) ბალონის შემოწმების თარიღი; დ) ტევადობა, ლ; ე) აირის საბოლოო წნევა, მგ-პა; ვ) აირის მასა ბალონში, კგ; ზ) შევსების განმხორციელებელი პირის ხელმოწერა.

2. თუ შევსების პუნქტში რამდენიმე აირით ზდება ბალონების ავსება, ადმინისტრაცია ვალდებულია ცალკეულ აირზე შეავსოს ცალკე ჟურნალი.

3. ჭურჭლის აირით ავსება აკრძალულია შემდეგ შემთხვევებში: ა) თუ გასულია ბალონის შემოწმების ვადა; ბ) ბალონზე არ არის აღნიშვნები; გ) გაუმართავია ვენტილერი; დ) დაზიანებულია კორპუსი ან ფსკერი კოროზიით, ბზარებით და ა.შ.; ე) ბალონი არ არის გასასხმელი აირის შესაფერისად შეღებილი.

4. ბალონი უნდა აიწონოს აირით შევსებამდე და მის შემდეგ.

დანართი №20

ჟანგბადის, აცეტილენისა და პროპან-ბუტანის ბალონების დასასიათება  
ცხრილი №20

| №  | მაჩვენებელი                             | ბალონი              |                 |                  |
|----|---|---------------------|-----------------|------------------|
|    |   | ჟანგბადის           | აცეტილენის      | პროპან-ბუტანის   |
| 1  | უდიდესი სამუშაო წნევა, მგ-პა            | 15                  | 1,9             | 1,6              |
| 2  | გამოსაცდელი წნევა, მგ-პა                | 22,5                | 3,0             | 2,5              |
| 3  | აირის მდგომარეობა ბალონში               | შეკუმშული           | გახსნილი        | გათხევადებული    |
| 4  | ბალონის შეღებვის ფერი                   | ცისფერი             | თეთრი           | წითელი           |
| 5  | წარწერის ფერი                           | შავი                | წითელი          | თეთრი            |
| 6  | წარწერა ბალონზე                         | ჟანგბადი            | აცეტილენი       | პროპან-ბუტანი    |
| 7  | აირის რაოდენობა, ლ                      | 6000                | 5520            | 12 000           |
| 8  | მოცულობა სითხის მიხედვით, ლ             | 40                  | 40              | 40               |
| 9  | ვენტილის მისაერთებელი შტუცერის კუთხვილი | 3/4 მილის, მარჯვენა | უერთდება სუნდით | მარცხენა 21,8X14 |
| 10 | ზომები, მმ:<br>სიმაღლე<br>დიამეტრი      | 1390<br>219         | 1390<br>219     | 960<br>300       |
| 11 | კედლის სისქე                            | 8                   | 7               | 3                |
| 12 | ცარიელი ბალონის მასა, კგ                | 67                  | 52              | 22               |

№20 ცხრილის შენიშვნები:

- აირების ბალონები გამოდის მცირე ტევადობის – 12 ლ-მდე და საშუალო ტევადობის 12–55 ლ-ის ფარგლებში, 20 მგ-პა პირობითი წნევით.
- ჟანგბადის რაოდენობის გაგება ბალონში შესაძლებელია აწონვის გარეშე. ამისათვის ბალონის ტევადობა (ლ) უნდა გამრავლდეს აირის წნევაზე (მგ-პა) და კოეფიციენტ 10-ზე (ეს უკანასკნელი არის თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარების დამრგვალებული მნიშვნელობა). მაგალითად, თუ ბალონის ტევადობაა 40 ლ, ხოლო წნევა 12 მგ-პა, მაშინ ბალონში ჟანგბადის რაოდენობა იქნება  $40 \times 12 \times 10 = 4800$  ლ. აცეტილენის საორიენტაციო რაოდენობის გასაგებად კოეფიციენტი არის 92. მაგალითად, თუ ბალონის ტევადობაა 20 ლ, წნევა 1,2 მგ-პა, მაშინ ბალონში აცეტილენის რაოდენობა იქნება  $20 \times 1,2 \times 92 = 2160$  ლ. პროპან-ბუტანის რაოდენობის დადგენა მხოლოდ აწონვითაა შესაძლებელი.

წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის ტ-1 აქტის ფორმა  
(1-ლი გვერდი)

|  |  |
|--|--|
| <p>"გამტკიცებ"</p> <p>ორგანიზაციის ხელმძღვანელი _____</p> <p>თარიღი _____</p> <p>ბეჭედი _____</p>  | <p>ფორმა ტ-1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 ეგზემპლარი რჩება ორგანიზაციაში;</li> <li>- 1 ეგზემპლარი ეგზავნება დასარალებულს ან მის წარმომადგენელს;</li> <li>- 1 ეგზემპლარი ეგზავნება შრომის სახელმძღვანელო ინსპექციას.</li> </ul> |
| <p><b>აქტი №</b></p> <p>წარმოებაში მომხდარი უბედური შემთხვევის შესახებ</p>   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. სამინისტრო, უწყება _____</li> <li>2. ორგანიზაციის დასახელება _____</li> <li>2.1. ორგანიზაციის მისამართი _____</li> <li>2.2. სააპქრო, უბანი, ადგილი, სადაც მოხდა უბედური შემთხვევა _____</li> <li>3. ორგანიზაცია, რომელმაც გაეზავნა მუშაკი _____</li> <li>4. დასარალებულის გვარი, სახელი, მამის სახელი _____</li> <li>5. სქესი: მამრობითი, მდედრობითი (ხაზი გაესვას) _____</li> <li>6. ასაკი (მიუთითეთ სრული წლების რაოდენობა) _____</li> <li>7. პროფესია, თანამდებობა (თანრიგი, კლასი) _____</li> <li>8. მუშაობის სტაჟი _____</li> <li>9. ინსტრუქტაჟი, უსაფრთხოების სწავლება (ხატარების თარიღი) _____</li> <li>9.1. შესავალი ინსტრუქტაჟი _____</li> <li>9.2. პროფესიის სწავლება _____</li> <li>9.3. პირველადი (განმეორებითი) ინსტრუქტაჟი _____</li> <li>9.4. ცოდნის შემოწმება _____</li> <li>10. უბედური შემთხვევის მოხდენის თარიღი (რიცხვი, თვე, წელი) _____</li> <li>11. უბედური შემთხვევის გარემოებანი _____</li> </ol> |  |
| <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>   |  |

ტ-1 აქტის მე-2 გვერდი

11.1. შემთხვევის სახეობა \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11.2. მიზეზები \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

11.3. მიწყობილობა, რომელმაც გამოიწვია ტრავმა \_\_\_\_\_  
(დასახეობა, ტიპი, გამოყენების წესი, გამოყენება)

11.4. დაზარალებულის მდგომარეობა შემთხვევის დროს (ფსიქიკური, ნაწევადი და ა.შ.) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

12. უბედური შემთხვევის თავიდან ასაცილებელი ღონისძიებები \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

13. პირები, რომლებმაც დაარღვიეს შრომის კანონმდებლობა \_\_\_\_\_  
მათ მიერ დარღვეული აქტის ნომერი, მუხლი, პარაგრაფი, პუნქტი და ა.შ.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

13.1. საწარმო, რომლის მუშაკიცაა აღნიშნული პირი \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

14. უბედური შემთხვევის თვითხოვლველნი \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

აქტის შედგენის თარიღი (რიცხვი, თვე, წელი)  
კომისიის თავმჯდომარე:  
  
კომისიის წევრები:

ტ-1 აქტის მე-3 გვერდი

15. უბედური შემთხვევის შედეგები: \_\_\_\_\_

15.1. მსუბუქ სამუშაოზე გადაყვანის დროის ხანგრძლივობა \_\_\_\_\_

15.2. დაგნოში შრომისუნარიობის ფურცლის ან სამკურნალო დაწესებულების ცნობის  
მიხედვით \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

სამუშაოდან განთავისუფლდა \_\_\_\_\_ წ — დან დროებითი შრომისუნარიობის  
ხანგრძლივობა \_\_\_\_\_  
(სამუშაო დღეები)

დროებითი შრომისუნარიობის ფურცლის მიხედვით გაიცა \_\_\_\_\_  
(თანხა)

15.3. უბედური შემთხვევის შედეგი \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(დაზარალებული გადაყვანილია მსუბუქ სამუშაოზე, გამოჯანმრთელდა, დაუდგინდა 1, 2, 3  
ჯგუფის ინვალიდობა, გარდაიცვალა)

15.4. დაზიანებული შენობების, ნაგებობების ღირებულება \_\_\_\_\_  
(თანხა)

15.5. დაზარალებული შენობების, ნაგებობების ღირებულება \_\_\_\_\_  
(თანხა)

15.6. საერთო ზარალი \_\_\_\_\_  
(თანხა)

ორგანიზაციის მთავარი სპეციალისტი \_\_\_\_\_  
ზელმოწერა, გვარი  
თარიღი

ორგანიზაციის მთავარი ბუღალტერი \_\_\_\_\_  
ზელმოწერა, გვარი  
თარიღი