

ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ბოჭორიშვილი,  
ნ. მაჭავარიანი, ლ. ჩხეიძე, ა. ნევეროვი

შრომის უსაფრთხოება გზების, ხიდების,  
აეროდრომების და სამოქალაქო  
გზენებლობის დროს

(III ნაწილი)

(შრომის სანიტარულ-ჰიგიენური და მეტეოროლოგიური პირობები,  
სამრეწველო ვენტილაცია, განათება, რადიაცია, ხმაური და ეიბრაცია)



დამტკიცებულია სტუ-ს  
სარედაქციო-საგამომცემლო  
საბჭოს მიერ

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

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

რეცენზენტები: პროფ. ო. გელაშვილი

პროფ. დ. ბურდილაძე

პროფ. ა. ქუთათელიაძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008

ISBN 978-9941-14-252-9 (ყველა ნაწილი)

ISBN 978-9941-14-255-0 (მესამე ნაწილი)

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



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

საატორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

# მოდული პირველი. მეტეოროლოგიური პირობები

## საწარმოო გარემოში

### 1.1. მეტეოროლოგიური პირობების გაელენა ადამიანის ორგანიზმზე

ადამიანის მოქმედება, მისი განწყობილება და ჯანმრთელობა ბევრად არის დამოკიდებული მეტეოროლოგიური პირობების შემოქმედებაზე. მეტეოროლოგიური ფაქტორების შემოქმედება შეიძლება იყოს ორი სახის: ანტაგონისტური და სინერგისტული.

პირველი შემთხვევის დროს ერთი ან რამდენიმე ფაქტორის გაელენა სუსტდება ან მთლიანად ითრგუნება, ასე, მაგალითად, მაღალი ტემპერატურას არასასურველი მოქმედება შეიძლება შესუსტებული იქნეს პაერის მოძრაობის სისქარის გარდით.

მეორე შემთხვევის დროს ერთი მეტეოროლოგიური ფაქტორის არასასურველი გაელენა ძლიერდება მეორით, რომელიც მოქმედებს პირველთან ერთად (მაგ. პაერის მოძრაობის დასაშეები სისქარის გადამეტება აძლიერებს დაქვეითებული ტემპერატურის არასასურველ შემოქმედებას).

მეტეოროლოგიური ფაქტორები ახდენენ რა ერთობლივ მოქმედებას, ცალკეულ უბნებზე კნინან საწარმოო მიკროკლიმატს. ერთ შემთხვევაში საწარმოო მიკროკლიმატი დადებითად მოქმედებს ადამიანის სასიცოცხლო ფუნქციებზე, სხვა შემთხვევაში კი – უარყოფითად.

არასასურველმა მეტეოროლოგიურმა პირობებმა შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმის თერმორეგულაციის დარღვევა. თერმორეგულაცია ეწოდება ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებს, რომლებიც მიმართულია იქით, რომ სხეულმა შეინარჩუნოს მეტნაკლებად ერთნაირი ტემპერატურა ( $36^{\circ}-37^{\circ}$ ). ამის მიღწევა ხდება ადამიანის ორგანიზმში ფიზიოლოგიური და ქიმიური პროცესების ერთობლივი მოქმედებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ სითბოს ცვლას ორგანიზმსა და გარემოს შორის და გარემო პირობებისაგან დამოუკიდებლად სხეულს მუდმივ ტემპერატურას უნარჩუნებენ.

ცნობილია, რომ ადამიანის სხეულის და თბილსისხლიანი ცხოველების ტემპერატურა მუდმივია. ეს უზრუნველყოფს ერთმანეთზე დამოკიდებულ პროცესებს. სითბოს რეპროდუქციას და მის გადაცემას ორგანიზმში. თუ ჩვენს გარშემო პაერის ტემპერატურა ეცემა, მაშინ ორგანიზმის სითბო გაიზრდება ნივთიერებათა ცვლის ხარჯზე, სამაგიეროდ შემცირდება სითბოს გამოყოფა. ეს, უპირველეს ყოვლისა,

მიიღწევა იმით, რომ ხდება კანის სისხლძარღვების შევიწროება, მცირდება ოფლის გამოყოფა.

სიცხეში კი პირიქით ხდება – ადამიანის სხეული გამოყოფს მეტ სითბოს და წარმოქმნის ნაკლებს. ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნა და გამოყოფა კოორდინაციას უწევს სითბოს თერმორეგულირებელ ცენტრს, რომელიც განლაგებულია თავის ტვინში.

სხეულის ტემპერატურა დღე-ღამის განმავლობაში იცვლება. იგი ყველაზე დაბალია დღის 4-5 საათზე. ყველაზე მაღალი კი დღის 16-17 საათზე.

სხეულის ტემპერატურა დამოკიდებულია ასაკზეც. იმის გამო, რომ ბავშვებს თერმორეგულაციის პროცესები ჯერ კიდევ სრულყოფილად არა აქვთ განვითარებული, ამიტომ მათი სხეულის ტემპერატურა საშუალოდ 0,3 0,5 გრადუსით მაღალია, ვიდრე მოზრდილების.

სხეულის ტემპერატურის ერთ დონეზე შენარჩუნება წარმოადგენს ბიოქიმიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობის ერთ-ერთ ძირითად პირობას. ორგანიზმის თერმორეგულაციის დარღვევას მიეყავართ სხეულის ტემპერატურის დაქვეითებამდე ან მომატებამდე.

ტემპერატურის მომატებისას ხდება სხეულის გადახურება, დაქვეითებისას კი – გაცივება. ორივე პროცესი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სახიფათოა, რადგან ირღვევა ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონალური მოქმედება.

სამშენებლო სამუშაოების დროს განსაკუთრებით ღია ცის ქვეშ, ადამიანის ორგანიზმი თითქმის მუდმივად იმყოფება მომატებული ან დაქვეითებული ტემპერატურის ზემოქმედების ქვეშ. თერმორეგულაციის საშუალებით ორგანიზმი განსხვავებული ტემპერატურების დროს გამოყოფს გარემოში სხვადასხვა რაოდენობის სითბოს, რითაც უზრუნველყოფს ორგანიზმის სითბურ წონასწორობას. სითბო ორგანიზმიდან გარემოს შეიძლება გადაეცეს სხვადასხვა გზით:

- თბური გამოსხივებით – სხეული გამოასხივებს ინფრაწითელ სხივებს იმ საგნების მხარეს, რომელთაც გააჩნიათ ადამიანის სხეულთან შედარებით უფრო დაბალი ტემპერატურა.
- კონვექციით ადამიანის სხეულის ზედაპირით ჰაერის შემხებ ფენას გადასცემს ჭარბ სითბოს და ამ გზით განუწყვეტლივ განიცდის გაგრილებას;
- ზედა სასუნთქი გზების ღორწოვანი გარსიდან და ფილტვებიდან, სხეულის ზედაპირიდან აორთქლებულ ტენთან და ოფლთან ერთად.

ორგანიზმის მიერ გარემოში სითბოს გადაცემას რადიაციული და კონვექციური გზით ადგილი აქვს, თუ გარემოს ჰაერისა და საგნების ტემპერატურა სხეულის



ტემპერატურაზე დაბალია. სითბოს გაცემის ინტენსიურობა მატულობს სხეულისა და გარემოს ტემპერატურებს შორის, სხეობის გაზრდის დროს. განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით სითბო გაიცემა ზამთარში (უარყოფითი ტემპერატურის დროს), როდესაც სამუშაოები სრულდება ღია ცის ქვეშ. სხეულის ტემპერატურის დაქვეითებას მიეყვარათ იმ ორგანოების ქსოვილების დაშლამდე, რომლებიც ყველაზე მეტად არიან დაშორებული გულიდან (ფეხის და ხელის თითები, ყურები) და ბოლოს მათ მოყინვამდე. მოყინვის დაწყების ნიშნად ითვლება სიცივის შეგრძნება და ჩხელეტა, კანი წითლდება, შემდეგ მკვეთრად ფერმკრთალდება და კარგავს ტკივილისა თუ ტემპერატურის შეგრძნებას. მოყინვა დასიანების ხარისხის მიხედვით შეიძლება დაეყოთ ოთხ ხარისხად: 1) კანკალი, გაღურჯება და კანის შეშუპება; ტკივილი და ქავილი; 2) კანზე სითხის ბუშტულაკებისა და სხვა დასიანებების გაჩენა; 3) კანისა და კანქვეშა ქსოვილის კედლომ, ბუშტულაკები სისხლიანი შიგთავსით; 4) ძვლებისა და ყველა რბილი ქსოვილის კედლომ. საგზაო მშენებლობის დროს მოყინვის საშიშროება განსაკუთრებით დიდია ზამთარში ღია ცის ქვეშ მუშაობისას და ქარში. დასარალებულს პირველადი დახმარება შეიძლება აღმოუჩინოთ მხოლოდ მოყინვის პირველ სტადიაში კანის სპირტით დახველვით მის აწითლებამდე. მოყინვის სხვა სტადიებისას დასარალებული რაც შეიძლება სწრაფად უნდა გადაიგზავნოს სამკურნალო დაწესებულებაში.

მოყინვის გარდა, ღია ცის ქვეშ მუშაობისას იქმნება გაცივებით დაავადების საშიშროება. დაავადებებს შორის მეტ-ნაკლებად გავრცელებულია პროფესიული, ნერვული სისტემის დაავადებები. განსაკუთრებით წელ-კუდუსუნის რადიკულიტი; სახის, საჯდომის, სამწვერა და სხვა ნერვების ნევრალგია; კუნთოვანი და სახსროვანი რევმატიზმის გართულება; პლევრიტი; ბრონქიტი; სასუნთქი გზების ლორწოვანი გარსის ასეპტიური და ინფექციური ანთებები და სხვ.

ორგანიზმის მიერ გარემოში სითბოს გაცემა ხშირად აორთქლების გზითაც ხდება, როცა ჰაერის ტემპერატურა მეტია (ან ტოლია) სხეულის ტემპერატურაზე.

ოფლთან ერთად კანის ზედაპირიდან გარემოში გაცემული სითბო, იხარჯება აორთქლებამდე (1 გრამი ტენის აორთქლებაზე იხარჯება დაახლოებით 2,5 კილოჯოული სითბო).

გარემოში სითბო გაიცემა სითბოგამცემით მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გამოყოფილი ოფლი ორთქლდება.

გამოყოფილი ოფლის რაოდენობა და მისი აორთქლების ინტენსიურობა დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურასა და ფიზიკური სამუშაოს სიმძიმეზე. ფიზიკურად მძიმე სამუშაოს შესრულებისას, განსაკუთრებით მაღალი ტემპერატურის

დროს, გამოყოფილმა ოფლის რაოდენობამ შეიძლება მიაღწიოს 1...1,5 ლიტრს საათში. ასეთი რაოდენობის ტენის აორთქლებისათვის, საჭიროა ყოველ საათში დაიხარჯოს 2500...3800 კილოვოლტი სითბო.

კანის ზედაპირიდან ოფლის აორთქლების ინტენსიურობა არსებითად დამოკიდებულია გარემოში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარესა და ტენიანობაზე.

მცირე ტენიანობისას (მშრალი ჰაერის დროს) ადამიანი შეიგრძნობს პირის სიმშრალეს და უნდება მოთხოვნილება წყლის მიმართ. ტენიან გარემოში ხანგრძლივი მუშაობისას ორგანიზმი იწყებს ფილტვების დაავადების (ტუბერკულოზის) მიმართ მიდრეკილებას.

ადამიანის სხეულის ტემპერატურაზე გარემოს უფრო მეტი ტემპერატურის დროს, ჰაერის მოძრაობა ორგანიზმის მდგომარეობაზე ახდენს სასურველ მოქმედებას.

მაღალი ტემპერატურის დროს ხანგრძლივმა მუშაობამ შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმის გადახურება თერმორეგულაციის დარღვევის შედეგად. დაავადების ერთ-ერთ ფორმას წარმოადგენს სითბური ჰიპოთერმია. ამ დაავადების პირველი ნიშნებია: სხეულის ტემპერატურის მომატება, დიდი რაოდენობით ოფლის გამოყოფა, წყურვილი, პულსისა და სუნთქვის გახშირება. მაღალი ტემპერატურის შემდგომი ზემოქმედებისას აღინიშნება ქოშინი, თავის ტკივილი, თავბრუსხვევა და მეტყველების გაძნელება.

დაავადების განსაკუთრებული ფორმაა კრუნჩხვითი მოვლენები, რომელიც აღიძვრება გადახურების შედეგად. ამ დაავადების სიმპტომები ელინდება კუნთების კრუნჩხვის სახით, რომელსაც თან ახლავს დიდი რაოდენობით ოფლის გამოყოფა, სისხლის ძლიერი შედედება და სხე.

ადამიანის ორგანიზმის დაზიანების ყველაზე მძიმე ფორმაა სითბური დარტყმა, რომელსაც თან ახლავს გონების დაკარგვა, სხეულის ტემპერატურის მომატება 40 ... 41°C-მდე, სუსტი ან გახშირებული პულსი, ამ დროს მთლიანად წყდება ოფლის გამოყოფა.

თუ კრუნჩხვითი დაავადებებისა და სითბური დარტყმის დროს ადამიანს არ აღმოუჩინეს დროული და ეფექტური სამედიცინო დახმარება, შესაძლებელია იგი დაიღუპოს.

ადამიანის მდგომარეობაზე, მაღალი ტემპერატურის გარდა, გავლენას ახდენს ასევე სითბური გამოსხივების ენერგია. მშენებლობის პირობებში ასეთ გამოსხივებას ადგილი აქვს სითბოს წყაროებიდან, ელექტრო და აირშემდგენელი სამუშაოების შესრულებისას, აგრეთვე მზის რადიაციისას ღია ცის ქვეშ მუშაობის დროს.

ადამიანზე სხივური ენერგიის ზემოქმედება ხასიათისა და ხარისხის მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად:

- სხივური გახურება  $+500^{\circ}\text{C}$ -მდე (ამ დროს მოქმედების სითბური ხასიათი აღემატება უხილავ ინფრაწითელ გამოსხივებას);
- სხივური გახურება  $+3000^{\circ}\text{C}$ -მდე (ჭარბობს სინათლის სხივები);
- სხივური გახურება  $+3000^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტად (ჭარბობს ულტრაიისფერი სხივები).

ადამიანზე გამოსხივების მოქმედება ხასიათდება სითბური დამწვრობის ხარისხით. სითბური დამწვრობა შეიძლება იყოს ოთხი ხარისხის:

- შეწითლება, კანის მცირე შეშუპება და ტკივილი დამწვრობის ადგილას;
- სითხით საესე ბუშტულაკები კანზე, რომელთა ნაპირებზე კანი წითელია და შესუპებული;
- კანის კედომა, რომელიც დაფარულია მუქი ყვრის ქერქით (ამის შედეგად წარმოიქმნება ნაწიბურები);
- კანის კედომა კუნთების, ხრტილებისა და ძელების დაზიანებით.

დამწვრობის საშიშროება გამოიხატება იმაშიც, რომ ორგანიზმი იწამლება დაზიანებული უჯრედების დარღვევისა და დაშლის პროდუქტებით და საფრთხე იზრდება დაზიანების ფართობის გაზრდასთან ერთად. დამწვრობის შედეგად კანის საფარველის დარღვევისას წარმოიქმნება ორგანიზმში ინფექციის შეჭრის საშიშროება. ადამიანის კანის საფარველის სხივური ენერგიით დაზიანების ხარისხი დამოკიდებულია მისი ზემოქმედების ინტენსიურობაზე, რომელიც ხასიათდება სითბოს რაოდენობის დაგროვებით  $1 \text{ სმ}^2$  კანის ზედაპირზე  $1$  წუთის განმავლობაში. თუ კანის ზედაპირზე მოქმედებს  $1$  წთ-ში  $1..2$  კალორია სითბო, იგი არ ახდენს ორგანიზმზე შესამჩნევ ზეგავლენას.  $2..3$  კალორია იწვევს ოფლს,  $3..5$  კალორია დამწვრობას, ხოლო  $7..8$  კალორიას შეუძლია გადაახუროს ორგანიზმი და გამოიწვიოს თბური დარტყმა.

თბური დარტყმის დროს ზიანდება ცენტრალური ნერვული სისტემა, რაც აღუნებს სუნთქვისა და გულისცემის ფუნქციებს. თბური დარტყმის დამახასიათებელი ნიშნებია: თავბრუსხვევა, სახის მკვეთრი გაწითლება, ძლიერი ოფლიანობა, პულსისა და გრძნობის დაკარგვა, რაც ზოგ შემთხვევაში შეიძლება სიკვდილითაც დამთავრდეს. ასეთ პირობებში სასურველია დაზარალებული გავიყვანოთ სუფთა ჰაერზე, დაეაწვინოთ ისე, რომ თავი ძირს ჰქონდეს დახრილი, რათა გაუმჯობესდეს სისხლის მიმოქცევა თავის არეში.

შენიშვნა:  $1$  კალ  $4.183$  ჯ, ხოლო  $1$  კკალ  $= 4183$  ჯ.

## 1.2 მეტეოროლოგიური პირობების დამახასიათებელი ფაქტორები

საწარმო გარემოს მეტეოროლოგიური პირობები ხასიათდება ტემპერატურით, ფარდობითი ტენიანობითა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით. ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ოპტიმალური და დასაშვები მნიშვნელობა საწარმო შენობების სამუშაო ზონისათვის დგინდება აშკარა ჭარბი სითბოს გათვალისწინებით, შესრულებული სამუშაოს სიმძიმისა და წლის სეზონის მიხედვით. ეს კი რეგლამენტირდება საწარმო დაწესებულებების პროექტირების სანიტარული ნორმებით (სნ-245-91) და სახ.სტ.-ით 12.2.003-91 „სამუშაო ზონის ჰაერი და ზოგადი სანიტარულ – ჰიგიენური მოთხოვნები“.

სამუშაო ზონად ითვლება ორ მეტრ სიმაღლემდე სივრცე, იატაკის ან მოედნის დონიდან, რომელზეც იმყოფება მომუშავეთა მუდმივი ან დროებითი ადგილ-სამყოფელი.

მუდმივი სამუშაო ადგილი – ეს არის ადგილი, რომელზეც მომუშავე ატარებს თავის სამუშაო დროის უმეტეს ნაწილს (50%-ზე მეტს ან უწყვეტად 2 საათზე მეტს). თუ, ამასთან ერთად, მუშაობა ხორციელდება სამუშაო ზონის სხვადასხვა პუნქტებში, მუდმივ სამუშაო ადგილად ითვლება მთლიანი სამუშაო ზონა.

აშკარა ჭარბ სითბოს მიეკუთვნება – სითბოს ნარჩენი რაოდენობა (სითბოს დანაკარგის გარდა), რომელიც შედის შენობაში გარეგანი ჰაერის გამოთვლილი პარამეტრებით, ყველა ტექნოლოგიური, სამშენებლო, მოცულობით-დაგეგმარებითი, სანიტარულ-ტექნიკური ღონისძიების განხორციელების შემდეგ.

აშკარა ჭარბი სითბო შეიძლება იყოს უმნიშვნელო და მნიშვნელოვანი. უმნიშვნელოს მიეკუთვნება აშკარა სითბოს ნამატი, რომელიც ტოლია ან არ აღემატება 23 ჯ/წმ, ინსოლაციიდან სითბოს გათვალისწინებით. მნიშვნელოვანს მიეკუთვნება აშკარა სითბოს ნამატი, რომელიც აღემატება 23 ჯ/წმ. ყველა სამუშაო, რომელიც სრულდება საგზაო მშენებლობაში, სიმძიმის მიხედვით იყოფა სამ კატეგორიად: მსუბუქი ფიზიკური სამუშაოების პირველ კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, რომელიც სრულდება დამჯდარი, ფეხზე მდგომი, ან რომელიც დაკავშირებულია სიარულთან, მაგრამ არ მოითხოვს სისტემატურ ფიზიკურ დაძაბულობას, ან სიმძიმეების აწევას და გადატანას; ენერგო დანახარჯები 172 ჯ/წმ-დე. (გეოდეზური სამუშაოები, ელექტრო მათეულების მონტაჟი, სამღებრო სამუშაოები და სხვ.).

სამშუალო სიმძიმის ფიზიკური სამუშაოების მეორე კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, რომელიც მოიცავს ისეთ მოღვაწეობას, რომლის დროსაც ენერგიის დანახარჯი შეადგენს 172-232 ჯ/წმ. (კატეგორია II<sup>ა</sup>) და 232-293 ჯ/წმ. (კატეგორია II<sup>ბ</sup>).

II<sup>ა</sup> კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, დაკავშირებული მუდმივ სიარულთან, რომელიც სრულდება ფეხზე მდგომ ან დამჯდარ მდგომარეობაში, მაგრამ არ მოითხოვს სიმძიმეების გადატანას (მაგ: შესადუღებელი სამუშაოები).

II<sup>ბ</sup> კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, რომელიც დაკავშირებულია სიარულთან ან მცირე სიმძიმეების (დაახლოებით 10კგ-მდე) გადატანასთან. (მაგ.: სამჭედლო, სადურგლო სამუშაოები).

მძიმე ფიზიკური სამუშაოების მესამე კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, რომლებიც დაკავშირებული არიან სისტემატურ ფიზიკურ დატვირთვასთან. კერძოდ, მუდმივ გადაადგილებასთან და მნიშვნელოვანი სიმძიმეების გადატანასთან (10 კგ-ზე მეტი).

ენერგოდანახარჯები 293 ჯ/წმ-ზე მეტია. (მაგ.: დატვირთვა-გადმოტვირთვის, მიწის სამუშაოები, რომლებიც სრულდება ხელით, ასფალტბეტონის ჩასხმა და სხვ.).

### 13 არასასურველი მეტეოროლოგიური ფაქტორების მოქმედებისაგან დაცვითი ღონისძიებანი

არასასურველი მეტეოროლოგიური ფაქტორების ქმედების დაცვითი ღონისძიებანი დაიყვანება ოპტიმალური მიკროკლიმატის შექმნამდე (ტემპერატურის, ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის). ადამიანზე ამ ფაქტორების ხანგრძლივი და ნორმალური სისტემატური მოქმედება უზრუნველყოფს ორგანიზმის ჯანსაღ მდგომარეობას რეაქციის დაძაბვის გარეშე, აგრეთვე სითბური კომფორტის შეგრძნებას და ქმნის პირობებს შრომის უნარის ამაღლებისათვის.

სანიტარული ნორმებით დადგენილია დასაშვები მიკროკლიმატური პირობები, რამაც ოპტიმალურისგან განსხვავებით შეიძლება გამოიწვიოს ორგანიზმის ფუნქციონალური და სითბური მდგომარეობის სწრაფად ნორმალიზება, რომელიც არ ცდება ფიზიოლოგიური შემგუებელი შესაძლებლობების ფარგლებს. ამასთან, არ აღიქმება ჯანმრთელობის მდგომარეობის დარღვევა ან დაზიანება, მაგრამ შეიძლება შეინიშნოს დისკომფორტული სითბოშეგრძნებები, განწყობილების გაუარესება და შრომის უნარის დაქვეითება.

შუსს (შრომის უსაფრთხოების სტანდარტების სისტემა) 12.1.005-96-ის თანახმად სამუშაო ზონის ჰაერის ნორმალიზაციისათვის აუცილებელია:

- ტექნოლოგიური პროცესების შემუშავებისა და ორგანიზაციის დროს გამოვრცხოთ ოპერაციები და სამუშაოები, რომელთაც ახლავს საწარმოო შენობებში თბილი და ცივი ჰაერის მოხვედრა, ტენის, ორთქლის, აირების, აეროზოლების გამოყოფა;
- ტექნოლოგიური პროცესის არჩევისას უპირატესობა უნდა მიეცეს იმათ, რომლებიც ხასიათდებიან ყველაზე მცირედ გამოხატული მანენ ფაქტორებით;
- ტექნოლოგიური დანადგარების რეკონსტრუქციის, დამსადების, მონტაჟისა და ექსპლუატაციის დროს გათვალისწინებული უნდა იქნეს შესაბამისი უსაფრთხოების ზომები, ან მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი სამუშაო ადგილზე ჰაერში არსებული მანენ გამონაყოფები, თუ ამ უკანასკნელთა სრული აღმოფხვრა შეუძლებელია, ვეცადოთ მაქსიმალურად შევსაღდოთ სამუშაო ზონაში და უბნებზე მათი გავრცელება იმ მნიშვნელობამდე, რომელიც არ აღემატება დასაშვებს. საგანგებო შემთხვევაში, მაგ. ავარიულ სიტუაციებში, როცა შეუძლებელია შევამციროთ მანენ გამონაყოფები დასაშვებ დონემდე, აუცილებელია გამოვიყენოთ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებანი და მივიღოთ სასწრაფო ზომები, სამუშაო ზონის ჰაერის შემადგენლობის ნორმალისაციისათვის.

საწარმოო დაწესებულებების დაპროექტების სანტარული ნორმების (სნ 245-91) მოთხოვნების მიხედვით, სამუშაო ზონაში აუცილებელია უზრუნველყოთ ნორმალური ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

საწარმოოში ორგანიზმის ნორმალური სითბური მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად ტარდება შემდეგი ღონისძიებები: მძიმე და შრომატევადი სამუშაოების მექანიზაციის დონის ამალღება; მოწყობილობათა ცხელი ზედაპირების თერმოიზოლაცია; შენობების შესასვლელებში ტამბურების მოწყობა; საერთო და ადგილობრივი ვენტილაციის, ჰაერის კონდიციონირების სისტემის მოწყობა და სხვ. (ნახ. 1.1).

#### 1.4 სავენტილაციო სისტემები

სასურველი მეტეოროლოგიური პირობების შექმნაში ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ღონისძიებებიდან უფრო მეტად ეფექტურია ვენტილაციის მოწყობა და ჰაერის კონდიციონირება.

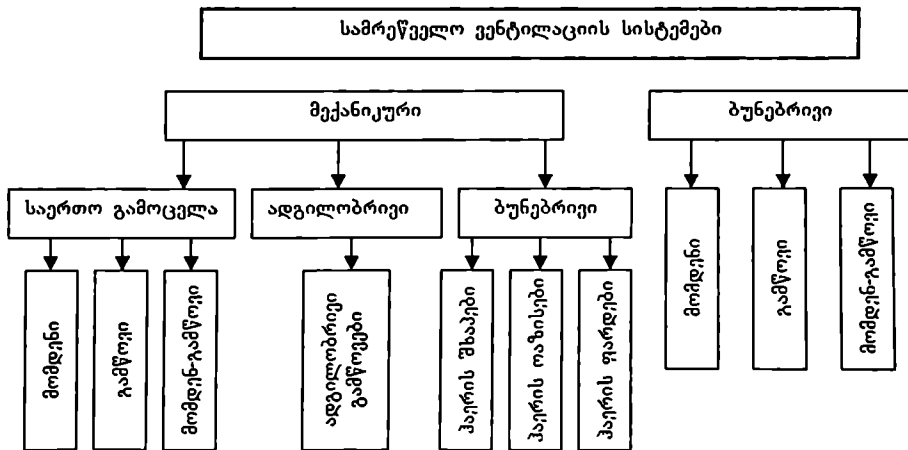
პაერის გადაადგილების წესის მიხედვით ენტილაციის სისტემის კლასიფიკაცია მოცემულია 1.1 ნახაზზე. ენტილაცია შეიძლება იყოს ბუნებრივი და ხელოვნური.

ბუნებრივი პაერცვლა საწარმოო შენობაში ხორციელდება სითბური ტაელის ან პაერის მოქმედების გაელენით. აწედიან და გამოაქეთ პაერი განიაეების, ინფილტრაციის და აერაციის გით შემშეები და გამწოვი კარადებით, სარკმლებით, ფრამუგებით, სინათლის ფანრებით და სპეციალური შახტებით. სითბური ნაკადი იქმნება პაერის ტემპერატურათა და მასათა სხეობით საწარმო შენობის გარეთ და შიგნით. პაერის მოქმედება შენობის განიაეებულ ზედაპირზე იწეეეს ტარბ წნეეას. (ნახ. 1.2)

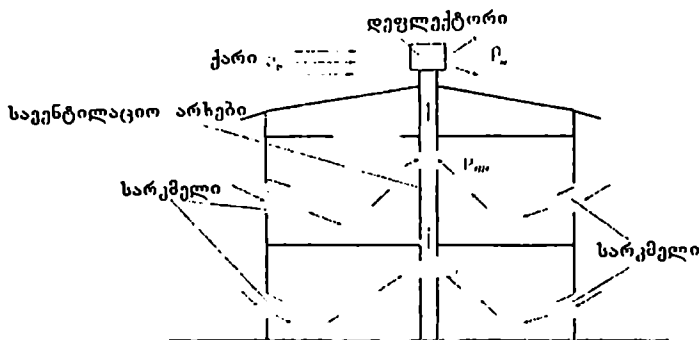
საქარე მხრიდან ამ დროს ხდება გაიშეიათება. ტარბ წნეეასა და გაიშეიათებულს შორის სხეობა აიძულებს პაერს, შეაღწიოს შენობის შიგნით ლიობებიდან და გამოვიდეს შენობიდან საქარე მხარეს არსებული ლიობებიდან.

საწარმოო შენობებიდან ტარბი სითბოს მოცილება შეიძლება მეტნაკლებად ეფექტური იყოს ორგანიზებული, ბუნებრივი ენტილაციის დროს, რადგანაც სუფთა პაერი უმნიშვნელო წნეეისას ერცულებდა ღიდი რაოდენობით მოელი შენობის მოცულობაში.

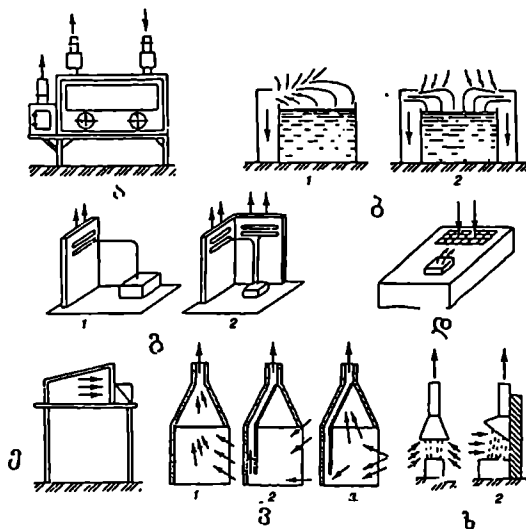
აერაციის ეფექტურობა დამოკიდებულია შემწოვი და გამწოვი კარადების 1.3 ა.ბ. განლაგებაზე და გარეგანი და შიგა პაერის ტემპერატურის სხეობაზე.



ნახ. 1.1 ენტილაციის სისტემების კლასიფიკაცია



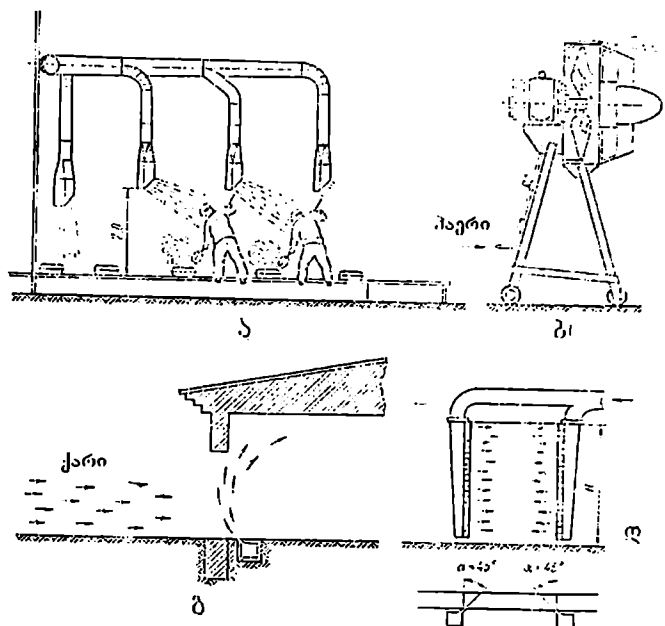
ნახ. 12 შენობაში ბუნებრივი მომდენ-გამწოვი ვენტილაციის სქემა



ნახ. 13 ა ადგილობრივი ვენტილაციის მოწყობილობა.

ა. - შესაფარი - ბოსი, ბ. გვერდითი გამწოვები (1. ცალბორტიანი, 2 - ორბორტიანი),  
 გ - გვერდითი გამწოვები (1 - ცალმხრივი, 2 - კუთხის), დ - გამწოვი სამუშაო  
 მაგიდეებიდან, ე - ვიტრაჟული სახის გამწოვი, ვ - გამწოვი კარადები (1 - ზედა  
 გაწოვით, ქვედა გაწოვით, გ - კომბინირებული გაწოვით), ზ - გამწოვი კარადები  
 (1 - პირდაპირი, 2 - დახრილი).





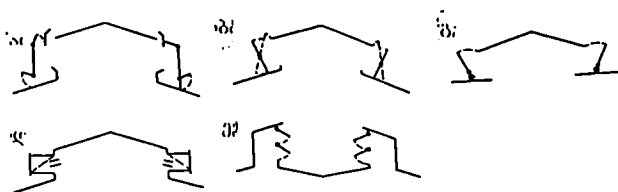
ნახ. 13 ბ. ადგილობრივი მომდენი ენტილაცია:

ა - სტაციონარული; ბ - ჰაერის შხაპების გადაადგილებადი მოწყობილობა; გ - ჰაერის ფარდები ნაკადის ქვემოდან მიწოდებით; დ - ჰაერის ფარდები ნაკადის გვერდიდან მიწოდებით.

სითბური ნაკადი (გაწოვის ძალა) და ჰაერის რაოდენობა, რომელიც გადის 1მ<sup>2</sup> ხერელში, იზრდება შემწოვ და გამწოვ ლიობებს შორის მანძილის გაზრდის მიხედვით. წლის თბილ პერიოდში ჰაერის მიწოდება ხორციელდება ლიობის საშუალებით, რომელიც მოთავსებულია შენობის ქვემოთა ნაწილში - დაახლოებით იატაკიდან 1მ. მანძილზე. ჰაერის გამოდენა ხდება ლიობის საშუალებით, რომელიც მოთავსებულია შენობის ზედა ნაწილში. ზამთრის პერიოდში გარე და შიდა ჰაერის ტემპერატურის ცვლილება მეტია, ვიდრე ზაფხულში. ამიტომაც, შემწოვ ლიობს ზამთარში განალაგებენ მაღლა, ვიდრე ზაფხულში, დაახლოებით იატაკიდან 5-6მ. მანძილზე. ამით შეიძლება თავიდან ავიცილოთ, სამუშაო ზონაში, გარედან ცივი ჰაერის მოხვედრა. ცივი ჰაერი შეერევა თბილს, საწარმოო შენობის ზედა ნაწილში და სამუშაო ზონაში მოხვდება გამთბარი სახით, რომელიც უახლოვდება შენობის შიგა ტემპერატურას.

აერაციის ეფექტურობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ქარის ზემოქმედება და სააერაციო ფანრების კონსტრუქციები. სააერაციო ფანრის ჩამკეტის საქარე მხარეს განლაგებისას შეიძლება მოხდეს შენობაში ქაერის დაბერვა. ამ შემთხვევაში შენობიდან გამოძკეებული ქაერის (გამთბარი და დაბინძურებული), შეიძლება გადასროლილი იქნეს სამუშაო ზონაში. სააერაციო ფანრების გამოყენების შემთხვევაში, თუ არ დაუშვებთ დაბერვას, ამით ქარის მოქმედება გააძლიერებს სითბურ ნაკადს. ამიტომაც, აერაციის დროს მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნეს, ქარის დაუბერავი ტიპის ფანრები. (ნახ. 1.4)

წლის ციე პერიოდში ექსპლოატაციისას, ქარის დაუბერავი ტიპის ფანრები არ იყენებიან.



ნახ. 1.4 ქარის დაბერვის საწინააღმდეგო აერაციული ფანრები:

ა - „ეცნიიტი“; ბ - „სამრეწულითონკონსტრუქციის“; გ - „გაპოტის“; დ - „ლენასამრეწ-სამშეგმარის“; ე - „ე.ვ. ბატურიის“.

ამიტომაც, ისინი არ მოითხოვენ სახიფათო და შრომატევად სამუშაოებს, ფრამუგებისა და მართვის მოწყობილობების სამუშაო მდგომარეობის შენარჩუნებისათვის ქარის ნებისმიერი მიმართულებისას დაუბერავი ტიპის ფანრები მუშაობენ გაწოვაზე.

ქარის კინეტიკური ენერგიის გამოყენებისათვის გამწოვის გაძლიერების მიზნით გამოიყენება დეფლექტორები. ისინი უფრო ხშირად გვხვდება უფანრო ნაგებობებში. შედარებით ფართო გამოყენება ჰპოვა ცაგის ტიპის დეფლექტორებმა. დეფლექტორი იდგმება სავენტილაციო შახტზე. გაწოვა ხდება დეფლექტორების გარშემო ქაერის გაიშვიათების ხარჯზე.

საწარმოო შენობებში ხელოვნური ქაერცვლა ხორციელდება მექანიკური მოწყობილობების - ვენტილატორების, ეექტორების და სხვათა დახმარებით. ხელოვნური ვენტილაცია შეიძლება იყოს: ნაკადური, გამწოვი, ნაკადური-გამწოვი, საერთო და ლოკალური (ადგილობრივი).

ნაკადური ზოგადცვლითი ენტილაცია აწარმოებს შენობის სასაფრებების გარედან ჰაერის მიწოდებას და მის განაწილებას შენობის მთელ მოცულობაში. დაბინძურებული ჰაერის გამოდევნა ხდება ხერვლების, ფანჯრების, კარების, ფანრების და სხვათა ნაპრალებიდან სუფთა ჰაერის საშუალებით.

გამწოვი საერთო ენტილაცია აწარმოებს შენობის სასაფრებიდან ენტილიატორის საშუალებით დაბინძურებული და გადახურებული ჰაერის განდევნას. გარედან სუფთა ჰაერი აღწევს შეწოვის გზით ფანჯრებიდან, კარებიდან, ნახერვებიდან და სხვა ნაპრალებიდან გამოდევნილი ჰაერის მოცულობის ჩანაცვლების პრინციპით.

ნაკადური გამწოვი ენტილაციის მოწყობისას სუფთა ჰაერის შეშვება და გაბინძურებული და გადახურებული ჰაერის გამოდევნა ხდება ცალკეული დანადგარებით (ნახ. 1.5). საენტილაციო საპაერო ბალანსი შეიძლება იყოს: გაწონასწორებული, დადებითი და უარყოფითი.

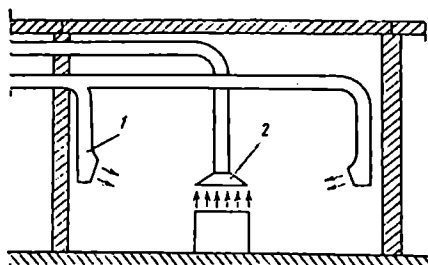
ხელოვნური, ლოკალური ენტილაცია არსებობს გამწოვი ან ნაკადური. ლოკალური გამწოვი ენტილაციის დროს, დაბინძურებული ჰაერის მესერს ათავსებენ მანენ გამონაყოფების ადგილებში.

ძირითად მოთხოვნას, რომელიც წაყენება საენტილაციო სისტემას, წარმოადგენს ჰაერცვლის მაჩვენებელი. სანიტარული ნორმების და სნ 245-96-ის შესაბამისად ჰაერის რაოდენობა, რომელიც აუცილებელია სამუშაო ზონაში საპაერო გარემოს საჭირო პარამეტრების უზრუნველსაყოფად, უნდა განისაზღვროს ანგარიშით. ამ დროს ითვალისწინებენ მანენ ნიეთიერებების, სითბოს და ტენის, სამუშაო ზონისა და შენობის სიმაღლეზე, განაწილების უთანაბრობას.

ჰაერის მიწოდება შენობაში, სადაც არის ზედმეტი სითბო და ტენი, ხორციელდება ქემოდან ზემოთ, რადგანაც წყლის ორთქლით გახურებული ჰაერი, მსუბუქია ციე ჰაერზე და ისინი გეხედებიან შენობის ზედა ზონაში. ამიტომაც, ჰაერის გამწოვის ორგანიზება უფრო ეფექტურია ზედა ზონიდან.

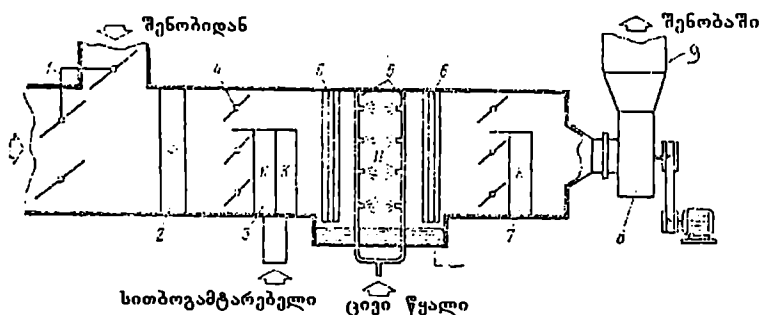
საწარმოო შენობაში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის რეგულირებისათვის გამოიყენება კონდიციონირების სისტემები, რომლებიც თავის მხრივ წარმოადგენს გარკვეული ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის შენარჩუნების ტექნიკურ საშუალებათა ერთობლიობას. თავისი დანიშნულების მიხედვით, ისინი შეიძლება იყენენ – კონფორტული ტექნოლოგიური კონდიციონირების მოწყობილობები. (ნახ.1.6) საწარმოო შენობებში, სადაც ავარიებისა და ტექნოლოგიური პროცესების დარღვევისას შეიძლება გამოიყოს ტოქსიკური, ფეთქებად · საშიში ნიეთიერებანი და შეიქმნას მათი მაღალი კონცენტრაციები,

აწეობენ სააერარიო ვენტილაციას. ის შეიძლება იყოს მხოლოდ გამწოვი და მისი დანიშნულებაა შენობიდან საწარმო მანეთე გამონათეუფების სწრაფი მოცილება.



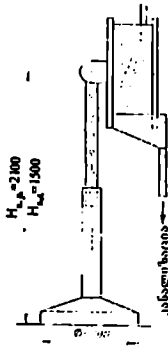
ნახ. 1.5 ნაკადური გამწოვი ვენტილაციის სქემა

1. ნაკადური სისტემა; 2. გამწოვი სისტემა.



ნახ. 1.6 ცენტრალური კონდიციონერის სქემა:

1 - გვერდითი პერსატარი, 2 - ფილტრი, 3 - შემართებული პერსატარი, 4 - კალორიფერი, 5 - პერწმენდი ფრქვევანები, 6 - წვეთსაჭერი, 7 - მეორე საფეხურის კალორიფერი, 8 - ვენტილატორი, 9 - პერსატარის სარინი.



ნახ. 1.7 წყალ-აერო-ანო შიპირების სქემა „ლიტ“.

სააერო ენტილაცია ირთება ავტომატურად, როდესაც მიენე ნიეთიერებანი მიდწევენ საშიშ კონცენტრაციებს. მშენებლობის ზოგიერთი სახის სამუშაოს წარმოებისას, მიენე ნიეთიერებანი გამოიყოფიან მცირე უბნებზე და მათ გაანჩათ ლოკალური ხასიათი. ასეთ სამუშაოებს შეიძლება მიეკუთვნოთ: დახურულ შენობებში ამტვერებადი მასალების დატვირთვა, გადმოტვირთვა და ტრანსპორტირება; შესადუღებელი სამუშაოები შენობებსა და ცისტერნებში, ავტოკლავებში და სხვ; ქლორიდებადი ხსნარების დამზადება და მათი გამოყენება საბათქაშო სამუშაოებში; სამღებრო სამუშაოები დახურულ შენობებში ისეთი შემადგენლობის გამოყენებით, რომლებიც გამოყოფენ ჯანმრთელობისათვის მიენე, აქროლად ორთქლს; საიზოლაციო სამუშაოები; ფოლადის მილების მექანიკური და ქიმიური გასუფთავება კოროზიისაგან და სხვ.

ამ სამუშაოების წარმოების ადგილებში აწყობენ ადგილობრივ ნაკადურ ან გამწოვ ენტილაციას.

ადგილობრივი ნაკადური ენტილაცია გამოიყენება სამუშაო ადგილების განიავებისათვის, რომლებიც განიცდიან გამოსხივებას ენერგიის ზემოქმედებისას. ამ ენერგიის წყაროს წარმოადგენენ გახურებული ხელსაწყოები, ღუმელები, ელექტრო და გაზშედულების სამუშაოები. ასევე, მზის რადიაცია ღია ცის ქვეშ, ზაფხულის პერიოდში, საგზაო სამუშაოების შესრულებისას. საგზაო მშენებლობების პირობებისათვის შეიძლება რეკომენდირებული იქნეს „ლიტ“-ის კონსტრუქციის

წყალ-ჰაერიათი შხაპირების მოწყობილობა. (ნახ. 1.7) ტუბში, წყალგამტარ მილებში, სამუშაოების წარმოებისას გამოიყენება ხელის ენტილატორები შლანგით.

გაწოვის ქვედაზე უფრო გავრცელებული სახეა - ზონდი, რომლის დანიშნულებაა დაიჭიროს გახურებული ნაკადი. ზონდების მაგივრად ხშირად იყენებენ შირმებს, რომლებიც საშუალებას იძლევიან განედევნოთ დაბინძურებული ჰაერის მნიშვნელოვანი მოცულობები.

სამშენებლო მოედანზე ან საწარმოო დაწესებულებებში სამუშაოთა ორგანიზაციისას, აუცილებელია შეიქმნას კომფორტული მეტეოროლოგიური პირობები. კომფორტული პირობები ადამიანებისათვის, რომლებიც იმყოფებიან მოსვენებით მდგომარეობაში, განსხვავებულია იმ ადამიანის კონკრეტული პირობებისაგან, რომლებიც ასრულებენ ფიზიკურ სამუშაოებს. კომფორტულობის პირობების შეფასებისათვის შემოტანილია ცნებები ეფექტური და ეფექტურ-ექვივალენტური ტემპერატურების შესახებ. ეფექტური ტემპერატურის ქვეშ იგულისხმება ტემპერატურა, რომელსაც ადამიანი შეიგრძნობს უძრავი ჰაერის განსაზღვრული, ფარდობითი ტენიანობის დროს. ეფექტურ ექვივალენტურად ითვლება ტემპერატურა, რომელსაც ადამიანი შეიგრძნობს ჰაერის განსაზღვრული ფარდობითი ტენიანობის დროს და მისი სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობისას. ადამიანის კარგი განწყობილების ზონის პარამეტრები, შეიძლება განისაზღვროს ეფექტურ ექვივალენტური ტემპერატურების ნორმებით.

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდებით მეტეოროლოგიური პირობების რეგულირება შეიძლება მხოლოდ საწარმოო შენობებში. მოედანზე, საგზაო სამუშაოების შესრულებისას, არახელსაყრელი მეტეოროლოგიური ფაქტორების ზემოქმედებისაგან მუშების დასაცავად, იყენებენ კოლექტიურ და ინდივიდუალურ დაცვის საშუალებებს. ასე, მაგ.: ატმოსფერული ნალექების, მზის სხივების პირდაპირი ზემოქმედებისაგან თავის დასაცავად გამოიყენება, დროებითი ტენტები და სხვა თავშესაფრები, ხოლო ქარისაგან თავის დასაცავად უზრუნველყოფილნი არიან მკერივი, ქარგაუმტარი სპეციალური ქსოვილისაგან შეკერილი ტანსაცმლით. ზამთრის პერიოდში ასეთი ტანსაცმელი აღიჭურვება სპეციალური სათბუნებლით. ტენიან პირობებში, სამუშაოების შესრულებისას (მეკე-სონეებისათვის კიდრომემონიტორებისათვის), გამოიყენება წყალგაუმტარი ისეთი სპეციალური ტანსაცმელი, რომელიც იხმარება დამწვრობის მიღების საშიშროებასთან დაკავშირებულ სამუშაოთა შესრულებისას (ელექტროშემდუღებლებისათვის, გაზშემდუღებლებისათვის), სპეცტანსაცმელი მზადდება ცეცხლგამძლე სსნარებში გაჟენთილი ქსოვილისაგან.

გზის მშენებელ მუშებს ამის გარდა ამარაგებენ აგრეთვე სპეციალური ფეხსაცმლით, იმისდა მიხედვით, თუ რა სახის სამუშაოებს ასრულებენ. ასე, მაგ.: ტენიან პირობებში მომუშავეები – მებეტონეები, პიდრომემონიტორები, მეკესონეები – იღებენ რეზინის ჩექმებს, ასფალტმებეტონეები – ფეხსაცმლებს, რომელთაც გაანიათ თერმოიზოლირებადი ღანწები და სხვ.

მუშებს სპეცტანსაცმელსა და სპეცფეხსაცმელს აძლევენ უფასოდ, გარკვეული პერიოდის განმავლობაში. ნორმატიული ვადის ამოწურვის შემდეგ, სპეცტანსაცმელს ცვლიან.

სამშენებლო მოედანზე, ზამთრის პერიოდში, ღია ცის ქვეშ სამუშაოებს ასრულებენ სპეციალური შრომის რეჟიმის გათვალისწინებით. ატმოსფერული ჰაერის გარკვეული უარყოფითი ტემპერატურისა და ქარის სიჩქარის განსაზღვრულ მნიშვნელობის დროს სამუშაოს მიმდინარეობისას, პერიოდებში დაწესებულია შესვენებები გათბობისათვის. (მაგ.: ყოველი 50 წუთის შემდეგ შესვენება 10 წუთის ხანგრძლივობით). ამიტომაც, ზამთარში სამუშაოთა წარმოების ადგილის უშუალო სიახლოვეს მოწყობილი უნდა იყოს შენობები გასათბობად. უფრო ხშირად, ამისათვის გამოიყენებენ გამთბოვან ვაგონეტებს.

### 1.5 გამწოვი კარადის მიერ გაწოვილი ჰაერის რაოდენობის ანგარიში

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მუშა ზონაში მანეე გამონაყოფების მაქსიმალურად შემცირების ძირითადი საშუალებაა მათი მოცილება უშუალოდ გამოყოფის ადგილებიდან. ასეთი სახის ლოკალიზებული ვენტილაცია გამოიყენება ყველა სახის მანეეობის თავიდან ასაცილებლად (მტკერი, სითბო, ტენი, აირები და სხვ.). იგი ხორციელდება ადგილობრივი გამწოვით (ნახ. 1.8), რომელიც შედგება გაბინძურებული ჰაერის მიმღებისა და ჰაერსადენისაგან. ჰაერის მიმღების განლაგების მიხედვით ადგილობრივი გამწოვი გეხედება შემდეგი სახის: გარსაცმი, ქოლგა, საფარიანი ქოლგა, ზონდი, ჯგუფური ზონდი, გვერდითი გამწოვი და სხვ.

გარსაცმებს მიეკუთვნება გამწოვი კარადა, ფასონური გარსაცემი და სხვ. გამწოვი კარადა ადგილობრივი გამწოვების ყველაზე უფრო სრულყოფილი სახეა. ამ შემთხვევაში მომსახურე პერსონალი საფარის გარეთ იმყოფება. კარადიდან გასაწოვი ჰაერის მოცულობა განისაზღვრება იმ პირობით, რომ კარადის ხერედიდან ადგილი არ უნდა ჰქონდეს მანეე ნივთიერებების სათავსში გაღინებას, რომლის მიზეზსაც წარმოადგენს შიგა ჭარბი წნევა.



ნახ. 1.8

გამწოვ კარადაში ჰაერის გაწოვა შეიძლება მოხდეს ქვედა ან ზედა ფონიდან, იმისდა მიხედვით, თუ როგორი აირების (მიიმე თუ მნატე) გამოყოფა ხდება მუშაობის პროცესში. კარადის მიერ გაწოვილი ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით.

$$L = F \cdot V \cdot 3600, \text{ მ}^3 \text{ სთ}, \quad (1.1)$$

სადაც  $F$  არის კარადის ხერელის ღიობის ფართობი,  $\text{მ}^2$ ;  $V$  – დენადი ხერელის ღიობში ჰაერის მინიმალური სიჩქარე, რომელიც დამოკიდებულია მანევობის სახეობაზე,  $\text{მ/წმ}$ . გაწოვის სიჩქარე არატოქსიკური ნივთიერებებისათვის (თუ ადგილი არა აქვს შეთობას და მექანიკურ შერევას) აიღება 0,5 0,7  $\text{მ/წმ}$ , ხოლო ტოქსიკური მანევობების შემთხვევაში (კონცენტრაცია 0,1  $\text{მგ/მ}^3$ -ზე მეტია). თუ მოსალოდნელია უეცარი გამოტყორცნა  $V = 1...1,5 \text{ მ/წმ}$ .

## 1.6 ბუნებრივი ვენტილაცია

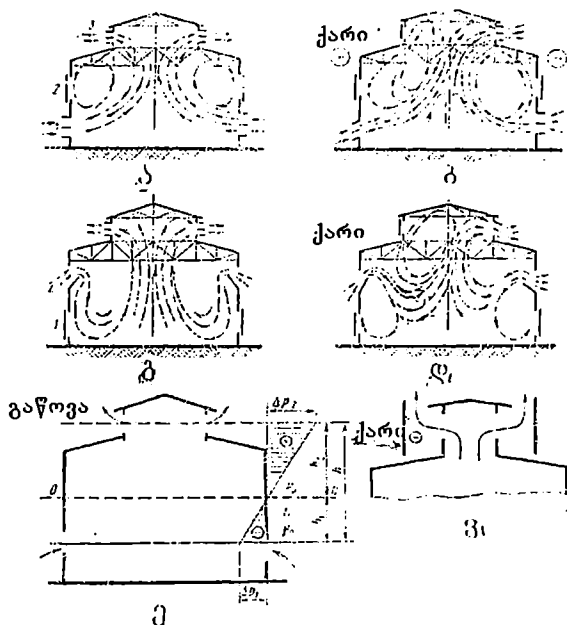
ბუნებრივი ვენტილაციის დროს ჰაერის მასის გადაადგილება ხდება ბუნებრივი ძალების გაელენით (ნახ. 1.9), ე.ი. შენობის შიგნით და გარეთ არსებული ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობით და ქარის მეშვეობით ნახაზზე 00 თანაბარი წნევის სიბრტყეა. ასეთ ვენტილაციას შეიძლება ჰქონდეს ორგანიზებული და არაორგანიზებული ხასიათი. მეორე შემთხვევაში სამუშაო შენობებში განიავება ხორციელდება ფანჯრების და გადასახსნადი ფრამუგების გაღებით, კედლებში არსებული ფორებით. ასეთ ვენტილაციას ინფილტრაცია ეწოდება.

შენობაში შემოსული ჰაერის რაოდენობა დამოკიდებულია შენობის კონსტრუქციაზე, კარებისა და ფანჯრებს რაოდენობაზე, კედლების ფორიანობაზე, აგრეთვე შენობის შიგნით და გარეთ არსებულ ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობაზე.



ამის გამო ხშირად პაერცელის რეგულირება შეუძლებელი ხდება, ამდენად ეენტილაციის ამ სახეობას ბუნებრივს, არაორგანიზებულს უწოდებენ.

ორგანიზებული (მართვადი) პაერცელა ხდება ფანჯრებში და შენობის კედლებში დამონტაჟებული ღიობების საშუალებით და ეწოდება აერაცია. აერაციის დროს შენობაში პაერცელა წარმოებს შენობის შიგნით და გარეთ არსებული პაერის კუთრი წონის სხვადასხვაობის ხარჯზე, ხოლო რეგულირება – პაერის ნაკადის შემოშვების შემცირებით ან გადიდებით.



ნახ. 1.9 შენობის აერაცია:

ა,ბ – ღიობის გადასახსნელი საგდული უქარობისას წლის ცხელ და ცივ დროს; გ,დ – იგივე, გვერდითი ქარისას; ე – შენობის საამქროში პაერის წნევის განაწილება; ე – არშემბერი ფანარი.

ცნობილია, რომ ტემპერატურა საწარმოს შენობაში ( $t_{შობ}$ ) მეტია გარეთა პაერის ტემპერატურაზე ( $t_{გარ}$ ), ამიტომ პაერის კუთრი წონა შენობაში ( $t_{შობ}$ ) მცირეა ატმოსფეროს პაერის კუთრ წონასთან ( $t_{გარ}$ ) შედარებით.

პირობითად მივიღოთ, რომ წნევა შენობის გარშემო (ნახ. 1.9) თანაბარი დაწნევის სიბრტყის დონეზე ნულის ტოლია, მაშინ  $h_1$  სიმაღლის ჰაერის სვეტის მასა, რომელიც შეადგენს წნევას შენობის ქვედა ნაწილში, იქნება  $h_1 \gamma_{\text{ჰაერ}}$ , ხოლო შემოფარგლული ატმოსფეროსათვის -  $h_1 \gamma_{\text{ჰაერ}}$ , აქედან გამომდინარე, ქვედა საჰაერო ცენტრის დონეზე იქმნება წნევა

$$P_1 = h_1 \gamma_{\text{ჰაერ}} - h_1 \gamma_{\text{ჰაერ}} = h_1 (\gamma_{\text{ჰაერ}} - \gamma_{\text{ჰაერ}}), \quad (1.2)$$

მიმართული შენობის შიგნით. ეს წნევა ხელს უწყობს გარე ჰაერის შესვლას შენობაში.

ჰაერის შემოსასვლელი ღიობის ცენტრის დონეზე, რომელიც მდებარეობს თანაბარი წნევების სიბრტყის ზევით, იქმნება წნევა,  $P_2 = h_2 \gamma_{\text{ჰაერ}} - h_2 \gamma_{\text{ჰაერ}} = h_2 (\gamma_{\text{ჰაერ}} - \gamma_{\text{ჰაერ}})$ , რომელიც იწვევს ჰაერის მოძრაობას შენობიდან ატმოსფეროში.

ამრიგად, წნევათა სხვაობა შენობაში იწვევს ჰაერცვლას ქვედა შემოსასვლელ და ზედა გასასვლელ ხერელებს შორის.

საერთო წნევა, რომლის საშუალებით მიმდინარეობს ჰაერცვლა შენობაში, ტოლია

$$P_{\text{საერთო}} = P_1 - P_2 = h (\gamma_{\text{ჰაერ}} - \gamma_{\text{ჰაერ}}), \quad (1.3)$$

სადაც  $h$  შემოსასვლელ და გასასვლელ ღიობებს შორის მანძილია.  $P_{\text{საერთო}}$  წნევას, რომელიც წარმოადგენს ქვედა და ზედა ხერელების დონეზე წნევათა სხვაობას ეწოდება სითბური წნევა.

საწარმოებში, სადაც ხდება დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფა, ბუნებრივი ვენტილაცია იძლევა დიდ ეკონომიკურ ეფექტს. ბუნებრივი ვენტილაცია შესაძლებელია საწარმოო საშუალებების ოპტიმალური განლაგებით და ღიობების რაოდენობისა და სიმაღლის სწორი განსაზღვრით.

ნორმალური ჰაერცვლის უზრუნველსაყოფად გერედიითი ფანჯრების ღიობების ალათებზე აყენებენ კეეთების ორ ხაზს. ერთ ხაზზე აწყობენ კეეთებს 1,8მ სიმაღლეზე ზაფხულის დროს გასაღებად, ხოლო მეორეზე - ზამთრის დროს, იატაკის ზედაპირიდან არანაკლები 4 მეტრის სიმაღლეზე. ჰაერის ტემპერატურასთან დაკავშირებით შეიძლება კეეთების გაღების გაზრდა ან შემცირება.

ღიობებში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე

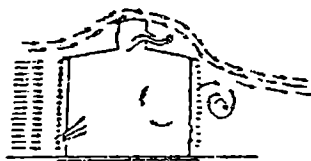
$$V = \sqrt{2g\Delta P / \gamma}, \quad \text{მ/წმ}, \quad (1.4)$$

სადაც  $g$  არის თავისუფალი ვარდნის აჩქარება,  $g = 9,81$  მ/წმ<sup>2</sup>;  $\gamma$  – არის კუთრი წონა, ნ/მ<sup>3</sup>;  $\Delta P$  – შენობის შიგნით და გარეთ არსებული ჰაერის წნევათა სხვაობა, პა მაშინ ღიოზში გაელილი ჰაერის მოცულობა

$$Q = \mu \cdot F \cdot V \cdot 3600, \text{ მ}^3/\text{სთ}, \quad (1.5)$$

სადაც  $F$  არის ღიობის ფართობი, მ<sup>2</sup>;  $\mu$  – ხარჯის კოეფიციენტი, რომელიც ღიობებში ალათების კეეთის კონსტრუქციაზე და მათი გაღების კუთხეზეა დამოკიდებული, % კეეთის 90°-ით გაღებისას  $\mu = 0,6$ , ხოლო 30°-ით გაღებისას  $\mu = 0,32$ . საანგარიშო ფორმულებით უნდა ვისარგებლოდ მხოლოდ უქარო ამინდში შენობებში ჰაერცვლის განსასაზღვრავად.

ქარის წნევა  $P_{\text{ქარ}}$  წარმოიქმნება შენობის ჰაერის ნაკადებით გარსშემოვლისას. ამ დროს ქარის მოქმედება შენობაზე შუბლური მხრიდან იწვევს ჭარბი წნევის წარმოქმნას, საწინააღმდეგო მხრიდან კი გაიშვიათებას. ჭარბი წნევა ხელს უწყობს ჰაერის შესვლას შენობაში, გაიშვიათება კი ჰაერის გამოსვლას შენობიდან (ნახ. 1.10)

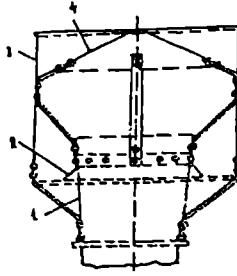


ნახ. 1.10

$$P_{\text{ქარ}} = R V^2 \gamma / (2 \cdot g), \quad (1.6)$$

სადაც  $V$  არის ქარის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ;  $R$  – აეროდინამიკურობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს შენობის კონფიგურაციას. შენობის შუბლურ მხარეზე  $R = 0,7 \dots 0,85$ , ხოლო მოპირდაპირე მხარეზე  $R = 0,3 \dots 0,45$ .

ხელოვნური ვენტილაციის დროს ქარის წნევის გამოსაყენებლად სარგებლობენ დეფლექტორებით: მათ ამონტაჟებენ შენობის სახურავის ყველაზე მაღალ ადგილზე. მრეწველობა უშვებს დეფლექტორების რამოდენიმე სახეს. ყველაზე მეტი გამოყენება პოვა დეფლექტორმა ცაგი (ნახ. 1.10).



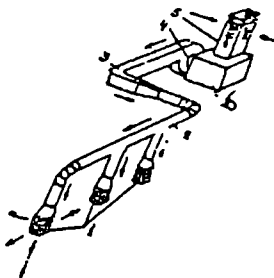
ნახ. 1.11

დეფლექტორის დიფუზორის 1 ზედა ნაწილი მოიცავს კარბს (რკალს), სარქველი 3 კეტავს შიბერს და იცავს შახტს ატმოსფერული ნალექებისაგან. დიფუზორზე ქვემოთ მიმაგრებულია კონუსი 2, რომელიც ხელს უშლის ქარის შესვლას დეფლექტორის შიგნით. ქარი, შემოუღლის რა დეფლექტორის კარბს (რკალს), ქმნის ატმოსფერულ წნევაზე 5/7-ით ნაკლებ წნევას, რის შედეგადაც შახტში ზემოთ მოძრაობს ჰაერი, რომელიც შემდეგ გამოდის გარეთ ორი წრიული ხერელით.

### 1.7. მექანიკური ვენტილაცია

მექანიკური ეწოდება ისეთ ვენტილაციას, რომლის დროსაც პაერცელისათვის გამოიყენება ელექტროენერგია ვენტილატორების მოქმედებაში მოსაყვანად. მექანიკურ ვენტილაციას იყენებენ იმ შემთხვევაში, როცა გამოყოფილი მომწამვლელი ნივთიერებების რაოდენობა და ტოქსიკურობა მოითხოვს პაერცელას გარეგანი მეტეოროლოგიური პირობებისაგან დამოუკიდებლად და მაშინ, როცა საწარმოს შენობებში ხდება სითბოს მნიშვნელოვანი გამოყოფა.

მექანიკურ ვენტილაციას ბუნებრივთან შედარებით გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობანი: მოქმედების დიდი რადიუსი; შესაძლებლობა პაერის მასის მოცულობის შეცვლის ან შენარჩუნებისა მეტეოროლოგიური პირობებისაგან დამოუკიდებლად.

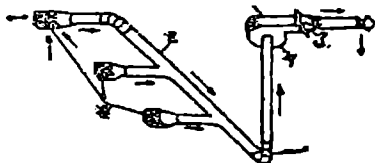


ნახ. 1.12

საწარმოს სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნების მიხედვით შენობის გარედან შეწოვილი ჰაერის ნაკადი შეიძლება გათბეს, გაციედეს, გატენიანდეს და ა.შ. შენობიდან გასული ჰაერი შეიძლება გაიწმინდოს მტერისა და გაზისაგან. მექანიკური ვენტილაცია შესაძლებლობას იძლევა შენარსუნებულ იქნას შენობის სამუშაო ნაწილში მუდმივი ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა.

მექანიკური ვენტილაცია ჰაერცვლის მეოთხის მიხედვით შეიძლება იყოს გამწოვი, მომდენი ან კომბინირებული.

გამწოვ ვენტილაციას იყენებენ საწარმოო სათავსოებში, სადაც ადგილი აქვს დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფას, ხოლო მანევობის კონცენტრაცია შედარებით მცირეა (ნახ. 1.12). ნახაზზე 1 არის ჰაერმიმღები; 2 – ჰაერგამტარი მილები; 3 – ფილტრი; 4 – კალორიფერი (ჰაერგამთბობი), 5 – ვენტილატორი; 6 – ჰაერმანაწილებელი.



ნახ. 1.13

ჰაერმიმღები მოთავსებულია შენობის (სათავსის) გარეთ, ხოლო ფილტრი, კალორიფერი და ვენტილატორი – სპეციალურ შენობაში. სათავსოს მუშა ზონაში ჰაერი მიიყვანება სუნთქვისათვის მოსახერხებელ სიმაღლეზე  $V = 2$  მ/წმ-ზე მცირე სიჩქარით.

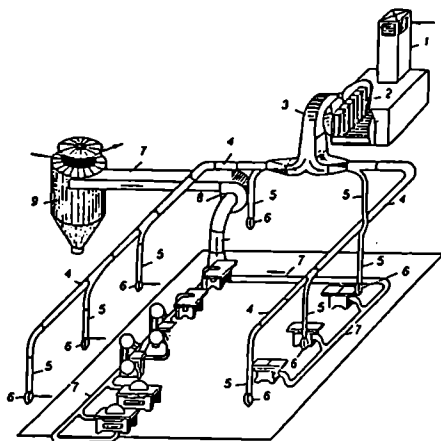
დამჭირხნი ენტილაცია გამოიყენება სათაესებში, სადაც არა გვაქვს მანვნი გამონაყოფები და საჭიროა შედარებით ჰაერცვლის მცირე ჯერადობა (საყოფაცხოვრებო და სასაწყობო სათაესებში). (ნახ. 1.13)

ნახაზზე 1 არის ჰაერის გამოსაშვები მოწყობილობა (1...1,5 მ სახურავს ზემოთ); 2 - ჰაერგამტარი მილები; 3 - ჰაერის გამწმენდი; 4 - ენტილატორი; 5 - ჰაერმიმღები (ზონდი).

ამ ორი სქემის შეერთება მოგვცემს კომბინირებულ (შემწოვ-გამწოვი) ენტილაციას. იგი გამოიყენება სათაესებში, სადაც საჭიროა დამყარდეს ჰაერცვლის გაზრდილი და განსაკუთრებულად საიმედო რეჟიმი. 1.14 ნახაზზე მოცემულია შემწოვ-გამწოვი მექანიკური ენტილაციის სქემა. 4 - არის ჰაერგამტარი მილები; 5,6 - სამუშაო ადგილებში ჰაერგამანაწილებელი მილები; 9 - მტვერგამომყოფი მოწყობილობა; 1 - ჰაერგამტარი შახტი; 2 - კალორიფერი; 3 - შემწოვი დამჭირხნი ენტილატორი.

მტერისაგან ჰაერის გასაწმენდად იყენებენ როგორც გამწოვ, ასევე შემწოვ ენტილაციას, განსაკუთრებით როცა სათაესში შეწოვილი ან იქედან გამოდენილი ჰაერი შეიცავს დიდი რაოდენობით მტვერს (გარემოს დაცვის მიზნით).

მცირე მტვერიანობის დროს შეწოვილი (მოდენილი) ჰაერის გასაწმენდად გამოიყენება მშრალი და სველი ფოროვანი და ელექტრული ფილტრები.

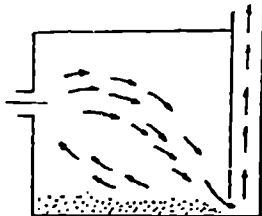


ნახ. 1.14

ატმოსფეროში გამოსატყორცნი მტერიანი ჰაერის გასაწმენდად გამოიყენება მტვერსაწმენდი კამერები (სიმიძის ძალის გამოყენებით - ციკლონები,

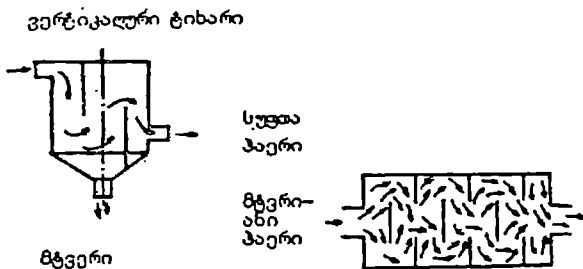
ცენტრიდანული ძალის გამოყენებით – ნაჭრის ფილტრები). არსევენ მტერის გაწმენდის სახეებს: წმინდა-მტერის საბოლოო კონცენტრაციით 1...2 მგ/მ<sup>3</sup>, საშუალო – 40...50 მგ/მ<sup>3</sup> და უხეში – 50 მგ/მ<sup>3</sup> და მეტი.

როგორც აღვნიშნეთ, მტერსაღლეკ კამერაში გამოყენებულია გრავიტაციული ძალები, ამიტომ მასში საჭიროა ჰაერის მოძრაობის სინქარე იყოს დაბალი (0,2 მ/წმ და ნაკლები), რისთვისაც კამერის ზომები უნდა გაიზარდოს (ნახ. 1.15). მტერსაღლეკი კამერის ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით მას აკეთებენ ვერტიკალური ტიხრებით (ნახ. 1.16)



ნახ. 1.15

მტერსაღლეკ კამერაში მტერის დიდი ნაწილაკებისაგან ჰაერის გასუფთავება ხდება მხოლოდ უხეშად (50 მმ და მეტი) დამ მას, როგორც წესი, იყენებენ მტერსაჭერი სისტემების I საფეხურზე.

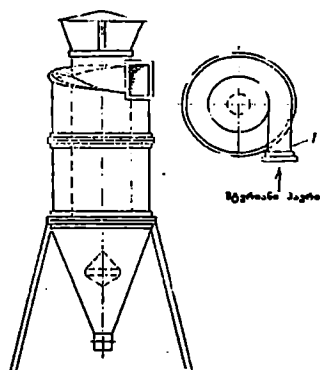


ნახ. 1.16

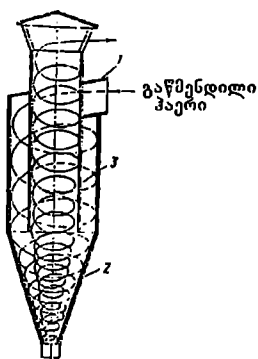
პრაქტიკაში დიდი გამოყენება პოვა ციკლონებმა (ნახ. 1.17), სადაც გამოყენებულია მტერის დასაღეკად ცენტრი და ნული ძალა. ამ ძალის გამოყენებით შეტივტივებული მტერის ნაწილაკები გაიტყორცნება რა კედლისაკენ (პერიფერიისაკენ), კარგავს სინქარეს და იღეკება. გასუფთავებული ჰაერი გამოდის შიგა მილით გარეთ. ჰაერის გაწმენდის ეფექტიანობის გაზრდის მიზნით იყენებენ სეულ ციკლონებს (ციკლონებით ხდება გაწმენდის ეფექტიანობის გაზრდა 90%-მდე).

მცირე დისპერსიული მტერის გასაწმენდად გამოიყენება ელექტროფილტრები (ნახ. 1.18). მტერის ნაწილაკები გაივლის რა ფილტრის მოცულობას, ხდება იონიზაცია, ე.ი. წარმოიქმნება დადებითი და უარყოფითი იონები. მტეერი დებულობს უარყოფით მუხტს და მოძრაობს დამიწებული კორპუსისაკენ. მიაღწევს რა კედლებს, მტერის ნაწილაკები კარგავს მუხტს და ილექება. 1.18 ნახაზზე 1 არის იზოლატორი; 2 – ფილტრის კედლები; 3 – ელექტროდი (უარყოფითი).

ულტრაბერული ფილტრის მუშაობა დამყარებულია კოაგულაციის (შეერთების) პრინციპზე (ნახ. 1.19). ამ დროს ნაწილი ნაწილაკებისა გამსხვილების გამო ილექება, ხოლო დარჩენილი ნაწილი გადადის ციკლონში და იქ იწმინდება. გაწმენდის ეფექტი შეადგენს 90%-ს 3...5 წმ-ის განმავლობაში, საერთოდ კი 95...99%-ია.

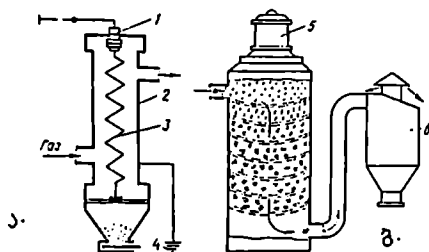


ნახ. 1.17



ნახ. 1.18





ნახ. 1.19. ა.ბ.

მტერისაგან უკეთ გაწმენდის მიზნით იყენებენ მრავალსაფეხურიან გაწმენდას, ასევე კარგ შედეგს იძლევა ქაღალდის ფილტრი (98...100%), სუთის ფილტრი (95...98%), ნაჭრის ფილტრი (99,9%).

#### 1.8. ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა სათაესებში მაენუბის მიხედვით

ნორმებით დადგენილია, რომ ერთ მომუშავეზე საწარმოო სათაესის მოცულობა 15მ³-ზე მეტი უნდა იყოს, ხოლო ფართობი – 4,5მ²-ზე მეტი. საწარმოო სათაესებში, თუ  $V < 20\text{მ}^3$ , ერთ მომუშავეზე (სათაესების მაენუბის გარეშე), მაშინ ვენტილაციით უნდა უზრუნველყოს ჰაერის რაოდენობა არანაკლები  $L \leq 30\text{მ}^3/\text{სთ}$ . თუ  $V = 20...40\text{მ}^3$ ,  $L \geq 20\text{მ}^3/\text{სთ}$  და თუ  $V > 40\text{მ}^3$  -  $L \geq 60\text{მ}^3/\text{სთ}$  (თუ  $V > 40\text{მ}^3$ , ბუნებრივი ვენტილაციისას ჰაერცვლისათვის ჰაერის რაოდენობა არ განისაზღვრება).

ამრიგად, თუ სათაესში მაენე ნივთიერებები არ გამოიყოფა, ნორმალური მიკროკლიმატის უზრუნველსაყოფად ჰაერის რაოდენობა გამოითვლება ფორმულით

$$L = N \cdot L, \quad (1.7.)$$

სადაც  $N$  არის მომუშავეთა რაოდენობა, ხოლო  $L$  - ერთ მომუშავეზე საჭირო ჰაერის რაოდენობა.

სამშენებლო ნორმებით და წესებით – 33-75, მაენაირებიანი ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულებით:

ჭარბი აშკარა სითბოს მიხედვით

$$L_1 = L_{\text{მ}} + \frac{Q_{\text{გ}} - CpL_{\text{მ}}(t_{\text{მ}} - d_{\text{გმ}})}{Cp(t_{\text{მ}} - d_{\text{გმ}})}, \text{ მ}^3/\text{სთ}; \quad (1.8)$$

ჭარბი ტენის მიხედვით

$$L_2 = L_{\text{მ}} + \frac{W - 1,2 \cdot L_{\text{მ}}(d_{\text{მ}} - t_{\text{გმ}})}{1,2 \cdot (d_{\text{მ}} - t_{\text{გმ}})}, \text{ მ}^3/\text{სთ}; \quad (1.9)$$

ჭარბი სრული სითბოს მიხედვით

$$L_3 = L_{\text{მ}} + \frac{Q_{\text{გ}} - 1,2 \cdot L_{\text{მ}}(I_{\text{მ}} - I_{\text{გმ}})}{1,2 \cdot (I_{\text{მ}} - I_{\text{გმ}})}, \text{ მ}^3/\text{სთ}; \quad (1.10)$$

გამოყოფილი მანეუ ნივთიერებების მიხედვით

$$L_4 = L_{\text{მ}} + \frac{Z - L_{\text{მ}}(Z_{\text{მ}} - Z_{\text{გმ}})}{Z_{\text{მ}} - Z_{\text{გმ}}}, \text{ მ}^3/\text{სთ}; \quad (1.11)$$

სადაც  $L_{\text{მ}}$  არის მუშა ზონიდან მოცილებული ჰაერის რაოდენობა,  $\text{მ}^3/\text{სთ}$ ;  $Q_{\text{გ}}$  – ჭარბი აშკარა სითბოს რაოდენობა,  $\text{ჯოული/სთ}$ ;  $Q_{\text{გ}}$  – სათაესში გამოყოფილი სითბო, სითბოს ყველა წყაროდან (გამთბობი ხელსაწყოები, მასალები, ხაღხი თუ მოწყობილობები);  $C$  – ჰაერის თბოტევადობა,  $\text{ჯოული/კგ} \cdot ^\circ\text{C}$  = 0,24;  $p$  – ჰაერის სიმკვრივე,  $\text{კგ/მ}^3$ ,  $p = 1,2 \text{ კგ/მ}^3$ ;  $W$  – სათაესში გამოყოფილი წყლის ორთქლის რაოდენობა,  $\text{მ}^3/\text{სთ}$ ;  $Z$  – სათაესში გამოყოფილი მანეუ ნივთიერებების რაოდენობა,  $\text{მგ/სთ}$ ;  $d_{\text{მ}}$ ,  $d_{\text{გმ}}$  – სათანადოდ მუშა ზოლში არსებული და შემავალი ჰაერის ტენშემცველობა, %;  $I_{\text{მ}}$ ,  $I_{\text{გმ}}$  – სათანადოდ, მუშა ზოლში არსებული და შემავალი ჰაერის თბოშემცველობა,  $\text{ჯოული/კგ}$ ;  $t_{\text{მ}}$ ,  $t_{\text{გმ}}$  – სათანადოდ, მუშა ზოლში არსებული და შემავალ ჰაერში მანეუ ნივთიერებათა კონცენტრაცია,  $\text{მგ/მ}^3$ .

თუ სათაესოში არ არის ადგილობრივი გამწოვები, მაშინ  $d_{\text{მ}} = d_{\text{გ}}$ ;  $t_{\text{მ}} = t_{\text{გ}}$ ;  $I_{\text{მ}} = I_{\text{გ}}$ ;  $Z_{\text{მ}} = Z_{\text{გ}}$  ფორმულები გაცილებით გამარტივდება.

ჩვეულებრივ საჭირო ჰაერცვლის რაოდენობას ყოველი მანეუ გამონაყოფისათვის ანგარიშობენ ცალ-ცალკე და იღებენ იმას, რომელსაც ჰაერცვლის მეტი ჯერადობა სჭირდება. ჰაერცვლის ჯერადობა იანგარიშება ფორმულით

$$K = \frac{L}{V}, \quad (1.12)$$

სადაც  $L$  არის მაქსიმალური ჰაერის რაოდენობა,  $\text{მ}^3/\text{სთ}$ ;  $V$  – სათაესის მოცულობა.

ჰაერცვლის ჯერადობა იცვლება  $K = 1 \dots 10$ , სადაც უმცირესი შეესაბამება დიდი მოცულობის სათაესებს.  $K$  ჰაერცვლის ჯერადობით მხოლოდ შემოწმება შეიძლება, გაანგარიშება დაუშვებელია.

## 1.12. ენტილაცია საავტომობილო ტრანსპორტის საწარმოებში

სწორად და რაციონალურად მომუშავე ენტილაცია უზრუნველყოფს პაერის სისუფთავის შენარჩუნებას და ამცირებს მასში მანეჟი შემოქმედების მქონე გამონაყოფების რაოდენობას.

ავტომობილების მომსახურების საწარმოებში ძირითადი საწარმოო მანეჟი წარმონაქმნებია:

ავტომობილების სადგომი, აგრეთვე ასაწყობი და სარემონტო შენობებში – ნახშირქანგის ჟანგეული, ტყეის აეროზოლები, აზოტისა და ალდეჰიდების ჟანგეულები.

ავტოტრანსპორტის საწარმოების ენტილაციის სწორი გაანგარიშებისათვის საჭიროა ექსპერიმენტულად და პრაქტიკულად შემოწმებული მონაცემები მანქანების სხედასხვა რეჟიმში მუშაობის ხანგრძლივობაზე, სადგომებში საწვავის ხარჯზე, პაერში გამონაბოლქვ გაზებში ალდეჰიდების და ნახშირქანგის რაოდენობაზე და ა.შ. პაერცვლის ანგარიშს საფუძვლად უდევს სწორედ ზემოთ აღნიშნული მონაცემები.

საწვავის ხარჯი ავტომობილის 5კმ/სთ-ის სიჩქარით შენობაში მოძრაობის დროს ერთკარბიურატორიანი ძრავისათვის იანგარიშება ფორმულით

$$B = 0,6 + 0,8 \cdot V, \text{ ლ} \quad (1.13)$$

V არის ძრავის ცილინდრების მუშა მოცულობა, ლ.

საწვავის ხარჯი, ძრავების გამოცდისას სტენდზე და მრავალსართულიან სადგომებში ავტომობილის დაყენებისას, იზრდება. ამ შემთხვევაში რეკომენდებულია შესწორების კოეფიციენტის (K) შემოტანა, რომელიც ტოლია 1,5-ის.

ენტილაციის დროს პაერის მოცულობის განსასაზღვრისათვის იღებენ, რომ 1კგ საწვავის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 14...15მგ ნამუშევარი აირი, რომლის შემადგენლობა დამოკიდებულია საწვავის სახეზე, მაგ.: ბენზინის წვის დროს გამონაბოლქვი მეთანი და აზოტი ძირითადად შეიცავენ: ნახშირორქანგს, ნახშირმჟავას და ნახშირწყალბადს.

ავტომობილები, რომლებიც მუშაობენ მძიმე საწვავზე, გამოყოფენ ნახშირორქანგს, აკროლენს, აზოტს, ტყეის ოქსიდს და სხვ. მათგან ყველაზე უფრო მომწამვლელად ითვლება ნახშირქანგი და აკროლენი. ენტილაციის დროს პაერცვლის ყველა გამოთვლას აწარმოებენ ყველაზე მომწამლავი ნივთიერებების ნარევიდან გამომდინარე (ნახშირქანგი, აკროლენი, ტყეის აეროზოლი).

მატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ავტომობილების სადგომში მანქანების სხედასხვა რეჟიმებში მუშაობის დროს გამონაბოლქე გასებში აკროლენის და ნახშირჟანგის შედგენილობის მხრივ დიდი განსხვავებაა. სტანდარტების თანახმად შედგენილია სკალა სხედასხვა რეჟიმში მუშაობის დროს ნახშირჟანგის და აკროლენის პროცენტული შედგენილობისა მათ მასასთან. სტანდარტით გათვალისწინებული დასაშვები ზღვრები მოცემულია 12 ცხრილში.

ცხრილი 12

| სამუშაოს დასახელება                                                     | შედგენილობა, % |          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|
|                                                                         | ნახშირჟანგი    | აკროლენი |
| გაშვება, ძრავის გასერება და ავტომობილის გასვლა გარაჟიდან                | 1,5            | 0,15     |
| გარაჟში შემოსვლა და ავტომობილების მანევრირება მის გასაჩერებლად სადგომზე | 1,0            | 0,13     |
| ძრავის მუშაობა რეგულირების დროს                                         | 1,5            | 0,15     |
| ძრავის გამოცდა სტენდზე                                                  | 1,0            | 0,13     |

სასტ 12.1.005-76 სუშშ-ის თანახმად გარაჟის მუშა ზონაში საინტარულო-ჰიგიენური საერთო მოთხოვნების შესაბამისად შესაბამისად დასაშვებია ნახშირჟანგის, აკროლენის, ტყვიის, აეროზოლის და აზოტის ოქსიდის დასაშვები კონცენტრაცია (ცხრილი 13.).

ცხრილი 13.

| სამუშაო შენობები                                                                 | შენობაში ყოფნის დრო   | აირების კონცენტრაცია |            |                   |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|------------|-------------------|---------------------|
|                                                                                  |                       | ნახ- შირ- ჟანგი      | აკრო- ლენი | ტყვიის აერო- ზოლი | აზო- ტის ოქსიდე- ბი |
| ავტომობილების დასაყენებლად                                                       | არა უმეტეს 15-20 წთ   | 200                  | 0,2        | -                 | 5                   |
| ავტომობილების ტექნიკური მომსახურებისათვის (შემკეთებელი პუნქტები, შეკეთების ზონა) | ხშირად და ხანგრძლივად | 20                   |            | 0,2               | -5                  |
| ავტომობილების დასაყენებლად, რომლებიც მუშაობენ ეთილიან ბენზინზე                   | იგივე                 |                      |            | 0,01              |                     |

ავტომობილების მუშაობის დროს გამოყოფილი ნახშირჟანგის და აკროლენის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$G = 15 \cdot B \cdot P/100, \quad (1.14)$$

სადაც 15 არის 1 კგ საწვავის დაწვის დროს გამონამუშევარი გაზების რაოდენობა, მაგ: P-გამონამუშევარ გაზებში ნახშირჟანგის და აკროლენის შემდგენილობა, %;

აეროზოლების რაოდენობა, გამოყოფილი ეთილნიანი ბენზინის გამოყენებისას კარბიურატორიან ძრავებში იანგარიშება ფორმულით

$$G = 0,05 \cdot B \cdot K/100, \quad (1.15)$$

სადაც K არის ტეტრაეთილტყევის შემადგენლობა ბენზინში, % (ბენზინის ხარისხის მიხედვით შეადგენს 0,05...1,0); 0,05 – ტყეის აეროზოლის რაოდენობა, %.

საჭირო პაერის მოცულობის განსაზღვრის ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს შენობაში ავტომობილის მუშაობის დროის ხანგრძლივობა. პაერცვლის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ შემდეგი საშუალო მაჩვენებლებით, (წთ) (ცხრილი1.4)

ცხრილი 1.4

| დასახელება                                                                                       | ძრავის მუშაობის ხანგრძლივობა, წთ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| მსუბუქი ავტომობილის გასვლისას (ძრავის გახურებისათვის საჭირო დროის გათვალისწინებით)               | 3,0                              |
| სატვირთო ავტომობილის და ავტობუსის გასვლისას (ძრავის გახურებისათვის საჭირო დროის გათვალისწინებით) | 5,0                              |
| გარაჟში შემოსვლისას (მანქანის ადგილზე დაყენებისათვის საჭირო დროის გათვალისწინებით)               | 2,0                              |
| ავტომობილის მომსახურების პოსტებისათვის სამრეცხაოს არსებობისას                                    | 3,0                              |
| უსამრეცხაოდ                                                                                      | 1,5                              |
| სარემონტო ზონებისათვის (მცირე რემონტი)                                                           | 4,0                              |
| სარეგულირებელი სამუშაოების დროს                                                                  | 10,0                             |
| გამოსაცდელი სადგურებისათვის                                                                      | 60,0                             |

პაერის ენტილაციური მიმოცვლის გამოთვლისას მრავალსართულიანი გარაჟებისათვის ავტომობილების მუშაობის დროს იზრდება რამაზე ასვლასთან

დაკავშირებით. ასვლის დრო განისაზღვრება ავტომობილის მოძრაობის სინქარიდან გამომდინარე – 5კმ/სთ.

ჰაერის ენტილაციური მიმოცვლის გამოკვლევისას აუცილებელია გაეთვალისწინოთ ცალკეული ავტომობილის გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა.

გამოთვლილია, რომ შენობებში, რომლებიც გათვალისწინებულია გამართული ავტომობილების დასაყენებლად, ძრავის 20წთ-ის განმავლობაში მუშაობისას გამოყოფილი ნახშირჟანგი არის 200მგ 1მ<sup>3</sup> ჰაერში. ყველა სახის შენობაში დასაშვები აკროლენინის კონცენტრაცია არ უნდა აღემატებოდეს 0,2 მგ/მ<sup>3</sup> საათში.

ტექნიკური მომსახურების ზონაში, სარემონტო ზონაში, გამოსაცდელ სადგურებში, სადაც მუდმივად იმყოფებიან მუშები და სადაც მუშაობის რეჟიმი ცოტად თუ ბევრად თანაბარია, გამოთვლებს აწარმოებენ ნახშირჟანგის დასაშვებ კონცენტრაციაზე და ძრავების მუშაობისას იგი არ უნდა აღემატებოდეს 20 მგ/მ<sup>3</sup> 1 სთ-ის განმავლობაში.

საჭირო მოცულობის ჰაერცვლა, რომელიც აუცილებელია გამოყოფილი აირების გასაფანტად, გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$V_1 = \frac{1000 \cdot G_1 \cdot \tau_1 \cdot n_1}{60 \cdot d} + \frac{1000 \cdot G_2 \cdot \tau_2 \cdot n_2}{60 \cdot d} + \dots + \frac{1000 \cdot G_n \cdot \tau_n \cdot n_n}{60 \cdot d} =$$

$$= \frac{1000 \cdot (G_1 \cdot \tau_1 \cdot n_1 + G_2 \cdot \tau_2 \cdot n_2 + \dots + G_n \cdot \tau_n \cdot n_n)}{60 \cdot d}, \text{მ}^3 / \text{სთ}, \quad (1.16)$$

სადაც  $V_1$  არის ავტოსადგომში გამოყოფილი აირების გაფანტვისათვის საჭირო ჰაერის მოცულობა, მ/სთ;  $G_{1,2,\dots,n}$  – ნახშირჟანგი ან აკროლენინის რაოდენობა გამონაბოლქვ გაზებში, რომელსაც გამოყოფს ავტომანქანა 1 საათში, კგ/სთ;  $\tau_{1,2,\dots,n}$  – ავტომობილის მუშაობის საშუალო ხანგრძლივობა, წთ;  $n$  – მომუშავე მანქანების რაოდენობა (1 საათის განმავლობაში);  $d$  – ნახშირჟანგი და აკროლენინის კონცენტრაციის დასაშვები ზღერული მნიშვნელობა სამუშაო ზონაში, გ/მ<sup>3</sup>.

ერთი და იგივე მოდელის ავტომობილების მუშაობისას

$$G_1 = G_2 = \dots = G_n; \quad \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_n; \quad n_1 = n_2 = \dots = n_n.$$

მაშინ

$$V_1 = \frac{1000 \cdot G \cdot \tau \cdot n}{60 \cdot d}, \quad \text{მ}^3 / \text{სთ}. \quad (1.17)$$

სადგომზე ავტომობილების არათანაბარი მუშაობისას, გარაუთიდან გასვლისას და შემოსვლისას

$$V_1 = \frac{1000 \cdot (G_1 \cdot \tau_1 \cdot n_1 + G_2 \cdot \tau_2 \cdot n_2 + \dots + G_n \cdot \tau_n \cdot n_n)}{20 \cdot d}, \quad \text{მ}^3 / \text{სთ}, \quad (1.18)$$

ერთი და იგივე მარკის ავტომობილების მუშაობისას

$$V_1 = \frac{1000 \cdot G \cdot \tau \cdot n}{20 \cdot d}, \quad \text{მპ/სთ.} \quad (1.19)$$

ჰაერცვლის გაანგარიშებისას იმ შენობებისათვის, სადაც მოწყობილია გამწოვი შლანგები, გასათვალისწინებელია მხოლოდ ნახშირბადი ან აკროლენის რაოდენობა, რომელიც შედის შენობაში შლანგების გაუმართავი მუშაობისას. ეს რაოდენობა, როგორც წესი, ტოლია: სადგომზე – 0,26; სარემონტო და პროფილაქტიკურ სონაში – 0,16; გამოსაცდელ სადგურებში – 0,056.

ჰაერის რაოდენობას, მიწოდებულს შენობაში სარეგულირებელი სამუშაოების ჩატარების ან ძრავების გამოცდის დროს განსასაზღვრავენ იმ პირობით, რომ ყოველთვის გამოიყენება შლანგური გამწოვი.

აეტომობილების მომსახურების და რემონტის განყოფილება უნდა იყოს უზრუნველყოფილი საერთო და ადგილობრივი ვენტილაციით. ამასთან, მიწოდებული ჰაერის ტემპერატურა სამთარში უნდა იყოს 16...25°C.

აეტომობილების დეტალების და აგრეგატების გარეცხვის ადგილზე კაუსტიკური სოდის ხსნარისათვის უნდა იყოს მოწყობილი გამწოვები.

საკარბიურატორო განყოფილებაში შემოსული ჰაერის მოცულობა უნდა იყოს იმ ჰაერის მოცულობის ტოლი, რომელიც გაიწოვება ადგილობრივი გამწოვებით.

კარბიურატორები სპეციალური ხსნარით უნდა გაირეცხოს ზედა და ქვედა გამწოვებით მოწყობის სპეციალურ კარადაში. გაწოვის სიჩქარე უნდა იყოს 0,5...0,7 მ/წმ. კარბიურატორების დაშლა, შემოწმება, საკონტროლო სითხეების მომზადება, ბენზინის ოქტანური რიცხვის განსაზღვრა უნდა ხდებოდეს შესაფერის ადგილებში, სადაც მოწყობილია მექანიკური გამწოვები 1მ³/წმ სამუშაო რეჟიმით.

აკუმულატორების დამუხტვა დასაშვებია საერთო შენობაში თუ არ არის ამისათვის გამოყოფილი სპეციალური დასამუხტი ნაგებობა. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია დახურული ტიპის სტელაჟების გამოყენება გამწოვი კარადებით.

შენობაში, სადაც მსადგება ელექტროლიტის ხსნარი, უნდა იყოს გათვალისწინებული პანელები. ერთნაირი გაწოვის უზრუნველყოფისათვის გაწოვის მწარმოებლურობა უნდა იყოს შენობაში არსებული ჰაერის არანაკლებ 2,5 მოცულობისა 1 სთ-ში.

აკუმულატორების შესაკეთებელ შენობაში ადგილობრივი გამწოვები მონტაჟდება ტყეიის დნობის ადგილის მიხედვით.

სალტეების სარემონტო განყოფილების შენობაში, სადაც ხდება რეზინის წებოს დამზადება, რეზინზე წებოს წასმა, გაშრობა, კამერების და საბურავების

შეკეთება, აუცილებელია ვენტილაციის გათვალისწინება მექანიკური დამაჩქარებელი. ვენტილატორები უნდა იყოს შენობის გარეთ.

სამჭედლო-სარესორო განყოფილებაში აუცილებელია, როგორც საერთო, ასევე ადგილობრივი ვენტილაცია. ადგილობრივი ჰაერის გამწოვები დაცული უნდა იქნეს სამჭედლო ქურის, აბაზანისა და ღუმლისაგან. საერთო ჰაერცვლის ვენტილაცია გათვალისწინებული უნდა იყოს სითბოგამომყოფების ასიმილაციაზე, ჰაერის მიწოდება გაწოვის კომპენსაციისათვის უნდა მოხდეს სამუშაო ზონაში.

საშემდუდლო განყოფილებაში უნდა დამონტაჟდეს ადგილობრივი თანაბარგამწოვი პანელების სახით. საერთო შენობაში საშემდუდლო პოსტების განლაგების შემთხვევაში და 1მ-მდე ზომის დეტალების შედუღებისას მაგიდები შედუღებისათვის უნდა მოთავსდეს ჯიხურებში. ჰაერის უნდა მიეწოდოს გამოსასვლელებში მცირე სიჩქარით.

სამღებრო განყოფილებაში, სამღებრო სამუშაოების წარმოებისას აუცილებელია ვენტილაცია აფეთქებაუსაფრთხო პირობების გათვალისწინებით ძარების კაბინები, ძრავები, აგრეგატები უნდა შეიღებოს კამერებში, სადაც არ არის მტკერი და დამონტაჟდეს გამწოვი ვენტილაცია. გაჭუჭყიანებული ჰაერი ატმოსფეროში უნდა გადიოდეს პიდროფილტრების გავლით.

ახლად შედებილი კაბინების გაშრობა ხდება სპეციალურ საშრობ კამერებში, სადაც დაყენებული ვენტილაცია გაანგარიშებულია იმ თვალსაზრისით, რომ კამერები განმუხტულ მდგომარეობაშია.

ადგილობრივი გამწოვები მოშორებული უდა იყოს მღებავისაგან და საღებავის დამამზადებლის მაგიდიდან.

ჰაერი ამ საამქროში უნდა შედიოდეს ზედა ზონიდან. ვენტილატორის საჭირო სიმძლავრე

$$N = \frac{Q \cdot P}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_3 \cdot \eta_{\text{მწ}},} \quad (120)$$

სადაც Q არის ვენტილატორის მწარმოებლურობა, მ<sup>3</sup>/სთ; P - ვენტილატორის მიერ შექმნილი წნევა, პა; 102 - გადამყვანი კოეფიციენტი;  $\eta_3$  - ვენტილატორის მქ კოეფიციენტი;  $\eta_{\text{მწ}}$  - მიწოდების მქ კოეფიციენტი (-0,9...1,0).

ელექტროძრავის დადგმული სიმძლავრე

$$N_{\text{დნ}} = a \cdot N, \quad (121)$$

სადაც a სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტი და იცვლება 1,1...1,5.



## 1.9 მაგნე ნივთიერებებიდან ჰაერის გაწმენდის სხვადასხვა საშუალებები

როგორც ავლნიშნეთ მექანიკური ენტილაციით გამოერიცხეთ ყველა იმ ნაკლს, რომელიც თან ახლავს ბუნებრივ ენტილაციას. ეს კი მიღწეულია ღია სახის ადგილობრივი გამწოვებით, რომლებიც განთავსებულნი არიან მტერის წარმოქმნის წყაროდან გარკვეულ მანძილზე. ღია გამწოვების პირველ სახეს მიეკუთვნება გამწოვი (შემწოვი) ქოლგები, ღია გამწოვი პანელები, გვერდითი გამწოვები.

გამწოვი ქოლგების დანიშნულებაა შენობიდან იმ მაგნე წარმონაქმნების გამოდევნა, რომლებიც მიემართებიან ზემოთ, კერძოდ ნებისმიერი მაგნე ნივთიერებები, რომლებიც ხასიათდებიან სითბოს გამოყოფით. ასეთი ქოლგებს მიეკუთვნება გამწოვი ძაბრები (ნახ. 1.21).

გამწოვი (შემწოვი) პანელები გამოიყენებიან მაშინ, როდესაც კონსტრუქციული მოსაზრებით მათი ახლოს განლაგება შეუძლებელია მაგნე ნივთიერებების წარმომქმნელ წყაროსთან. პანელები არსებობენ გვერდითი, კუთხოვანი და დახრილი (ნახ. 1.22 ა,ბ,გ).

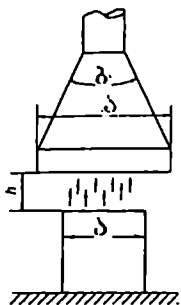
გვერდითი გამწოვები (ნახ. 1.23) გამოიყენებიან აბაზანაში არსებული მაგნე ნივთიერებების გამომყოფი ხსნარების დროს (გალვანური, ამოსაჰმელი, საწრთობი).

გააქტიურების გამწოვებში (1.23 და 1.24) შეწოვილი ჰაერის ნაკადი აცილებს მაგნე ნივთიერებებს წარმოქმნის არეში და გადაბურავს მაგნე ნივთიერებებით სავსე ნაკადს გამწოვის მოქმედების მიმართულებით.

ფასონური გარსაცმები (ნახ. 1.25) გამოიყენებიან ჩარხებში (სალესი, მდარავი და სხვ.). სხვადასხვა ფორმის ნაწილების დამუშავებისას წარმოიქმნება მტვერი და მსხვილი ნაწილაკები, რომლებიც განიბნევიან სამუშაო ადგილზე და შეიძლება მომუშავეს ტრავმა მიაყენოს. მუშა ორგანოზე აწყობენ დამცავგაუმტვერიანობის გარსაცმებს. რაც შეეხება ლითონდამუშავებელ ჩარხებს, მათი ტექნოლოგიური აღჭურვა ხდება მტვერბურბუშელის მიმღებით, რომლის კონსტრუქცია ნაჩვენებია 1.26 და 1.27 ნახაზზე.

ზოგიერთი სახესხვაობა მტვერბურბუშელამიმღებისა, რომელიც მოთავსებულია მჭრელ საბურღ იარაღზე ნაჩვენებია 1.28 ნახაზზე.

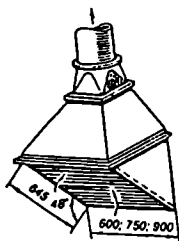
ფართოდაა გავრცელებული საშემდღებელო სანათურაზე აირმიმღებები, რომელთა სხვადასხვა კონსტრუქციის სახესხვაობები ნაჩვენებია 1.29, 1.30 და 1.32 ნახაზზე.



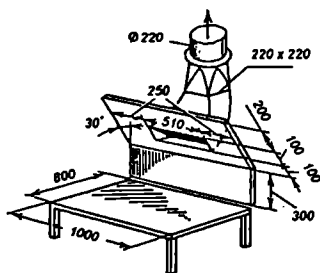
ნახ. 121. გამწოვი კოლგა



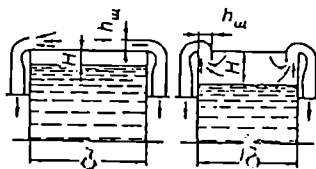
ნახ. 122. გამწოვი პანელი



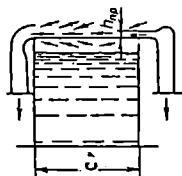
ნახ. 122. ბ. გამწოვი პანელის კონსტრუქციული სქემა



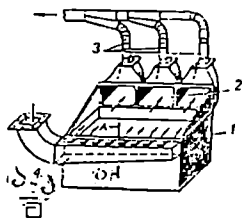
ნახ. 122. გ. გვერდითი გამწოვის სქემა



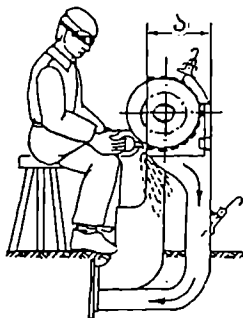
ნახ. 1.22. ე. კიშებიანი გამწოვის სქემა



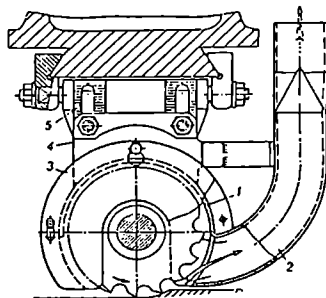
ნახ. 1.23 კიშებიანი გააქტიურების გამწოვი



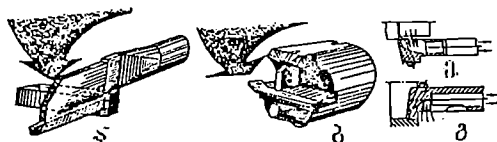
ნახ. 1.24 მრავალსექციანი გვერდითი გააქტიურების გამწოვი: 1 - აბაზანას ტანი; 2 - გამწოვის სექცია; 3 - გამწოვი ვენტილაციის ჰაერსადენები; 4 - ჰაერსადენები.



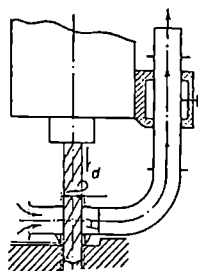
ნახ. 1.25 დამცავაუმტვერიანობის გარსაცმი



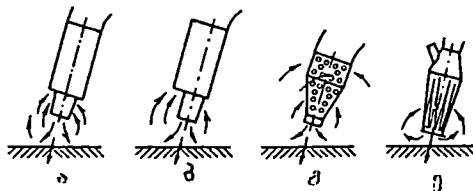
ნახ. 1.26. დისკოიანი ფრესურული ჩარხების მტვერბურბუშელა მიმღები: 1 – მიმღების ტანი; 2 – გამოყვანი მილეული; 3 – მოსახსნელი სახურავი; 4 – საკიდარი; 5 – მიმმართველი ფირფიტა.



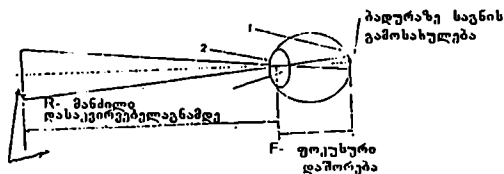
ნახ.1.27. მტვერბურბუშელა მიმღები შეთავსებული მჭრელ იარაღთან ერთად: ა – საჭრისის მონაჭერზე გამწოვი ხერელი; ბ,გ – მტვერბურბუშელა მიმღები სახარატო სამუშაოები.



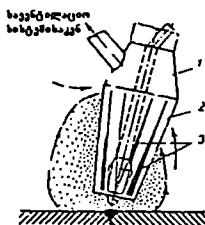
ნახ. 1.28. მტვერბურბუშელა მიმღები საბურღ იარაღზე.



ნახ. 1.29. პაერმიმღების სქემები CO<sub>2</sub>-ით ნახევრადავტომატური შედუღებისას: ა - რგოლური სიმეტრიული; ბ - რგოლური ასიმეტრიული; გ - კონუსისებური ხერელი; კონკუსური ხერელი.



ნახ. 1.30. საშემდუღებლო სანათური გამწოვით: 1, 2 - კონუსისებური და ცილინდრისებური გამწოვი.



ნახ. 1.31. საშემდუღებლო სანათური სოლისებური შემწოვი ხერელებით: 1 - ტანი; 2 - პაერმიმღები; 3 - სოლისებური ხერელები საენტილაციო სისტემისაკენ.

რაციონალური განლაგება ითვალისწინებს დასახელებული არეებიდან ჰაერის დამაბინძურებელი საწარმო ობიექტების მაქსიმალურად შესაძლებელ დაცილებას, მათ ირგვლივ სანიტარული-დამცავი ზონების შექმნას; ადგილის რელიეფის გათვალისწინებას, ერთმანეთის მიმართ საცხოვრებელი ზონების და დამაბინძურებელი წყაროების განლაგებისას ქარების გაბატონებული მიმართულებების გათვალისწინებას. კერძოდ საწარმო დაწესებულება საჭიროა განლაგდეს საცხოვრებელი მასივის მიმართ ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (ნახ. 1.32).

ანუ ქარის მიმართულების და საწარმოს შემადგენელ ადგილზე განლაგების გათვალისწინებით, სადაც ადგილი აქვს კარგ ბუნებრივ აერაციას.

ჰაერის გაწმენდის სისტემების (აირის) ძირითადი პარამეტრებია ეფექტურობა და ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობა. ეფექტურობა განსაზღვრავს მანენ მინარევების კონცენტრაციას აპარატიდან გამოსვლისას, ხოლო ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობა – აპარატში გასაწმენდი აირის გატარებისას ენერგიის დანახარჯს. რაც უფრო მაღალია ეფექტურობა და მცირეა ჰიდრაულიკური წინააღმდეგობა, მით უკეთესია.

გაწმენდის ეფექტურობა ერთ აპარატში ან აპარატების სისტემაში განისაზღვრება ფორმულით:

$$\eta = 1 - \frac{C_{\text{გა}}}{C_{\text{გასვ}}}, \quad (1.22)$$

სადაც  $C_{\text{გასვ}}$  და  $C_{\text{გა}}$  არის ჰაერში მანენ მინარევების მასიური კონცენტრაციის რაოდენობა აპარატში (აპარატების სისტემაში) შესვლისას და გამოსვლისას, მგ/მ<sup>3</sup>. თუ ერთი აპარატის ეფექტურობა არაა საკმარისი გამოსულ ჰაერზე მოთხოვნილი სისუფთავის უზრუნველსაყოფად, მაშინ საჭიროა რამოდენიმე აპარატის თანმიმდევრულად დამონტაჟება, რომელთა ჯამური ეფექტურობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$\eta = 1 - (1 - \eta_1)(1 - \eta_2) \dots (1 - \eta_n), \quad (1.23)$$

სადაც  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  და  $\eta_n$  არის აირგაწმენდის სისტემაში ყოველი აპარატის ეფექტურობა.

ვიცით რა გასაწმენდ ჰაერში მანენ ნივთიერების კონცენტრაცია  $C_{\text{გა}}$  და დადგენილი ზღვრული დასაშვები მანეობა (ზღმ) შეიძლება განესაზღვროთ აირგაწმენდი აპარატის მოთხოვნილი გაწმენდის ეფექტურობა, ან მათი სისტემა ყოველი მანენ ნივთიერებისათვის შემდეგი ფორმულით:

$$\eta_{\text{მომ}} = 1 - \frac{\text{ზღმ}}{QC_{\text{გა}}}, \quad (1.24)$$

სადაც  $Q$  არის აპარატიდან გამოსული ჰაერის ხარჯი, მ<sup>3</sup>/წმ; ზღმ, მგ/წმ.

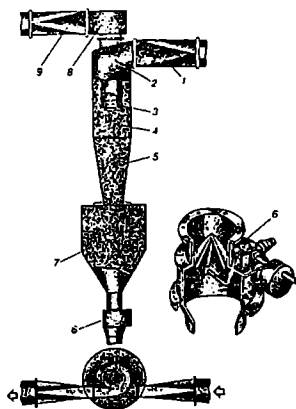
მტვერდამტვრები. ტექნოლოგიური პროცესების შედეგად აპარატების მრავალსახეობანი, რომლებიც იყოფა 2 დიდ ჯგუფად: მშრალი და სველი (სკრუბერები) ინამება წყლით.

განვიხილოთ ყველაზე გავრცელებული რამოდენიმე მათგანი: ციკლონი - პრაქტიკაში ყველაზე დიდი გამოყენება პოვა სხვადასხვა სახის ციკლონებმა: ცალკეულმა, ჯგუფურმა და ბატარეულმა (ნახ. 1.33) ნახაზზე ნაჩვენებია ცალკეული ციკლონი. გასაწმენდი აირი 1 - მილით სპირალისებური შესასვლელიდან - 2,

რომლის დანიშნულებაა ნაკადის დაგრეხვა შედის ჯერ ცილინდრულ, ხოლო შემდეგ კონუსისებურ კორპუსის ნაწილში – 3. მბრუნავ ნაკადში ცენტრალური ძალების ზემოქმედებით აირის ნაწილაკებზე უფრო მძიმე მტერის ნაწილაკები სეპარირებენ (დაცალკევებდნენ) პერიფერიისაკენ და შემდეგ სიმძიმის ძალების ზემოქმედებით ილეკებიან მტერის ბუნკერში – 7, რომლის გასასვლელი ნაკეტილია მტერის ნამკეტით – 6. უფრო სუფთა პაერი კორპუსის ცენტრალური ნაწილიდან გამომფრქვეველი მილით ხედება გაწმენდილი აირის კამერაში – 8, ხოლო შემდეგ გაწმენდილი აირის გამოსასვლელ მილში – 9. მტერის ნამკეტი კეთდება ციმციმის სახით (კონუსისებური სარკველის სახით). როდესაც ბუნკერში დაგროვილი მტერის წონა აღემატება კონუსისებურ სარკველის მიჭერის ძალას (ამ ძალას ქმნის საპირწონე) სარკველი გაიხსნება და მტერი წამოიყრება სათაქსში და საპირწონის მოქმედებით სარკველი კელავ ნაიკეტება.



ნახ. 1.32. საწარმო დაწესებულების განლაგება საცხოვრებელი მასივის მიმართ.



ნახ. 1.33. ცალკეული ციკლონი:

1 - დამტერიანებული აირის შესვლის მილისა; 2 - ხრახნისებრი სახურავი; 3 - გამოსაბოლქვე მილი; 4 - კორპუსი (ცილინდრული ნაწილი); 5 - კორპუსი (კონუსური ნაწილი); 6 - მტერის ჩამკეტი; 7 - ბუნკერი; 8 - გაწმენდილი აირის კამერა; 9 - გაწმენდილი აირის გამოსასვლელი მილი.

არსებობენ მრავალი სახის ციკლონები, მაგრამ მათ შორის ყველაზე მეტი გამოყენება პოვა LIH და CK-LIH სახის ციკლონებში. მოცემული წარმადობის Q (მ³/წმ) ციკლონის საჭირო დიამეტრიც განისაზღვრება ფორმულით

$$d_{\text{საჭ}} = \sqrt{\frac{4Q}{\Pi u_{\text{საჭ}}}}, \text{ მ.}$$

ციკლონის საჭირო დიამეტრიც  $d_{\text{საჭ}}$  უნდა დამრგვალდეს და შეიღწეს ცხრილი 1.4-ის მიხედვით.

ცხრილი 1.4

| პარამეტრი               | ციკლონის ტიპი |         |        |        |           |           |
|-------------------------|---------------|---------|--------|--------|-----------|-----------|
|                         | LIH-15        | LIH-15y | LIH-11 | LIH-24 | CK-LIH-22 | CK-LIH-34 |
| $U_{\text{ფილტ.}}$ მ/წმ | 3,5           | 3,5     | 3,5    | 4,5    | 2,0       | 1,7       |
| $d_{50}$ მკმ            | 4,5           | 6       | 3,65   | 8,5    | 1,13      | 1,95      |
| $\eta_{\text{ფილტ.}}$   | 0,352         | 0,283   | 0,352  | 0,308  | 0,34      | 0,38      |

სადაც  $d_{50}$  ნაწილაკების დიამეტრია;  $\eta_{\text{ფილტ.}}$  - აპარატის პარამეტრები;

**ჯგუფური ციკლონები.** ჯგუფურ ციკლონში დაჯგუფებულია ცალკეული ციკლონები, რომელსაც აქვთ საერთო მტერის მიმღები ბუნკერი და გამოსასვლელი კამერა.

**ფილტრები.** მტვერდამკერ ტექნიკაში ფართოდ გამოიყენება ფილტრები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მტერის მცირე ნაწილაკების დაჭერის ეფექტურობას. გაწმენდის პროცესი მოიცავს გასაწმენდი პაერის გატარებას ფოროვან ტიხრებში ან ფოროვანი მასალების შრეებში. ტიხარი მუშაობს, როგორც საცერი და არ ატარებს მტერის ნაწილაკებს, რომელთა დიამეტრის ზომები აღემატება ფორების დიამეტრს. უფრო მცირე ზომის ნაწილაკები შედიან ტიხრებში და ინერტული, ელექტრული და დიფუზორული პროცესების ხარჯზე ხდება მათი გატყევა ფორების დაკლანკილ მრუდეებში. მაფილტრილებელი მასალების ტიპების მიხედვით ფილტრები იყოფა ნატრისებურად, ბოტკოვანისებურად და მარცლოვანისებურად.

**ნატრისებურ სახელოიან ფილტრებს** (ნახ. 1.34) მაფილტრილებურ მასალად აქვს ბამბის ნატერი, შალის, ლავსანის, ნეილონის, მინისებური, ლითონის და ა.შ. ასეთი ფილტრირების მექანიზმია საცერი. აირს ფილტრავს არა მარტო და არა იმდენად მაფილტრილებელი ნატერი, რამდენადაც მის ზედაპირზე წარმოქმნილი მტერის ფენა. ამიტომ ასეთი ფილტრები შეიძლება რეგენერებული (აღდგენილი) იქნას ნატრის ზედაპირიდან მტერის ჩამოყრის საშუალებით. ე.ი. ფილტრირების მექანიზმი მნიშვნელოვანი ხარისხით ზედაპირულია (ნახ. 1.35).

**ბოტკოვანი ფილტრები** – ეს არის ბოტკოების თხელი და უღტრათხელი ფენა არა რეგულარული და ქაოტური სტრუქტურით. მტერის ნაწილაკები შედიან ფენის

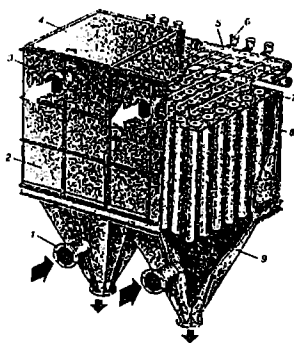


შიგნით და იქ ჩერდებიან, ე.ი. ფილტრირების მექანიზმი – მოცულობითია. ასეთი ფილტრები ცუდად რეგინირდებიან (აღდგებიან), რადგანაც მტერის მოცილება შიგნიდან რთულია. ბოჭკოვანი ფილტრები უსრუნველყოფენ ულტრათხელი ნაწილაკებისაგან გაწმენდის მაღალ ხარისხს. ასეთი ფილტრები გამოიყენებიან შენობაში შემავალი ჰაერის გასაწმენდად, აგრეთვე გამოიყენებიან ძვირფასი ნივთიერებების (ოქრო. ალმასი) მცირე რაოდენობის დასაჭერად, რომლებიც წარმოიქმნებიან მათი დამუშავების დროს. ასეთი სახის ფილტრები არ რეგინირდებიან (აღდგებიან) და უმეტეს შემთხვევაში იცვლებიან.

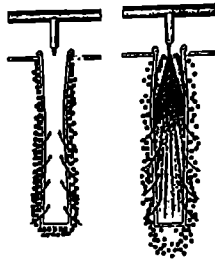
მარცვლოვანი ფილტრები – წარმოადგენენ სათაეს, სადაც ჩაყრილია მარცვლოვანი მასალა (მაგ. კვარცის ქვიშა).

ელექტროფილტრები. ელექტროფილტრები ყველაზე მეტად გამოიყენებიან მეტალურგიაში და თბოენერგეტიკაში, სადაც იხმარება ნახშირის საწვავი. ვერტიკალური ცილინდრისებური ელექტროფილტრი ნაჩვენებია ნახ. 1.36 ელექტროფილტრის ძირითადი ელემენტებია ელექტროდების წყვილი, რომელთაგან ერთი მათგანი გვირგვინოვანია. ხოლო მეორე საღეჭი. ელექტროდებზე მიეწოდება მუდმივი მაღალი ძაბვა (14-დან 100კღე). ელექტროფილტრის მუშაობის არსი შემდეგშია (ნახ. 1.37ა): მაღალი ძაბვისას მაკარონირებულ ელექტროდში წარმოიქმნება გვირგვინოვანი განმუხტვა და იწყება ჰაერის იონისაცია – წარმოიქმნება დადებითი და უარყოფითი იონები.

ელექტროდებს შორის სივრცეში ტარდება გასაწმენდი აირი, იონები ადსორბირებენ მტერის ნაწილაკის ზედაპირზე, მუხტავენ მათ.



ნახ.1.34. ნაჭრისებრი სახელოანი ფილტრი: 1 – დამტვერიანებული აირის შესასვლელი; 2 – კორპუსი; 3 – გაწმენდილი აირის გამოსასვლელი; 4 – სახურავი; 5 – შეკუმშული ჰაერის კოლექტორი; 6 – სარქველებიანი სექცია; 7 – მომსახურების ლიუკი; 8 – კორპუსის ამონატი (ამოგება); 9 – მიმმართველი ნიჩბები; 10 – ნახევრები, სითხის ჩამოქცევისათვის.



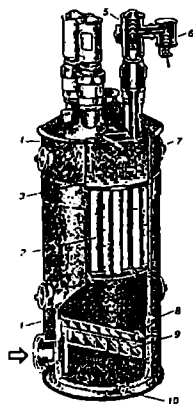
ნახ.1.35. სახელოიანი ფილტრების რეგენერაციის მექანიზმი

უარყოფითად დამუხტული მტერის ნაწილაკები იწყებენ გადაადგილებას დადებითად დამუხტულ ელექტროდისაკენ, ეკვრიან მას და კავდებიან იქ ელექტრული ძალით. ელექტროდები მზადდება სხვადასხვა ფორმის (ნახ. 1.37ბ)-ზე ნაჩვენებია ელექტროდების წყვილის კონსტრუქცია მილისებური დასალექი ელექტროდით.

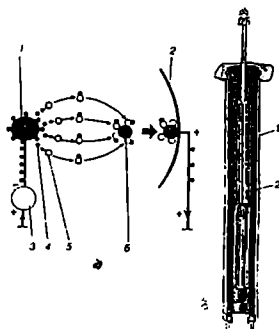
ელექტროფილტრებში ელექტრონერგიის ხარჯი გასაწმენდი ჰაერის მოცულობის ერთეულზე მცირეა და ამ კრიტერიუმებით უწევენ კონკურენციას და აღემატებიან სხვა ტიპის მტვერდამტკერებს (ფილტრებს), მაგრამ რთულია ელექტრომეურნეობა, მაღალი ძაბვების საშიშროება, ითხოვს სპეციალურად მომზადებულ პერსონალს. ამიტომ მათ იყენებენ დიდ საწარმოო ობიექტებზე და იმ აუცილებლობისას, როდესაც გასაწმენდია დიდი მოცულობის და ძლიერად დაბინძურებული გამავალი აირები.

სველი სახის მტვერდამტკერები. ასეთი სახის მტვერდამტკერების გამოყენება მიზანშეწონილია მაშინ, როდესაც საჭიროა მაღალტემპერატურიანი აირების გაწმენდა, ხანძარფეთქებადსაშიში მტერის დაჭერისას და იმ შემთხვევებში, როდესაც მტერის ნაწილაკების დაჭერასთან ერთად აუცილებელია ტოქსიკურმინარეიანი აირებისა და ორთქლის გაწმენდა. სველი სახის მტვერდამტკერ აპარატებს სკრუბერები ეწოდება. ასეთი სახის აპარატების მოქმედების არე სხვადასხვაა. განვიხილოთ მათი მოქმედების არე ქაფიანი აპარატის მაგალითზე (ნახ. 1.38). აპარატი კეტაში გადახლართულია გისოსების რამდენიმე რიგით. თითოეული რიგი შედგება ქაფწარმომქნელი და ქაფის მასტაბილიზირებელი გისოსებისაგან – 3,4. გისოსების ზემოთ სარწყავი მოწყობილობით – 5 მიეწოდება წყალი ან წყლის რომელიმე ხსნარი. ქაფის წარმოქმნის გასაუმჯობესებლად წყალში შეიძლება დავამატოთ ქაფწარმომქნელი ნივთიერებები (მაგ. ზედაპირულ-აქტიური ნივთიერებები). მტერის ნაწილაკები ქაფში კოაგულირდება, ჩავარდება გისოსების ნახევრეტებში და შლამის სახით იკრიბება აპარატის ქვედა ნაწილში, საიდანაც გადადის შლამშემკრებში. ნახ.

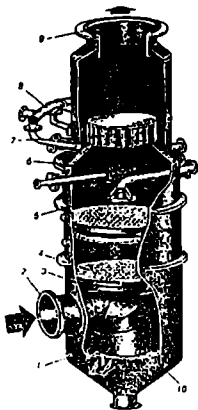
1.39-ზე ნაჩვენებია სქემა, რომელიც ნათლად წარმოგიდგენს ქაფიანი აპარატის მოქმედების პრინციპს. სველი აირის აპარატების უარყოფითი მხარეა წყლით მომარაგების სისტემების არსებობა და წყლის რეკირკულაცია განმეორებითი მოხმარებისათვის.



ნახ.1.36. ელექტროფილტრი: 1 - კორპუსი; 2 - მილისებრი დამლექი ელექტროდები; 3 - გვირგვინოვანი ელექტროდი; 4 - კოლექტორი პერიოდული რეცხვისათვის; 5 - საიზოლიატორო ყუთი; 6 - კოლოფი ღენის მიყვანისათვის; 7 - მომსახურების ლიუკი; 8 - გარსაცმის ამონაგი; 9 - მიმმართველი ფრთები; 10 - ნახერტი, წყლის გადმოსაქცევად.



ნახ.1.37. ელექტროსტატიკური მეთოდით ნაწილაკების დაღლქვის სქემა. ა): 1 - გვირგვინოვანი ელექტროდი; 2 - საღლქი ელექტროდი; 3 - ელექტრული კვების აგრეგატი; 4 - ელექტრონი; 5 - აირის მოღუეკულა; 6 - დასაღლქი ნაწილაკი. ბ): 1 - მილისებრი საღლქი ელექტროდი; 2 - გვირგვინოვანი ელექტროდი.



ნახ. 1.38 კატალიზური რეაქტორი

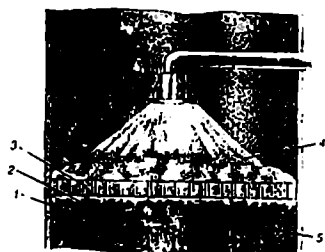
მაგნე აირების ნარევიდან წარმოადგენს აირების გამოსაცდელად გამოიყენება შემდეგი მეთოდები: აბსორბცია, ხეშოსორბცია, ადსორბცია, სრული თერმული წვა, კატალიზური განეიტრალება.

**აბსორბცია** – ეს არის მოქმედება როდესაც წყლის საშუალებით მაგნე აირის მინარევებიანი გაიხსნება სერბენტით. ამ მეთოდით შესაძლებელია იმ აირებისა და ორთქლის ნარევების დაჭერა, რომლებიც კარგად იხსნებიან. ასე მაგალითად: წყალში კარგად იხსნებიან ამიაკი, ქლორწყალბადი, ფტორწყალბადი. მუყეების და ტუტეების ორთქლი და სხვ. ეს მეთოდი ფართოდ გამოიყენება აგრეთვე გოგირდის დიოქსიდის დასაჭერად. აბსორციული პროცესების დროს გამოიყენებიან ის სველი სახის აპარატები, რომლებსაც წარმატებით იყენებენ ტექნიკაში მტერის დასაჭერად.

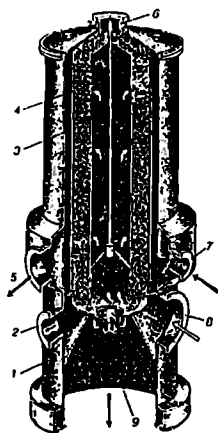
**ხეშოსორბცია** – გამოიყენება იმ აირივანი ნარევის დასაჭერად, რომლებიც არ ან ცუდად იხსნებიან წყალში. ხეშოსორბციის მეთოდის დროს გასაწმენდი აირი ირწყვება რეგენტების ხსნარებით, ხოლო ეს უკანასკნელი ქიმიურ რეაქციაში შედიან მაგნე მინარევებთან და წარმოქმნიან არატოქსიკურ ქიმიურ შემადგენლობებს. ამ მეთოდს ფართოდ იყენებენ გოგირდის დიოქსიდის დასაჭერად. განცალკევებული აირი ირწყვება კირქვების სუსპენზიით ( $\text{CaCO}_3$ ), კირქვების რძით  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , ან მაგნეზიტის სუსპენზიით ( $\text{MgO}$ ).

**ადსორბცია** – ამ მეთოდით ხდება მიკროფორივანი ადსორბციის (გააქტივირებული ნახშირი, გეარჯილა, ცეოლიტი) სუდაპირზე მაგნე ნივთიერებების მოლეკულების დაჭერები. ეს მეთოდი ძალზედ ეფექტურია, აირის დამტვერიანებისადმი მკაცრი მოთხოვნებით – არა უმეტეს 2 მგ/მ<sup>3</sup>. ერთ-ერთ

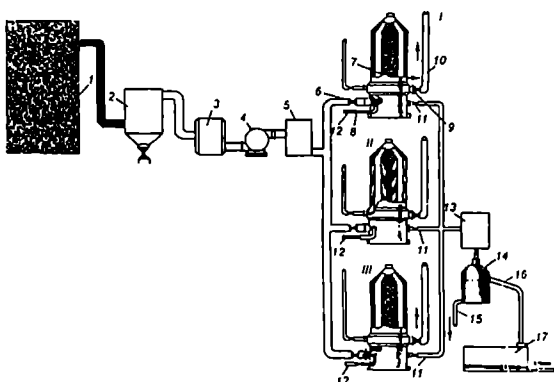
საუკეთესო აღსორბენტად ითვლება გააქტიურებული ნახშირი, რომლის 1 გრ შეიცავს 1600მ<sup>2</sup>-მდე ზედაპირს. აღსორბცია ფართოდ გამოიყენება გამხსნელების ორთქლის, არასასიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერებების, ორგანული შენაერთების და სხვა მრავალ აირებში მავნეობის დასაჭერად. აღსორბენტის კონსტრუქციის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ აირწინაღი. სამრეწველო წრეული აღსორბენტის კონსტრუქცია მოყვანილია ნახ. 1.40<sup>ა</sup>-ზე, ხოლო აღსორბციული მოწყობილობის დაყენების სქემა ნახ. 1.40<sup>ბ</sup>-ზე.



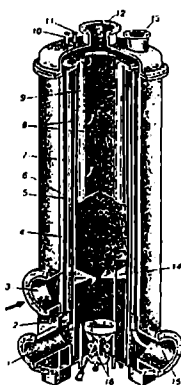
ნახ. 1.39 ქაფიანი სკრუბერის მოქმედების პრინციპი: 1 - ქაფწარმოქმნელი გისოსები; 2 - ტურბულანსირებული ქაფი; 3 - ქაფის ფენის სტაბილიზატორი; 4 - ხარწყავი სითხე; 5 - შლამი.



ნახ. 1.40<sup>ა</sup> აღსორბერი: 1 - ტანი; 2 - რეკუპერატორის შესასვლელი; 3 - კალათა; 4 - სორბენტი (გააქტივირებული ნახშირი); 5 - ორთქლპაერიანი ნარევის გამოსასვლელი; 6 - სორბენტის დატვირთვა; 7 - ორთქლის შესასვლელი; 8 - ორთქლპაერიანი ნარევის შესასვლელი; 9 - სორბენტის გადმოტვირთვა.



ნახ. 1.40<sup>ბ</sup> ადსორბციული მოწყობილობის დაყენების სქემა: 1 - გაჭუჭყიანების გამოყოფი წყარო; 2 - სახელეუარიანი ფილტრი; 3 - ცეცხლგადამღობი; 4 - ენტილატორი; 5 - მაცივარი; 6 - გაწმენდილი ნარევის შემოსასვლელი სარქველი; 7 - ადსორბერი; 8 - გამწვანალი აირის შემოსასვლელის სარქველი; 9 - გაწმენდილი აირის გამოსატყორცნი სარქველი; 10 - გაწმენდილი აირის გამოსატყორცნი მილი; 11 - რეკუპერატორის გამოსასვლელი; 12 - გამწვანალი პერის შესასვლელი; 13 - მაცივარი-კონდესატორი; 14 - სეპარატორი; 15 - წყალი; 16 - ბენზინი; 17 - ტეფალობა.



ნახ.1.41 კატალიზური რეაქტორი

გასაწმენდი აირი გაივლის რა ადსორბენტის რგოლურ ფენაში გაიწმინდება. ადსორბენტის რეგენერაცია (აღდგენა) ხორციელდება ცხელი წყლის ორთქლის

შებენი და შემდეგში ცხელი პაერით გამოშრობით, ე.ი. აპარატის მუშაობა მიმდინარეობს 3 ეტაპად, რომელთა განხორციელებისათვის აუცილებელია აპარატების სამი პარალელური ხაზი. თითოეული აპარატი მუშაობს განსაზღვრული სტადიის დროს – ერთი აღსორბციის, მეორე წყლის ორთქლის შეგერეისას, მესამე – ცხელი პაერით გამოშრობის რეჟიმში. შემდეგ ხდება მათი გადართვა სხვა რეჟიმში. აღსორბერების წინ დაყენებულია მაცივარი, აირის გასაცივებლად, მათ შემდეგ დაყენებულია მაცივარ-კონდესატორი რეგენერაციისას (აღდგენისას) მოსაცივლებელი წყლისა და მინარეგების ორთქლის კონდენსაციისათვის.

თერმიული კმაწვა – ეს არის პროცესი მაგნე ნიფთიერებების ჟანგვისა პაერის ჟანგბადით მაღალ ტემპერატურაზე ( $900+1200^{\circ}\text{C}$ ). თერმიული კმაწვის საშუალებით ჟანგავენ ტოქსიკურ მხუთავ აირს  $\text{CO}$  –ს არატოქსიკურ ნახშირჟანგის აირამდე –  $\text{CO}_2$  ( $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ ), ნახშირწყალბადის  $\text{C}_n\text{H}_m$  ნახშირორჟანგის აირამდე და წყალბადამდე – ( $\text{C}_n\text{H}_m + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ).

კატალიტიკური ნეიტრალიზაციას აღწევენ კატალიზატორული მასალებით, რომლებიც აქარებენ ან პქმნიან რეაქციის მიმდინარეობის შესაძლებლობას მნიშვნელოვნად პატარა ტემპერატურაზე ( $250...400^{\circ}\text{C}$ ). კატალიზატორებად გამოიყენებიან პირველ რიგში კეთილშობილი ლითონები – პლატინა, კერამიკულ ან ლითონურ მატარებლებზე განთავსებული თხელფენოვნად დახერხილი ფოლადები, ტიტანის დიოქსიდი, პენტამჟანგავის ვანადიუმი და ა.შ. თერმოკატალიზური რეაქტორის კონსტრუქცია მოცემულია ნახ. 1.41-ზე. გასაწმენდ აირს გაატარებენ კატალიზატორის – 7 ფენებში, სადაც კატალიზატორის ზედაპირზე მიმდინარეობს ექსოთერმიული დამჟანგავი რეაქცია, ამ დროს აირის ტემპერატურამ შეიძლება მაღაწიოს  $250-400^{\circ}\text{C}$ -დან  $500^{\circ}\text{C}$ -მდე. ამ ენერგიის გამოყენებისათვის და ამის შედეგად საწვავის შესამცირებლად, სანათურა – 16-ს მიეწოდება წინასწარგათბობისათვის გასაწმენდი აირები, რომლებიც გამოდიან კატალიტიკური ფენებიდან.

დაბინძურებულ აირებში მუშაობისას ინდივიდუალური დაცივის საშუალებად გამოიყენებიან რესპირატორები და აირწინალები.

#### 1.10 სამუშაო ადგილებზე მეტეოროლოგიური პირობების კონტროლი

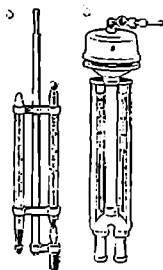
სამუშაო ადგილებზე, მეტეოროლოგიური პირობების კონტროლისას გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდები და საკონტროლო საზომი ხელსაწყოები. სახსტ. – 12.1.005-76-ის თანახმად, პაერის ტემპერატურის გაზომვის მეთოდების და ხელსაწყოების ცდომილება არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  და პაერის ტენიზობის

გაზომვისას ცდომილება არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 5\%$ -ს, არა უმეტეს 5 წუთის ხანგრძლივობის დროში გაზომვების ჩატარებისას. თუ გაზომვის ადგილებში არის ინფრაწითელი გამოსხივების წყაროები, მაშინ ხელსაწყოების ცდომა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 17\%$ -ს. ჰაერის მოძრაობის გაზომვის მეთოდების და ხელსაწყოების ცდომა არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 0,1$  მ/წმ.

საწარმოო შენობებში და სამუშაო სონაში ჰაერის ტემპერატურას მთლიანობაში ზომავენ ევრცხლისწყლიანი ან სპირტიანი თერმომეტრებით. (ეს უკანასკნელი გამოიყენება  $-100^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის გასაზომად, რადგანაც სპირტი არ იყინება). დროში, ტემპერატურის უწყვეტ რეგისტრაციას ახდენენ, სპეციალური თვითჩამწერი ხელსაწყოების – თერმოგრაფების დახმარებით. საწარმოო შენობებში, სადაც არის ისეთი მოწყობილობანი, რომელნიც იძლევიან სითბურ გამოსხივებას, ჩვეულებრივი თერმომეტრებით ტემპერატურის გაზომვა შეუძლებელია. ამ შემთხვევაში ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება წყვილი, ევრცხლისწყლიანი თერმომეტრი, რომელსაც ევრცხლის წყლის ერთი რესერვუარი გაშვებული აქვს (შთანთქავს სითბურ გამოსხივებას), ხოლო მეორე დაფარულია ევრცხლის ფენით (აირეკლავს სითბურ გამოსხივებას) სპეციალური ცხრილების საშუალებით პოულობენ (ორივე თერმომეტრის მანევრების მიხედვით), შენობებში ჭეშმარიტ ტემპერატურას. წყვილი თერმომეტრების ჩვენებისა და ქვემოთ მოყვანილი ფორმულის საშუალებით შესაძლებელია გარემოში არსებული ფაქტიური ტემპერატურის განსაზღვრა:

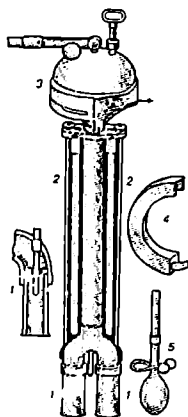
$$t_{\text{ყ}} = t_{\text{ა}} - K(t_{\text{ა}} - t_{\text{ა}})^{\circ}\text{C}, \quad (1.22)$$

სადაც  $t_{\text{ა}}$  არის თეთრი პრიალა თერმომეტრის ჩვენება;  $t_{\text{ჟ}}$  - შავი რესერვუარის მქონე თერმომეტრის ჩვენება;  $K$  - ხელსაწვოს მაგრადუირებული ფაქტორი, რომელიც მიღებულია მისი დამზადების დროს.

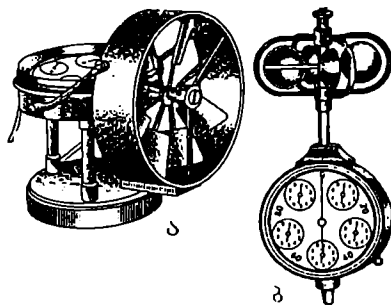


ნახ. 142. ა.ბ. სტაციონარული ფსიქრომეტრები: ა. ავგუსტის (უბრალო), ბ. ასმანის (ვენტილატორით).

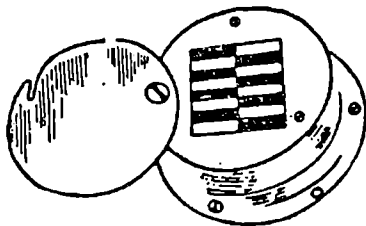




ნახ. 142.ბ. ასმანის ფსიქრომეტრი: 1. ლითონის მიღები, რომელშიც მოთავსებულია თერმომეტრის რესერვუარები, 2. თერმომეტრი, 3. ასპირატორი, 4. ქარისაგან დამცავი, 5. სველი თერმომეტრის დასანამი პიკეტი.



ნახ. 143. ა.ბ. ანემომეტრები: ა. - ფრთებიანი, ბ. - ჯაშებიანი



ნახ. 1.44

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასასომად იყენებენ ფსიქომეტრებსა (ნახ. 1.42ა.ბ.) და ჰიდრომეტრებს. ფსიქომეტრები შეიძლება იყოს ასპირაციული ან სტაციონარული. აუგუსტის სტაციონარული ფსიქომეტრი (ნახ.5. 33.ა. 142ა.) შედგება ორი ერთნაირი ვერცხლისწყლიანი თერმომეტრისაგან – მშრალი და სველი. სველი თერმომეტრის ვერცხლისწყლიანი რეზერვუარი შეხებულია ჰიდროსკოპიულ ქსოვილში და მისი ბოლო ჩაშვებულია დისტირილებულ (გამოხდილ) წყლიან აბაზანაში. სპეციალურ ცხრილებით მშრალი და სველი თერმომეტრების მაჩვენებლების მიხედვით, განსაზღვრავენ (ნახ. 5-45.ბ.) ჰაერის ფარდობით ტენიანობას. ასმანის ასპირაციული ფსიქომეტრი (ნახ.1.42.ბ.) ჩვეულებრივისაგან განსხვავდება მცირე ზომის ვენტლიატორის არსებობით, რომლის საშუალებითაც გამოსაკვლევი ჰაერი მუდმივი სიჩქარით მიედინება ხელსაწყოში. ასპირაციული ფსიქომეტრი საშუალებას იძლევა მივიღოთ უფრო ზუსტი მაჩვენებლები.

ჰაერის მოძრაობის (ნახ.1.43.ა.ბ.) სიჩქარეს ზომავენ ფრთიანი ან ჯამებიანი ანემომეტრებით (ნახ.5.34.ა.ბ.) ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეებს ზომავენ თერმოანემომეტრებით და კატათერმომეტრებით.

სითბური გამოსხივების ინტენსივობას ზომავენ აქტინომეტრებით(ნახ.1.47). თერმომეტრებზე ათელილი შედეგებისა და ქვემოთ მოყვანილი ფორმულების საშუალებით შესაძლებელია ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრა:

სტაციონარული ფსიქომეტრის შემთხვევაში

$$\varphi = [F_1 - \alpha(t_{\text{შ}} - t_{\text{ვ}})P] \frac{100}{F}, \% ; \quad (1.25)$$

ასპირაციული ფსიქომეტრის შემთხვევაში

$$\varphi = \left[ F_1 - 0,5(t_{\text{შ}} - t_{\text{ვ}}) \frac{P}{763} \right] \frac{100}{F}, \% . \quad (1.26)$$

სადაც  $\varphi$  არის ფარდობითი ტენიანობა;  $t_{\text{ჰ}}$ ,  $t_{\text{კ}}$  - შესაბამისად მშრალი და სველი თერმომეტრის ჩვენება;  $F_1$ ,  $F$  - ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის მაქსიმალური რაოდენობა მშრალი ( $t_{\text{ჰ}}$ ) და სველი ( $t_{\text{კ}}$ ) თერმომეტრების ჩვენების დროს;  $P$  - ბარომეტრული წნევა. მშ.ვ.წ.ს.ე.  $\alpha$  - ფსიქომეტრული კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე.

2.1 ადამიანის მდგომარეობაზე საწარმო განათების გავლენა

დაბნელებულ მდგომარეობაში მომუშავეთათვის შრომის ხელსაყრელი პირობების შექმნა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული განათებაზე. საწარმოო შენობებისა და სამუშაო ადგილების რაციონალური განათება ზრდის წარმოების კულტურას, აუმჯობესებს შრომის სანიტარულ-ჰიგიენურ პირობებს, განაპირობებს დადლილობის დაქვეითებას. სათანადო დონეზე განათება იწვევს საწარმოო ტრავმატიზმის შემცირებას, შრომის ნაყოფიერების ამაღლებას.

არასაკმარისი განათება იწვევს თვალის მხედველობითი უნარის დაქვეითებას, მხედველობითი ორგანოების მუდმივ დაძაბვას. რის შედეგადაც ადამიანი სწრაფად იღლება. ადამიანის გადაღლა მუშაობის დროს იწვევს ყურადღების დაქვეითებას და საბოლოო ჯამში საწარმოო ტრამეას. გადაჭარბებული განათება იწვევს თვალის შუქმგრძნობიარობის დაქვეითებას და ამის გამო ადამიანი შეიძლება დროებით დაბრმავდეს. ძლიერი განათება, (სიკაშკაშე) განსაზღვრულ პირობებში განაპირობებს ადამიანის ორიენტაციის დაკარგვას საწარმოო ვითარებაში და ამით ტრავმატიზმის პოტენციური საშიშროების გაზრდას. განათების სიმკვეთრის მომატებისას ხშირად ზედაპირები იწყებენ ბრწყინვას, რომელიც საგნის ზედაპირთან კონტრასტში მოდის საერთო გარემომცველი სინათლის ფონზე და აქედან გამომდინარე იწვევს თვალის მგრძნობელობის კონტრასტულობას. ასეთი განათება არღვევს თვალის უნარს, შეეგუოს ხედვის გადატანას ბნელიდან ნათელ საგანზე და პირიქით, ანუ ირღვევა თვალის ადაპტაცია. საერთოდ ცნობილია, რომ ადამიანის თვალს ახასიათებს შეგუების უნარი სხვადასხვა ხარისხის განათების მიმართ, რაც აიხსნება ადაპტაციური და აკომოდაციური თავისებურებებით. ადაპტაცია, არის უნარი, თვალის გუგის გაფართოების და შევიწროების საშუალებით შეეგუოს სხვადასხვა ხარისხის განათებას. აკომოდაცია კი არის თვალისაგან სხვადასხვა მანძილზე მყოფი საგნების ნათელი გარჩევის უნარი. თვალის ადაპტაციას სჭირდება დრო – ნათელიდან ბნელისაკენ 30 წუთი და ბნელიდან ნათელისაკენ ერთ წუთამდე. თვალის ადაპტაციის დარღვევა აგრეთვე, აუარესებს მხედველობით აღქმას და საბოლოოდ აღიძვრება იგივე შედეგი, რაც განათების უკმარისობისას. თვალის შეგუების უნარი სხვადასხვა ხარისხის განათებისადმი არ არის უსაზღვრო. ხშირი შეგუება ქანცავს მხედველობის ორგანოებს და თანდათანობით ამცირებს თავდაცვითი რეაქციის უნარს, რამაც

შეიძლება გამოიწვიოს თვალის პროფესიული დაავადება – ნისტაგმი, რაც თავის მხრივ, ზრდის უბედურ შემთხვევათა რაოდენობას. განსაკუთრებით მკვეთრად გავლენას ახდენს ადამიანის მხედველობაზე ზედმეტი სიკაშკაშე, თვალისმომკრელი ზეგავლენის გამო.

არაშესაფერისი განათებისას, ხანგრძლივი სამუშაოების შესრულების დროს, ვითარდება ისეთი თვალის დაავადებები, როგორიც არის ახლომხედველობა, დამწვრობა სინათლისაგან, თვალეში ჩხვლეტა, კატარაქტა და ასევე, თავის ტკივილები.

## 2.2. ბუნებრივი და ხელოვნური განათება. განათების ნორმირება

საწარმო შენობებისა და სამშენებლო მოედნების განათება შეიძლება იყოს ბუნებრივი, ხელოვნური და კომბინირებული.

შენობათა ბუნებრივი განათება ეწოდება მზისგან განათებას (პირდაპირი ან არეკლილი) სხივებით. რომელიც აღწევს სასინათლე ღიობებიდან ან შენობის ტრიბუნიდან. საწარმოო შენობების ბუნებრივი განათება შეიძლება იყოს ზედა, გვერდითი და კომბინირებული (როდესაც ხდება ზედა და გვერდითი განათების შერწყმა). დღის ბნელ პერიოდში სამუშაოთა წარმოებისას აწყობენ ხელოვნურ განათებას. იგი იყოფა სამუშაო, საავარიო, საევაკუაციო და დაცვით განათებად.

საწარმოო განათება გათვალისწინებულია ყველანაირი ნაგებობისათვის. ასევე, ღია უბნებისათვის, სადაც ხდება მუშაობა, ხალხის მიმოსვლა და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობა. ავარიული განათება იხმარება მუშაობის გასაგრძელებლად, საწარმო განათების ავარიული გამორთვის დროს. საევაკუაციო განათებას აწყობენ საწარმო განათების ავარიული გამორთვის შემთხვევაში, შენობებიდან ხალხის ევაკუაციისათვის. საევაკუაციო განათებას აწყობენ ევაკუაციის ძირითადი გზების ადგილას და გასასვლელების ადგილას, რომლებიც დაკავშირებულია არიან ტრამვატისმის საშიშროებასთან. დაცვითი განათება ემსახურება დღე-ღამის ბნელ პერიოდში საწარმო შენობების ან ნაგებობების განათებას არასამუშაო დროს, მასზე მეთვალყურეობის მიზნით. დაცვით განათების სახით ხშირად გამოიყენება დაცვითი განათებისათვის. საწარმო შენობებში დღისით, არასაკმარისი ბუნებრივი განათებისას, აწყობენ შეთავსებით განათებას, - ბუნებრივ განათებას ემატება ხელოვნური. სამუშაო ელექტროგანათებას აწყობენ ყველა სამუშაო მოედანზე, უბანზე, სამუშაო ადგილებში ღამით, სამუშაოთა წარმოების მიზნით.

საავარიო განათებას ითვალისწინებენ განსაკუთრებით საპასუხისმგებლო კონსტრუქციების ბეტონირების ადგილებზე იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნოლოგიის მოთხოვნილებით ბეტონის ჩასხმისას შესვენება დაუშვებელია. საავარიო განათება გამოიყენება სამუშაო განათების უცარი გამორთვის შემთხვევებში. საწარმო შენობებსა და სამუშაო უბნებზე განათება ნორმირდება სახსტ.დაწ 11.4.92-ით.

განათებულობა ეწოდება სინათლის ნაკადის ზედაპირულ სიმკვრივეს, რომელიც ეცემა მოცემულ ზედაპირზე. განათებულობა იზომება ლუქსებში (ლქ). ერთი ლუქსი ტოლია 1 ლუმენი სინათლის ნაკადისა, რომელიც თანაბრად ნაწილდება 1მ<sup>2</sup>- ფართობზე. ბუნებრივი და ხელოვნური განათება და განათებულობა სამუშაო უბნებზე საწარმო შენობების შიგნით ხელოვნური განათების დროს ხასიათდება სტნდწ 11-4-91-ის შესაბამისად. ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტი (ბგკ). გამოისახება პროცენტებში და წარმოადგენს შეფარდებას ბუნებრივი განათებულობისას, რომელიც იქმნება დღის სინათლის საშუალებით შენობის შიგნით, მოცემული ზედაპირის ზოგიერთ წერტილში, გარე პორიზონტალური განათებულობის ერთდროულ მნიშვნელობასთან, რომელიც იქმნება მთლიანად მზის სინათლით. ბგკ-ის ნორმირებული მნიშვნელობა სხვადასხვა დანიშნულების შენობებისათვის მოყვანილია საწნწ-11.4-91-ში. ცალმხრივი გვერდითი ბუნებრივი განათებისას ნორმირდება ბგკ-ის საშუალო მნიშვნელობა წერტილში, რომელიც სასინათლო დიობებიდან ყველაზე მეტად დაცილებულიკედლისაგან 1 მეტრის მანძილზე მდებარეობს. წერტილს იღებენ შენობის დამახასიათებელი ჭრილის ვერტიკალური სიბრტყით გადაკვეთის ადგილას და პირობითი სამუშაო ადგილის ზედაპირიდან (ან იატაკიდან).

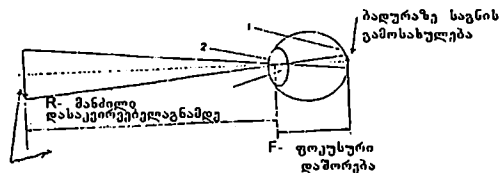
ორმხრივი განათებისას ბგკ-ს მინიმალური მნიშვნელობა ნორმირდება შენობის შუა წერტილში დამახასიათებელი ჭრილის ვერტიკალურ სიბრტყესთან გადაკვეთის ადგილებში. ქალაქებში და დასახლებულ პუნქტებში ქუჩების, გზების და მოედნების განათების პროექტირებისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ სრულყოფილი ზედაპირების საშუალო სიკაშკაშის ნორმებით. ზედაპირის სიკაშკაშე ეწოდება გამოსაკელევი მიმართულებით ზედაპირის მიერ გამოსხივებულ სინათლის ძალის თანაფარდობას ნათებადი ზედაპირის პროექციასთან სიბრტყეზე, რომელიც პერსპექტიულია ამ მიმართულებისა. სინათლის ძალა – სინათლის ნაკადი მიეკუთვნება სივრცით კუთხეს, რომლის საზღვრებშიც ის ვრცელდება.

სინათლის ნაკადი წარმოადგენს სინათლის ენერგიის სიმძლავრეს, რომელიც მოედინება წერტილოვანი წყაროდან ერთი სტერადიანი სხეულოვანი კუთხით, როცა სინათლის ძალა ერთი კანდელია. სინათლის ნაკადი იზომება ლუმენებში. საწარმოო

ეთარების გაუმჯობესებისა და შრომის ნაყოფიერების გაზრდისათვის, განათების პროექტირებისას, აუცილებელია შეიქმნას განათების თანაბრად განაწილებული სიკაშკაშე. ამისათვის უნდა დავიცვათ გარკვეული თანაფარდობა საერთო განათებულობასა და სამუშაო ადგილების განათებულობას შორის.

სამუშაო მოედნებსა და სამუშაო უბნებს უნდა გააჩნდეს არანაკლები ორი ლუქსი, საერთო, თანაბარი განათებულობა. სამუშაო მოედნებზე ორივე მიმართულებით მოძრაობის ინტენსივობისას 400 აგტ/სთ-ში და მეტი სააგეტომობილო გზებს უნდა ჰქონდეთ სამი ლუქსი განათებულობა. 200 – 400 აგტ/სთ-ში მოძრაობის ინტენსივობისას ერთი ლუქსი, 200 აგტ/სთ-ში ნაკლები ინტენსივობისას 0.5 ლუქსი.

### 2.3 როგორ არის თვალი მოწყობილი და როგორ ხედავს ადამიანი



ნახ. 2.1 თვალი როგორც ოპტიკური სისტემა: 1 - ბადურა; 2 - გუგა; 3 - ბროლი.

თვალი წარმოადგენს რთულ ოპტიკურ სისტემას (ნახ.2.1). თვალის ოპტიკური ნაწილი შედგება ორმხრივამოზნეკილი ლინზის – ბროლისაგან, გარსზე დიფრაგმირებული ხერხლის – გუგისაგან (ნახ. 2.1). თვალის ფსკერზე მოთავსებული სინათლის მგრძნობიარე ბადურაზე ბროლი ქმნის თვალით დაფიქსირებული ნივთების შემცირებულ, შებრუნებულ გამოსახულებას. ბადურა რთული აგებულებისაა და შედგება სინათლის მიმღებისაგან – ღეროებისაგან, კოლბებისაგან და ნერვიული უჯრედებისაგან. თვალში შეღწეული სინათლე მოქმედებს ბადურას ფოტოქიმიურ ნივთიერებებზე და შლის მას, რომელიც გარკვეულ კონცენტრაციამდე მიღწევისას დაშლის პროდუქტები აღიზიანებენ ღეროებში და კოლბებში მყოფ ნერვულ დაბოლოებებს.

წარმოქმნილი იმპულსები მხედველობითი ნერვის მეშვეობით ხედებიან თავის ტვინის მხედველობით ცენტრში, რის შედეგად ადამიანი ხედავს ნივთის ფერს, ფორმას და ზომას. ბადურა შედგება 130 მილიონი ღეროსაგან და 7 მილიონი კოლბისაგან. კოლბები არიან პასუხისმგებელი ფერად მხედველობაზე, ხოლო ღეროები ფერს ვერ აღიქვამენ.

ობიექტის შესამჩნევად თვალის შეგუება ხირციელდება სამი გზით:

- აკომოდაცია – ორივე თვალის ბროლის სიმრუდის ისე შეცვლა, რომ ნივთის გამოსახულება მოექცეს თვალის ბადურის სიბრტყეში;
- კონვერგენცია – ორივე თვალის ღერძების ისე შემობრუნება, რომ მოხდეს მათი გადაკეთა დასათვალიერებელ ობიექტზე;
- ადაპტაცია – თვალის შეგუება განათების მოცემულ დონესთან. ადაპტაციის პროცესი მდგომარეობს გუგის ფართის შეცვლაში. ადაპტაციის დროს მიმდინარეობს სხვა პროცესები. მაგალითად, სიკაშკაშის გაზრდისას ხდება ღერობის დათრგუნვა და კოლბებში შუქმგრძნობიარე ნივთიერების შემცირება სიკაშკაშის მაღალი დონეებისას – პიგმენტური ეპიტელიუმის უჯრედების მიერ ნერეული დაბოლოებების ნაწილობრივი ეკრანირება. დაბალ სიკაშკაშესთან ადაპტაციისას აღინიშნება საპირისპირო მოვლენები.

ცნობილია, რომ განათებული სათაესოდან ბნელში გადასვლისას ნივთების გარჩევის უნარი მოდის თანდათანობით და პირიქით, ბნელიდან განათებულში – აღინიშნება დაბრმავეების მდგომარეობა.

მაღალი განათებულობიდან სიბნელეში გადასვლისას ადაპტაციის პროცესი მიმდინარეობს მდორედ და მთავრდება 1...1,5 საათში. საპირისპირო პროცესი უფრო სწრაფია – 10-15 წუთი. ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს მხედველობის სრული ადაპტაციის შეცვლას; 5-10 წერ სიკაშკაშის შეცვლისას ადაპტაციის შეცვლის პროცესი ხოციელდება მყისიერად.

მხედველობის შეცვლის პროცესის ილუსტრირება შეიძლება მარტივ ცდებზე.

აკომოდაციის პროცესი. ფანჯრიდან შეხედეთ 1. 2. წუთის განმავლობაში მოშორებულ ობიექტს (ხის ტოტი, ხე, ანტენა და ა.შ.), შემდეგ სწრაფად გადაიტანეთ მზერა წიგნში ტექსტზე. თავიდან ტექსტის შეცვლის პროცესი მიმდინარეობს სწრაფად. ასაკთან ერთად პოცესი ნელდება.

ადაპტაციის პროცესი. წიგნის კითხვისას გამორთეთ ხელოვნური განათება ან შეამცირეთ ისე, რომ მკვეთრად შემცირდეს განათებული ზედაპირი. მიაქციეთ ყურადღება იმ გარემოებას, რომ თავიდან ტექსტი ხდება ძნელად გასარჩევი და დროის მონაკვეთის გაელის შემდეგ შესაძლებელი ხდება წაკითხვა. განათების შეცვლის ხარისხი დამოკიდებულია მხედველობის ადაპტაციისათვის საჭირო დროზე.



## 2.4 ბუნებრივი განათების ნორმირება. შუქტექნიკის ძირითადი მაჩასიათებელი

ბუნებრივი განათებულობის შეფასება და ნორმირება წარმოებს ბუნებრივ განათებულობის კოეფიციენტის მიხედვით. იგი წარმოადგენს ფარდობით სიდიდეს და გეიჩენებს, თუ რამდენჯერ მცირეა განათებულობა რომელიმე სამუშაო ადგილზე სათავისის შიგნით, სათავისის გარეთ არსებულ განათებულობაზე. ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტი იზომება პროცენტებში და განისაზღვრება ფორმულით

$$e = \frac{E_{\text{შიგ}}}{E_{\text{გარ}}} \cdot 100\%, \quad (2.27)$$

სადაც  $E_{\text{შიგ}}$  და  $E_{\text{გარ}}$  არის შესაბამისად განათებულობა სათავისის შიგნით და გარეთ, ლქ.

სნ და №4 79-ის თანახმად ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტის ნორმირება იმ შენობებისათვის, რომლებიც განლაგებულია სასინათლო კლიმატის I, II, IV და V სარტყელებში, გამოითვლება შემდეგნაირად:

$$e_{\text{I,II,III,IV,V}} = e_{\text{ს}} \cdot m \cdot c$$

სადაც  $e_{\text{ს}}$  არის ბუნებრივი განათებულობის კოეფიციენტი იმ სარტყელისათვის (აილება 1. 3 ცხრილიდან სნ და №4-79);  $m$  სასინათლო კლიმატის კოეფიციენტი – I, სარტყელისათვის – 1, 2; II-I, I; IV-0,9; V-0,8;

C კლიმატის მზიანობის კოეფიციენტი (აილება მე-3 ცხრილის მიხედვით სნ და №4-79), რომელიც ითვალისწინებს დამატებით სინათლის ნაკადს, შეღწეულს სათავსოში სასინათლო ღიობებიდან წლის განმავლობაში.

რაოდენობრივი მაჩვენებლის (კოეფიციენტი  $e$ ) გარდა ნორმირდება ხარისხობრივი მაჩასიათებელი, ე.ი. ბუნებრივი განათების უთანაბრობა.

საწარმოო სათავსებში ზემოდან და გვერდიდან ბუნებრივი განათების უთანაბრობამ არ უნდა გადააჭარბოს ფარდობას 3:1.

ხილვადი სხივური ენერგია ფასდება სინათლის შებრძნებით და ეწოდება სინათლის ნაკადი F, რომელიც იზომება ლუმენებში (ლმ).

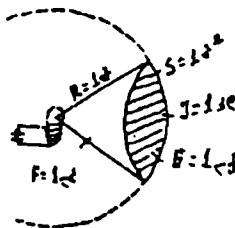
1 ლმ ტოლია სინათლის ნაკადისა, რომელსაც გამოსახივებს 0,5305 მმ რადიუსის აბსოლუტურად შავი სხივული პლატინის გამყარების ტემპერატურაზე (1769°C).

ყველა სინათლის წყარო გამოსახივებს სინათლის ნაკადს სივრცეში არათანაბრად. სინათლის ნაკადის სივრცით სიმკვრივე წარმოადგენს სინათლის

ძალას  $I$  - და განისაზღვრება სინათლის  $F$  ნაკადის ფარდობით სიერციით სხეულოვან  $\omega$  კუთხესთან, რომელშიც ის ვრცელდება.

სინათლის ძალა ( $I$ ) ეწოდება სინათლის ნაკადს, რომელსაც ქმნის სინათლის წყარო ერთ სხეულოვან კუთხეში.

სხეულოვანი კუთხე ეწოდება სიერცის ნაწილს, შემოსაზღვრულს კონუსით, რომლის წვერო მასზე დაყრდნობილი სფეროს ცენტრშია. სხეულოვანი კუთხის ( $\omega$ ) ერთეულად მიღებულია სტერადიანი ( $sr$ ), რომლის წვერო სფეროს ცენტრშია, ხოლო კონუსის ფუძე მოკვეთს სფეროზე – ფართობს, რომელიც მისი რადიუსის კვადრატის ტოლია (ნახ. 2.2).



ნახ. 2.2

თუ დაეუმატებთ, რომ სინათლის ნაკადი თანაბრად ნაწილდება სხეულოვან კუთხეში, მაშინ სინათლის ნაკადის სიმკვრივე (სინათლის ძალა) იქნება

$$I = \frac{F}{\omega}, \text{ კანდელი.} \quad (2.3)$$

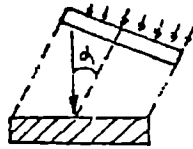
სინათლის ძალის ერთეულია კანდელი, იგი შეესაბამება სინათლის ძალას, რომელსაც გამოასხივებს  $\frac{1W}{600000}$  აბსოლუტურად შავი სხეული პლანკინის გამყარების ტემპერატურაზე (2046<sup>0</sup>K, 101325 პასკალი წნევისას). კანდელი წარმოადგენს სინათლის ძალას, როდესაც 1კმ სინათლის ნაკადი ვრცელდება 1 სტერადიან სხეულოვან კუთხეში.

სინათლის ნაკადი, მისი გაერცელების არეში შემხედრ ზედაპირზე დაცემისას ქმნის განათებულობას  $E$ . სინათლის ნაკადის ზედაპირულ სიმკვრივეს განათებულობა ეწოდება. განათებულობის ერთეულად მიღებულია ლუქსი (ლქ), რომელიც წარმოადგენს 1ლმ სინათლის ნაკადის მიერ შექმნილ თანაბარ განათებულობას 1მ<sup>2</sup> ფართობზე. განათებულობა განისაზღვრება სინათლის ნაკადის ფარდობით იმ ფართობთან, რომელზეც იგი ვრცელდება:

$$E = \frac{F}{S}, \text{ ლქ.} \quad (2.4)$$

მაშასადამე, სინათლის ძალასა და განათებულობას შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება: წერტილოვანი სინათლის წყაროს მიერ შექმნილი განათებულობა პირდაპირპროპორციულია სინათლის ძალისა  $I$  და უკუპროპორციულია სინათლის წყაროდან მისი ზედაპირამდე დაცემის მანძილის  $r$  კვადრატისა. განათებულობა ზედაპირზე სინათლის დაცემის კუთხის კოსინუსის პირდაპირპროპორციულია. უნდა აღინიშნოს, რომ მხედველობითი ორგანოებით სინათლის აღქმა განისაზღვრება არა განათებულობით, არამედ სიკაშკაშით  $B$ , რომელიც წარმოადგენს მოცემული მიმართულებით ( $d$ ) სინათლის ძალის ფარდობას განათებული ზედაპირის ფართობის გეგმილთან ხედვითი ხაზის მართობულ სიბრტყეზე (ნახ. 2.3). იგი განისაზღვრება ფორმულით

$$B = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha} \quad (\text{ლსტ} = I \frac{\text{ლმ}}{\text{მ}^2}). \quad (2.5)$$



ნახ.2.3.

სტილბი ეს არის განათებული ზედაპირის სიკაშკაშე, როდესაც  $1\text{მ}^2$  ფართობიდან აირეკლება 1 კდ სინათლის ძალა.

ზედაპირის სინათლითი თვისებები ხასიათდება არეკელის ( $\rho$ ), გამტარობის ( $\tau$ ) და შთანთქმის ( $\beta$ ) კოეფიციენტებით. ისინი უგანზომილებო კოეფიციენტებს წარმოადგენენ და იზომებიან პროცენტებში:

$$(\rho + \tau + \beta = 1); \quad \rho = \frac{F_{\rho}}{F}; \quad \tau = \frac{F_{\tau}}{F}; \quad \beta = \frac{F_{\beta}}{F}, \quad (2.6)$$

სადაც  $F_{\rho}$ ;  $F_{\tau}$ ;  $F_{\beta}$  არის შესაბამისად ზედაპირდან არეკელილი, ზედაპირის მიერ გატარებული და შთანთქმული სინათლის ნაკადი, ხოლო დაცემული სრული ნაკადი არის

$$F = f_{\rho} + F_{\tau} + F_{\beta}. \quad (2.7)$$

არეკელის კოეფიციენტის მნიშვნელობა  $\rho$  გასანათებელი ზედაპირის ფერზეა დამოკიდებული და იცვლება 0.85...0.01.

მიხედვლობითი სამუშაოები ხარისხის მიხედვით იყოფა 8 ჯგუფად (I-VIII): უმაღლესი სიზუსტის, ძალიან მაღალი სიზუსტის, მაღალი სიზუსტის, საშუალო სიზუსტის, დაბალ სიზუსტის, ძალიან დაბალი სიზუსტის, უხეშო.

ავტომობილის მომსახურების სათავეებში ხელოვნური განათების ნორმირება მოცემულია სნწ. 11-4-79-ში. ავტომობილების მომსახურების რამოდენიმე სათავესა და საწარმო უბნის განათებულობის ნორმატებია ცხრილში.

ცხრილი 2.1

| სათავეები, საწარმო უბნები და განყოფილებები                                                     | ნორმალური განათების სიბრტყე და მისი სიმაღლე იატაკიდან, მ | მიხედველობითი სამუშაო ხარისხი | განათებულობა, ლქ |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|
|                                                                                                |                                                          |                               | კომბინირებული    | საერთო |
| დაგვა, დასუფთავება და რეცხვა                                                                   | იატაკი                                                   | VI                            | -                | 150    |
| ტექნიკური მომსახურება                                                                          |                                                          | V <sub>ა</sub>                | 300              | 200    |
| დასაოფლიერებელი არხები                                                                         |                                                          | VI                            |                  | 150    |
| ძრავის, აგრეგატის, მექანიკური, ელექტროტექნიკური                                                | Γ - 08                                                   | IV <sub>ა</sub>               | 750              | 300    |
| სამჭედლო, საშემდუღებლო                                                                         | Γ - 08                                                   | IV <sub>ბ</sub>               |                  |        |
| სათუნუქე, სასპილენძო                                                                           | Γ - 08                                                   | IV <sub>ბ</sub>               | 500              | 200    |
| სადურგლო და გადასაკრავი                                                                        | Γ - 08                                                   | V <sub>ა</sub>                | 300              | 200    |
| გარაეები                                                                                       | იატაკი                                                   | VIII <sub>ბ</sub>             |                  | 20     |
| ღია გარაეები                                                                                   |                                                          | VII <sub>ბ</sub>              |                  | 5      |
| აკუმულატორების სარემონტო                                                                       | Γ - 08                                                   | IV <sub>ბ</sub>               | 500              | 200    |
| ხელსაწყო-იარაღების საწყოები, ქიმიური და ადვილად აალებადი სითხეების (მჟავები, ტუტეები) საწყოები |                                                          | VIII <sub>ა,ბ</sub>           |                  | 20-30  |

## 2.5 ბუნებრივი განათების განსაზღვრა

შენიშვნა, რომლებშიც მუდმივად იმყოფება ხალხი, როგორც წესი უნდა გააჩნდეს ბუნებრივი განათება. ბუნებრივი განათების განსაზღვრა ეყრდნობა სასინათლო ღიობების ფართობის განსაზღვრას. ამისათვის შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი ფორმულები:

ა. შენობის გვერდითი განათებისას

$$100 \cdot \frac{S_o}{S_n} = \frac{\ell_{\text{ან}} \cdot K_{\text{რეს}} \cdot K_{\text{ნაბ}}}{\tau_o \cdot \tau_1} \cdot K_{\text{ნაბ}}, \quad (2.8)$$

სადაც

$$S_o = \frac{S_n \cdot \ell_{\text{ან}} \cdot K_{\text{რეს}} \cdot \eta_o}{\tau_o \cdot \tau_1} \cdot K_{\text{ნაბ}}; \quad (2.9)$$

ბ. ზედა განათებისას

$$100 \cdot \frac{S_{\Phi}}{S_n} = \frac{\ell_{\text{საშ}} \cdot K_{\text{რეს}} \cdot \eta_{\text{სარ}} \cdot \Phi}{\tau_o \cdot \tau_2 \cdot K_{\text{ნაბ}} \cdot \Phi}; \quad (2.10)$$

$$S_{\Phi} = \frac{S_n \cdot \ell_{\text{საშ}} \cdot K_{\text{რეს}} \cdot \eta_{\text{სარ}} \cdot \Phi}{100 \cdot \tau_o \cdot \tau_2 \cdot K_{\text{ნაბ}} \cdot \Phi}. \quad (2.11)$$

მოყვანილ ფორმულებში მიღებულია შემდეგი აღნიშვნები:

$S_o$  - 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>;

$\ell_{\text{ან}}$  - ბუნებრივი განათების კოეფიციენტის მნიშვნელობა;

$K_{\text{რეს}}$  - რეზერვის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბ. გ. კ-ის

და განათებულობის დაქვეითებას ექსპლუატაციის პროცესში სინათლის გამჭვირვალე შიგთავსის დაბინძურებისა და დაძველების შედეგად. შენობის ზედაპირების ამრეკლი თვისებების დაქვეითებისას ( $K_{\text{რეს}} = 1,3...2,0$ );

$\eta_o$  - სარკმლების ღიობების სასინათლო მახასიათებელი, რომლის სიდიდე დამოკიდებულია შენობის სიგანის სიგრძესთან თანაფართობაზე;

$K_{\text{ნაბ}}$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საპირისპიროდ მდებარე ნაგებობების მიერ ფანჯრების დაჩრდილვას. ( $K_{\text{ნაბ}} = 1-1,7$ );

$t_o$  - შუქგამტარების საერთო კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით  $\tau_o = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5$ , სადაც  $\tau_1 = 0,6...0,9$ ;  $\tau_2 = 0,6...0,75$ ;  $\tau_3 = 0,8...1$ ;  $\tau_4 = 0,6...1,0$ ;  $\tau_5 = 0,9$ .

აქ  $\tau_1$  - კოეფიციენტია გვერდითი განათებისას,  $K$  - ბუნებრივი განათების კოეფიციენტი;  $\eta$  - სინათლის გავლენის განმსაზღვრელი კოეფიციენტი;

$\eta_{\text{სა}}$  - გადახურვის სიბრტყეში სასინათლო ღიობის ან სარკმლის სინათლის მაჩასიათებელი;

$\tau_2$  სინათლის გაელენის განმსაზღვრელი ბუნებრივი განათების კოეფიციენტი ზედა განათებისას;

$K_{\Phi}$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სარკმლის ტიპს ( $K_{\Phi}=1...1,4$ ). აღნიშნული კოეფიციენტის რიცხვითი მნიშვნელობები მოცემულია სნ და წ II-4-79-ში.

## 2.6 ხელოვნური სინათლის წყაროები

ხელოვნური სინათლის წყაროებს მიეკუთვნება გახურების, ლუმინესცენციური და კერტხლისწყლის ნათურები. მათი თვისებების ანალიზი საშუალებას იძლევა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

ვოლფრამის ძაფიანი ვარვარის ნათურები იძლევა უწყვეტ სპექტრს. მათ მუშაობაზე გარემო ტემპერატურა და ტენიანობა პრაქტიკულად გაელენას არ ახდენს გარდა სარკული ნათურებისა.

ლუმინესცენციური ნათურებით სინათლის გადაცემა გაცილებით ინტენსიურია, რაც უზრუნველყოფს იმავე სიმძლავრის გასანათებელი დანადგარის შემთხვევაში განათების უფრო მაღალ დონეს, ამავე დროს ლუმინესცენციური ნათურების მუშაობის ვადა 2,5-ჯერ მეტია, ვიდრე ვარვარის ნათურებისა.

ლუმინესცენციურ ნათურებს აქვთ რიგი უპირატესობანი ვარვარების ნათურებთან შედარებით.

40-ვტ-იანი სიმძლავრის ვარვარის ნათურას შეუძლია მოგეცეს 8კმ/ვტ სინათლის ნაკადი, მაშინ, როდესაც 400 ვტ-იანი სიმძლავრის ლუმენსცენციური ნათურა იძლევა 44-70 ლმ/ვტ სინათლის ნაკადს. ლუმინესცენციური ნათურების მომსახურების ვადა შეადგენს 10000-სთ-ს, ხოლო ვარვარების ნათურებისა – 1000 სთ. ლუმინესცენციურ ნათურებს აქვთ შედარებით დაბალი სიკაშკაშე. მათი გამოყენება შეიძლება +5°C-დან 150°C-მდე ჰაერის ტემპერატურის მქონე შენობებში, თუმცა დადგენილია, რომ ყველაზე კაშკაშა სინათლე გამოსხივდება ჰაერის 20...30°C ტემპერატურის დროს.

ლუმინესცენციური ნათურების ნაკლია: სინათლის ნაკადის მნიშვნელოვანი დაქვეითება ნათების პროცესში, დაახლოებით 60%-მდე (მომსახურების ვადის ბოლოს) სინათლის ნაკადის პულსაცია და გარემო ტემპერატურის გაელენა მათ მუშაობაზე. სინათლის ნაკადის პულსაციის შედეგად წარმოიქმნება ე.წ. სტრობოსკოპული, რომელიც ზრდის ტრავმატიზმის შემთხვევებს.

ლუმინესცენციური ნათურების ანთებისათვის საჭირო ძაბვა მაღალია, ვიდრე ძაბვა ქსელში, ამიტომ მათი ჩართვისათვის გამოიყენება რთული გამშეები მოწყობილობა.

მაშუქები გამოიყენება სინათლის ნაკადის გადანაწილებისათვის გასანათებელი დანადგარებზე. თვალის დასაცავად დიდი სიკაშკაშის სინათლის წყაროს ზემოქმედებისაგან, სინათლის წყაროს დასაცავად გაჭუჭყიანების ან მექანიკური დაზიანებისაგან. სახანძრო უსაფრთხოების უსრუნველსაყოფად, ნათურის ჩასამაგრებლად. ამას გარდა ლუმინესცენციური ნათურის ღირებულება მნიშვნელოვნად აღემატება ეარვარა ნათურების ღირებულებას.

შუქგანაწილების ხასიათის მიხედვით ანსხეავენ შემდეგი ტიპის მაშუქებს: პირდაპირს, გამბნევს და ამრეკლს.

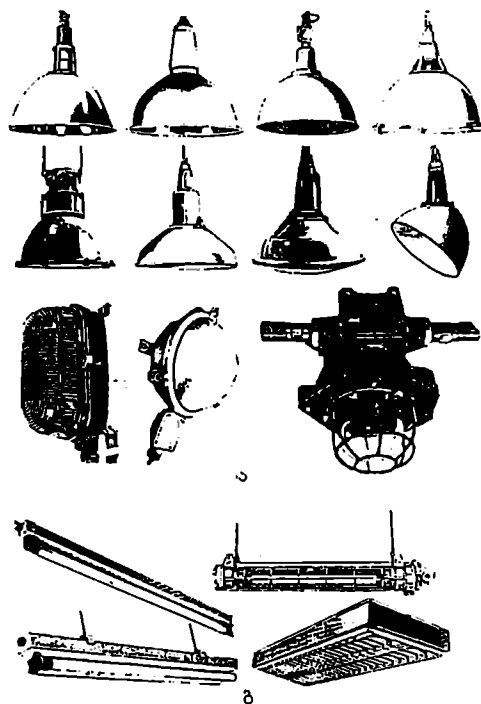
მაშუქის შერჩევა დამოკიდებულია სათაესში შესასრულებელი სამუშაოს ხასიათზე, ზედაპირებიდან ანარეკლის კოეფიციენტზე.

კონსტრუქციული შესრულების მიხედვით არსებობს შემდეგი სახის მაშუქები: ღია, დაცული, მტვერშეუღწევი, მტვერდამცავი, აფეთქებასაფრთხიანი და აფეთქება უსაფრთხო, ხოლო დანიშნულების მიხედვით-საერთო და ადგილობრივი განათების.

ეარვარის ნათურებისათვის უფრო გავრცელებულია პირდაპირი მაშუქები. შესრულების ტიპის მიხედვით ღია და დაცული გამოსხივებული და უნუერსალური. (ნახ. 2. 4).

აფეთქებასაფრთხიანი სათაესობისათვის გამოიყენება B4D -100 (აფეთქება უსაფრთხო) ტიპის მაშუქები, მათი კონსტრუქცია ითვალისწინებს მაშუქის შიგნით აფეთქების ლოკალიზაციას.

დაბალი მტერიანობისა და ნორმალური ტენიანობისას ლუმინესცენციური ნათურებიდან საწარმოო სათაესების განათებისათვის გამოიყენება ღია ტიპის მაშუქი OD, თუ არის დიდი რაოდენობით მტვერი და მაღალი ტენიანობა დახურული ტიპის მაშუქი ПБЛ - 4.



ნახ. 2.4 სანათების (ლამპარების) სახეები: ა - გაზარელების სანათი; ბ - ლუმინესცენციური სანათი.

მიუხედავად იმისა, რომ ვარგარა ნათურების გამოყენების შესაძლებლობა ნორმებშია მითითებული, მაინც უპირატესობა ლუმინესცენციურ ნათურებს უნდა მიეცეს, რადგანაც მათ მარგი ქმედების მაღალი კოეფიციენტი გააჩნიათ და უზრუნველყოფენ მთლიანობაში დანადგარის განათების უფრო მაღალ ეკონომიურობას. ვარგარა ნათურების გამოყენება საწარმოო შენობებში შეიძლება სინათლის ლუმინესცენციური წყაროს არარსებობის ან ტექნიკური პირობების უქონლობის შემთხვევაში, მაგალითად ვარგარის ნათურებით რეკომენდირებულია განათდეს სადგომი მოედნები იმ ავტომანქანებისა და მექანიზმების, რომლებიც შეეკეთებას ელოდებიან ან უკვე შეეკეთებულია, მასალების საწყობები ღია მოედნებზე, ავტომანქანების ღია სადგომები, ამწეები და სხვ. რადგან იქ განათება გამოიყენება განსაზღვრული დროით და ამასთან ეკონომიურადაც უფრო ხელსაყრელია ვარგარის ნათურების გამოყენება.



როგორც ლუმინესცენციური, ისე გახურების ნათურები ხასიათდებიან სიმძლავრით (P), სინათლის ნაკადით (Φ), სინათლის ძალის განაწილებით სივრცეში, სინათლის გადაცემის კოეფიციენტით (η).

უფრო გაერცელებული ვარგარის ნათურების პარამეტრების მნიშვნელობები (ძაბვა 220ე) მოცემულია ცხრილში 2.2.

ცხრილი 2.2

| პარამეტრები                             | ნათურების პარამეტრების მნიშვნელობები |     |     |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------|--------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| სიმძლავრე P, ეტ.                        | 15                                   | 25  | 40  | 60   | 100  | 150  | 200  | 300  |
| სინათლის ნაკადი Φ                       | 105                                  | 210 | 380 | 650  | 1000 | 2000 | 2920 | 4500 |
| სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი η, ლმ/ეტ | 7,0                                  | 8,4 | 9,5 | 10,8 | 10,0 | 13,3 | 14,6 | 15,0 |

სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი (η) ტოლია

$$\eta = \frac{\Phi}{P} \quad (6.7)$$

სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი უფრო მაღალია დიდი სიმძლავრის ვარგარის ნათურებისათვის.

ლუმინესცენციური ნათურების სინათლის გადაცემის კოეფიციენტი გაცილებით უფრო დიდია, ვიდრე ვარგარის ნათურებისა. იგი დამოკიდებულია ნათურის სიმძლავრეზე და ლუმინოზორის ფერზე. გადაცემის კოეფიციენტი მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს თეთრი ფერის ნათურებისათვის (თნ). მათი მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში (2.3).

ცხრილი 2.3

უფრო გაერცელებული ლუმინესცენციური ნათურების მახასიათებლები (ძაბვა 220 ე.)

| ნათურის ტიპები | პარამეტრები | პარამეტრების მნიშვნელობა ნათურების სიმძლავრის დროს, ეტ |      |      |      |      |      |
|----------------|-------------|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
|                |             | 15                                                     | 20   | 30   | 40   | 65   | 80   |
| ЛДЦ            | ლმ          | 500                                                    | 820  | 1450 | 2100 | 3050 | 3560 |
|                | ლმ/ეტ       | 33,4                                                   | 41   | 48,5 | 52,5 | 47   | 44,5 |
| ЛД             | „-----“     | 590                                                    | 920  | 1640 | 2340 | 3570 | 4070 |
|                |             | 39,4                                                   | 46   | 54,8 | 58,5 | 55   | 51   |
| ЛХБ            |             | 675                                                    | 935  | 1720 | 2600 | 3820 | 4440 |
|                |             | 45                                                     | 46,7 | 57,4 | 65   | 58,7 | 55,5 |
| ЛБ             |             | 760                                                    | 1180 | 2100 | 3000 | 4550 | 5220 |
|                | „-----“     | 50,7                                                   | 59   | 70   | 75   | 70   | 65,3 |

## 2.7 ხელოვნური განათება

ზედაპირის განათებას სინათლის წყაროების საშუალებით ხელოვნური განათება ეწოდება.

საწარმოო შენობების განათების დროს გამოიყენება როგორც საერთო, ისე კომბინირებული განათება. საერთო განკუთვნილია მთელი შენობის განათებისათვის, ამიტომ მისი სანათები (ლამპები), ჩვეულებისამებრ, მოთავსებულია შენობის ჭერზე ან საკმაოდ შორ მანძილზე სამუშაო ადგილიდან.

სანათების მოთავსების ორი საშუალება არსებობს: თანაბარი და ლოკალიზებული. საერთო თანაბარი განათების სისტემაში სანათების დაშორება ერთნაირია. ასეთი სისტემა რეკომენდირებულია ისეთ საწარმოო შენობებში, რომლებშიც მთელ ფართობზე სრულდება ერთნაირი ხასიათის სამუშაოები, მაგალითად: სადურგლო, სამონტაჟო, ელექტროსარემონტო, ტექნიკური მომსახურება და სხვა.

ზოგიერთი სამუშაო ადგილის დამატებითი განათების აუცილებლობის შემთხვევაში მიმართავენ ადგილობრივი განათების მოწყობას, რაც ხორციელდება სანათების დადგმით უშუალოდ სამუშაო ადგილის მახლობლად. იმ შემთხვევაში, თუ ეს უზნები ფართობით დიდია ან ადგილობრივი განათების მოწყობა შეუძლებელია დასამუშავებელი მასალების დიდი ზომის გამო, გამოიყენება სანათების ლოკალიზებული მოთავსება. ლოკალიზებული განათება ხშირად გამოიყენება საავტომობილო, რკინაბეტონის, ასფალტბეტონის არხებში.

კომბინირებული განათების სისტემა შედგება სანათურებისაგან, 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: საზეინკლი-მექანიკურ განყოფილებაში ხდება დაზგების დამატებითი ადგილობრივი განათება. დიაგნოსტიკურ ხაზზე შეიძლება ცალკეული უბნების დამატებითი განათება. ელექტროკარბორატორული სამუშაოების ჩატარებისას ასევე შეიძლება მოეწყოს დაზგების დამატებითი განათება.

შენობაში სინათლის ხელსაყრელი განაწილებისათვის კომბინირებული განათების დროს საერთო განათების სანათებმა სამუშაო ადგილებზე უნდა შექმნან ნორმირებული განათების არანაკლებ 10%-ისა.

სამუშაო ზედაპირის მინიმალური განათება დამოკიდებულია განსხვავებული ობიექტის სიდიდესე. განსხვავების ობიექტად აღებულია განსახილველი საგნის ცალკეული ნაწილი, რომელიც ნათლად უნდა ჩანდეს დეტალებზე მუშაობის პროცესში.

ზოგ შემთხვევაში განათება უნდა გაძლიერდეს ან შემცირდეს, კერძოდ, ერთი საფეხური იმატებს განათება დამახული მხედველობითი მუშაობის დროს ნახევარ დღესე მეტი დროის განმავლობაში. 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. ( $K_p$ , %):

$$K_p = \frac{E_{\text{max}} - E_{\text{min}}}{2E_{\text{საშ}}} \cdot 100, \quad (2.12)$$

სადაც  $E_{\text{max}}$  და  $E_{\text{min}}$  განათების მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობებია;  $E_{\text{საშ}}$  – განათების საშუალო მნიშვნელობა ამ პერიოდისათვის.

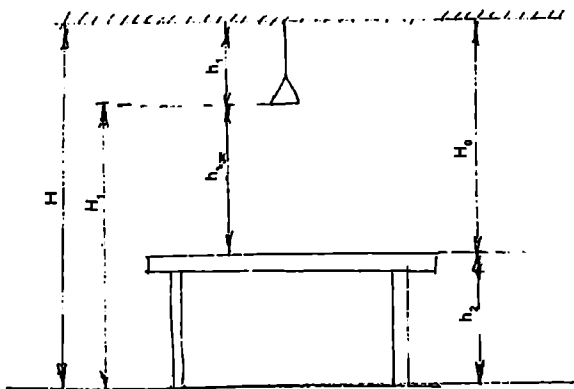
თეთრი სინათლის პულსაცია იწვევს მხედველობის გადაღლას, ასევე მოძრავი საგნების აღქმის დამახინჯებას (სტრობოსკოპიული ეფექტი), რომელიც განსაკუთრებით არასასურველია საწარმოო პირობებში. ამიტომ პულსაციის კოეფიციენტის სიდიდე რეგლამენტირდება ნორმით. საწარმოთა უმეტესობისათვის ის უნდა იყოს 20%-ზე ნაკლები.

განათების გამოანგარიშების ყველა გამოსაყენებელი ხერხი შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: პირველში შედის სინათლის ნაკადის კოეფიციენტის გამოყენების მეთოდი და კუთრი სიმძლავრის მეთოდი, რომელიც წარმოადგენს სინათლის ნაკადის გამოყენების კოეფიციენტის მეთოდის ნაირსახეობას, რომლის გაანგარიშება გამარტივებულია კუთრი სიმძლავრის ცხრილის გამოყენებით. ეს მეთოდები გამოიყენება თანაბრად განათებული პორიზონტალური ზედაპირების განსაზღვრისათვის. მეორე ჯგუფში შედის წერტილოვანი მეთოდი, რომლის გამოყენება მიზანშეწონილია მომატებული არათანაბარი განათების მქონე ზედაპირების განსაზღვრისათვის, ასევე ვერტიკალური და დახრილი ზედაპირების განათების გამოსათვლელად. სიზუსტისა და სიმარტივის თვალსაზრისით ორივე მეთოდს ერთნაირი ღირსებები აქვთ, თუმცა წერტილოვანი მეთოდი ხშირად შესამოწმებლად უფრო გამოიყენება, რადგან იგი განათების განაწილების ნაგებობების ფართობზე, გაანალიზების საშუალებას იძლევა.

## 2.8. ხელოვნური განათებულობის განსაზღვრა

ხელოვნური განათების განსაზღვრის დროს აუცილებელია შეირჩეს სინათლის წყაროს სახე, განათებულობის სისტემა, ლამპარის ტიპი, განათებულობის ნორმა, ლამპარების განლაგება. ამის შემდეგ საჭიროა გამოითვალოს განათება და საბოლოოდ დაზუსტდეს ლამპარების რიცხვი და მათი განლაგება. ლამპარის ტიპი შეირჩევა წარმოების ტექნოლოგიური პირობების მიხედვით, ხოლო მისი კონსტრუქციული შესრულება უნდა ეთანადებოდეს აღებული სათავესის გარემო პირობებს.

საერთო განათების სისტემაში ლამპარების განათება სათავესში დამოკიდებულია ლამპარის ტიპზე და მისი ჩამოკიდების საანგარიშო  $h$  – სიმაღლეზე ( $h$  – მანძილია ლამპარიდან სამუშაო ზედაპირამდე). ლამპარის ჩამოკიდების სიმაღლე კი დამოკიდებულია სხვადასხვა ფაქტორებზე, კერძოდ: სათავესის სიმაღლეზე, ლამპარის ტიპზე, დაცვის კუთხის სიდიდეზე, განათების სისტემაზე, ნათურის სიმძლავრეზე და სხვ., ასე, მაგალითად, საერთო განათების ლამპარის იატაკამდე ჩამოკიდების უმცირესი სიმაღლე  $H_1$  (ნახ. 2.5), როდესაც ვარვარის ნათურის სიმძლავრე 200 ვატამდეა, აიღება 2,5...4მ, ხოლო როდესაც ნათურის სიმძლავრე 200 ვატს აღემატება –  $H_0 = 3...6$ მ. რაც შეეხება ლუმინესცენციური ლამპარებისათვის ნათურების რიცხვს, ოთხამდე ნათურისათვის  $H_0 = 2,6...4,8$ , ხოლო ოთხი და მეტი ნათურის შემთხვევაში  $H_1 = 3,2...4,5$ მ.



ნახ. 2.5

ლამპარებს შორის მანძილი (L) დამოკიდებულია ლამპარის სახეობაზე და მათი განლაგების ხასიათზე. განათებისათვის საჭირო პარამეტრები გამოითვლება მარტივი ფორმულებით:

$L/\pi = 1,4...1,8$ , როდესაც ლამპარები პარალელურადაა განლაგებული;

$L/\pi = 1,8...2,5$  როდესაც ლამპარები ჭადრაკულადაა განლაგებული;

$\ell = (0,25...0,3)L$ , როდესაც სამუშაო პროცესი სწარმოებს უშუალოდ კედელთან.

$\ell$  - არის მანძილი კედლიდან ლამპარის ცენტრამდე, მ.

$H_0 = H - h_2$ ;  $h = H_0 - h_1$ ;  $H_1 = (0,2...0,25) H_0$ ;  $H_0 = h + h_1$ ;

სადაც H არის სათავსოს სიმაღლე, მ;  $H_0$  - მანძილი ტერიდან სამუშაო ზედაპირამდე, მ;  $h_1$  - მანძილი ტერიდან ლამპარამდე, მ;  $h_1$  - მანძილი იატაკიდან სამუშაო ზედაპირამდე, მ;  $h_{\text{კედ}}$  - ლამპარის ჩამოკიდების საანგარიშო სიმაღლე, მ;  $H_1$  - მანძილი ლამპარიდან იატაკამდე, მ.

ხელოვნური განათების გასანგარიშებლად გამოიყენება სინათლის ნაკადის, კუთრი სიმძლავრის და წერტილოვანი მეთოდები:

1. სინათლის ნაკადის, ანუ გამოყენების კოეფიციენტის მეთოდს იყენებენ სათავსოს საერთო თანაბარი განათებულობის დროს, ხოლო ნათურის სინათლის ნაკადი ( $\Phi$ ) განისაზღვრება ფორმულით

$$\Phi = \frac{E_6 K S Z}{N n \eta}, \quad (2.13)$$

სადაც  $E_6$  ნორმირებული მინიმალური განათებაა, ლუქ; K - მარაგის კოეფიციენტი, რომლის მნიშვნელობა დამოკიდებულია დამტვერიანებაზე. ვარვარის ნათურებისათვის  $K = 1,15...1,7$ , ლუმინესტენციური ნათურებისათვის  $K = 1,15...1,8$ ; S - გასანათებელი სათავსოს ფართობი, მ<sup>2</sup>; Z - მინიმალური განათების კოეფიციენტია

საშუალო და მინიმალური განათების ფარდობით  $Z = \frac{E_{\text{საშ}}}{E_{\text{მ.მ.}}} = 1,1...1,95$ ; N - გაშუქების

რიცხვი; n - ნათურების რიცხვი გაშუქებაში;  $\eta$  - გამნათებელი დანადგარის გამოყენების კოეფიციენტი,  $\eta = 0,19...0,74$ .

ამ ფორმულით შეიძლება ვისარგებლოთ ნათურების სიმძლავრის განსაზღვრისათვის მათი ცნობილი რაოდენობის შემთხვევაში ან ნათურების რაოდენობის განსაზღვრისათვის მათი ცნობილი სიმძლავრის შემთხვევაში. ასევე განათების შემოწმებისათვის. ეს ფორმულა გეიჩვენებს აგრეთვე გაშუქების სინათლის ნაკადის რომელი ნაწილი ხდება სამუშაო ზედაპირზე.

სინათლის ნაკადის გამოყენების კოეფიციენტის სიდიდე დამოკიდებულია აგრეთვე სათავსოს ტერის - ( $P_{\text{ტერ}}$ ), კედლების - ( $P_{\text{კედ}}$ ) გასანათებელი ზედაპირის

( $P_{\text{სელ}}$ ) კოეფიციენტების სიდიდეზე და სათავის ინდექსზე (მანქანებელზე). ეს უკანასკნელი გამოითვლება ფორმულით

$$i = \frac{S}{n_{\text{სელ}} (A + B)}, \quad (2.14)$$

სადაც  $A$  და  $B$  სათავის სიგრძე და სიგანეა, მ.

(2.13) ფორმულით გამოთვლილი სინათლის  $\Phi$  ნაკადის მიხედვით შეირჩევა სათანადო სიმძლავრის ნათურა. ხოლო ფაქტიური განათებულება გამოითვლება ფორმულით

$$E_{\text{ყ}} = E_6 \frac{\Phi_{\text{ნათ}}}{\Phi} \quad (2.15)$$

2. წერტილოვანი მეთოდი გამოიყენება სარემონტო, სამჭედლო, რკინაბეტონის კონსტრუქციების და სხვა მსგავს საამქროებში საერთო ლოკალიზებული, ადგილობრივი და საერთო თანაბარი განათებულობის გაანგარიშებისათვის, გასანათებელი ზედაპირის ნებისმიერი განლაგებით. ეს მეთოდი განსაზღვრავს დამოკიდებულებას განათებულობასა ( $E$ ) და შუქტექნიკის მახასიათებლებს შორის:

$$E = \frac{J\alpha \cos \alpha}{\tau^2} \quad (2.16)$$

სადაც  $J\alpha$  სინათლის წყაროდან დაცემული სინათლის ძალაა ზედაპირის მოცემულ წერტილში (კანდელი);

$\alpha$  - სინათლის სხივის დაცემის კუთხე, ე.ი. კუთხე დაცემულ სხივსა და განათებული ზედაპირის პერპენდიკულარს შორის;

$\tau$  - მანძილი სინათლის წყაროდან განათებულ ზედაპირამდე.

ჰორიზონტალური ზედაპირის ვერტიკალურად დაკიდებული გაშუქებით განათების განსაზღვრისას მოხერხებულობის მიზნით მანძილს სინათლის წყაროდან განათების წერტილამდე იღებენ შუქფარვის დაკიდების სიმაღლის მიხედვით:

$$E = \frac{J\alpha \cos^3 \alpha}{H_{\text{აკ}} K}, \quad (2.17)$$

სადაც  $H_{\text{აკ}}$  არის მაშუქის დაკიდების სიმაღლე, მ.

$K$  - ნათურის სიმძლავრის მარაგის კოეფიციენტი.

3. განათებულობის გაანგარიშებისას კუთრი სიმძლავრის მიხედვით უნდა ვიცოდეთ შემდეგი:

კუთრი სიმძლავრე ეწოდება გამნათებული დანადგარების საერთო განათების სიმძლავრის ფარდობას განათებულ ფართობთან

$$W = \frac{Pn}{S}. \quad (2.18)$$

კუთრი სიმძლავრე დამოკიდებულია მაშუქრის ტიპზე. მის მოხერხებულ განლაგებასა და დაკიდების სიმაღლეზე.

გამნათებელი დანადგარის საერთო სიმძლავრე ტოლია

$$P = SWn, \quad (2.19)$$

სადაც  $P$  არის გამნათებელი დანადგარის საერთო სიმძლავრე, ვტ;

$S$  – გასანათებელი სათავსის ფართობი, მ<sup>2</sup>;

$W$  – კუთრი სიმძლავრე (აიღება ცხრილებიდან), ვტ/მ<sup>2</sup>;

$n$  – გამნათებელი დანადგარის ნათურების რაოდენობა.

ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლოა განისაზღვროს თითოეული ნათურის სიმძლავრეს ფორმულით

$$P_{\text{ნათ.}} = \frac{P}{n}. \quad (2.20)$$

კუთრი სიმძლავრის მეთოდი მარტივია, მაგრამ ნაკლებად ზუსტი, ამიტომ გამოიყენება მხოლოდ საორიენტაციო გაანგარიშებისათვის.

## 2.9 კარიერების, საწყობების და სამშენებლო მოედნების განათების განსაზღვრა

სამშენებლო მოედნები, სასაწყობო და ინერტული მასალების კარიერების ტერიტორიები, ასევე საწარმოო დაწესებულების ტერიტორიები, ნათდება პროექტორებით ან გარე განათების ნათურებით. ამ დროს რეკომენდირებულია გამოყენებულ იქნეს ტიპური სტაციონარული და მოძრავი ინვენტარული გამანათებელი მოწყობილობები. საგზაო მშენებლობის პირობებში უფრო მიზანშეწონილია მოძრავი მოწყობილობანი, რომლებსაც განალაგებენ საავტომობილო გზების ზონაში, სამუშაოების წარმოების ადგილებში და ა.შ. გამანათებელი მოწყობილობები, როგორც წესი, აღჭურვილნი არიან ვარვარის ნათურებით, მაღალი წნევის ელექტროსაფრის ალგანმუხტავი ნათურებით (ДРЛ; ДРН); ДКСТ ტიპის ქსენონის ნათურებით და НЛВД მაღალი წნევის ნატრიუმის ნათურებით.

გამანათებელი მოწყობილობების მიმართ ძირითადი მოთხოვნაა სამშენებლო მოედნების ავტომეურნეობების, საქარხნო ეზოების, რკინიგზის სადგურების ტერიტორიის და სხვა თანაბარი საერთო განათებით უზრუნველყოფა. მათ ათავსებენ

სპეციალურ ანძებზე ან მაღალ შენობებზე. ლამპიონის ტიპის არჩევა დამოკიდებულია გასანათებელი მოედნის სიგანეზე: 20 მეტრამდე ტერიტორიის გასანათებლად გამოიყენება ლამპიონები ეარერის ნათურებით; 150 მეტრამდე – გამანათებელი ხელსაწყოები ДРЛ ტიპის ნათურებით; 150-დან 300 მეტრამდე – პროექტორები ეარერის ნათურებითა და ДРЛ, 300 მეტრის ზემოთ – გამანათებელი მოწყობილობები ქსენონის ნათურებით, რომელთაც გააჩნიათ სინათლის ძალის გაძლიერების კოეფიციენტი არანაკლებ 10-ისა, რომელიც მაგრდება 50 მეტრ და 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 იანგარიშება ფორმულით

$$n = \frac{m \cdot E_p \cdot PS}{P_\sigma} = \frac{m \cdot E_\sigma \cdot KS}{P_\sigma}, \quad (2.21)$$

სადაც  $m$  არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სინათლის წყაროების სხიურ გადაცემას და პროექტორების მქ. კოეფიციენტს. სინათლის ნაკადის გამოყენების კოეფიციენტს ვღებულობთ ცხრილის მიხედვით.

$E_p = KE_\sigma$  - საჭირო განათებულობა, ლუქსი;

$K$  - მარაგის კოეფიციენტი;  $K = 1,5$ ;

$E_\sigma$  - ნორმირებადი განათებულობა, ლუქსი;

$S$  - გასანათებელი ფართობი, მ<sup>2</sup>;

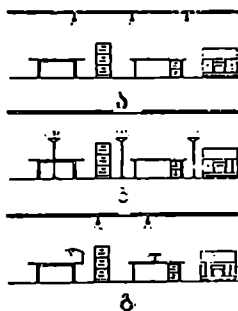
$P_\sigma$  - ნათურების სიმძლავრე, ვატი.

პროექტორების საჭირო რაოდენობა უფრო ზუსტად შეიძლება განისაზღვროს იზოლუქსის მრუდეების დახმარებით ან განათებულობის გრაფიკით.

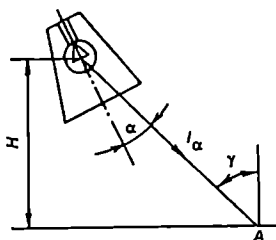
იზოლუქსი პროექტორის სამუშაო მახასიათებელია, იგი წარმოადგენს მრუდეს, რომელიც შემოსაზღვრავს ერთნაირი განათებულობის ზონებს მოცემულ სიბრტყეზე. თითოეულ პროექტორს თავისი იზოლუქსები გააჩნია. სპეციალურ ალბომებში პროექტორების სხვადასხვა დახრის კუთხისათვის მოყვანილია იზოლუქსების მრუდები. იზოლუქსები შეიძლება აიგოს ასევე ცხრილების საშუალებით, გამოთვლითი წესით. პროექტორებს ირჩევენ იზოლუქსების დახმარებით



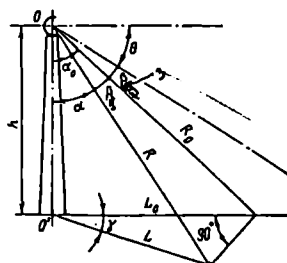
შემდეგნაირად: გამოიხაზება გასანათებელი ტერიტორიის გეგმა და მასზე დაედება საკომპაქტო იზოლუქსები, რომლებიც გამოტრიალია კალკიდან და შესრულებულია იმავე მასშტაბში, რომელშიც შედგენილია გეგმა.



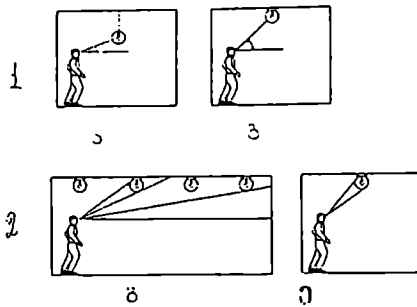
ნახ. 2.6 ხელოვნური განათების სახეები: ა - საერთო; ბ - ლოკალური; გ - ადგილობრივი.



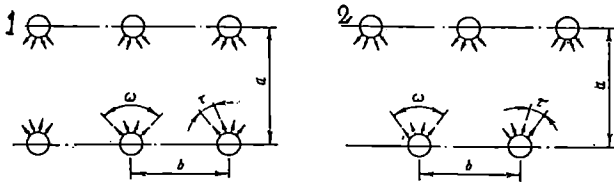
ნახ.2.6. ა. წერტილოვანი მეთოდით სინათლის ნაკადის საანგარიშო სქემა.



ნახ. 2.6.ბ. წერტილოვანი მეთოდით A წერტილში განათებულობის განსაზღვრის სქემა.



ნახ. 2.7. ა. საერთო განათების დროს ლამპარების განლაგების სქემა: 1 - სანათი მოწყობილობის სიმაღლე, 2 - ძლიერ დამაბრმავებელი; 3 - მცირედ დამაბრმავებელი. 4 - ოთახის ზომები, 5 - ძლიერ დამაბრმავებელი; 6 - მცირედ დამაბრმავებელი.



ნახ. 2.7. ბ. განათების მოწყობილობების განლაგების სქემა: 1 - ანძების სწორკუთხა განლაგება; 2 - ანძების განლაგება; 3 - შემოღობილი კუთხე; 4 - ოპტიკურ ღერძებს შორის კუთხე; 5 - გასანათებელი მოედნის სიგანე; 6 - ანძებს შორის მანძილი.

იზოლუქსებს გეგმაზე განლაგებენ ისე, რომ მთლიანი გასანათებელი მოედანი იყოს შეესებული პროექტორების უმცირესი რიცხვით (ნახ 2.6ა). ამ დროს, აგრეთვე განსაზღვრავენ პროექტორების დახრილ კუთხეს ( $\theta$ ) და არჩეული ღერძიდან გადახრის კუთხეს ( $\beta$ ). მოედნის გეგმაზე იზოლუქსების განლაგებისას უნდა ვეცადოთ, რომ ისინი დაედოს ერთმანეთს ზედმეტი გადაფარვის გარეშე. გამანათებელ ხელსაწყოებს სამშენებლო მოედნის გეგმაზე შეიძლება ჰქონდეთ სწორკუთხა ან ჭადრაკისებრი განლაგება (ნახ.2.6 ა.ბ). მათ აწყობენ ლითონურ საინვენტარო ანძებზე, დროებით ხის საყრდენებზე ან მეზობელ შენობებსა და ნაგებობებზე. ლამპიონების საყრდენების სიმაღლე უნდა უზრუნველყოფდეს ავტომობილების და ხალხის უსაფრთხო გავლას. პროექტორის არასაკმარის სიმაღლეზე დამაგრებისას მომუშაის მხედველობის არეში ხედება დიდი სიკაშკაშის სინათლის წყარო, რომელიც დამაბრმავებლად მოქმედებს მასზე. იმისათვის, რომ აღნიშნული მოვლენა თავიდან ავიცილოთ საჭიროა შემოისაზღვროს დამაგრების

უმცირესი სიმაღლე. ამ დროს ითვალისწინებენ იმ პირობას, რომ პროექტორის სინათლის ღერძული ძაღის (J) თანაფარდობა, დამაგრების სიმაღლის კვადრატთან (h), არ უნდა აღემატებოდეს სიდიდეს (α), რომელიც მოცემულია სისტ 11-4-79-ში. აქედან გამომდინარე, პროექტორის დამაგრების სიმაღლე (ნახ. 2.7 ა.ბ.) განისაზღვრავენ ფორმულით:

$$h = \sqrt{\frac{J_a}{\alpha}} \quad (2. 22).$$

ნებისმიერ შემთხვევაში პროექტორის დამაგრების სიმაღლე სამუშაო მოედნის მიმართ არ უნდა იყოს 6,5 მ-ზე ნაკლები. პროექტორის სინათლის ნაკადი ნაწილდება ასიმეტრიულად. იგი წარმოადგენს კონუსს, რომლის წვერო სინათლის წყაროშია. სინათლის ძაღას გააჩნია მაქსიმალური მნიშვნელობა ნაკადის ოპტიკური ღერძის მიმართულებით. ღერძიდან დაცილებისას იგი მცირდება, აჩითრმაც, პროექტორების გამოყენებისას მოედანი ნათდება უთანაბროდ და დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ დროს პროექტორის დახრის კუთხეს (Θ), რომელიც უნდა იყოს ოპტიმალური.

დახრის ოპტიმალურ კუთხედ უნდა ჩაითვალოს ისეთი კუთხე, რომლის დროსაც საშუალო განათებულობა იქმნება ჰორიზონტალური გასანათებელი მოედნისაგან. მისი განსაზღვრისათვის მიღებულია შემდეგი ფორმულა:

$$\Theta = \arcsin 0,01 \sqrt{m + n(eh^2)^{\frac{2}{3}}}, \quad (2. 23)$$

სადაც

$$m = \sin^2 \beta_1; \quad n = \left( \frac{\pi \sin 2\beta_1 \cos \beta_1 + \lg \beta_1}{2\phi} \right)^{\frac{2}{3}}$$

არის მუდმივები, რომლებიც დამოკიდებული არიან ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეებში პროექტორების გაბნევის კუთხეზე;  $\phi$  - ნათურის სინათლის ნაკადია, ლუმენი;  $e$  - განათებულობა (ერთნაირი განათებულობის მრუდისათვის), ლქ;  $h$  - პროექტორის დაყენების სიმაღლე, მ;  $\beta_1$  და  $\beta_2$  - შესაბამისად გაბნევის კუთხეებია ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ სიბრტყეებში, რომლებიც ახასიათებენ სხივის გადახრას ოპტიკური ღერძის მიმართულებიდან (ნახ. 2.7.ბ.).

პროექტორის დახრის ოპტიმალური კუთხე ვერტიკალური ზედაპირის განათებისათვის

$$\Theta = \arccos \sqrt{\frac{J_a}{eh^2}}. \quad (2. 24)$$

$\beta_2$  კუთხეს გამოითვლიან შემდეგი ფორმულით:

$$\beta_3 = \pm 90 - \alpha_n - \Theta,$$

სადაც  $\alpha_n$  დახრის კუთხეა ვეტიკალურ სიბრტყეში ( $tg \alpha_n = \frac{L_n}{h}$ ), სადაც  $L_n$  მანძილია ვერტიკალურ სიბრტყეში საპროექტორე ანძის ძირიდან გასანათებელ ზონამდე.

$\beta_3$  - განსაზღვრავენ გრაფიკით  $\alpha$  კუთხის მნიშვნელობაზე დამოკიდებულებით

$$tg \alpha = \frac{L}{h}.$$

საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების წარმოების ადგილების განათება დასაშვებია მოწყობილობებით, რომლებიც დამონტაჟებულია სამშენებლო მანქანებსა და მექანიზმებზე იმ პირობით, რომ ისინი აკმაყოფილებდნენ უსაფრთხოების წესებსა და ხანძარსაწინააღმდეგო ტექნიკის პირობებს, რომლებიც წაყენება გარე განათებას.

## 2.10 შენობების, ტექნოლოგიური მოწყობილობებისა და მანქანების ზედაპირების ფერადი გაფორმება

სამშენებლო მოედნებზე და საწარმოო დაწესებულებებში შრომის უსაფრთხოება ბევრადაა დამოკიდებული განათებულობაზე და ფერად გაფორმებაზე. ადამიანზე ფერი ახდენს ფსიქოლოგიურ ზემოქმედებას. ითვალისწინებენ რა ამას, შემუშავებულია ნორმატიული დოკუმენტები, რომლებიც განსაზღვრავენ სასიგნალო ფერების გამოყენებას, რათა მუშების ყურადღება მიიყრობილ იქნას შესაძლებელი უშუალო საფრთხის მიმართ.

დადგენილია შემდეგი სასიგნალო ფერები:

წითელი – აკრძალვა, უშუალო საფრთხე, ხანძარჩასაქრობი საშუალება კონტრასტული ფერი – თეთრი;

ყვითელი – გაფრთხილება, შესაძლო საფრთხე, კონტრასტული ფერი – შავი;

მწვანე – მოსალოდნელი საფრთხე, კონტრასტული ფერი – თეთრი;

ლურჯი – მითითება, ინფორმაცია, კონტრასტული ფერი – თეთრი;

კონტრასტულ ფერებს იყენებენ სასიგნალო ფერების კონტრასტის გაძლიერებისათვის.

საწარმოო შენობების შიგნით ზედაპირების ფერადი გაფორმება ხდება შემდეგი პრინციპებიდან გამომდინარე: კედლები და ჭერი ნებისმიერ საწარმოო შენობაში შედებილი უნდა იყოს ღია, თბილი ტონის ფერებში (ყვითელი, ნარინჯისფერი, ღია წითელი). მცირე გაჯერებისას და არეკელის მაღალი კოეფიციენტისას. საწარმოო

შენობების შიგნით ტექნოლოგიური მოწყობილობები იღებება კედლების ფერთან შედარებით. კონტრასტულ ფერებში (მოწყობილობას გააჩნია უმეტესად ცივი ტონები – ცისფერი, იისფერი).

შენობების შიდა ზედაპირების ფერადი გაფორმება უნდა პასუხობდეს საწარმოს კლიმატური განლაგების მოთხოვნებს. ამ დროს ზედაპირები შედებილი უნდა იყოს ისე, რომ გამოირიცხოს არეკელილი სინათლის დამაბრმავეელი მოქმედების შესაძლებლობა. უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ ფერი და სიმკვრივე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ დადლილობაზე, მუშის განწყობილებაზე და მის შრომის უნარზე.

### 3.1 ადამიანის ორგანიზმზე რადიოაქტიული გამოსხივების მოქმედება

მრეწელობის სხვადასხვა დარგში მშეიდლობიანი მიზნით ბირთუული ენერგიისა და რადიოაქტიური ნიეთიერებების გამოყენება დიდ სარგებლობასთან ერთად მანე გავლენას ახდენს გარემოზე და ადამიანის ორგანიზმზე.

მაღალი ძაბვის ქვეშ მომუშავე ელექტროგაქუმური ხელსაწყოები რადიოაქტიული გამოსხივების წყაროა. დაიონებულ გამოსხივებას მიეკუთვნება  $\alpha$  და  $\beta$  სხივები, ნეიტრონული და ელექტრომაგნიტური გამოსხივებები ( $\gamma$ - რენტგენული სხივები), რომლებიც ნიეთიერებაზე მოქმედებისას წარმოქმნიან დამუხტულ იონებს.

ბუნებრივი და ხელოვნური გამოსხივების წყაროებთან მუშაობისას ადამიანი შეიძლება მოექცეს  $\alpha$ ,  $\beta$  და  $\gamma$  სხივების, პროტონებისა და ნეიტრონების უარყოფითი მოქმედების ქვეშ.

დასხივება იყოფა გარე და შინა დასხივებებად. დასხივებისას რადიაციის წყარო მდებარეობს ორგანიზმის გარეთ და რადიოაქტიური ნიეთიერებები ვერ აღწევს მის შიგნით. ეს ხდება რენტგენულა აპარატებთან და დამაჩქარებლებთან მუშაობისას. გარე დასხივებისას ყველაზე უფრო საშიშია  $\beta$ ,  $\gamma$  რენტგენული სხივები და ნეიტრონული გამოსხივება. რადიოაქტიული ნიეთიერებების ორგანიზმის შიგნით მოხვედრა რადიოაქტიური ელემენტების შემცველი ჰაერის ჩასუნთქვით იწვევს შინაგან დასხივებას.

რადიოაქტიული გამოსხივება და ბიოლოგიური ქსოვილები წარმოქმნიან დამუხტულ ნაწილაკებს - თავისუფალ ელექტრონებს, რომლებიც მეზობელ ატომებთან შეხებისას დააიონებენ მათ, იწვევენ მოლეკულათა სტრუქტურის შეცვლას, მოლეკულათშორისი კავშირის რღვევას და უჯრედების დაღუპვას. წარმოიქმნება მაღალი ქიმიური აქტიურობის შენაერთები  $\text{HO}_2$  და  $\text{H}_2\text{O}_2$ , რომლებიც იწვევენ ბიოქიმიური პროცესების ნორმალური მიმდინარეობისა და ნიეთიერებათა ცვლის რღვევას. ამას მიყვებათ ცენტრალური ნერვული სისტემის მოშლასთან, რაც უარყოფითად მოქმედებს სისხლის მიმოქცევის ფუნქციაზე, შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებსა და სისხლძარღვთა გამტარობაზე. ადამიანის ორგანიზმზე რადიოაქტიური გამოსხივების მოქმედება მეღანდება მხოლოდ დაზიანებების გაჩენისას. საწყისი დაზიანება, რაც გამოწვეულია დასხივებით, მეღანდება მხოლოდ ლატენტური (ფარული) პერიოდის გაელისას. რადიოაქტიური გამოსხივების მოქმედება იწვევს ლეიკემიას (სისხლის გათერებას), ადგილობრივი კი - კანის დაავადებას და

ავთვისებიან სიმსივნეს. დაიონებული (იონიზაციური) გამოსხივების მოქმედებას მიყვარათ გენეტიკურ ეფექტებამდე, რაც მჟღაენდება შთამომავლობაზე.

დაზიანების ხასიათი და სიმძიმე დამოკიდებულია შთანთქმული დოზის რაოდენობაზე და სიძლიერეზე, გამოსხივების სახეზე, ნაწილაკების ენერგიასა და ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილებისა და ორგანოების რადიაციის მიმართ მგრძნობიარობაზე.

### 3.2 რადიაციული გამოსხივების ძირითადი ცნებები, განსაზღვრებები, ტერმინები და ნორმები

რადიაციული უსაფრთხოების ძირითადი ნორმების (რუმნ) – 76 თანახმად, მაიონებული გამოსხივება ნებისმიერი გამოსხივებაა, რომლის მოქმედებაც გარემოზე იწვევს სხეულისა და ნიშნის ელექტრული მუხტების წარმოქმნას.

γ გამოსხივება ელექტრომაგნიტური (ფოტონური) გამოსხივებაა, რომელიც წარმოიქმნება ბირთვული გარდაქმნებისა ან ნაწილაკთა ანიჰილაციის დროს.

მახასიათებელი გამოსხივება ფოტონური გამოსხივებაა დისკრეტული სპექტრით, რომელიც წარმოიქმნება ატომის ენერგეტიკული შემადგენლობის ცვლისას.

დამამუხრუჭებელი გამოსხივება ფოტონური გამოსხივებაა უწყვეტი სპექტრით, რომელიც წარმოიქმნება დამუხტული ნაწილაკების კინეტიკური ენერგიის ცვლილებისას. იგი წარმოიქმნება გარემოში, სადაც მოქმედებს გამოსხივების წყარო (რენტგენულ მიღებში, ელექტრონების დამაჩქარებლებში და ა.შ.).

რენტგენული გამოსხივება დამამუხრუჭებელ და მახასიათებელ გამოსხივებათა ერთობლიობაა, რომლის ფოტონების ენერგიის დიაპაზონიც შეადგენს 1 კეე-ს (კელელექტროვოლტი) და 1 მეე-ს (მეგაელექტროვოლტი).

კორპუსკულური გამოსხივება იონიზაციური გამოსხივებაა, რომელიც შედგება ნულისაგან განსხვავებული მასის უძრავი ნაწილაკებისაგან ( $\alpha$  და  $\beta$  ნაწილაკები, პროტონები, ნეიტრონები და ა.შ.).

ექსპოზიციური დოზა (X) ერთნაირი ნიშნის  $\alpha$  დ იონების სრული მუხტია, რომელიც წარმოიქმნება ჰაერში ყველა მეორეული ელექტრონის სრული დამუხრუჭებისას (რომლებიც წარმოიქმნენ ფოტონების მიერ ჰაერის მცირე მოცულობაში).

$$X = dQ/am. \quad (3.1)$$

ექსპოზიციური დოზის ერთეულია კულონი კილოგრამზე (კ/კგ).

ექვივალენტური დოზა (H) შემოტანილია ქრონიკული დასახიევების რადიაციული საფრთხის შესაფასებლად, რომელიც გამოსხივებულია თავისუფალი შემადგენლობიდან. იგი განისაზღვრება როგორც შთანთქმული დოზის გამოსხივების საშუალო D კოეფიციენტთან ფარდობა ქსოვილის მოცემულ წერტილში:

$$H = \overline{DQ} = \sum_{i=1}^n D_i Q_i = D_1 Q_1 + D_2 Q_2 + D_3 Q_3, \quad (3.2)$$

სადაც ინდექსები 1,2,3 გამოსხივების კოეფიციენტებთან აღნიშნავს გამოსხივების სხვადასხვა ხარისხს -

$$D = \sum_{i=1}^n D = D_1 + D_2 + D_3 + \dots + D)(L\omega).$$

ექვივალენტური დოზა და ხარისხის კოეფიციენტი უნდა გამოიყენებოდეს მხოლოდ რადიაციული უსაფრთხოების მიზნით H მნიშვნელობის დროს, რომელიც არ აღემატება 5 უკიდურეს დასაშვებ დოზას.

ექვივალენტური დოზის სიმძლავრე განისაზღვრება შთანთქმული დოზის სიმძლავრის ანალოგიურად.

ზივერტი ექვივალენტური დოზის ერთეულია (ზე), ერთი ზივერტი უდრის ერთ გრეის, გაყოფილს ხარისხის კოეფიციენტზე:

$$1 \text{ ზე} = 1 \text{ გრ}/Q.$$

კუთრი ექვივალენტური დოზა (h) ექვივალენტური დოზაა ფლიუენსის დროს, რომელიც უდრის 1 ნაწილაკი/სმ²:

$$h = H / \Phi. \quad (3.3)$$

მაქსიმალური ექვივალენტური დოზა (H მაქს) ყველა გამოსხივების წყაროს უდიდესი მნიშვნელობის ჯამური ექვივალენტური დოზაა კრიტიკულ ორგანოში (სხეულში).

რადიოაქტიური ნივთიერების აქტიურობა (A) სპონტანური ბირთვული გარდაქმნების რიცხვია ( $\alpha N$ ), ამ ნივთიერებაში დროის მცირე ინტერვალის ( $\alpha t$ ) დროს:

$$A = \alpha N / \alpha t. \quad (3.4)$$

აქტიურობის საზომი ერთეულია ერთი ბირთვული გარდაქმნა 1 წმ-ში, სისიტემაში მას ეწოდება ბეკერელი (ბე).

ნუკლიდი ატომის სახეა, რომელიც ხასიათდება მასის რიცხვით და ატომური ნომრით. ნუკლიდებს ერთი და იგივე ატომური ნომრით, მაგრამ სხვადასხვა მასით იზოტოპები ეწოდება.



გამოსხივების წყარო ნივთიერებაა (ან ხელსაწყო), რომელიც მაიონებელ გამოსხივებას იძლევა.

დახურული წყარო გამოსხივების რადიოაქტიური წყაროა, რომლის შემცველი მოწყობილობაც გამორიცხავს გარემოში რადიოაქტიური ნივთიერებების მოხვედრას.

ღია წყარო გამოსხივების რადიოაქტიური წყაროა, რომლის გამოყენების დროსაც რადიოაქტიური ნივთიერებები შეიძლება მოხედეს გარემოში.

წერტილოვანი წყაროს გამა-ეკვივალენტი ( $mR_{\alpha}$ ) გამოსხივების წყაროს პირობითი მასაა  $226 R_{\alpha}$ , რომელიც ქმნის მოცემულ მანძილზე ექსპოზიციური დოზის იგივე სიმძლავრეს, როგორსაც წარმოქმნის მოცემული წყარო. გამა-ეკვივალენტის სპეციალური ერთეულია რადიის კილოგრამ-ეკვივალენტი.

ფლუენსი (Φ) ნაწილაკთა (ეოტონების)  $\alpha N$  რიცხვი, რომელიც აღწევს მცირე  $\Delta$  კუთხის სფეროში:

$$\Phi = \alpha N / \Delta \Omega. \quad (3.5)$$

ნაწილაკების (ფოტონების) ნაკადის სიმკვრივე (Φ) –  $\alpha N$  ნაწილაკების ფლიუენსია დროის  $\Delta t$  მცირე ინტერვალში:

$$\Phi = \alpha \Phi / \Delta t. \quad (3.6)$$

შთანთქმული დოზა (D)  $\alpha E$ -ის საშუალო ენერგიაა, რომელიც გადაეცემა გამოსხივებით ნივთიერებას გარკვეული მოცულობით. გაყოფილი ნივთიერების მასაზე ამ მოცულობაში:  $D = \alpha E / \alpha m$ .

გრეი (გრ) შთანთქმული დოზის ერთეულია. 1 კგ. უდრის 1 კგ. ნივთიერების მიერ შთანთქმულს 1 ჯოულს.

შთანთქმული დოზის სიმძლავრე (P) დროის მცირე ინტერვალში ( $\Delta t$ ) შთანთქმული დოზის სიმძლავრის სპეციალური ერთეულია – გრეი (წამში) გრ. წმ.

კუთრი შთანთქმული დოზა ( $\delta$ ) შთანთქმული დოზაა ფლიუენსიის დროს, რომელიც ტოლია 1 ნაწილაკი სმ<sup>2</sup>:

$$\delta = D / \Phi. \quad (3.7)$$

გარე დასხივება ორგანიზმზე იონიზაციური გამოსხივების შემოქმედებაა გარე გამოსხივების წყაროს საშუალებით. დასხივება იმ რადიოაქტიური ნივთიერებების მაიონებელ დასხივებაა, რომელიც ორგანიზმის შიგნითაა მოხვედრილი.

კრიტიკული ორგანო არის ქსოვილი, სხეულის ნაწილი, რომლის დასხივებაც მოცემულ პირობებში ყველაზე დიდ ზიანს აყენებს ადამიანის ჯამრთელობას და მის შთამომავლობას, კრიტიკულ ორგანოებს ყოფენ ჯგუფებად, რომლებიც განსხვავდებიან აქტიური მგრძნობელობით.

პერსონალი, (A კატეგორიის პროფესიონალი მომუშავე) ის პირია, რომელიც მუდმივად ან დროებით მუშაობს უშუალოდ იონიზაციური გამოსხივების წყაროებთან.

მოსახლეობის გარკვეული ნაწილი (B კატეგორია) ის ადამიანებია, რომლებიც არ მუშაობენ უშუალოდ გამოსხივების წყაროებთან, მაგრამ ცხოვრების პირობებისა და სამუშაო ადგილის მდებარეობის გამო შეიძლება მოექცნენ იმ რადიოაქტიური ნივთიერებებისა და გამოსხივების სხვა წყაროების ზემოქმედების ქვეშ, რომლებსაც იყენებენ საწარმოებში და ხდება გარემოში ნარჩენების სახით.

მოსახლეობა (კატეგორია B) ოლქის, მხარის, რესპუბლიკის, ქვეყნის მოსახლეობაა.

კრიტიკული ჯგუფი ადამიანებია, რომლებიც წლოვანების, ცხოვრების პირობებისა და სხვა ფაქტორების გამო ყველაზე მეტად ექცევიან რადიოაქტიური ზემოქმედების ქვეშ მოცემული კონტინგენტიდან.

ზღვრული დასაშვები დოზა, (ზდდ) ეწოდება წელიწადში ინდივიდუალური ეკვივალენტური დოზის უდიდეს მნიშვნელობას, რომელიც თანაბარი ზემოქმედებისას 50 წლის განმავლობაში არ იწვევს პერსონალის (კატეგორია A) ჯანმრთელობისათვის არასაზღვრელ ცვლილებებს, რაც შეინიშნული (აღმოჩენილი) იქნება თანამედროვე მეთოდებით; ზდდ წარმოადგენს დოზის ძირითად ზღვარს A კატეგორიის პირთათვის.

დოზის ზღვარი (დზ) ეწოდება ზღვრულ ეკვივალენტურ დოზას წელიწადში მოსახლეობის განსაზღვრული ნაწილისათვის (კატეგორია B).

დზ აიღება ყოველთვის ზდდ-ზე ნაკლები, რათა თავიდან იქნეს აცილებული ამ კონტინგენტის ადამიანთა უსაფუძელო დასხივება. დზ კონტროლირდება საშუალო კრიტიკული ჯგუფის გარეგანი დასხივების დოზით რადიოაქტიური ამონატყორცნების დონით და გარემოს ობიექტის რადიოაქტიური დაბინძურებით. დზ არის ძირითადი ზღვრული დოზა B კატეგორიის პირთათვის.

დასაშვები დონეები ორგანიზმის მიერ რადიოაქტიური ნივთიერებების მიღების ნორმატიული მნიშვნელობებია, რადიოაქტიური ნივთიერებების შედგენილობა და მათი კონცენტრაცია წყალსა და ჰაერში, დოზის სიმძლავრე, ნაკადის სიმკერძე, რომლებიც გამოანგარიშებულია ძირითადი სადოზირებელი ზღვრების ზდდ და დზ მნიშვნელობებით.

ზღვრული დასაშვები წლიური მიღების ზღვარი (A კატეგორიის პირთათვის) ორგანიზმში წლის განმავლობაში შეღწეული რადიოაქტიური ნივთიერებების ისეთი რაოდენობაა, რომელიც 70 წლის განმავლობაში კრიტიკულ ორგანოში წარმოქმნის ეკვივალენტურ დოზას, რომელიც უდრის დზ-ს.

დოზის დასაშვები შედგენილობა დღე (კრიტიკულ ორგანოში) შედგენილი რადიოაქტიური ნივთიერებების ისეთი საშუალო წლიური რაოდენობაა, რომლის დროსაც A კატეგორიის პირთათვის ექვეყნებული დოზა უდრის ზედ-ს, B კატეგორიის პირთათვის კი დ-ს.

დოზის დასაშვები სიმძლავრე (დღს) არის ზედ-ს დამოკიდებულება დასხივების დროზე.

A კატეგორიისათვის დასხივების T დრო მიღებულია  $1700 \text{ სთ} = 1.10^5 \text{ წთ} = 6.1.10^6 \text{ წმ}$  (ყოფილ სსრ კავშირში პერსონალის დიდი ნაწილისათვის დაწესებული იყო 36 საათიანი სამუშაო დღე და 4-6-კვირიანი შევსება).

B კატეგორიისათვის დასხივების დრო  $T = 8800 \text{ სთ} = 5.3.10^5 \text{ წთ}$ .

ნაწილაკების (ფოტონების) ნაკადის დასაშვები სიმკვრივე (ნდს) ნაკადის ისეთი ფოტონების სიმკვრივეა, რომლის დროსაც იქმნება დოზის დასაშვები სიმძლავრე (დღს).

საკონტროლო დონეები: ორგანიზმში რადიონუკლიდის წლიური შეღწევის მწვენილობა და რაოდენობა; დოზის და ნაკადის სიმძლავრეები; რადიონუკლიდის კონცენტრაცია პაერში (B კატეგორიისათვის წყალში); ზელაპირის დაბინძურება, რაც ღვინდება პერსონალისა და მოსახლეობის დასხივების შემცირების მიზნით.

საკონტროლო დონეებს ცალ-ცალკე ადგენენ A და B კატეგორიისათვის.

სამუშაო ადგილი ის ადგილია (შენობა), სადაც მუდმივად იმყოფება პერსონალი სამუშაოს შესასრულებლად სამუშაო დროის ხანგრძლივობის არანაკლებ 50%-ში ან 2 სთ-ში განუწყვეტლივ. თუ ამასთან, წარმოების პროცესების შესრულება ხდება შენობის სხვადასხვა ზონაში, მუდმივ სამუშაო ადგილად ითვლება მთელი შენობა.

რადიონუკლიდის რადიაციული საშიროება რადიონუკლიდის რადიაციულ-პიკიენური დახასიათებაა. ყველა რადიონუკლიდი, როგორც შიგა დასხივების პოტენციური წყარო, იყოფა რადიაციული შემცირების მიხედვით 4 ჯგუფად, ინდექსებით A, B, C, D.

სანიტარულ-დამცავი ზონა არის ტერიტორია დაწესებულების ან რადიოაქტიური ამონატყორცების წყაროს ირგვლივ, რომელშიც დასხივების დონემ შეიძლება გადააჭარბოს დ-ს.

სანიტარულ-დამცავ ზონაში მყარდება შეზღუდვების რეჟიმი და ტარდება რადიაციული კონტროლი.

დაკეირების ზონა არის ტერიტორია, სადაც ხდება რადიაციული ამონატყორცების ზემოქმედება და სადაც მოსახლეობის დასხივებამ შეიძლება

მიადწიოს დონის დადგენილ ზღვარს. დაკვირვების სონის ტერიტორიაზე წარმოებს რადიაციული კონტროლი.

დასხივების დოზის ძირითად ზღვრებს კრიტიკული ორგანოებისათვის ჯგუფების მიხედვით ადგენენ: A კატეგორიისათვის უკიდურეს დასაშვებ დოზას ერთი წლისათვის, B კატეგორიისათვის კი დოზის ზღვარს ერთი წლისთვის.

შენიშვნა: A კატეგორიის პირთათვის (40 წლამდე, ქალთა გარდა) შინაგანი გამოსხივების დოზის განაწილება I წლის განმავლობაში არ არის რეგლამენტირებული.

### 3.3 მაიონებული გამოსხივებიდან დაცვის საშუალებები და დასხივების დოზის საზომი ხელსაწყოები

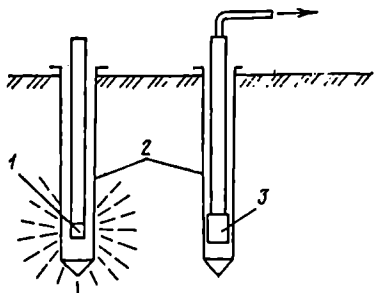
ღია რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან მუშაობისას შრომის უსაფრთხო პირობების შესაქმნელად აუცილებელია განხორციელდეს დაცვის სისტემა და პროფილაქტიკური ღონისძიებები, რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან სამუშაოები ტარდება სპეციალურ გამოყოფილ შენობაში, რომელსაც გააჩნია საერთო და ადგილობრივი ვენტილაცია. მუშაობის წინ ამოწმებენ მის მოქმედებას. შენობის იატაკი უნდა დამზადდეს მეტლახის ფილებისაგან, კედლებს ფარავენ ზეთის საღებავით. წყალგაყვანილობის ონკანები იდება მხოლოდ ფეხის სატერფულის საშუალებით. ჩასასხმელი ნივარა მხოლოდ ფაიფურისაა, კონუსისებური ფორმის, მომრგვალებული კიდევით.

აუცილებელია პერსონალის დაცვა რადიოაქტიური გამოსხივებისაგან ამრეკლი და შთანთქმელი მასალებისაგან დამზადებული ეკრანებით. ეკრანები შეიძლება იყოს სტაციონარული და დამზადდეს ბეტონისა და აგურისაგან და გადასატანი – ლითონისაგან.

გზების, ხიდების და აეროდრომების მშენებლობის დროს ასფალტბეტონის და ბეტონის საფარის, აგრეთვე ბეტონის ფილების და ბლოკების, გრუნტების და გზის საფუძელის სიმკერძის გაზომვა ხდება თანამედროვე მეთოდით – გამოსხივების დასხივებით.

გრუნტებისა და გზის საფუძელის სიმტკიცის გასაზომად მიღებულია მეთოდი, რომელიც შესდგება ორი პარალელური ჭაბურღილისაგან – (ნახ. 3. 1). ისინი ერთი მეორისაგან დაშორებულია 30-50სმ-ით. ერთ-ერთ მათგანში ჩაიშევა γ გამოსხივების წყარო-1, მეორეში კი მილი მრიცხველით-3. ეს უკანასკნელი კი შეერთებულია იმპულსის რეგისტრატორთან.

მასალებში და კონსტრუქციებში შენიღბული დეფექტების გამოვლინება ხდება გამა-დეფესკოპური მეთოდით. ამ მეთოდით შესაძლებელია აგრეთვე შედუღებით მიღებული ნაკერის, სამშენებლო მასალების სიმტკიცის დადგენა. ამ მეთოდის სიმარტივის გამო შესაძლებელია მისი გამოყენება მცირე ხიდეების და წყალგამტარი მილების მშენებლობის დროს მოქმედი მოწყობილობის კონტროლისათვის, სარემონტო აღდგენითი სამუშაოებისას და სხვ.



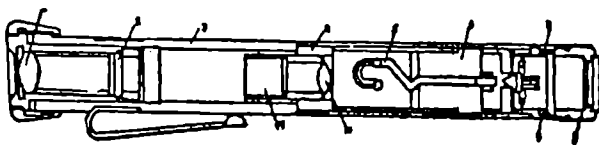
ნახ. 3.1 გრუნტებისა და გზების საფუძვლის სიმტკიცის გაზომვის პრინციპული სქემა

ღია რადიოაქტიური ნივთიერება შეიძლება იყოს მკერივი, ფხვნილის მაგვარი, სითხის. გარემო პირობებში ხშირად გვხვდება ორთქლის და აირის სახით. გზების მშენებლობისას ღია რადიოაქტიურ ნივთიერებებს ეხედებით ასფალტირებულ გზებზე მანათობელი საღებავების დატანისას, ან საღებავების საქარხნო ლაბორატორიაში გამოყენებისას და სხვ.

რადიოაქტიური გამოსხივება არ შეიგრძნობა ადამიანის არც ერთი ორგანოთი და ამიტომ რადიაციის აღმოჩენისა და ორგანიზმზე მისი ერთი მოქმედების შეფასებისათვის იყენებენ საერთო (ზოგად) და ინდივიდუალური კონტროლის ხელსაწყოებს.

საერთო კონტროლს ახორციელებენ იონიზაციური კამერებით ან სპეციალური მრიცხველებით, დოზის დიდი სიმძლავრის განსაზღვრისას კი – კალორიმეტრიული მეთოდებით, რომლებიც დაფუძნებულია სითბოს გაზომვაზე. შთანთქმული ნივთიერებებით გამოყოფილი ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული იონიზაციური გამოსხივების ნახევარგამტარული და ფოტო და თერმოლუმინესცენციური დეტექტორები. ინდივიდუალური ხელსაწყოებიდან ფართო გამოყენება პოვა ფირისა და ჯიბის დოზიმეტრებმა.

ფირის დოზიმეტრი შედგება კასეტისაგან, რომელშიც დებენ ფოტოფირს. დასხივების დოზას საზღვრავენ ფირის გამჟღავნების შემდეგ მისი იმ ეტალონთან შედარებით, რომელიც დასხივებულია ცნობილი დოზით.



ნახ. 3.2 ჯიბის დოზიმეტრზე DK -0,2 (ნახ. 5.8) 1 არის ოკულარი; 2 - მიკროსკოპის სკალა; 3 - დურალუმის ცილინდრი; 4 - იონიზაციური კამერის კორპუსი; 5 ელექტროსკოპი; 6 - ქარვის იზოლატორი; 7 - ზამპარის კონტაქტი; 8 - დაბოლოება; 9 - სარეგულირებელი; 10 - ობიექტივი; 11 - დიაფრაგმა.

ჯიბის დოზიმეტრი DK -02 მოსკოვის რენდგენულ-რადიოლოგიური სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტის კონსტრუქციით არის დამზადებული და ჰგავს ავტომატურ კალამს. ხელსაწყოს გააჩნია იონიზაციური კამერა, ელექტროსკოპი და მიკროსკოპი. გაზომვა ემყარება მუხტის განსაზღვრას განმუხტვის დროს დასხივების ველში.

მომუშავეთა და სამუშაო ნაგებობის რადიოაქტიური დასხივების ხარისხს აკონტროლებენ გეიგერ-მიულერის სხეადასხვა კონსტრუქციის მრიცხველებით.

### 3.4 ინდივიდუალური დაცვის და პირადი ჰიგიენის წესები

იონიზაციურ ნეთიერებებთან მუშაობისას პირადი ტანსაცმლისა და ფეხსაცმლის რადიოაქტიური ნეთიერებებით დაბინძურების შემთხვევაში ტარდება დეჰაქტივაცია რადიაციული უსაფრთხოების დაწესებულების მუშაკთა ზედამხედველობის ქვეშ. რადიაციის ღია წყაროებთან მომუშავეებს ან სამუშაო ადგილებზე მისვლელებს უზრუნველყოფენ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით სამუშაოს სახისა და კლასის მიხედვით.

რადიოაქტიურ ხსნარებთან და ფხენილებთან მომუშავე მუშები შენობის დალაგებისას უნდა აღიჭურვონ ჩვეულებრივი სპეცტანსაცმლისა და სპეცფეხსაცმლის გარდა პლასტმასის წისაფრებითა და ხელეზუ (სახელოვზუ) ჩამოსაცმელებით, ან პლასტმასის ნახევარხალათებით, დამატებითი სპეცფეხსაცმლით ან რეზინის ჩექმებით.

შენობებში, სადაც მუშაობენ რადიაციის ღია წყაროებთან, აკრძალულია: თანამშრომელთა ყოფნა ინდივიდუალური დაცვის აუცილებელი საშუალებების

გარეშე; საკვები პროდუქტების, თამბაქოს, ტანსაცმლის, კოსმეტიკისა და სხვა ნივთიერების შენახვა. სატყეოს მიღება და თამბაქოს მოწევა დასაშვებია სპეციალურად გამოყოფილ სათაფსებში.

## მოდული მეოთხე. საწარმოო ხმაური. საწარმო ხმაურის არსი

საგზაო მშენებლობაში გამოყენებული მანქანების მუშაობა იწვევს ხმაურს, რომელიც გარკვეულ ზიანს აყენებს მუშების ჯანმრთელობას. მანქანების მუშაობის დროს მათი მთელი რიგი დეტალები და კვანძები განიცდიან მექანიკურ რხევებს, რომლებიც თავის მხრივ იწვევენ ჰაერის მექანიკურ რხევას, რაც ახდენს სხვადასხვა სიხშირისა და ინტენსივობის ბგერების წარმოქმნას. ხმაური წარმოიქმნება მიწებში აირების და სითხეების მოძრაობის დროს. მათი ატმოსფეროში გამოტყორცნისას.

ისეთი ბგერების კომპლექსს, რომლებიც უწყსრიგოდ იცვლებიან დროში, საწარმოო ხმაური ეწოდება.

საწარმოო ხმაურის კლასიფიკაცია ხდება შემდეგი ნიშნების მიხედვით:

ა. სპექტრული შემადგენლობის მიხედვით:

დაბალი სიხშირის (რხევის სიხშირე 400 ჰც-მდე);

საშუალო სიხშირის (რხევის სიხშირე 400-1000ჰც);

მაღალი სიხშირის (როცა რხევის სიხშირე აღემატება 1000 ჰც-ს).

ბ. სპექტრის სიგანის მიხედვით:

ფართო ზოლიანი;

გ. დროითი მახასიათებლების მიხედვით:

- მუდმივი (როცა რვა საათიანი სამუშაო დღის განმავლობაში ხმაური იცვლება არა უმეტეს 5 დბ);

- ცვლადი (როცა 8 საათიანი სამუშაო დღის განმავლობაში ხმაურის ცვლილება აღემატება 5 დბ).

დ. ცვლადი ხმაური თავის მხრივ იყოფა:

- დროში მერყევი (როცა ხმაურის დონე განუწყვეტლივ იცვლება);

- წყვეტადი (როცა ხმაურის დონე უცხად ეცემა ხმაურის ფონის დონემდე და ასევე უცხად იზრდება პირვანდელ დონემდე, მაგრამ ამ შემთხვევაში ინტერვალის ხაზგრძლივობა, რომლის დროსაც დონე მუდმივია და აჭარბებს ხმაურის ფონს 1წმ-ია და მეტი);

- იმპულსური (შედგება ერთი ან რამდენიმე სიგნალისაგან, რომელთაგან თითოეულის ხანგრძლივობა არ აღემატება 1 წამს).

წარმოშობის მიხედვით ხმაური შეიძლება იყოს:

- მექანიკური (დარტყმების და ხახუნის შედეგად);

- აერო და პიდროდინამიკური (ვენტილატორების, ფრქვევანების მუშაობის, მიწებში სითხეებისა და აირების მოძრაობის შედეგად;



## ელექტრომაგნიტური.

16 კვ-მდე სიხშირის ბგერებს ეწოდებათ ინფრა ბგერები და მათ ადამიანის სმენის ორგანო ვერ აღიქვამს. 16-დან 20000 კვ-მდე სიხშირის ბგერებს ეწოდებათ ბგერითი (ან აკუსტიკური).

ადამიანის სმენის ორგანო აღიქვამს ასეთ ბგერებს. 20000 კვ-ზე მეტი სიხშირის ბგერებს ეწოდებათ ულტრაბგერები და მათ ადამიანი აღიქვამს არა სმენის ორგანოებით, არამედ მხოლოდ ორგანიზმის ქსოვილებით.

ხმაურის მანე მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე უპირველესად ყოვლისა გამოიხატება იმაში, რომ იგი აზიანებს ადამიანის სმენის ორგანოებს. მაგრამ გარდა ამისა ადამიანს ეწყება თავბრუსხვევა, თავის ტკივილი.

ხმაურიან საწარმოში დიდი ხნის განმავლობაში მუშაობა იწვევს შრომის ნაყოფიერების შემცირებას და საწარმოში ტრავმატიზმის გაზრდას.

ხშირად ხმაური ადამიანის ორგანიზმზე მოქმედებს მისთვის მანე სხვა ისეთ ფაქტორებთან ერთად, როგორცაა ვიბრაცია, არასასურველი მეტეოროლოგიური პირობები, რომლებიც კიდევ უფრო ართულებენ მის ზემოქმედებას.

ხმაური იწვევს სმენის ნაწილობრივ ან მთლიან დაქვეითებას. სმენის დაქვეითება ხმაურიან საწარმოში 3-5 წლის განმავლობაში ხდება. სმენის დაქვეითება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ორგანიზმის თავისებურებებზე, მის საერთო სიძლიერეზე. მაგალითად ქალები ხმაურს უფრო ცუდად იტანენ, ვიდრე კაცები.

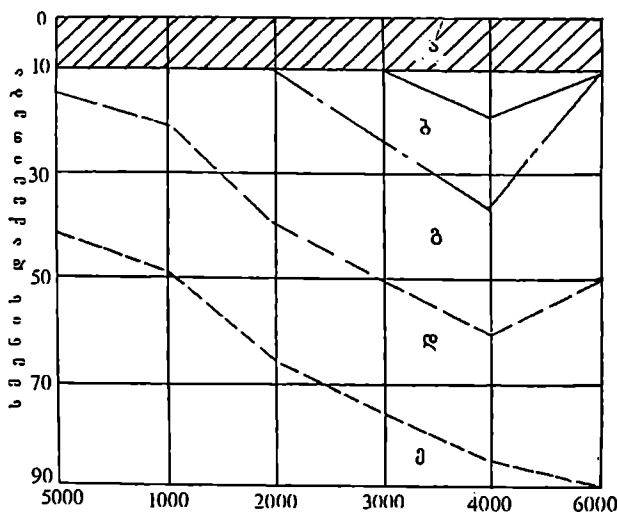
სმენის საწარმოო დაქვეითება ხასიათდება მაღალი ტონების აღქმის გაუარესებით. განსაკუთრებით ცუდად აღიქმება 4000 კვ სიხშირის ბგერები (ნახ.4.1.). სიყრუის დაწყების ნიშანია ცუდი სმენადობა ჩურჩულის დროს, რომელიც წარმოებს დიდ ტონალობაზე.

პროფესიულ სიყრუეს იწვევს არა მარტო მაღალი სიხშირის ხმაური, არამედ დიდი ინტენსივობის დაბალი და საშუალო სიხშირის ხმაური. ინტენსიური ხმაურის პირობებში ხანგრძლივი მუშაობისას სმენის დაქვეითება (განსაკუთრებით ახალგაზრდებში) განიცდის პროგრესირებას, იგრძნობა სასმენი აპარატის დაღლა და გადაღლაც კი.

პირველად ადამიანის სმენის აპარატი ეჩვევა ხმაურს. ხდება სმენითი ადაპტაცია, რაც გამოიხატება ადამიანის სმენითი მგრძნობიარობის ხანმოკლე დაკარგვაში და მის სწრაფ, სრულ აღდგენაში ხმაურის შეწყვეტის შემდეგ. ხმაურის ხანგრძლივი ზემოქმედებისას ადამიანის სმენის აპარატი იღლება და სმენის აღდგენას სულ უფრო და უფრო დიდი დრო სჭირდება (ათობითი წუთი, საათები და დღეებიც კი). სმენის აპარატის ყოველდღიური დაღლა იწვევს სმენის არასრულ

აღდგენას და ხდება მისი გადაღლა, რაც წარმოადგენს პროფესიული სიყრუის ძირითად მიზეზს.

საწარმოო ხმაური მავნე გავლენას ახდენს ადამიანის ნერვულ და გულ-სისხლძარღვთა სისტემებზე. ამ გავლენის შედეგია ნერვიულობა, თავის ტკივილი, სწრაფი დაღლილობა, უძილობა, მახსოვრობის დაქვეითება.



ბგერის სიხშირე, ჰც

ხმაურით გამოწვეული სმენის დაკარგვის სტადიები.

ა - ნორმალური სმენა;

ბ, გ - სმენის დაკარგვის ადრეული სტადიები;

დ - სმენის დაკარგვის გვიანი სტადია, რომელიც გამოიხატება სხვადასხვა სიხშირის მიმართ მგრძნობიარობის დაქვეითებაში;

ე - გვიანი სტადია, ხანგრძლივი ზემოქმედების შემდეგ.

ნერვულ და გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე საწარმოო ხმაურის არასასურველი ზემოქმედების შედეგად მცირდება შრომის ნაყოფიერება და იზრდება ტრავმატიზმი. ეს გამოწვეულია ყურადღების მოღუნებით, მოძრაობის სიზუსტისა და კოორდინაციის დარღვევით, სწრაფი დაღლილობით და სხვ.

## 4.2 საწარმოებში და საავტომობილო გზების, აეროდრომების, ხიდების და სამოქალაქო მშენებლობაზე ხმაურის წარმოშობის მიზეზები

ხმაურის წარმოქმნის მიზეზები სხვადასხვანაირია. წარმოქმნის წყაროს მიხედვით ხმაური შეიძლება იყოს მექანიკური, აეროდინამიკური და ელექტრული.

მექანიკური ხმაური წარმოიქმნება საგზაო-სამშენებლო მანქანების, (ექსკავატორები, ბულდოზერები, სერეპერები, სატექანი მანქანები), სატრანსპორტო მანქანების (ავტომობილები, ტრაქტორები) მუშაობის, ტექნოლოგიურ მოწყობილობათა ექსპლუატაციის (ცხავეები, სამსხვერუდეები, ბეტონამრევეები, გამანაწილებელი ბუნკერები) დროს.

მანქანებში ხმაურის უშუალო წყაროს წარმოადგენს კბილანური გადაცემები საკისრების მორგება, მბრუნავი და მერხვეი დეტალების სტატიკური გაუწონასწორებლობა. მანქანის მბრუნავი და მოძრავი დეტალები გამოსცემენ ხმაურს არა მარტო თავისი ზედაპირით, არამედ კონსტრუქციულად მათთან დაკავშირებული ელემენტებითაც.

აეროდინამიკური ხმაური წარმოიქმნება მიწებში სითხეებისა და აირების დინებისას, საეენტიდაციო და საკომპრესორო დანადგარების მუშაობისას, აგრეთვე რეაქტიული ძრავების მუშაობის დროს, ატმოსფეროში შეკუმშული აირის, ორთქლის ან ჰაერის ამორტირებისას.

ჰიდროდინამიკური ხმაური წარმოიქმნება სითხეებში სტაციონარული და არასტაციონარული პროცესების შედეგად (ჰიდრავლიკური დარტყმები, ნაკადის ტურბულენტობა, გრავიტაცია და სხვ).

ელექტრული მანქანების მუშაობისას ხმაური წარმოიქმნება როტორისა და სტატორის რხევის შედეგად, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ცვლადი მაგნიტური ძალებით. ეს ძალები მოქმედებენ როტორსა და სტატორს შორის დარჩენილ ჰაერის ღრეზოში, სადაც წარმოქმნილი საჰაერო ნაკადები იწვევენ ხმაურს. როტორის გაუწონასწორებლობა იწვევს მანქანის დეტალებისა და კვანძების რხევას, რაც თავის მხრივ იწვევს ხმაურის წარმოქმნას.

## 4.3 ხმაურის მაგნიტუდის შეფასება

ხმაური წარმოადგენს სხვადასხვა სიხშირისა და ინტენსივობის ბგერათა ერთობლიობას. თავისი ფიზიკური არსით ხმაური წარმოადგენს მექანიკური რხევით მოძრაობას სიხშირეთა ისეთ დიაპაზონში, რომლის აღქმაც შეუძლია ადამიანის

სმენის ორგანოს. ბგერითი ტალღის ძირითად მაჩასიათუბელს წარმოადგენს რხევის სიხშირე და ამპლიტუდა.

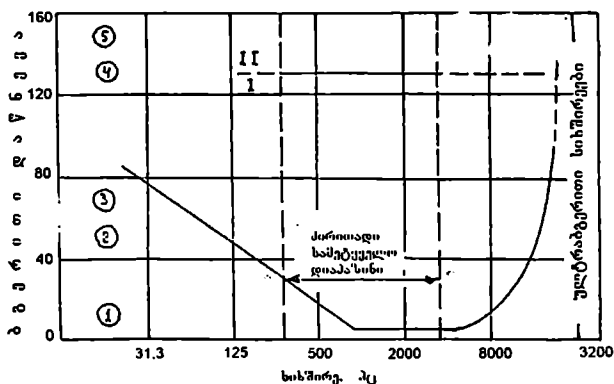
ბგერითი ტალღის ამპლიტუდა - ტალღის შეკუმშვისა და გაფართოებისას ბგერითი წნევის უდიდესი მნიშვნელობაა. ის ახასიათებს ბგერით წნევის სიდიდეს და ბგერის ინტენსივობას.

ბგერითი წნევა იზომება პასკალებში (პა).

ერთ მეტრ მანძელზე ჩურჩულით ლაპარაკი შეესაბამება  $9, 81 \times 10^{-4}$  პა. ბგერით წნევას. ჩვეულებრივი საუბარი -  $9, 81 \times 10^{-2}$  პა, ხოლო საავიაციო ძრავის მახლობლად ხმაურის ბგერითი წნევა  $2 \times 9, 81$  პა.

ბგერის ინტენსივობა განისაზღვრება  $1 \text{ სმ}^2$ -ზე გადაცემული ენერგიის რაოდენობით, ვატებში (ვტ).

ადამიანის ყური მხოლოდ იმ ბგერებს აღიქვამს, რომელთა სიხშირე სმენითი დიაპაზონის ფარგლებშია. (ყურის მგრძნობიარობის ზედა და ქვედა ზღვარი) (ნახ.4. 2). ყურის მგრძნობიარობის ქვედა ზღვარი შეესაბამება სმენის ზღვარს და ხასიათდება  $2 \times 10^{-6}$  9,81პა. ბგერითი წნევით და  $10^{-6}$  ვტ/სმ<sup>2</sup> ინტენსივობით.



სმენითი დიაპაზონი  
(ბელის მიხედვით)

1. არააღქმადი;
2. აღქმადი ტონების დიაპაზონი;
3. კარგი აღქმის ზღურბლი;
4. გაზომვის არასაკმარისობა (დისკომფორტის ზღურბლი);
5. მტკივნეული შეგრძნების ზღურბლი;

ყურის მგრძნობელობის ზედა ზღვარი (მტკენეული ზღვარი), ხასიათდება ბგერითი წნევით ( $5 \times 9,81 - 10 \times 9,81$ ), ან ფარგლებში და  $10^{-3}$  ეტ/სმ<sup>2</sup> ინტენსივობით. ბგერითი რხევის სიხშირე განისაზღვრება ერთ წამში სრული რხევის რაოდენობით. მისი ერთეულია ჰერცი. სიხშირის მიხედვით იცვლება ბგერის უღერადობის სიმაღლე და ტონალობა. რხევის სიხშირე განისაზღვრავს უღერადობის სიმაღლეს და გაელუნას ახდენს აგრეთვე სმენის ორგანოებზე. ერთდღივივე ბგერების სიდიდე 300-400 ჰერცზე აღიქმება როგორც ბანი, 400-800 ჰერცზე კი, როგორც ბარიტონი, ხოლო 1000 ჰერცზე და მეტზე აღიქმება როგორც ტენორი.

ადამიანის სმენა რეაგირებს ბგერითი სიხშირის არა აბსოლუტურ, არამედ სიხშირის ფარდობით მომატებაზე, თუ რხევის სიხშირე გაიზრდება ორჯერ, ადამიანის ყური მას აღიქვამს როგორც ბგერის ტონის გაზრდას სიდიდით, ოქტავა. ოქტავა წარმოადგენს რხევათა სიხშირის ისეთ დიაპაზონს, რომლის ზედა ზღვარი ორჯერ მეტია ქვედა ზღვარზე. ადამიანის მთელი სმენითი დიაპაზონი შედგება 9 ოქტავეური ზოლისაგან სიხშირეთა შემდეგი საშუალო გეომეტრიული მნიშვნელობებით: 16; 31; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 ჰც. ბგერების ასეთ დაყოფას ეწოდება სპექტრული დახასიათება.

მთელი სმენითი დიაპაზონი დაყოფილია ლოგარითმულ სკალაზე (ბელი და დეციბელი). რაც გამოწვეულია ბგერათა საფეხურებრივი აღქმით და აღქმული ბგერების ფართო დიაპაზონით. ამ სკალაზე იზომება ბგერის დონე. ერთეულად მიღებულია ბელი. მთელი სკალა დაყოფილია 14 ბელად, რაც საშუალებას იძლევა შევაფასოთ ბგერათა დიაპაზონი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან მილიარდჯერ. სკალის ყოველი მომდევნო საფეხური წინას 10-ჯერ აღემატება. თუმცა ბგერის ცვლილება აღიქმება როგორც ხმამაღლობის 2-ჯერ გაზრდა.

რკალის საწყისი ერთეული 0მ შეესაბამება სმენადობის ზღვარს, რომლის ხმაურის ინტენსივობის სიდიდე ტოლია  $10^{-16}$  ეტ/სმ<sup>2</sup>. ხმაურის ინტენსივობის გაზრდა  $10^{-15}$  ეტ/სმ<sup>2</sup>-მდე (10-ჯერ – აღიქმება, როგორც ხმამაღლობის 2-ჯერ გაზრდა (ხმარის დონე ტოლი იქნება 1 ბელია). ხმაურის ინტენსივობის გაზრდა 100-ჯერ ( $10^{-14}$  ეტ/სმ<sup>2</sup>-მდე) აღიქმება, როგორც წინასთან შედარებით ხმამაღლობის ორჯერ გაძლიერება (ამავე დროს ხმაურის დონე შეესაბამება 2 ბელს) და ა.შ. ყურის შეგრძნების ზედა ზღვარი, რომელიც ტოლია  $10^{-3}$  ეტ/სმ<sup>2</sup>, 10<sup>-12</sup>-ჯერ მეტია ქვედა ზღვარის შეგრძნებისა ( $10^{-16}$  ეტ/სმ<sup>2</sup>).

პრაქტიკაში ხმაურის დონის გასასწომად უფრო მოხერხებულია ერთეული დეციბელი, რომელიც ერთეულ ბელზე 10-ჯერ ნაკლებია, რადგანაც ადამიანის სმენის ორგანო აღიქვამს ხმაურის დონის გაცილებით ნაკლებ ცვალებადობას, ვიდრე ბელა.

ბგერის დონე, გამოსახული ბელებში, არ გეაძლევს საშუალებას შეეფასოთ ადამიანის მიერ ბგერის ხმამაღლობის ფიზიოლოგიური შეგრძნება, რადგან ადამიანის ყური სხვადასხვანაირად აღიქვამს სხვადასხვა სიხშირის ბგერებს. ეს გამოწვეულია მაღალი სიხშირეებისადმი ყურის დიდი მგრძნობიარობით. ასე მაგალითად ბგერები, რომლებიც ერთმანეთის ტოლი არიან, მაგრამ განსხვავდებიან სიხშირით, შეიძლება მოგვეჩვენოს არაერთნარი ხმამაღლობის (განსაკუთრებით 70 დბ-ზე დაბალი მნიშვნელობისას). ამიტომ შემოტანილია ცნება ხმამაღლობის დონე და პირობითი ერთეული ფონი. ხმამაღლობის დონის სკალა ბგერის მახასიათებლების უნიპაცირების საშუალებას გეაძლევს და ამავე დროს შეგეძლია გავითვალისწინოთ ბგერის სხვადასხვა სიხშირეები, ბგერის ხმამაღლობის 1 ფონის გაზრდა თითქმის არ შეირჩევა, მაგრამ 8-10 ფონით გაზრდა აღიქმება როგორც ხმამაღლობის 2-ჯერ გაზრდა. მაღალი ბგერებისათვის (ხმამაღლობის დონე აღემატება 80 ფონს) ინტენსივობა განისაზღვრება მხოლოდ ბგერის ძალით და არაა დამოკიდებული სიხშირეზე. ბგერების ხმამაღლობის მიხედვით განსხვავების თვალსაზრისით წარმოდგენისათვის შემოტანილია ხმამაღლობის კიდევ ერთი ერთეული-სონი. 1 სონი ტოლია 40 ფონის. 2 სონი 50 ფონის. 40 სონი – 60 ფონის და ა.შ. ხმამაღლობის ფონებში გამოსახვა საშუალებას გეაძლევს შეეფასოთ თუ რამდენჯერაა ერთი ბგერა მეორეზე ხმამაღალი. ეს განსაკუთრებით ხელსაყრელია საწარმოში ხმაურის შესადარებლად პროფილაქტიკური ღონისძიებების ჩატარებამდე და ჩატარების შემდეგ. თუ ხმაურის წყაროები განაწილებულია თანაბრად მთელ ფართობზე, მაშინ გაზომვები ტარდება ორ წერტილში: იატაკიდან 1.2 – 1.5 მ. სიმაღლეზე, გვერდითი კედლებიდან შენობის საერთო სიგრძით 1/3 მანძილზე. თუ ხმაურის წყარო თავმოყრილია ერთ წერტილში, გაზომვის წერტილებს იღებენ 1.5 მ. სიმაღლეზე და ხმაურის წყაროდან 1.25 მ. მანძილზე. ხმაურის გაზომვა ხდება სპეციალური ხმაურმზომით, რომელიც მუშაობს შემდეგი პრინციპით: ბგერითი რხევა, ხდება რა მიკროფონში, გარდაიქმნება ელექტრულ რხევად და გადაეცემა ისრულ ინდიკატორს, რომელიც დაყოფილია დეციბელებით. ინდიკატორზე აღებული ანათვალის ემატება გამმართველის მგრძნობიარობის დონეს და ამრიგად იზომება ხმაურის დონე 40-10000 ჰც. დიაპაზონში. ხმაურმზომით შეიძლება გაეზომოთ ჩვეულებრივი, ტონალური და იმპულსური ხმაური. ჩვეულებრივი ხმაურის გაზომვისას ხელსაწყო სიხშირითი მახასიათებლების გადამრთველი უნდა იყოს აღნიშვნაზე “C”, ხოლო დროითი

მახასიათებელი აღნიშვნაზე “B”. ამ შემთხვევაში გასომეხის შედეგი მოცემული იქნება დეციბელებში. გარდა ხმაურის მიშენელობის შეფასებისა, ოქტავერ სარტყელებში შეიძლება გაეზომოთ მისი ჯამური ინტენსივობა. ამისათვის სინშირის მახასიათებელის გადამრთველი უნდა დაეყენოთ „A“ მდგომარეობაში და გასომეხის შედეგები უნდა აეღნიშნოთ დბ -- -ში. ყველაზე მეტად გაერცელებულია ხმაურმზომი III - 63.

ზოგიერთი საწარმოში და დანადგართან ხმაურის ღონის საორიენტაციოდ შესაფასებლად შეიძლება გამოვიყენოთ შემდეგი მონაცემები:

#### ცხრილი 4. 2

ხმაურის ღონე დბ.

|                                              |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| პნემატური იარაღით შედუღების                  | 135 და მეტი |
| ნაკერების თეგვა: ქვაბის შიგნით, ქვაბის გარეთ | 170         |
| ცენტრიდანული ვენტილიატორი                    | 105         |
| მოტოვიკლი მაყუჩის გარეშე                     | 105         |
| ტურბინა                                      | 105         |
| საქებაე საქშენი                              | 100         |
| ძრავების გამოსაცდელი სტენდი                  | 107-117     |
| მოსატრიალებელი დოლი                          | 108         |
| ქვის სამტერევი                               | 121         |
| სახეხი დაზგა                                 | 105         |
| საბურღი დაზგა                                | 114         |
| სარანდი დაზგა                                | 97          |
| საზეინკლო დაზგა                              | 90-96       |
| საჩორტნი დაზგა                               | 95-105      |
| სამჭედლო საამქრო                             | 98          |
| დიდი საცაგების მოქლოვნა                      | 128-135     |
| ტურბოკომპრესორი                              | 118         |
| საკომპრესორო სადგური                         | 110         |
| ცხავი ქვების                                 | 121         |
| ქვის სამსხერევი                              | 110         |
| ჭედვის საამქრო                               | 113-116     |
| მოქლოვნა                                     | 117         |

როგორც ჩანს ქველასე ხმაურიანია სამუშაოები, რომლებიც დაკავშირებულია არიან ქვის სამსხერველების, ტურბოკომპრესორების ექსპლუატაციასთან და რკინის ნაწარმთა ჰედვისა და მოქლოენისას.

#### 4.4 საწარმოო ხმაურის ნორმირება

საწარმო ხმაურის ნორმირება ხდება სახსტ 12. 1. 003-96 „ხმაური, საერთო მოთხოვნილებები“-ის შესაბამისად.

ხმაურის ჰიგიენური ნორმირების საფუძველს წარმოადგენს ორგანიზმის ფიზიოლოგიური რეაქცია მის ზემოქმედებაზე. ნორმირება დამყარებულია ბგერითი წნევის ინტენსივობის შესაღდვასე ოქტავის ფარგლებში ხმაურის ხასიათისა და შრომის თავისებურების გათვალისწინებით.

სამუშაო ადგილზე მუდმივი ხმაურის მახასიათებელს წარმოადგენს ბგერითი წნევის დონე დეციბელებში. სიხშირეების შემდეგი საშუალო გეომეტრიული მნიშვნელობებით: 63; 125; 250; 500; 1000; 20000; 40000; 80000 ჰც. რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (4.1)$$

სადაც  $P$  – არის ბგერითი წნევის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა პა;

$P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  - ბგერითი წნევის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა, პა.

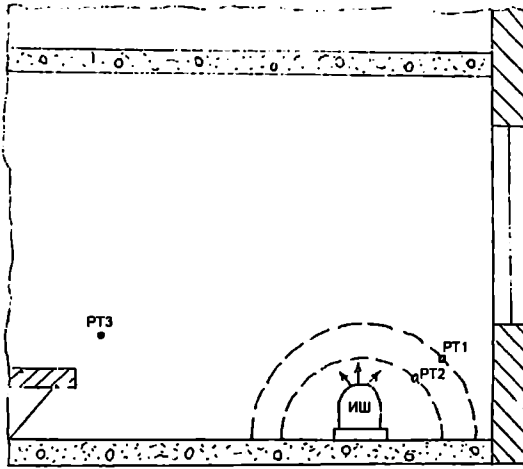
ხმაურის მახასიათებლების ნორმირებისას დასაშეება რხევათა სიხშირის დიაპაზონის გაფართოვება. საორიენტაციო შეფასებისათვის დასაშეება მუდმივი ხმაურის მახასიათებლად მივიღოთ ბგერის დონე დეციბელებში, რომელიც აითვლება ხმაურმშომის სკალაზე და განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}, \quad (4.2)$$

სადაც  $P_A$  არის ბგერითი დაწნევის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა, A ხმაურმშომის კორექციის გათვალისწინებით.

ბგერითი წნევის დასაშეება მნიშვნელობად ბგერის დონედ და ბგერის ექვივალენტურ დონეებად დეციბელებში სამუშაო ადგილებზე უნდა მივიღოთ: ფართოზოლიანი ხმაურისათვის – სხსტ 12. 1. 003-96 ცხრილებში მოცემული მნიშვნელობები ტონალური და იმპულსური ხმაურისათვის.





ნახ. 4.3 ხმაურის წყარო ИШ და საანგარიშო წერტილების განლაგების სქემა.

PT1 - საანგარიშო წერტილი პირდაპირი და არეკეილი ბგერების ზონაში.

PT2 - საანგარიშო წერტილი პირდაპირი ბგერის ზონაში.

PT3 - საანგარიშო წერტილი არეკეილი ბგერის ზონაში.

ხმაურმზომით მახასიათებლებზე „ნელა“ გაზომილი ხმაურისათვის -5 დბ-ით ნაკლები იმ მნიშვნელობებზე, რომლებიც მოცემულია იმავე ცხრილებში.

თუ ხმაურის გაზომილი დონეების სპექტრი ყველა ზოლში არ არემატება დასაშვებ ნორმატიულ მნიშვნელობას, ხმაური ითვლება დასაშვებად და ამ პირობებში ნებადართულია დაცვის საშუალებების გარეშე მუშაობა.

სახსტ 11-12. 96 „პროექტორების ნორმები, დაცვა ხმაურისაგან“ მოთხოვნების თანახმად სამუშაო ადგილებზე უნდა ჩატარდეს აკუსტიკური გაანგარიშებები ბგერითი წნევის ოქტავეური დონე  $L$ -ის დეციბელებში. შენობის სამუშაო ადგილებზე, საანგარიშო წერტილებში, სადაც ხმაურის ერთი წყაროა (ნახ. 4. 3). ზონის მიხედვით ფორმულით:

- პირდაპირი და არეკილი ბგერისათვის;

$$L = L_b + 10 \lg \left( \frac{X\Phi}{S} + \frac{4\Psi}{B} \right); \quad (4.3)$$

- პირდაპირი ბგერისათვის;

$$L = L_b + 10 \lg \frac{X\Phi}{S}; \quad (4.4)$$

- არეკლილი ბგერისათვის;

$$L = L_h - 10\lg B + 10\lg \Psi + G. \quad (4.5)$$

სადაც:  $L_h$  არის ხმაურის წყაროს ბგერითი სიძლიერის ოქტავეური დონე, დბ;

$X$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მდებარე ახალი აკუსტიკური ველის გავლენას და რომელიც დამოკიდებულია წყაროს აკუსტიკური ცენტრის  $r$  მ-ზე, საანგარიშო წერტილ  $K$ -ში; ხმაურის წყაროს მაქსიმალური გაბარიტული ზომების დროს  $L_{max}$ , მ;

$\Phi$  - ხმის მიმართულების ფაქტორი, განისაზღვრება ცდით, უგანზომილებო, (იმ ხმაურის წყაროებისათვის, რომლებიც თანაბრად გამოასხიებენ ბგერებს აიღება  $\Phi=1$ );

$S$  - სწორი გეომეტრიული ფორმის წარმოსახვითი ფართობი, რომელიც გარემოცულია ხმაურის წყაროთი და საანგარიშო წერტილზე, 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 10000 ჰც. სიხშირის ხმაურის საშუალო გეომეტრიულ მნიშვნელობას. დამოკიდებულია შენობის  $V$  მ<sup>3</sup> მოცულობაზე და შენობის ტიპზე;

$\mu$  - სიხშირული კოეფიციენტი.

საწარმოში ხმაურის რამდენიმე წყაროს განთავსებისას, ბგერითი დაწნევის დონე  $L$  დეციბელებში, საანგარიშო წერტილებში უნდა განისაზღვროს:

ა) პირდაპირი და არეკლილი ბგერის ზონაში ფორმულით:

$$L = 10\lg\left(\sum_{i=1}^M \frac{\lambda_i X_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\Psi}{B} \sum_{i=1}^n \lambda_i\right); \quad (4.6)$$

სადაც:  $\lambda_i = 10^{0.1L_{pi}}$ ;  $L_{pi}$  არის ბგერითი სიმძლავრის დონე, დბ, გამოწვეული ხმაურის  $i$  -ური წყაროთი;

$X_i, \Phi_i, S_i, B, \Psi$  - იგივეა რაც წინა ფორმულებში, მაგრამ მხოლოდ  $i$  ხმაურის წყაროსათვის;

( $n \leq 5r_{min}$ ) ხმაურის წყაროთა საერთო რაოდენობა.

ბ) არეკლილი ბგერის ზონაში, ფორმულით:

$$L = 10\ell g \sum_{i=1}^n 10^{0.1\ell r_i} - 10\ell g \beta + 10\ell g \Psi + 6 \quad (4.7)$$

ამ ფორმულაში პირველი წევრი წარმოადგენს ხმაურის წყაროთა ბგერითი სიმძლავრეთა ჯამს. თუ ეველა წყარო ერთნაირი სიმძლავრისაა, მაშინ:

$$10\ell g \sum_{i=1}^n 10^{0.1\ell r_i} = L_{\Sigma} + 10\ell g n. \quad (4.8)$$

ბგერითი დაწვევის ოქტაური დონე დეციბელებში, როცა ხმაურის წყარო და საანგარიშო წერტილი იმყოფება ან საცხოვრებელი განაშენიანების ან საწარმოს ტერიტორიაზე, განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$L = L_{\Sigma} - 15\ell g r + 10\ell g \varphi - \frac{\beta_{\Sigma} r}{1000} - 10\ell g \Omega, \quad (4.9)$$

სადაც:  $r$  არის ხმაურის წყაროსა და საანგარიშო წერტილს შორის

მანძილი, მ;

$\Omega$  - ბგერის გამოსხივების სიერციითი კუთხე;

$\beta_{\Sigma}$  - ბგერის ჩაქრობა ატმოსფეროში, დბ/კმ.

თუ სამშენებლო მოედანზე მუშაობს რამდენიმე მანქანა, ჯამური ბგერითი წნევა განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_{\Sigma} = 10\ell g \sum_{i=1}^n 10^{0.1L_i} \quad (4.10)$$

ანგარიშების გამარტივებისათვის ბგერითი წნევის დონეების აჯამებას ახდენენ ხმაურის წყაროთა ბგერითი სიძლიერის აჯამების ანალოგიურად.

#### 4.5 საწარმო ხმაურის მავნე მოქმედების პროფილაქტიკა

საწარმო ხმაურისაგან დაცვა ხორციელდება ტექნოლოგიის დამუშავებისას, დაროექტებისას, მანქანების დამზადებისა და ექსპლუატაციის დროს, აგრეთვე სამუშაო ადგილის ორგანიზაციისას.

საწარმოო ხმაურისაგან დაცვის საშუალებებისა და მეთოდების კლასიფიკაციას ადგენს სახსტ 12. 1. 028 „ხმაურისაგან დაცვის საშუალებები და მეთოდები, კლასიფიკაცია“

აწესებენ ხმაურისაგან დაცვის საშუალებების და მეთოდების საერთო კლასიფიკაციას, რომლებიც იყოფიან: კოლექტიური და ინდივიდუალური საშუალებებად და მეთოდებად.

ხმაურის არასასურველი გავლენის აღმოსაფხვრელად საჭიროა ქველა საშუალებების გამოყენება მისი ღონის შესამცირებლად მინიმალურ დასაშვებ ღონემდე.

ეს შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი საშუალებებით:

- ტექნიკური და სამშენებლო-აკუსტიკური ღონისძიებებით;  
ხმაურიანი მანქანების დისტანციური მართვის გამოყენებით;  
ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებით;
- ორგანიზაციული ღონისძიებებით;

ხმაურის წინააღმდეგ ბრძოლის ტექნიკური ღონისძიებების პრინციპი დაიყვანეს ისეთ ტექნოლოგიურ და კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებებზე, რომლებიც საშუალებას გვაძლევენ შევამციროთ ხმაური მის წარმოშობის წყაროში. მათ მიეკუთვნებიან:

- ხმაურიანი პროცესების უხმაურო პროცესებით შეცვლა;

მანქანის ზოგიერთ კეანძში ლითონს შეცვლა ნაკლებ ჟღერადი მასალით;

ჩახშობების მოწყობა იმ აგრეგატებთან, რომლებიც იწვევენ ძლიერ არეოდინამიკურ ხმაურს;

- ხმაურიანი დანადგარის ცალკე დაყენება, რხევის მშთანთქავი ამორტიზატორების მოწყობით და მრავალი სხვ.

საწარმოო ხმაურის შემცირების საშენებლო-აკუსტიკური ღონისძიება გულისხმობს:

- წარმოების გენერალური გეგმის რაციონალურ დამუშავებას;

ხმაურიანი დანადგარის ცალკე შენობაში მოთავსებას და სხვ.

სანნ და № 245-96 მოთხოვნების მიხედვით საწარმოს დაპროექტებისას აუცილებლად მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული სანიტარულ-დამცავი ზონების შექმნა.

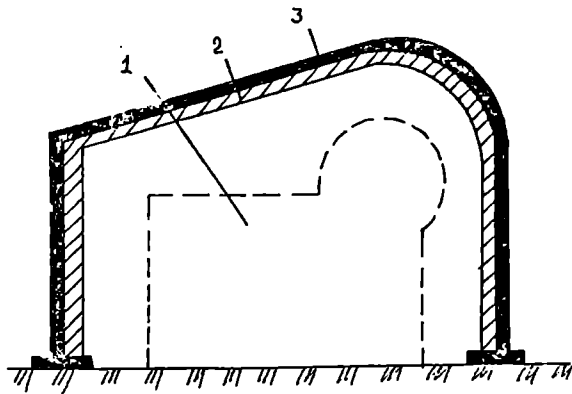
მანძილი ხმაურის წყაროდან საცხოვრებელ განაშენიანებამდე, რომლის დაცვაც გეინდა დამცავი ზონით, გამოითვლება ბგერითი სიძლიერის დასაშვები მნიშვნელობით (დბ შესაბამისად 10-12 ეტ), ხმაურის წყაროს გამოსხივება გამოითვლება ფორმულით;

$$L_{\text{нб}} = L_{\text{р}} + 15 \lg \tau - 10 \lg \varphi + \frac{\beta_{\text{аб}} \tau}{1000} + 10 \lg \Omega, \quad (4.11)$$

სადაც  $L_{\text{р}}$  არის საცხოვრებელი განაშენიანების ზონაში ხმაურის წყაროს დასაშვები დონე დბ;  $\tau$  - ხმაურის წყაროდან საცხოვრებელ ადგილამდე დასაშვები

მანძილია, მ;  $\Phi$  - ხმაურის წყაროს მიმართულების ფაქტორი;  $\Omega$  - ხმაურის გამოსხივების სიერციითი კუთხე.

საწარმოო, რომლის ტექნოლოგიური პროცესი წარმოადგენს გარე ხმაურის წყაროს, თუ ხმაური მეტია ნორმით გათვალისწინებულს, განლაგდება საცხოვრებელი განაშენიანების ქარსაწინააღმდეგო მხარეს. ხმაურის შემცირებას მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს დამცავი ზონაში მცენარეული საფარის განაშენიანება.



ნახ. 4.4 ბგერასაიზოლაციო ფარი

1. ხმაურის წყარო;
2. ხმაურმშთანთქავი სამოსი;
3. ფოლადის ფირფიტის გარსაცმი.

ერთი შენობიდან მეორეში ხმაურის შეღწევის თავიდან ასაცილებლად აწყობენ ბგერის საიზოლაციო ტიხრებს. ტიხრების საჭირო  $R_{\text{ბგ}}$  ბგერა-იზოლაცია განისაზღვრება ფორმულით:

$$R_{\text{ბგ}} = L_{\text{კ}} - 10 \lg B_{\text{გ}} + 10 \lg S_{\text{ი}} - L_{\text{დ}} + 10 \lg n, \quad (4.12)$$

სადაც  $L_{\text{დ}}$  - არის ოქტაური დონე, ბგერითი წნევის ხმაურისაგან დაუცველ შენობაში, დბ;

$B_{\text{გ}}$  - ხმაურისაგან დასაცავი შენობის მუდმივა, მ<sup>2</sup>;

$S_{\text{ი}}$  - გამყოფი კონსტრუქციის ფართობი, რომლიდანაც აღწევს ხმაური დასაცავ შენობაში, მ<sup>2</sup>;

$L_{\text{დ}}$  - დასაშვები ოქტაური დონე წნევის დასაცავ შენობაში, დბ;

$n$  - შემომღობი კონსტრუქციების საერთო რიცხვი, რომლებშიც გააღწეეს ხმაური.

საწარმოში წარმოქმნილი ხმაურის ჩასახშობად საჭიროა ბგერაიზოლაცია იმისათვის, რომ მან არ შეაღწიოს მიმდებარე ტერიტორიაზე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$R_{\text{სა.}} = L_{\text{სა.}} + 10 \lg Si - 15 \lg \pi - L_{\text{ტ.}} + 10 \lg n - 11 \quad (4.13)$$

სადაც  $L_{\text{სა.}}$  - არის მიმდებარე ტერიტორიაზე ბგერითი წნევის ოქტავეური დონის დასაშვები მნიშვნელობა, დბ;

$Si$  - გამყოფი კონსტრუქციის ის ფართობი, რომელშიც აღწეეს ხმაური, მ<sup>2</sup>;

$L_{\text{ტ.}}$  - ბგერითი წნევის ჯამური ოქტავეური დონე, დზ;

$\pi$  - მანძილი შემომღობი, კონსტრუქციიდან საანგარიშო წერტილამდე, მ;  
ბგერითი წნევის საჭირო ჯამური ოქტავეური დონე, დბ. 1.

ბგერაიზოლაციის ნორმირების პარამეტრს წარმოადგენს იზოლაციის ინდექსი, რომელიც განისაზღვრება საპაერო ხმაურის საანგარიშო სიხშირული მახასიათებლის მიხედვით. საორიენტაციო გაანგარიშებისათვის, 100-100 კგ/მ<sup>2</sup> მკვრივი ზედაპირის მქონე მასალებიდან დამზადებული ტიხარებისათვის (ბეტონი, რკინაბეტონი, აგური, კერამიკული ბლოკები და მათი მსგავსი სხვა მასალები), დასაშვებია განისაზღვროს შემდეგი ფორმულებით

$$J_{\text{ზ.}} = 23 \lg m_{\text{კ.}} - 10 \quad \text{როცა } m \geq 200 \text{ კგ/მ}^2;$$

$$J_{\text{ზ.}} = 13 \lg m_{\text{კ.}} + 13 \quad \text{როცა } m \leq 200 \text{ კგ/მ}^2;$$

სადაც  $m_{\text{კ.}} = km$  არის ექვივალენტური ზედაპირული სიმკვრივე, კგ/მ<sup>2</sup> ;

$m$  - ზედაპირული სიმკვრივე;

$K$  - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია მასალის სიმკვრივეზე, მის დრეკადობის მოდულზე, კეეთის ინერციის მომენტზე.

#### 4.6 ხმაურთან ბრძოლის ძირითადი მეთოდები

ხმაურთან ბრძოლის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა ბგერამშთანთქაე ტიხრების მოწყობა. ეს მეთოდები დამყარებულია სამშენებლო მასალების თვისებაზე შთანთქას ბგერითი რხევების ენერგია. ბგერითი ტალღა ხედება რა თავის გზაზე კედელს, კარგავს თავისი ენერგიის მნიშვნელოვან ნაწილს მასალის ფორებში არსებული ჰაერის რხევით მოძრაობაში მოსაყვანად. ჰაერის შემკვრივების გამო

ენერგიის ნაწილი გარდაიქმნება სითბურ ენერგიად, ნაწილი აირეკლება, ხოლო ნაწილი გადის კედლის მეორე მხარეს და ქმნის იქ ბგერას.

არეკელის, შთანთქმის და კედლის მეორე მხარეს გაღწეული ენერგიის სიდიდეზე გაელანას ახდენს რხევის სიხშირე, ბგერითი ტალღის დაცემის კუთხე და კედლის მასალის ფიზიკური თვისებები. მასალის ეს თვისებები ხასიათდება შემდეგი კოეფიციენტებით:

ბგერითი ენერგიის არეკელა

$$\beta = \frac{E_{\text{არ}}}{E}; \quad (4.14)$$

ბგერითი ენერგიის შთანთქმა

$$\alpha = \frac{E_{\text{შთ}}}{E}; \quad (4.15)$$

ბგერითი გამტარიანობა

$$\tau = \frac{E_{\text{გაღ}}}{E}, \quad (4.16)$$

სადაც  $E$  არის ბგერითი ენერგიის რაოდენობა, რომელიც ეცემა კედელს, (ჯ);

$E_{\text{არ}}$  - კედლიდან არეკლილი ენერგიის რაოდენობა, (ჯ);

$E_{\text{შთ}}$  - კედლის მიერ შთანთქმული ენერგიის რაოდენობა, (ჯ);

$E_{\text{გაღ}}$  - კედლის მეორე მხარეს გაღწეული ენერგიის რაოდენობა, (ჯ);

ყველა კოეფიციენტების ჯამი ერთის ტოლია, ე.ი.

$$\alpha + \beta + \tau = 1.$$

ამ კოეფიციენტებიდან ძირითადს წარმოადგენს  $\alpha$ , როგორც მასალის შთანთქმის უნარიანობის მაჩვენებელი.

ბგერამშთანთქმელი ტიხრებისათვის მასალის შერჩევა დიდადა დამოკიდებული ბგერის სიხშირეზე. ასე მაგალითად დაბალსიხშირიანი ბგერების შემთხვევაში სასურველია მოსაპირკეთებელი პანელების გამოყენება. ასეთი პანელების გამოყენება კიდევ 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.

არეკელი ბგერის ზონაში მოთავსებულ საანგარიშო წერტილში ბგერითი წნევის მაქსიმალური შემცირება გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\Delta L = 10 \ell g \frac{B_1 \Psi}{B \Psi_1}, \quad (4.17)$$

სადაც  $B_1$  არის შენობის მუდმივა, ტიხრების მოწყობის შემდეგ, მ<sup>2</sup>;

$B$  - შენობის მუდმივა, მ<sup>2</sup>;

$\Psi, \Psi_1$  - კოეფიციენტები, რომლებიც განისაზღვრებიან საწნ 11-96-შემოყვანილი გრაფიკების მიხედვით.

საწარმო შენობის შიგნით ხმაურის შემცირების ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა ბგერაიზოლაცია, რომელიც გულისხმობს ხმაურიანი აგრეგატების კაპოტებში და ცალკე ბუდეებში მოთავსებას. კაპოტი, ბუდე მზადდება ლითონისაგან ან პლასტმასისაგან და იფარება ბგერამშთანთქავი ნივთიერებებით. მათი საშუალებით შეიძლება მთლიანი ხმაურის 20 დბ-მდე შემცირება, ხოლო სპექტრი ცალკეულ უბნებში 25-30 დბ-მდე.

იმ შემთხვევაში, როცა შეუძლებელია ხმაურის შემცირება დასაშვებ ნორმატიულ დონემდე, უნდა გამოიყენოთ სახსტ 12. 4. 051-91 „სმენის ორგანოს დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები. საერთო ტექნიკური პირობების“ თანახმად დაცვის ინდივიდუალური საშუალებები. ასეთ საშუალებებს მიეკუთვნება ყურსაცმები, შლემები, სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული სადგებები.

დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებისათვის წაყენებულია შემდეგი მოთხოვნები:

- ხმაურის შემცირება დასაშვებ ნორმატიულ მნიშვნელობამდე;
- მეტყეულების აღქმის უზრუნველყოფა;
- საფრთხის მაუწყებელი ხმოვანი სიგნალის აღქმის უზრუნველყოფა;
- ჰიგიენური მოთხოვნილებების უზრუნველყოფა.

ხმაურის წინააღმდეგ ბრძოლაში მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის საორგანიზაციო სამედიცინო ღონისძიებებს.

სახსტ 12. 1. 003-89 მოთხოვნების შესაბამისად ყველა სამუშაო ზონა, სადაც ხმაურის დონე 85 დბ-ს აღემატება, აღნიშნული უნდა იყოს გამაფრთხილებელი ნიშნებით.

#### 4.7 საწარმოო ვიბრაციის მცნება

ვიბრაცია წარმოადგენს მანქანათა ნაწილების, ტექნოლოგიური დანადგარების, მოწყობილობების რხევით მოძრაობას, რომელიც გამოწვეულია მბრუნავი დეტალების დინამიკური გაუწონასწორებულობით. მერხვე დეტალებთან მუშის შეხებისას მისი



ორგანიზმის გარკვეული ნაწილები (ხელები, ფეხები, მკერდი, მუცელი, ზურგი), ხან და ხან მთელი ორგანიზმიც კი, მოდის რხევით მოძრაობაში. მექანიკური რხევა შეხების წერტილიდან საკმაოდ სწრაფად და შორს ვრცელდება. მან შეიძლება მიაღწიოს თავის არეს, ხერხემლის, მუცლისა და მკერდის სიღრუეებს.

აღამიანზე მოქმედი ვიბრაცია აშკარად არსებული ნორმატიული დოკუმენტების თანახმად, გადაცემის წესის მიხედვით იყოფა შემდეგ სახეებად:

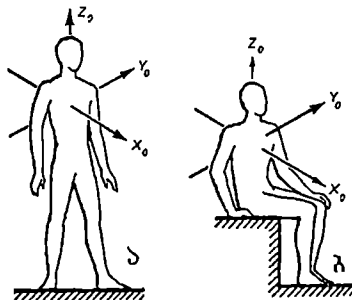
საერთო, როდესაც საყრდენი ზედაპირიდან გადაეცემა მდგომ ან დამჯდარ მდგომარეობაში აღამიანის სხეულის მთელ საკონტაქტო ზედაპირს;

ლოკალური – გადაეცემა აღამიანს ხელებიდან.

საერთო ვიბრაციის კოორდინატთა ორთოგონალური სისტემის  $X$ ,  $Y$  და  $Z_0$  ღერძების გასწვრივ მოქმედი ვიბრაცია სადაც  $Z$  ვერტიკალური ღერძია,  $X$  და  $Y$  ჰორიზონტალური.

$X_a, Y_a, Z_a$  კოორდინატთა ორთოგონალური სისტემის ღერძების გასწვრივ მოქმედი ლოკალური ვიბრაციაა. ყოველი ლოკალური ვიბრაციისათვის  $X_p$  ემთხვევა გადაცემის შემოსაწვდომი ადგილის ღერძს (სახელური, საჭეს დოლი და ს.ს.), ხოლო  $Z_p, X_p$  ღერძთა და ძალის მოდების მიმართულებით შემოსასწვდომ სიბრტყეში. (ნახ. 4.5).

საგზაო მშენებლობაში ლოკალური ვიბრაცია მოქმედებს მუშებზე, რომლებიც მუშაობენ პნევმატიური ან ელექტროფიცირებულ, დარტყმით ან მბრუნავი ტიპის ხელსაწყოებზე.



ნახ. 4.5 საერთო ვიბრაციის მოქმედებისას საკოორდინატო ღერძების მიმართულებები: ა. მდგომ მდგომარეობაში; ბ. დამჯდარ მდგომარეობაში;  $Z_0$  ღერძი – საყრდენი ზედაპირის ვერტიკალური, პერპენდიკულარული;  $X_0$  ღერძი – ზურგიდან და მკერდიდან პერპენდიკულარული;  $Y_0$  ღერძი – ჰორიზონტალური მარჯვენა მხარიდან მარცხნისაკენ.

საერთო ვიბრაცია მუშებზე, რომლებიც მუშაობენ ექსკავატორებზე, ბულდოზერებზე, ემსახურებიან ქვის სამტერეე დანადგარებს, წისქვილებს, ვიბროშემკერივებულ დანადგარებს ასაწყობი რკინა-ბეტონის კონსტრუქციების საამქროში და სხე.

ზოგჯერ საწარმოში გეხედება კომბინირებული ვიბრაცია, როდესაც საერთო ლოკალური ვიბრაცია ერთდროულად მოქმედებს.

ვიბრაციის მოქმედება ორგანიზმზე მისი სიხშირისა და ამპლიტუდის მიხედვით შეიძლება დადებითიც იყოს და უარყოფითიც.

დაბალი ინტენსივობის ვიბრაციის ორგანიზმზე ხანმოკლე მოქმედება მასზე დადებითად მოქმედებს – ანვითარებს კუნთებს, ამცირებს დაღლილობას. ზოგიერთი დაავადების დროს ვიბრაციას იყენებენ სამკურნალოდაც, მაგალითად სისხლის მიმოქცევის გასაუმჯობესებლად, მაგრამ ხანგრძლივი მოქმედების შემთხვევაში ვიბრაცია დიდ ზიანს აყენებს ორგანიზმს. ორგანიზმში ხდება ნეიროტროფიული და გეომეტრიული დარღვევები, კანი ხდება მგრძნობიარე და მტკივნეული, ვიბრაციის და ტემპერატურის ცვლილების მიმართ.

პნევმატიური და ელექტროფიცირებულ იარაღებზე დიდი ხნის მუშაობის შედეგად შეიძლება ხელის თითებმა და მტევანმა დაკარგოს შერძნების უნარი. სამუშაოს დამთავრების შემდეგ მაჯაში იგრძნობა ტკივილი, ზოგჯერ მაჯის, იდაყვის და მხრის სახსრების დეფორმირება. ხდება საყრდენ-მამოძრავებელი ფუნქციის მოშლა.

დაავადების საერთო ნიშნებია: სწრაფი დაღლილობა, თავის ტკივილები, თაბერუსხვევა, ტკივილები მუცლისა და გულ-მკერდის არეში, უძილობა.

ადამიანის ორგანიზმზე საერთო ვიბრაციის ხანგრძლივი მოქმედება იწვევს ცენტრალური ნერვული სისტემის მოშლას, ირღვევა მოძრაობის კოორდინაცია. საწარმოო ხმაურთან ერთად მოქმედებისას ვიბრაცია იწვევს სმენის გაუარესებას, უარესდება როგორც მაღალი, ისე დაბალი სიხშირის ბგერების აღქმისუნარიანობა, ხდება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ცვლილება, ირღვევა მოძრაობის კოორდინაცია და სხე.

ვიბრაციული დაავადების ხარისხი და სიმძიმე დამოკიდებულია ვიბრაციის ინტენსივობაზე და მოქმედების ხანგრძლივობაზე. საწყის სტადიაში ვიბროდაავადება კარგად ემორჩილება მკურნალობას, ორგანიზმზე ვიბრაციის მოქმედების შეწყვეტის შემდეგ. დაავადების მძიმე ფორმების მოსახსნელად საჭიროა ხანგრძლივი მკურნალობა და ორგანიზმის ვიბრაციისაგან სრული იზოლირება. უყურადღებობის

შემთხვევაში ვიბროდააგებდებამ შეიძლება გამოიწვიოს ნაწილობრივი ან მთლიანი შრომის უნარიანობის დაკარგვა.

#### 4.8 მექანიკური რხევები (ვიბრაცია). მექანიკური რხევების დახასიათება

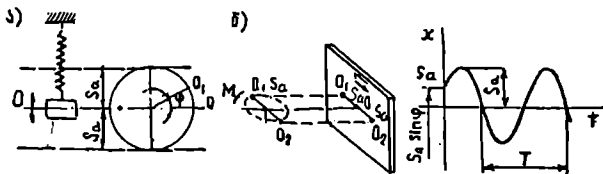
ვიბრაციაში იგულისხმება წერტილის ან მექანიკური სისტემის მოძრაობა, რომლის დროსაც ხდება რაიმე სიდიდის (ვიბროგადაადგილების, ვიბროსინქარის, ვიბროანქარების) დროში მორიგეობითი გაზრდა და შემცირება.

ძალის წყარო ზემოქმედების მიხედვით რხევების დაყოფა ხდება პარმონიულად, ნახევრად პარმონიულად და შემთხვევითად, პარმონიული რხევების დროს (ნახ. 4.6) მერხევი სხეულების რხევის ამპლიტუდები დროში იცვლებიან შეიდეგი კანონის მიხედვით:

$$S_a \cdot \sin(\omega t + \varphi), \tag{4.18}$$

სადაც  $S_a$  პარმონიული რხევების (ვიბრაციის) ამპლიტუდაა;

$\omega$  - პარმონიული რხევების კუთხური სიხშირე;  $t$  - დრო;  $\varphi$  - პარმონიული რხევების საწყისი ფაზა;  $M$  მასის სისტემა (ნახ. 4.6ა), რომელიც მასზე იმპულსის ზემოქმედების შედეგად ასრულებს რხევით მოძრაობას ზევით და ქვევით. ასეთ რხევას თავისუფალი ეწოდება, ანუ ერთი თავისუფლების ხარისხის მქონე სისტემის საკუთარი რხევა.



ნახ. 4.6. პარმონიული რხევების გრაფიკი

$m$  წერტილის ტრაექტორია (ნახ.4.6 ბ), რომელიც ბრუნავს სივრცეში  $O$  ცენტრიდან  $S_a$  მანძილზე შეიძლება დაეაგებმილოთ სიბრტყეზე და მივიღოთ ამ წერტილის რხევითი მოძრაობის ფორმა  $O_1$  -დან  $O_2$ -მდე. ამის ანალოგიურად  $m$  მასის რხევა (ნახ. 4.4 ა), შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ბრუნვითი. თუ მოძრაი  $m$

მასა  $m$  დროის შემდეგ აღმონდება  $O_1$  წერტილში, მაშინ  $\varphi$  კუთხე განსაზღვრავს ამ მასის მდებარეობას. ამ შემთხვევაში შეიძლება დაიწეროს ტოლობა.

$$\varphi / 2\pi = t / T, \quad (4.19)$$

სადაც  $T$  რხევათა (ვიბრაციის) პერიოდია,

$$\text{აქედან} \quad \varphi = 2\pi t / T = 2\pi f t = \omega t, \quad (4.20)$$

სადაც  $f = 1/T$  პერიოდულ რხევათა სიხშირეა, ჰც;  $\omega = 2\pi f = 2\pi T$ , წმ<sup>-1</sup>

$m$  მასის მოძრაობა შეიძლება წარმოვადგინოთ მისი რხევის ტრაექტორიის დროის მიხედვით გაშლის სახით (ნახ. 4.6, ბ), რომელსაც პარმონიული რხევის გრაფიკი (ოსცილოგრამა) ეწოდება. ეს გაშლა ასახავს რხევის სინუსოიდურ კანონს. ამ შემთხვევაში ეიბროსიქარე, მ.წმ<sup>-1</sup>,

$$v = \Delta a \omega \cos(\omega t + \varphi). \quad (4.21)$$

ამ სიჩქარის მაქსიმალური მნიშვნელობა შეადგენს

$$v_{\max} = \omega \Delta a = 2\pi f \Delta a. \quad (4.22)$$

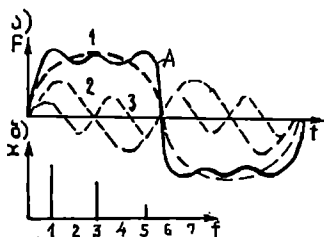
ეიბროანქარება, მ.წმ<sup>-2</sup>,

$$a = -\Delta a \omega^2 \sin(\omega t + \varphi). \quad (4.22)$$

დამოკიდებულება ეიბროსიქარის ( $V$ ) ამპლიტუდასა, ეიბროანქარებისა – ( $a_f$ ) გაქანებისა და პარმონიული რხევების კუთხურ სიხშირეს ( $\omega$ ) შორის შემდეგია:

$$v_a = \omega^2 / a = 4\pi^2 f^2 a^2 \quad (4.23)$$

ნახევრად პარმონიული რხევის დროს რხევების პერიოდულად აღმტერელი ძალა შეიძლება გრაფიკულად წარმოვადგინოთ დროის მიხედვით რთული პერიოდული  $A$  მრუდის სახით. ეს მრუდი შეიძლება განვიხილოთ რამდენიმე სინუსოიდური მრუდის (ნახ. 4.7) – (1,2,3) ჯამის სახით, რომელთაც გააჩნიათ განსხვავებული ამპლიტუდები, სიხშირეები და საწყისი ფაზური კუთხეები.



ნახ. 4.7 ნახევრად პარმონიული რხევების გრაფიკი

არაპერიოდულად აღმძვრელი, მაიჟულელები ძალის თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მის მიხედვით შეუძლებელია წინასწარ სრულიად განისაზღვროს რხევათა პარამეტრები დროის ყოველი მომდევნო პერიოდისათვის. ამიტომ ასეთ რხევას შემთხვევითის უწოდებენ, რადგან მას ვერ ვიწინასწარმეტყველებთ.

#### 4.9 ვიბრაციის ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე

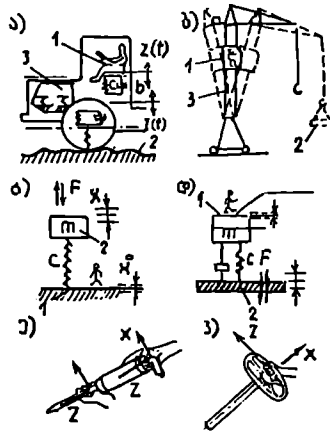
მომუშავე ადამიანის სხეულს პირობითად განიხილავენ, როგორც თავისებურ რხევად სისტემას, ვინაიდან ვიბრაციის ზემოქმედებით ადამიანის სხეულის ნაწილების გადაადგილება ხდება ერთმანეთის მიმართ ამპლიტუდით, რომლებიც დამოკიდებულია რხევების წყაროსა და ორგანოთა მასაზე. სხეულის ნაწილების ფარდობითი გადაადგილება იწვევს დამაკავშირებელ სახსრებში დაძაბულობას, ურთიერთშეჯახებასა და დაწოლას.

ადამიანის ორგანიზმზე ხანგრძლივი რხევების მოქმედება (f-3...5 ჰერცის სიხშირით) მანედ აისახება ეესტიკულარულ აპარატზე, გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე და იწვევს რწევის სინდრომს. რხევები f-5...11 ჰერცის სიხშირით მანედ მოქმედებს თავის, კუჭის, ნაწლავების და სხვა ორგანოებზე, მთლიანად სხეულის რეზონანსული რხევების გამო. რხევების შემთხვევაში f-11...45 ჰერცის სიხშირით ადგილი აქვს გულის რევას, პირღებინებას, უარესდება მხედველობა, ირღვევა სხვა ორგანოების ნორმალური მოქმედება. რხევები f≥45 ჰერცზე სიხშირით იწვევს თავის ტვინის სისხლძარღვების დაზიანებას; ხდება სისხლის ცირკულაციისა და უმადლესი ნერეული 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 რეზონანსული სიხშირეები (ჰც) შემდგვია: თავის - 2...27; ყელის - 6...27; გულმკერდის 2...12; ფეხებისა და ხელების 2...8; ხერხემლის წელის ნაწილის 4...14; მუცლის 4...12.

რხევათა მანე გავლენის ხარისხი ადამიანის ორგანიზმზე დამოკიდებულია ვიბრაციის სიხშირეზე, ხანგრძლივობასა და მოქმედების მიმართულებაზე.

ადამიანის სხეულზე ვიბრაციის გადაცემის დამახასიათებელი შემთხვევები მშენებლობის მექანიზაციის დარგში ნაჩვენებია 4.8 ნახაზზე.



ნახ. 4.8

#### ადამიანის სხეულზე ვიბრაციის გადაცემის მაგალითები

საჯდომის მეშვეობით უსწორმასწორო გზისა და ძრავის არაწონასწორობის შედეგად წარმოიქმნება ვიბრაცია, კერძოდ წარმოიქმნება სკრეპერებზე, ბულდოზერებზე, ავტოგრიდერებზე, სატერითო ავტომობილებზე, ტრაქტორებსა და სხვა თვითმავალ მანქანებზე, მმართველი კაბინის 1 მეშვეობით, რომელიც ჩამოკიდებულია კოშკზე; 2 ტერითის აწევისა ან დაშვების დროს (ნახ. 4.8, ბ). 3 - ამწის რხევის შედეგად; ასეთ ამწეებს მიაკუთვნებენ თვითმავალ კოშკურას და თვითმავალ ისრინებს; საშუალო ადგილის იატაკის 1 - მეშვეობით სტენდის 2 ვიბრაციის გამო (ნახ.4.8.გ), რომელზედაც ხდება ვიბრაციების წარმოქმნილი მექანიზმის გამოცდა( მაგალითად შიდაწეის ძრავა ან ვიბრაციული ბაქანი რკინაბეტონის კონსტრუქციებში ბეტონის გამკერევიებისათვის); საშუალო ადგილის იატაკის 1 მეშვეობით, რომელიც განლაგებულია ბეტონის ჩამწყობ მძაყილებზე 2-ის აგრეგატზე (ნახ. 4.8, ე) და თვითმავალი მანქანების მართვის ორგანოებიდან (ნახ. 8.3).

#### 4.10 ვიბრაციის მახასიათებლები და ნორმები

ვიბრაციის მოქმედი ჰიგიენური შეფასება მოცემულია სასტ 12. 1. 01-96-ში, რომელიც ცვლილებათა შეტანის შემდეგ ხელახლა გამოიცა 2004წ. ვიბრაციის

ჰიგიენურ შეფასებას აწარმოებენ ქვემოთ ჩამოთვლილი სამი მეთოდიდან ერთ-ერთის საშუალებით: სიხშირის (სპექტრული) ანალიზი; სიხშირის მიხედვით ინტეგრალური შეფასებითა და ვიბრაციის დოზით, სიხშირული ანალიზის შემთხვევაში მანორმირებულ პარამეტრებს წარმოადგენენ ვიბროსინქარის (v) საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები (და მათი ლოგარითმული დონეები  $L_v$ ), ან ვიბროანქარებები (a) ლოკალური ვიბრაციისათვის სიხშირეთა ოქტავეურ ზოლებში, ხოლო ზოგადი ვიბრაციისათვის – სიხშირეთა ოქტავეურ ან 1/3-ოქტავეურ ზოლებში.

ვიბროსინქარის ლოგარითმული დონეები  $L_v$ , დეციბელი, შეადგენს

$$\bar{u} = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i^2 K_i^2}, \quad (4.24)$$

სადაც V არის ვიბროსინქარის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა, მ/წმ. ნორმირებული პარამეტრების სიხშირის მიხედვით ინტეგრალური შეფასების შემთხვევაში ვიბრაციის კონტროლირებადი პარამეტრის კორექტირებული მნიშვნელობა.

$$L_v = 20 \lg(V / 5 \cdot 10^{-8}), \quad (4.25)$$

სადაც  $u_i$  არის კონტროლირებადი პარამეტრის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა (ვიბროსინქარის ან ვიბროანქარების) სიხშირეთა i-ურ ზოლში; n - სიხშირულ ზოლების რიცხვია (1/3 ან 1/1) სიხშირეთა ნორმირებულ დიაპაზონში;  $K_i$  - წონითი კოეფიციენტი i-ური სიხშირული ზოლისათვის, რომელიც განისაზღვრება ცხრილიდან 4.1.

ცხრილი 4.1

| ზოლების საშუალო გეომეტრიული სიხშირეები, ჰც | წონითი კოეფიციენტის მნიშვნელობები ვიბრაციის დროს |       |       |       |                     |     |      |     |                     |                     |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------|-----|------|-----|---------------------|---------------------|
|                                            | ზოგადისათვის                                     |       |       |       |                     |     |      |     | ლოკალურისათვის      |                     |
|                                            | ვიბროანქარებისათვის                              |       |       |       | ვიბროანქარებისათვის |     |      |     | ვიბროანქარებისათვის | ვიბროანქარებისათვის |
|                                            | 1/3                                              |       | 1/1   |       | 1/3                 |     | 1/1  |     | 1/1                 |                     |
|                                            | Z                                                | X,Y   | Z     | X,Y   | Z                   | X,Y | Z    | X,Y | Z                   | X,Y                 |
| 1,0                                        | 0,5                                              | 1,0   | 0,5   | 1,0   | 0,064               | 0,5 | 0,05 | 0,5 | -                   | -                   |
| 2,0                                        | 0,71                                             | 1,0   | 0,71  | 1,0   | 0,178               | 1,0 | 0,16 | 0,9 | -                   | -                   |
| 4,0                                        | 1,0                                              | 0,5   | 1,0   | 0,5   | 0,512               | 1,0 | 0,45 | 1,0 | -                   | -                   |
| 8,0                                        | 1,0                                              | 0,25  | 1,0   | 0,25  | 1,0                 | 1,0 | 0,9  | 1,0 | 1,0                 | 0,5                 |
| 16,0                                       | 0,50                                             | 0,125 | 0,50  | 0,125 | 1,0                 | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 1,0                 | 1,0                 |
| 31,5                                       | 0,25                                             | 0,013 | 0,25  | 0,063 | 1,0                 | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 0,5                 | 1,0                 |
| 63,0                                       | 0,125                                            | 0,031 | 0,125 | 0,031 | 1,0                 | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 0,25                | 1,0                 |
| 125,0                                      | -                                                | -     | -     | -     | -                   | -   | -    | -   | 0,125               | 1,0                 |
| 250,0                                      | -                                                | -     | -     | -     | -                   | -   | -    | -   | 0,063               | 1,0                 |
| 500,0                                      | -                                                | -     | -     | -     | -                   | -   | -    | -   | 0,032               | 1,0                 |
| 1000,0                                     | -                                                | -     | -     | -     | -                   | -   | -    | -   | 0,016               | 1,0                 |

ლოკალური ვიბრაციის შეფასების დროს იყენებენ ზემოქმედების დროის განმავლობაში საშუალო კორექტირებულ მნიშვნელობას;

$$u_{\text{საშ}} = \sqrt{1/m \sum_{j=1}^m \tilde{u}_j^2}, \quad (4.26)$$

სადაც  $\tilde{u}_j$  კონტროლირებადი პარამეტრის კორექტირებული მნიშვნელობაა, რომელიც განისაზღვრება (4.24) ფორმულის მიხედვით დროის  $j$ -ურ ინტერვალში;  $m$  - დროის ტოლ შუალედებში მიღებული კორექტირებული მნიშვნელობების საერთო რიცხვია.

დონის საშუალებით ვიბრაციის შეფასებისათვის ნორმირებად პარამეტრად იღებენ ექვივალენტურ კორექტირებულ მნიშვნელობას  $u_{\text{ექვ}}$ , რომელიც შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$u_{\text{ექვ}} = \sqrt{D/t}, \quad (4.27)$$

სადაც  $D$  ვიბრაციის დონაა, აქ

$$D = \int_0^t \tilde{u}^2(\tau) d\tau, \quad (4.28)$$

სადაც  $\tilde{u}(\tau)$  არის ვიბრაციის პარამეტრის მეისიერი კორექტირებადი მნიშვნელობა  $\tau$  მომენტში, რომელიც მიიღება მაკორექტირებელი ფილტრის დახმარებით. (ცხრილი 4. 1)-დან აღებული მახასიათებლით;

$t$  - ვიბრაციის ზემოქმედების დრო სამუშაო ცვლის განმავლობაში.

I კატეგორიის საერთო ვიბრაციისათვის (სატრანსპორტო ვიბრაცია) ნორმირებული პარამეტრის დასაშვები მნიშვნელობები უნდა შეესაბამებოდეს ცხრილი 4. 2-ში აღნიშნულებს.

ცხრილი 4.2

| ზოლების<br>საშუალო<br>გეომეტრიული<br>სიხშირეები,<br>ჰც | ნორმირებადი პარამეტრის დასაშვები მნიშვნელობები   |       |       |       |                        |      |       |      |       |     |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|------------------------|------|-------|------|-------|-----|
|                                                        | ვიბროანქარების<br>მიხედვით,<br>მ/წმ <sup>2</sup> |       |       |       | ვიბროსინქარის მიხედვით |      |       |      |       |     |
|                                                        |                                                  |       |       |       | მ/წმ - 10 <sup>2</sup> |      |       |      | დბ    |     |
|                                                        | 1 / 3                                            |       | 1 / 1 |       | 1 / 3                  |      | 1 / 1 |      | 1 / 1 |     |
|                                                        | Z                                                | X,Y   | Z     | X,Y   | Z                      | X,Y  | Z     | X,Y  | Z     | X,Y |
| 1,0                                                    | 0,63                                             | 0,224 | 1,10  | 0,39  | 10,43                  | 3,57 | 20,0  | 6,30 | 132   | 122 |
| 2,0                                                    | 0,45                                             | 0,224 | 0,79  | 0,42  | 3,58                   | 1,78 | 7,10  | 3,50 | 123   | 117 |
| 4,0                                                    | 0,35                                             | 0,450 | 0,59  | 0,8   | 1,25                   | 1,78 | 2,50  | 3,20 | 114   | 116 |
| 8,0                                                    | 0,315                                            | 0,900 | 0,6   | 1,62  | 0,64                   | 1,78 | 1,30  | 3,20 | 108   | 116 |
| 16,0                                                   | 0,63                                             | 1,80  | 1,14  | 3,20  | 0,64                   | 1,78 | 1,10  | 3,20 | 107   | 116 |
| 31,5                                                   | 1,25                                             | 3,55  | 2,26  | 6,38  | 0,64                   | 1,78 | 1,10  | 3,20 | 107   | 116 |
| 63,0                                                   | 2,50                                             | 7,10  | 4,49  | 12,76 | 0,64                   | 1,78 | 1,10  | 3,20 | 107   | 116 |



ნორმირებადი პარამეტრის დასაშვები მნიშვნელობები II კატეგორიის საერთო ეიბრაციისათვის (სატრანსპორტო-ტექნოლოგიური ეიბრაცია), I კატეგორიის ეიბრაციისათვის (ტექნოლოგიური ეიბრაცია) და ღოკალურისათვის მიღებულია სსტ 12.1.012-96-ის მიხედვით.

ეიბრაციის გაზომვა ხდება ეიბრაციის საზომი ხელსაწყოების (ეიბრომეტრების) საშუალებით. დანიშნულებისა და გასაზომი სიდიდის მიხედვით ხელსაწყოები იყოფა აჩქარების, სიჩქარისა და გადაადგილების საზომებად. ხელსაწყოები ემყარებიან პიეზოელექტრულ, მაგნიტოელექტრულ, ინდუქციურ, ტენზომეტრიულსა და სხვა მეთოდებს.

#### 4.11 ეიბრაციული დაცვის მეთოდები და საშუალებები

ეიბრაციულ დაცვაში გულისხმობენ იმ ეიბრაციის შემცირების საშუალებებისა და მეთოდების ერთობლიობას, რომელსაც საჭიროებენ დასაცავი ობიექტები. ეიბრაციის შემცირებაში გულისხმობენ იმ გამოიწვევი მიზეზების შემცირებას, რომლებიც ეიბრაციას წარმოქმნიან.

ეიბრაციისაგან დაცვის მეთოდები და საშუალებები მოცემულია სსტ 12.4.06-4-გზ-ში, ეს სტანდარტები ახორციელებს იმ მეთოდებისა საშუალებების კლასიფიკაციას, რომლებიც განკუთვნილია ეიბრაციათა მანეჟ მოქმედების შესამცირებლად ხელის, სტაციონარული, თვითმავალი და სატრანსპორტო მანქანების ოპერატორებისათვის. ქვემოთ მოყვანილია ეიბრაციისაგან დაცვის მეთოდებისა და საშუალებების მოკლე დახასიათება.

ეიბრაციისაგან დაცვის მეთოდებია: რეალიზაციის სახეობის მიხედვით, რომლებიც აქვეითებენ ეიბრაციის გადაცემას ოპერატორის კონტაქტის შემთხვევაში ეიბრაციაში მყოფ ობიექტსაც (დამატებითი მოწოდებლობების გამოყენება, რომლებიც შეტანილია მანქანის კონსტრუქციაში; მადემაფირებელი დაფარვები); მოქმედების პრინციპის მიხედვით (ეიბროიზოლაცია, დინამიკური ეიბროჩაქრობა); ენერგიის დამატებითი წყაროს გამოყენების მიხედვით (აქტიური ეიბროიზოლაცია); პასიური და აქტიური დინამიკური ეიბროჩაქრობა (დარტყმითი და დინამიკური ეიბროჩამქრობები); კონსტრუქციული ნიშნის მიხედვით (ლითონური, პოლიმერული, ბოჭკოვანი, პნევმატიკური, ელექტრომაგნიტური); დემაფირების სახის მიხედვით (მშრალი ან ბლანტი ხახუნით); ინდივიდუალური (ოპერატორის ხელის, ფეხისა და სხეულისათვის).

#### 4.12 ტერმინები და განსაზღვრებები

ვიბროიზოლაციის ტერმინები და განსაზღვრებები მიღებულია სასტ 24346\_80 (CT CЭB 1926-98)-ს მიხედვით, ხოლო აღნიშვნები და სიდიდეთა ერთეულები – სასტ 24347-80 (CT CЭB 1927\_98)-ს მიხედვით. მოცემულ პარაგრაფებში განმარტებულია მხოლოდ ის ტერმინები და განსაზღვრებები, რომლებიც ამ თავში გვხვდება.

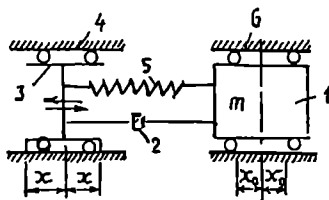
მექანიკური რხევები – იმ კინემატიკური ან დინამიკური სიდიდის მნიშვნელობათა რხევებია, რომლებიც ახასიათებენ მექანიკურ სისტემას. ვიბრაცია წერტილის ან მექანიკური სხეულის მოძრაობაა, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მისი დამახასიათებელი სკალარული სიდიდეების რხევები (ვიბრაციის არეში ტერმინს „რხევები“ იყენებენ მხოლოდ დროის მიხედვით სიდიდეთა ცვლილებების შემთხვევებში). ვიბროგადაადგილება – გადაადგილების შემდგენია, რომელიც აღწერს ვიბრაციას. ვიბროსიჩქარე ვიბროგადაადგილების წარმოებულია დროის მიხედვით,  $v = dS / dt$ , მ/წმ.

ვიბროანქარება ვიბროსიჩქარის წარმოებულია დროის მიხედვით,  $a = dv / dt$ , მ/წმ<sup>2</sup>. პერიოდული რხევები (ვიბრაცია) ისეთი რხევებია რომლის დროსაც მერხევი სიდიდის ყოველი მნიშვნელობა, რომელიც ვიბრაციას ახასიათებს მეორდება დროის თანატოლ ინტერვალების შემდეგ. რხევათა (ვიბრაციის) პერიოდი დროის უმცირესი ინტერვალია, რომლის შემდეგაც პერიოდული რხევების დროს მეორდება რხევადი სიდიდის ყოველი მნიშვნელობა (ვიბრაციის დამახასიათებლის),  $T$  წმ. პერიოდული რხევების (ვიბრაციის) სიხშირე  $f$  გაიზომება პერცებში. სიხშირეთა სპექტრი – ზრდადობის მიხედვით განლაგებული რხევათა ჰარმონიული შემადგენლების სიხშირეთა ერთობლიობაა. შემთხვევითი რხევები (ვიბრაცია) წარმოადგენენ შემთხვევით პროცესს. მაიჟლებელი ძალა (მომენტი), რომელიც არ არის დამოკიდებული სისტემის მდგომარეობაზე და ხელს უწყობს მის ვიბრაციას. ვიბრაციის დემფირება მისი შემცირებაა მექანიკური ენერგიის გაბნევის შედეგად. აღმდგენი ძალა წარმოიქმნება სისტემის გადახრის დროს წონასწორული მდგომარეობიდან და რომელიც მიმართულია ამ გადახრის საწინააღმდეგოდ. სისტემის თავისუფალ რხევებს ადგილი აქვთ ცვლადი გარე ზემოქმედების გარეშე და გარედან ენერგიის მიუღებლად. იძულებითი რხევების გამოწვევა და შენარჩუნება ხდება ძალთა ან კინეტიკური აღზნებით, ჰარმონიული რხევების ამპლიტუდა ვიბრაციის მახასიათებელი სიდიდის მაქსიმალური მნიშვნელობაა ჰარმონიული რხევების დროს. რეზონანსული რხევები სისტემის იძულებითი რხევებია (ვიბრაცია),

რომლებიც შეესაბამებიან ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლის ერთ-ერთ მაქსიმუმს.

#### 4.13 გადაცემის კოეფიციენტების განსაზღვრა ვიბროიზოლაციისა და ვიბრაციისაგან დაცვის დროს

ვიბრაციისაგან დაცვის მნიშვნელოვანი მაჩვენებლებია: ვიბროიზოლაციის დროს გადაცემის კოეფიციენტი  $\mu$  - ვიბროგადაადგილების ამპლიტუდის (ვიბროსინქარის, ვიბროაჩქარების დასაცავი ობიექტისა ან მასზე მოქმედი ძალის) შეფარდება ალგუნების წყაროს იმავე სიდიდის ამპლიტუდასთან პარმონიული ვიბრაციის დროს; ვიბრაციული დაცვის ეფექტურობის კოეფიციენტი ( $K$  ეფ) - ვიბროგადაადგილების (დასაცავი ობიექტის ვიბროსინქარის, ვიბროაჩქარებისა ან მასზე მოქმედი ძალის) პიკის ან საშუალო კვადრატული მნიშვნელობის ვიბროდაცვის შემოყვანამდე შეფარდებაა ამავე სიდიდის მნიშვნელობასთან მისი შემოყვანის შემდეგ.



ნახ. 4.9 ვიბროიზოლაციის გამოსათვლელი სქემა

4.9 ნახ.-ზე ნაჩვენებია გადაცემის კოეფიციენტის გამოსათვლელი სქემა თვითმავალი მანქანის მძღოლის საჯდომის ვიბროიზოლაციის დროს. სხეული 1 მ მასით, მოძრავ მიმმართველებში 6, შეერთებულია სამართთან 3, რომელიც განიცდის სინუსოიდურ რხევას მიმმართველებში 4, ზამბარით 5 და დემფერით 2. (დემფერი - ვიბროდასაცავი მოწყობილობა ან მისი ნაწილი, რომელიც ქმნის ვიბრაციის დემფირებას). გამოთვლისას ზამბარას დემფერსა და მიმმართველებს მიიჩნევენ წრფივად.

მოცემულ შემთხვევაში თელიან, რომ სამართის 3 იძულებითი რხევა იმ გზის უსწორმასწორობის გამო, რომელზეც მოძრაობს მანქანა, ხდება პარმონიული (სინუსოიდური) კანონის მიხედვით  $X$  ამპლიტუდით ერთი თავისუფლების ხარისხით. საჯდომის 1 და მძღოლის რხევის ამპლიტუდის  $X_0$  განსაზღვრისათვის შეიძლება

გამოვიყენოთ დაღამბურის პრინციპი, რომელიც დინამიკის ამოცანის სტატიკის ამოცანასე დაქვანის საშუალებას იძლეუა. დაღამბურის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ დროის ყოველ მომენტში წერტილზე მოქმედი ყველა ძალა გაწონასწორებულია ინერციის ძალით, ე.ი.  $\Sigma F + F_{\text{ინ}} = 0$ , მაშინ  $m$  მასის მქონე სხეულის  $l$  დინამიკური წონასწორობის პირობა განისაზღვრება განტოლებით.

$$F_{\text{ინ}} + F_{\text{გ}} + F_{\text{ზაზ}} + F = 0, \quad (4.28)$$

სადაც  $F_{\text{ინ}} = -m\ddot{x}$  არის ინერციის ძალა;  $F_{\text{გ}} = -bx$  დემპფერის წნევისადმი წინაღობის ძალა;  $F_{\text{ზაზ}} = -cx$  - ზამბარის აღდგენის ძალა;  $F = x \sin \omega t$  - იძულებითი პარმონიული რხევის ძალის მნიშვნელობა;  $X$  - მაიძულებელი ძალის ამპლიტუდა;  $H$  - მძღოლის საჯდომის ფუძე;  $b$  - დემპფერის წინაღობის კოეფიციენტი,  $H \cdot \text{წმ/მ}$ ;  $C$  - ზამბარის  $H/\text{მ}$ ;  $\omega$  - პარმონიული რხევის კუთხური სიხშირეა, რად  $\text{თე-I წმ}$ ;  $t$  - დროა, წმ.

უძეებენ, რომ მიღებული სისტემა წრფივია, ე.ი. ზამბარის დეფორმაცია მასზე მოქმედი ძალის პროპორციულია, ხოლო დემპფერის ძალა - ამ უკანასკნელის სიჩქარისა.

ამ განტოლებიდან განესაზღვრავთ სხეულის რხეების ამპლიტუდას (ნახ. 4. 12).

$$X_o = X \sqrt{\frac{1 + (2\beta\omega / \omega_o)^2}{1 - (\omega / \omega_o)^2 + (2\beta\omega / \omega_o)^2}}, \quad (4.29)$$

სადაც  $\beta$  არის ფარდობითი დემპფირება (სისტემის დემპფირების კოეფიციენტის შეფარდება მის კრიტიკულ კოეფიციენტთან);  $\omega_o$  - სისტემის საკუთარი კუთხური სიხშირეა, რად, წმ<sup>-1</sup>. აქედან გადაცემის კოეფიციენტი ვიბროიზოლაციის დროს

$$\mu = \frac{X_o}{X} \sqrt{\frac{1 + (2\beta\omega / \omega_o)^2}{1 - (\omega / \omega_o)^2 + (2\beta\omega / \omega_o)^2}}. \quad (4.30)$$

რაც უფრო ნაკლებია  $\mu$  კოეფიციენტი ერთთან შედარებით, მით უფრო სრულყოფილია ვიბროიზოლაცია.

ვიბრაციისაგან დაცვის ეფექტურობის კოეფიციენტი, აღნიშნული განსაზღვრის თანახმად შეადგენს

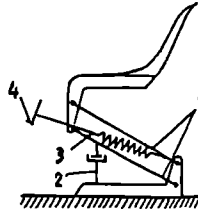
$$K_{\text{ვბ}} = 1 / \mu, \quad (4.31)$$

რაც გვიჩვენებს, რამდენჯერ მცირდება ვიბრაცია ვიბროიზოლაციის შედეგად.

#### 4.14 თვითმავალი მანქანის საჯდომის პასიური და აქტიური ვიბროიზოლაცია

პასიური ვიბროიზოლაცია (ვიბროდაცვა) არ იყენებს დამატებითი წყაროს ენერგიას. მაგალითისათვის განვიხილოთ მძღოლის საჯდომის ვიბროიზოლაცია. საჯდომები თვითმავალ საგზაო-სამშენებლო მანქანებში, სატვირთო ავტომობილებსა და ტრაქტორებში უნდა უსრუნველყოფდნენ სანიტარულ-ჰიგიენურ პირობებს მძღოლთა ხანგრძლივი მუშაობისათვის. საჯდომი უნდა არბილებდეს ბიძგებსა და დარტყმებს და იმ ვიბრაციის ნაწილს, რომელიც აღემატება ვიბრაციის ჰიგიენურ მახასიათებლებსა და ნორმებს სისტ 12.1.-12\_78-ის მიხედვით.

მძღოლის საჯდომზე რესორის დაყენების ტიპიური სქემა (ნახ. 4.10) შეიცავს შემდეგი ელემენტებისაგან: მიმართული მექანიზმისაგან 1,

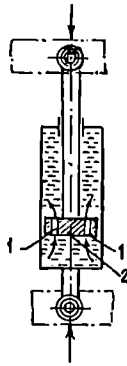


ნახ. 4.10 რესორიანი საჯდომის სქემა

რომელიც შედგენილია პარალელოგრამული ბერკეტებისაგან და იგი უსრუნველყოფს მძღოლის კორპუსის ვერტიკალური მდგომარეობის სტაბილურობას მანქანის რხევების დროს. მიმართული მექანიზმი, რომელიც აერთებს მძღოლის დასაჯდომ ადგილს მანქანის საველი ნაწილის ჩარჩოსთან, ასრულებს კინემატიკური და ძლიერი მაკავშირებლის როლს; ზამბარისაგან 3, რომელიც ამცირებს მანქანის უსწორმასწორო გზაზე გადაადგილების დროს გამოწვეული საჯდომის რხევებს; მარეგულირებელი ხრახნისაგან 4 ზამბარის სიხისტის შესაცვლელად მძღოლის სხეულის ძარაზე დამოკიდებულებით; ჰიდროამორტიზატორისაგან 2, რომელიც ნთქავს საჯდომის რხევებს მანქანის მოძრაობისას უსწორმასწორო გზაზე.

ჰიდროამორტიზატორის სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.11-ზე. უსწორმასწორო გზაზე დაბრკოლებათა გადალახვის დროს ადგილი აქვს საველი ნაწილის ჩარჩოს მკვეთრ რხევებს, რის შედეგადაც ჰიდროამორტიზატორის წინაღობა იზრდება, რაც

გამოწვეულია იმით, რომ მასში ჩასხმული სითხე ვერ ასწრებს ღგუშის 2 ხერელებში 1 გასვლას. წარმოქმნილი ჰიდრავლიკური დამუხრუჭების შედეგად ხდება საჯდომის რხევათა ჩაქრობა.



ნახ. 4.11 ჰიდროამორტიზატორის სქემა

ძირითადი მონაცემები ვიბრაციის ჩასახშობად:

1. ვიბრაციის სისტემის გამოსათვლელ სქემას იღებენ ნახ.4.11-ზე მოცემულის მიხედვით.

2. კინემატიკური აგზნების მახასიათებელს წარმოადგენს, საჯდომის ფუძის (კაბინის იატაკის) ვიბროსიჩქარე, რომელიც იცვლება პარმონიული კანონის მიხედვით  $(dy/dt) a$  და სიხშირე  $f$  ჰც, შეესაბამება 4. 3. ცხრილის მე-3 გრაფას. აგზნების მახასიათებელი შეიძლება იყოს აგრეთვე საჯდომის ვიბროაჩქარება.

3. საჯდომის რესორის ქვედა ნაწილის მასა ( $m_e$ ) წარმოადგენს კონსტრუქციის ელემენტების მასების ჯამს, რომლებიც გადაადგილდებიან მუშაობის პროცესში საჯდომის ფუძის მიმართ.

4. საჯდომზე მოსული მძღოლის მასა ( $m_p$ ) მიღებულია 70-100 კგ. და 1 მჯდომი მძღოლის მასის ნაწილი, რომელიც აგრეთვე საჯდომზე მოდის, შეადგენს მისი მასის  $5/7$ , ხოლო მძღოლის ფეხებზე მოდის -  $2/7$ .

(შედგენილია სასტ 255 71-82 მიხედვით).

| საჯდომის ფუჟის მოძრაობის განსაზღვრის ხერხი |                | კანონი, რომლითაც აიწერება კინემატიკური მახასიათებელი    | ძირითადი მონაცემები         | ამპლიტუდის განმსაზღვრელი ფორმულები           |                                |                                              |
|--------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------|
|                                            |                |                                                         |                             |                                              |                                |                                              |
| №                                          | 1              | 2                                                       | 3                           | 4                                            | 5                              | 6                                            |
| 1.                                         | ვიბროსინქარით  | $\frac{dy}{dt} = (\frac{dy}{dt})_a Sin2\pi ft$          | $(\frac{dy}{dt})_a; f$      | $\mu_n(\frac{dy}{dt})_a$                     | $\mu_n\omega(\frac{dy}{dt})_a$ | $\frac{\mu_n}{\omega}(\frac{dy}{dt})_a$      |
| 2.                                         | ვიბროანჟარებით | $\frac{d^2 y}{dt^2} = (\frac{d^2 y}{dt^2})_a Sin2\pi f$ | $(\frac{d^2 t}{dt^2})_a; f$ | $\frac{\mu_n}{\omega}(\frac{d^2 y}{dt^2})_a$ | $\mu_n(\frac{d^2 y}{dt^2})_a$  | $\frac{\mu_n}{\omega}(\frac{d^2 y}{dt^2})_a$ |

5. ზამბარის სიხისტის კოეფიციენტი  $C$ ,  $H$  დემფერის წინაღობის კოეფიციენტი –  $b$ ,  $II$  წმ/მ.

გამოთვლის მიზანი:

1. განისაზღვროს  $K$  ეფ – ვიბროიზოლაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი;  $S_a$  - პარმონიული რხევის ამპლიტუდა, მ;  $U_a$  - საჯდომის აბსოლუტური სიჩქარე, მ/წმ;  $a_a$  - საჯდომის აბსოლუტური აჩქარება, მ/წმ<sup>2</sup>;  $\bar{v}(n)$  - საჯდომის საშუალო კეადრატული აბსოლუტური სიჩქარე  $n$  საშუალო გეომეტრიული სიხშირის მქონე ოქტავისათვის;

$a_{(n)}$  - საჯდომის საშუალო კეადრატული აბსოლუტური აჩქარება საშუალო გეომეტრიული სიხშირის მქონე ოქტავისათვის.  $L_v(n)$   $\bar{v}(n)$ -ის ლოგარითმულ დონეა:

2. შეედაროთ  $v_a; a_a; L_v(n)$  ვიბრაციის ნორმებთან სასტ. 12.1.012\_78-ის მიხედვით და გამოვიტანოთ დასკვნები ვიბროიზოლაციის ეფექტურობის შესახებ.

გამოთვლის თანამიმდევრობა:

1. საჯდომზე მოსული მძღოლის მასა  $m$  - 80-5/7=57კგ.

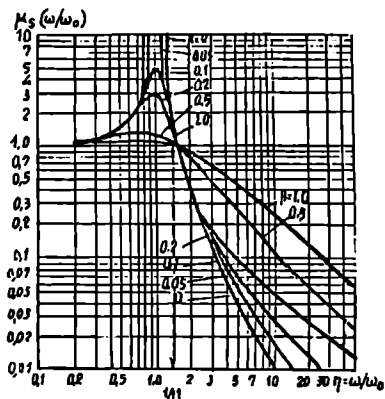
2. საჯდომის რესორის ქედა ნაწილის მასა, მასზე მჯდომ მძღოლთან ერთად –  
 $m = m_c + m_a$ .

3. ვიბროიზოლაციის სისტემის საკუთარი კუთხური სიხშირე დემფირების გარეშე –  
 $\omega_0 = \sqrt{c/m}$ .

4. ფარდობითი დემფირება -  $\beta = b/2\sqrt{cm}$ .

5. პარმონიული აღგზნების კუთხური სიხშირე -  $\omega = 2\pi f$  წმ.

6. სიხშირეთა თანაფარდობა -  $\eta = \omega/\omega_0$ .



ნახ. 4.12 დემფირების გაელენა  $\mu_z$ -ზე.

7. ვიბროიზოლაციის პირობებში გადაცემის ფარდობითი კოეფიციენტი

$$\mu_z(\omega/\omega_0) = \frac{(\omega/\omega_0)^2}{\sqrt{[1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + (2\beta\omega/\omega_0)^2}}. \quad (4.32)$$

8. ვიბროიზოლაციის პირობებში გადაცემის აბსოლუტური კოეფიციენტი

$$\mu_n(\omega/\omega_0) = \sqrt{\frac{1 + (2\beta\omega/\omega_0)^2}{[1 - (\omega/\omega_0)^2]^2 + (2\beta\omega/\omega_0)^2}}. \quad (4.33)$$

9. ვიბროიზოლაციის ეფექტურობის კოეფიციენტი  $K_{\text{ეფ}} = 1/\mu_n$ ;

10. ნახ. 4.12-ის მიხედვით  $\mu_z$ -ის  $\omega/\omega_0$  -ზე დამოკიდებულების გრაფიკის შედგენა  $\beta=0; 0.05; 0.1; 0.2; 0.5$  და  $1.0$ -სათვის.

11. ცხრილის 4.3 ფორმულებისა და ძირითადი მონაცემების მიხედვით განსაზღვრავენ:

$$\begin{aligned} \nu_0 &= \mu_0 \left( \frac{dy}{dt} \right)_0, \text{ მ/წმ;} \\ a_0 &= \mu_0 \omega \left( \frac{dy}{dt} \right)_0, \text{ მ/წმ}^2; \\ S_0 &= \frac{\mu_z}{\omega} \left( \frac{dy}{dt} \right)_0, \text{ მ.} \end{aligned} \quad (4.33)$$

12. მოცემული სიხშირის (ჰც) მიხედვით (ცხრილი 4.2) პოულობენ ოქტავას, რომელსაც გააჩნია საშუალო გეომეტრიული სიხშირე და საზღვრავენ:



$$\bar{v}(n) = v_* / 1.41, \text{ მწმ};$$

$$\bar{a}(n) = a_* / 1.41, \text{ მწმ}^2; \quad (4.34)$$

$$L_v(n) = 20 \ell g \frac{v(n)}{5 \cdot 10^{-4}} \text{ დბ.}$$

13.  $\bar{v}(n), \bar{a}(n)$  და  $L_v(n)$ -ის მიღებულ შედეგებს ადარებენ ვიბრაციის ნორმებს სასტ 12. 1. 012\_96 -ის მიხედვით. თუ შედარება არ მოხდება ნორმების შესაბამისად, საჭიროა შეიცვალოს C და ხ-ს რიცხვითი მნიშვნელობები.

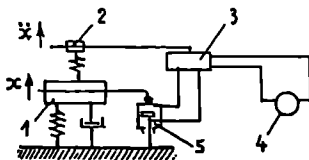
14. ითვალისწინებენ რა, რომ პასიური ვიბროიზოლაციის სისტემაში არსებითი მნიშვნელობა აქვს სიხშირეთა ფარდობას  $\eta = \omega / \omega_*$ -ის დამოკიდებულებით  $\mu$ , და  $\beta$ -ზე, აწარმოებენ 4.12 ნახ.-ზე მოყვანილი გრაფიკის ანალიზს.

ვიბროიზოლაციის მოწყობილობას გააჩნია დამცველი თვისებები ( $K_{\text{კუ}} > 1$ ), როდესაც  $\omega / \omega_* > 1.41$ . როდესაც აგზნების სიხშირე  $\omega = 1.41 \omega_*$ , რხევები შეუცვლელად გადაიცემა ( $K_{\text{კუ}} = 1$ ), თუ  $\omega / \omega_* < 1, 41$ , სისტემა ზრდის რხევებს ( $K_{\text{კუ}} < 1$ ). როდესაც  $\omega$  აღგზნების სიხშირე ახლოსაა სისტემის (დემფირებით) საკუთარ სიხშირესთან ( $\omega \approx \omega_*$ ), შეიმჩნევა ყველაზე დიდი რხევები (რეზონანსი), ამასთან,  $K_{\text{კუ}}$  ღებულობს უმცირეს მნიშვნელობას, ვიბროიზოლაციის არეში  $\omega / \omega_* > 1.41$ ,  $K_{\text{კუ}}$  მტრია იმ სისტემისათვის, რომლის  $\beta$  ნაკლებია. არეში, სადაც სისტემა ზრდის რხევებს ( $\omega / \omega_* < 1.41$ ),  $K_{\text{კუ}}$  ნაკლებია იმ სისტემისათვის, რომლის  $\beta$  ნაკლებია. სტატიკური ჩაღწევის სიდიდეს საზღვრავენ  $S_{\text{სტ}} = 0.25 / f_*^2$  ფორმულით, სადაც  $f_*$  - ვიბროიზოლაციის სისტემის საკუთარი სიხშირეა დემფირების გარეშე,  $\beta$ ;  $S_{\text{სტ}}$  - მტრებში.

ეს დასკვნები მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რადგანაც ისინი აპირობებენ თვითმავალი მანქანის (ავტომობილის, ტრაქტორის, სკრეპების) მძღოლის საჯდომის ვიბროიზოლაციის ეფექტურობას.

აქტიურ ვიბროიზოლაციაში იგულისხმება იზოლაცია, რომლისთვისაც გამოყენებულია დამატებითი წყაროს ენერგია. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ პასიური ვიბროიზოლაცია არ გეაძლევს საშუალებას სრულად დავიცვათ საჯდომი ვიბრაციისაგან, იგი იძლევა მხოლოდ მის შემცირებას 50%-მდე. ვიბრაციის უფრო ეფექტურად შემცირება შეიძლება უკუვიბრაციის მეთოდით (ანტიფაზური ამგზნების ზემოქმედებით), რომელსაც მიმოვლი სისტემა ანიჭებს საჯდომს. ამ შემთხვევაში ვიბრაციულ დაცვას უკუაქვითა და დამატებითი ენერგიის მიწოდებით აქტიური ვიბროიზოლაცია ეწოდება. ეს მეთოდი თვითმავალი მანქანებისათვის ძიების

სტადიაშია, მისი მიზანია დაიყვანოს რხევათა დონე მოცემულ სანიტარულ ნორმებამდე.



ნახ. 4.13 აქტიური ვიბროიზოლაციის სქემა

აქტიური ვიბროიზოლაცია, როგორც წესი, ემყარება ავტომატური მართვის ჩაკეტილ სისტემას. საჯდომის დარესორების ამგვარი სისტემა ნაჩვენებია ნახ. 4.13-ზე. მძლოლის საჯდომი 1, მისი ფუძის რხევის ზემოქმედებით გადაადგილდება  $X$  სიდიდით. ეს გადაადგილება აქსერომეტრის საშუალებით გარდაიქმნება აჩქარებად  $X$ . აქსელერომეტრიდან მიღებული სიგნალი მკვეთარაა 3 დახმარებით აფიქსირებს აქსელერომეტრის წანაცვლებას საჯდომის მიმართ, ხოლო პიდროდგუში 4 და პიდროცილინდრი 5 არ მოქმედებენ საჯდომზე – იზიდავენ მას ან უკუაგდებენ ფუძიდან. საჯდომის აქტიური ვიბროიზოლაციის დროს იხარჯება სიმძლავრე 5...6 კვტ სიმძლავრე.

#### 4.16 ხელის მანქანების დაცვა ვიბრაციისაგან

პნევმატიური და ელექტრული ხელის მანქანებთან მუშაობის დროს წარმოიქმნება ვიბრაციები, რომლებიც სახელურებისა და კომპრესორების მეშვეობით გადაეცემა მუშის ხელებს, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ფეხებსაც დასამუშაველი გარემოს საშუალებით (მაგალითად, სატეკანელებთან და ვიბრატორებთან მუშაობის დროს).

პნევმატიკური ხელის ჩაქუჩის რხევის ერთი პერიოდის ( $T$ ) განმავლობაში მის კორპუსზე მოქმედებს შემდეგი ძალები:

$$FT - BY' - \tilde{J}_y - J_\beta = 0, \quad (4.39)$$

სადაც  $F$  არის ძალა, რომლითაც აწევს მუშის ხელი სახელურს;  $J'$  - ძალის იმპულსია, რომელიც განისაზღვრება წნევის პნევმოჩაქუნის ქვედა ღრუში;  $\beta$  - იარაღის ბოლოს ტორსის ფართის შეფარდება სარტყამის ტორსთან;  $\tilde{J}_y$  - იმპულსი, რომელიც გადაეცემა სარტყამს იარაღის ბოლოზე დარტყმის დროს;  $J_\beta$  -

იმპულსებია, რომლებიც წარმოიქმნებიან პნეუმონიკურის კორპუსის იარაღიდან კონტაქტის დროს.

ამ განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ კორპუსზე ვიბრაციის შემცირებისათვის აუცილებელია  $\bar{J}_r$ -ის, ანუ სარტყამის მასის შემცირება. ამ მიზნით ცვლიან სარტყამის კონფიგურაციას ან ხდიან მას კომბინირებულს, რომელიც დამზადებულია ფოლადისაგან მსუბუქი პოლიმერის გარე მილისით. გარდა ამისა, ვიბრაციის შესამცირებლად იყენებენ სახელურებს, რომელთაც გააჩნიათ ვიბროჩამქრობი ან მაამორტიზირებული მოწყობილობა. მბრუნვითი მოქმედების ხელის მანქანებში ვიბრაციის შესამცირებლად ითვალისწინებენ მილისებსა და პროტექტორებს სახელურებზე და აგრეთვე მოსაყენ სახელურებს ქაფპოლიურტანით. გარდა ამისა, ხელების დასაცავად იყენებენ ხელთათმანებს მაამორტიზირებელი შუასადაბეებით.

დღეისათვის ითვალისწინებენ ვიბრაციის შესამცირებელ ზომებს სხვადასხვა საინჟინრო გადაწყვეტილებების გზით, ასე მაგალითად დარტყმითი მოქსედების პნემატიკური მანქანის კონსტრუქციებში უკუცემის ძალის შემცირების მიზნით აყენებენ დამატებით მოძრავ დეკუს. ხელის ელექტრულ მანქანებში იყენებენ კომპრესორულ-ვაკუუმურ დარტყმით მექანიზმებს, რომლებიც გამოხატავენ საცემელისა და დეკუსის ურთიერთდარტყმებს.

ვიბრაციის, პიგიენური მახასიათებლები ხელის მანქანებთან მუშაობისას მოცემულია სასტ 12.1.012\_91-ში, უსაფრთხოების ზოგადი მოთხოვნები – სასტ 12.2.010\_96 –ში, ხელის პნემატიკური მანქანები და სასტ 12.2.010\_96 „ხელის ელექტრული მანქანები“.

#### 4.17 კოშკურა ამწეებზე მეამწეების სამუშაო ადგილების ვიბრაციისაგან დაცვა

კოშკურა ამწეების ლითონის კონსტრუქციები განიცდიან პორიზონტალური დაბალი სიხშირის რხევებს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს მემანქანეების ვესტიკულარული აპარატის მოქმედების დარღვევა, რაც იწვევს გულისრევას და თავბრუს ხვევას. მსგავსი დაავადებანი აღმოაჩნდათ კოშკური ამწეების MBTK\_80, და MCK(3-5) / 20 მემანქანეებსაც.

სამშენებლო-საგზაო მანქანების მბრუნავი სეეტებიანი კოშკურა ამწეების მუშაობის თავისებურებათა კვლევის დროს გამოირკვა, რომ მათ გააჩნიათ 0,4...5 ჰერცის ტოლი რხევითი სიხშირე ისრის თავისა და კოშკის ზედა ნაწილის გადახრით

12...15 სმ-ზე და ამ წერტილის სიჩქარით 200...3000 სმ/წმ, ასე, მაგ., MBTK \_80 – ამწეზე 16 მეტრის ისრის შეყვრის 32 მეტრის სიმაღლეზე კაპეის ჩამოკიდების დროს, 5 ტონის ტოლი ტვირთით ჩაშვებისას დამოუხრუჭების პირობებში, პორიზონტალურმა აჩქარებამ შეადგინა 410 სმ/წმ<sup>2</sup>, ხოლო ევრტიკალურმა – 340 სმ/წმ<sup>2</sup>. ნორმატიული აჩქარების მნიშვნელოვან გადაჭარბებასთან დაკავშირებით მემანქანეებს ემართებოდათ ზღვის აქადმოყოფა.

ამწეთი მუშაობის მსვლელობაში მემანქანეები არ უნდა განიცდიდნენ მკვეთრ რყევებს, ბიძგებსა და გადამეტებულ ქანობას. ბიძგების ხანგრძლივობა უნდა იყოს 0.003 წმ-ზე ნაკლები, ხოლო აჩქარება არ უნდა აღემატებოდეს 30 სმ/წმ<sup>2</sup>-ს.

კოშკური ამწის დაპროექტების დროს უნდა შემოწმდეს სვეტის ზედა ნაწილის პორიზონტალური და ევრტიკალური აჩქარებების მნიშვნელობები. ამწის რხევისას, თუ იგი მეტი იქნება ზღვრულ უსაფრთხო აჩქარებაზე, აუცილებლად უნდა გადაისინჯოს ამწის პარამეტრები.

სასტ 13.994-01-ში „სამშენებლო კოშკურა ამწეების“ იმ დინამიკური დატვირთვების შემთხვევითი შემდგენების საშუალო კვადრატული გადახრები, რომლებიც წარმოიქმნიებიან მექანიზმების მუშაობისას (ტვირთის აწვევისას, ამწეს მობრუნებისა და გადაადგილებისას), განისაზღვრებიან ფორმულით:

$$S_{\text{н}} = 5\sqrt{\lambda, \nu, K_{\text{н}} V_i}, \quad (4.40)$$

სადაც  $\nu$  არის განხილული მექანიზმის საშუალებით ტვირთის გადაადგილების ნორმალური სიჩქარე, მ/წმ;  $\lambda$  - განხილული მექანიზმის ჩართვათა საშუალო რიცხვია;  $K_{\text{н}}$  - კოეფიციენტია, რომელიც ითვალისწინებს განხილული მექანიზმის მართვის სისტემის სრულყოფილებას;

$V_i$  - სიდიდეა, რომლის მნიშვნელობას, ისევე, როგორც  $\lambda$ -ისა და  $K_{\text{н}}$ -ს მნიშვნელობებს, იღებენ აღნიშნული სასტ-ის მიხედვით ამწის მუშაობის რეჟიმზე დამოკიდებულებით.

წარმოქმნილი სიჩქარე (აჩქარება) მეამწეს კაბინის მიმაგრების ადგილებში არ უნდა აღემატებოდნენ ჰიგიენურ ნორმებს სასტ 12.1.12\_91-ის მიხედვით.

#### 4.18 საავტომობილო და სატრაქტორო ძრავების ვიბროიზოლაცია

დრეკადი ელემენტების (ამორტირების) საშუალებით ავტომობილის ჩარჩოს ან ტრაქტორის სადგურზე ჩამოკიდებული შიგა წვის ძრავა წარმოადგენს რხევად მექანიკურ სისტემას ექვსი თავისუფლების ხარისხით.

ძრავას რხევის წყაროს წარმოადგენს გადასაბრუნებელი მომენტი, გაუწონასწორებელი ძალები, ინერციისა და შეშფოთების ძალების მომენტი, რომლებსაც გზა გადასცემს ძრავას. ავტომობილის ან ტრაქტორის გაქანებისა და დამხრუჭების დროს ასევე წარმოიქმნება დამატებითი ძალები, რომლებიც ზემოქმედებენ ძრავაზე.

რხევების (ვიბრაციის) შესამცირებლად, რომლებიც გადაეცემიან ძრავიდან ჩარჩოს ან სადგარს, ითვალისწინებენ ეიბროსაიზოლაციო – ამორტიზატორებს, რომელთაც აყენებენ ძრავასა და ჩარჩოს ან სადგარს შორის. უმეტეს შემთხვევაში იყენებენ რეზინა-ლითონის ამორტიზატორებს, რომლებშიც არმატურას რეზინასთან ამაგრებენ ეულკანიზაციის საშუალებით. ეს ამორტიზატორები მუშაობს კუმშვაზე, ძვრაზე ან ორივე ძალაზე ერთდროულად. გამოიყენება 7\_1847 და 7\_2959 მარკის რეზინი ბუნებრივი კაუჩუკის საფუძველზე.

ეიბროსაიზოლატორის გამოსათვლელად ძირითად მონაცემებს წარმოადგენენ: ცილინდრების რაოდენობა, დახრის კუთხე ცილინდრის რიგებს შორის, ძრავას მასა (m), მის დაკიდების სქემა და ბრუნვათა რიცხვი n, წმ<sup>-1</sup>. რეკომენდირებულია გამოთვლის შემდეგი თანამიმდევრობა (ს.ა. აირბაბაძის მიხედვით):

ა) საზღვრავენ გადაბრუნების მომენტის ძირითად სიხშირეს, ჰც;  $f_{om} = 1,5 n/60$ ;

ბ) გამოთვლიან ამორტიზატორებიანი ძრავას საკუთარ სიხშირეს, ჰც  $f_{ca} = f_{om}/a$ , სადაც  $a = 3 \dots 4$ ;

დ) საზღვრავენ ამორტიზატორების დინამიკურ სიხისტეს ვერტიკალური მიმართულებით, H/მ;  $C_{zx} = m\omega_0^2 = m(2\pi f_c \cdot a)^2$ , სადაც

$\omega_0$  – საკუთარი კუთხური სიხშირეა; წმ;

ე) პოულობენ ამორტიზატორის ფორმის ფაქტორს.

ამორტიზატორის დატვირთული და თავისუფალი ფართობებია; სატვირთო ავტომობილებისათვის  $\Phi = 0,5 \dots 0,8$ ;

ვ) საზღვრავენ ამორტიზატორის სტატიკურ სიხისტეს:

$C_{zx} = C_{zg}/a$ , სადაც  $C_{zg}$  პროპორციულობის კოეფიციენტია, რომელსაც 7\_1847 რეზინისათვის დებულობენ 1,3-ის ტოლს და 7\_2959-სათვის – 1,5.

გ) გამოთვლიან ყოველი ამორტიზატორის სტატიკური სიხისტეს, H/მ;  $C_{zci} = C_{zx}/i$ , სადაც i ძრავას საკიდრების რაოდენობა;

დ) პოულობენ ამორტიზაციის დეფორმაციას ძრავის სიმძიმის ძალის ზეგავლენით, სმ  $\Delta h = mg / C_{zci} i$ , სადაც  $g = 9,81 \text{ მ/წმ}^2$ ;

8) განსაზღვრავენ ამორტიზატორის მინიმალურ სიმაღლეს, სმ  $h_{\min} = \Delta h / 0.15$ , იმ პირობით, რომ  $\Delta h / n \leq 0.15$ , სადაც  $h$  ამორტიზატორის სიმაღლეა;

9) გამოთვლიან განივი ამორტიზატორის ფართობს, მ<sup>2</sup>  $A = (C_{\Sigma} h_{\min}) / 6G(1 + \Phi^2)$ , სადაც  $G$  ძერის მოდულია, მპა, რომელსაც 7\_1847 რეზინისათვის იღებენ 0,5-ის ტოლს, ხოლო რეზინისათვის 7\_2959\_0,7.

იყენებენ რა ამ მონაცემებს, სასაღვრავენ ამორტიზატორის წრფივ ზომებს.

#### 4.19. საწარმოო ვიბრაციის ნორმირება

სანიტარული ნორმებითა და წესებით დადგენილია სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმები – ტრაქტორებისათვის, სამშენებლო – საგზაო მანქანებისათვის, სატვირთო ავტოტრანსპორტისათვის და სხვ.

არსებული წესების მიხედვით ვიბრაცია ნორმირებულია ცალკე არსებული ყველა მიმართულებისათვის, ყოველი ოქტავეური ზოლისათვის. საერთო და ლოკალური ვიბრაციისათვის საწარმო პარამეტრებს წარმოადგენს ვიბრო სიჩქარის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა და შესაბამისად ვიბრაციის სიჩქარის ლოგარითმული დონეები. ოქტავეურ ზოლში საშუალო გეომეტრიული სიხშირით  $1 \div 1000$ პრ. საერთო ვიბრაციისათვის ნორმირებული პარამეტრები შეიძლება იყოს დოფერენცირებული ვიბრაციის სახის მიხედვით.

ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმების დადგენისას გათვალისწინებულია, რომ მუშის ორგანიზმზე ვიბრაცია მოქმედებს 8სთ-ნი სამუშაო ცვლის განმავლობაში.

სხვადასხვა სახის ვიბრაციისათვის, მისი მოქმედების განსაკუთრებული პირობებისათვის, ან ვიბრაციის და ხმაურის ერთდროული მოქმედებისათვის დასაშვები ნორმები განისაზღვრება ტექნიკური პირობებით.

ზღვრული სპექტრისათვის საბაზო სიხშირე, საერთო ვიბრაციისას ტოლია 63 ჰც, ხოლო ლოკალური ვიბრაციისათვის 125 ჰც.

საბაზო ეწოდება ფიქსირებულ საშუალოგეომეტრიულ სიხშირეს ოქტავეურ ზონაში, რომლიდანაც წარმოებს ზღვრული სპექტრის განსაზღვრა. ვიბრაციის ზღვრული სპექტრის – საშუალო კვადრატული მნიშვნელობები სიხშირის ოქტავეურ ზოლში ან მათი შესაბამისი ლოგარითმულ დონეთა მნიშვნელობები, რომელთა შეფარდება ითვალისწინებს სხვადასხვა სიხშირეების ვიბრაციის მოქმედებას ადამიანზე.

ზღვრული  $L_i$ , სპექტრის ლოგარითმული დონე ეწევა  $i$ -ური ოქტავისათვის, მიიღება საბაზო  $L_0$   $\Delta L$ , შესწორებით, რომელიც მოცემულია  $i$ -ური ოქტავისათვის ცხრილში.

ნორმირებას ექვემდებარება მანქანების ვიბრაციული მახასიათებლებიც (3მ), მანქანის ვიბრაციული მახასიათებლები ეწოდება ვიბრაციის დონის ობიექტურ ტექნიკურ მაჩვენებელს. ეს მახასიათებლები გამოიყენება: მანქანის ვიბრაციული თვისების შესამოწმებლად, მანქანების შედარებისათვის, გამოყენების აუცილებლობის შესამოწმებლად, ვიბროდაცვის საშუალებების არჩევისა და ანგარიშისათვის, დანადგარების საფუძვლების ანგარიშისათვის.

ძირითადი სახეები (3მ)-ისა ეს არის სინქარის საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა, ოქტავეური ზოლის სიხშირის და დიაპაზონისა, რომელიც შეესაბამება ჰიგიენური ნორმების სიხშირის დიაპაზონს.

ვიბრაციის ჰიგიენური ნორმების მოთხოვნილების მიხედვით (3მ) იყოფა როგორც დასაშვები ვიბრაციის 3მ (დემ) და ტექნიკურად შესაძლებელი ვიბრაციის 3მ (ტდ3მ).

#### 4.20 საწარმოო ვიბრაციის მანეჟმენტის პროფილაქტიკა

ვიბრაციული დაავადებისაგან ადამიანის დასაცავად გამოიყენება ტექნიკური, სანიტარულ-ჰიგიენური და სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

ადამიანის ვიბრაციისაგან დაცვის ძირითადი მოთხოვნილებაა ვიბრაციისაგან უსაფრთხო ზონების შექმნა, ისეთი სამუშაო 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 ჰიგიენურ ნორმებს სამუშაო ადგილებზე;

- ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებებით, რომლებიც მიმართულია მანქანა დანადგარების ტექნიკური მდგომარეობის შენარჩუნებისა და გაუმჯობესებისაკენ.

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 ეიბრაცია მისი გაერცვლების გ'საზე.

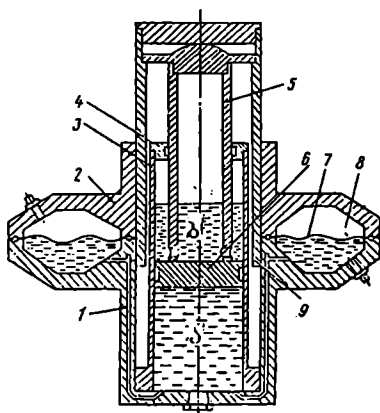
ეიბრაციის ზემოქმედების შესამცირებლად გამოყენებული მეთოდებისა და საშუალებების კლასიფიკაცია ხდება სახისტ 12.4.046-91 „ეიბრაციისაგან დაცვის მეთოდები და საშუალებები“. კლასიფიკაციის მიხედვით კლასიფიკაცია ხდება ორგანიზაციული, ეიბრაციის წყაროს, ეიბრირებულ ზედაპირთან კონტაქტის მოქმედების პრინციპის და სხვა ნიშნების მიხედვით.

ეიბრაციისაგან დაცვის საშუალებები იყოფა ეიბროიზოლაციის, ეიბრაციის ზთანთქმის და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებებად.

საგზაო მშენებლობაში ყველაზე მეტად ეიბრაცია მოქმედებს საგზაო-სამშენებლო მანქანების ოპერატორებზე. სახისტ 25.571-92 „ეიბრაცია თვითმავალი მანქანების ოპერატორების სამუშაო ადგილების ეიბროიზოლაციის ანგარიშის ძირითადი მეთოდები“-ს თანახმად საჭიროა ოპერატორების სამუშაო ადგილების ეიბროიზოლაციის ანგარიში საგზაო-სამშენებლო და სხვა მანქანებისათვის.

საგზაო-სამშენებლო მანქანებში ეიბროიზოლაციისათვის წარმატებით გამოიყენება პასიური გიდროპნემატური სისტემა, აგრეთვე აქტიური ელექტროგიდრაელიკური ეიბროჩამხშობი სისტემა.

გიდროპნემატური ნახ. 4.14 ეიბროიზოლაციის საჯდომის პრინციპიული სქემა მოყვანილია ნახ. 4.14-ზე. ტელესკოპური სახის მიმმართველი მექანიზმი შესდგება: კორპუსი 1, მილიანი მიმმართველი 8, რომლის შიგნით მოთავსებულია ცილინდრი 3. ცილინდრში შეუძლია გადაადგილება ჭოკს 4 დგუშით 5, რომელიც



ნახ. 4.14



ყოფს ცილინდრს ორ ღრუთ: წნევის ძირითად საფეხურად ა, რომელიც ავსებულია ტრანსფორმატორის ზეთით და „წნევის საწინააღმდეგო“ საფეხურად ბ, რომელიც ნაწილობრივ ავსებულია პაერთი და ნაწილობრივ სითხის ნარევით. ძირითადი წნევის საფეხური დაკავშირებულია რგოლურ კამერასთან 6, რომელიც ავსებულია გარკვეული წნევის ქვეშ მყოფი პაერთი. წნევის ქვეშ მყოფი პაერი 8, კამერა 6-ში, გამოყოფილია სითხისაგან მოქნილი რეზინის დიაფრაგმის საშუალებით 7.

„უკუწნევის“ საფეხურის წყალობით აღმდგენი ძალა წარმოიქმნება როგორც დაწნევისას, ისე გათიშვისას (გასაყრისას). დისიპაციური ძალა წარმოიქმნება ღერძთან ერთად დგუშის ცილინდრში გადაადგილებისას, ძირითადი საფეხურის კამერიდან რგოლურ კამერაში დაკალიბრებული ხერელი 9-ით სითხის გადაღინების გამო.

ტექნოლოგიური პროცესების, საწარმოო შენობების და ნაგებობების დაპროექტების დროს აუცილებლად უნდა შესრულდეს „შემდეგი ღონისძიებები“

- შეირჩეს დაბალი ვიბრაციის მაქსიმუმების მქონე მანქანები (ნახ. 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19, 4.20), უნდა დაფიქსირდეს სამუშაო ადგილები, სადაც მომუშაოები შეიძლება აღმოჩნდნენ ვიბრაციის მოქმედების ქვეშ;  
უნდა დამუშავდეს მანქანა-მექანიზმების განლაგების სქემები იმის გათვალისწინებით, რომ სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციის დონე იყოს მინიმალური;
- უნდა ჩატარდეს გაანგარიშებები მოსალოდნელი ვიბრაციის დონისა სამუშაო ადგილებზე;
- შეირჩეს მანქანა-მექანიზმების დასაყენებლად საფუძველი და გადახურვა, რომლებიც უზრუნველყოფენ სამუშაო ადგილებზე ვიბრაციის პიგიენურ ნორმებს;
- დამუშავდეს და გაანგარიშებული იქნეს აუცილებელი ღონისძიებები მანქანებისა და ოპერატორის სამუშაო ადგილის ვიბრაციისაგან დაცვისა, რომლებიც საშუალებლო გადაწყვეტილებებთან ერთად საშუალებას მოგვცემს უზრუნველყოთ სამუშაო ადგილებზე სანიტარულ-პიგიენური ნორმები.

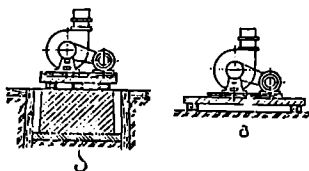
ორგანიზაციულ-ტექნიკური ღონისძიებები გულისხმობს:

- ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციით გათვალისწინებულ ვადებში ვიბრაციაზე ტექნიკის პერიოდული შემოწმება, რომელიც გათვალისწინებულია ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციით, მაგრამ ერთჯერად ვიბრაციის შემთხვევაში არანაკლებ 1-ჯერ წელიწადში და ლოკალური ვიბრაციის შემთხვევაში არანაკლებ ორჯერ წელიწადში.

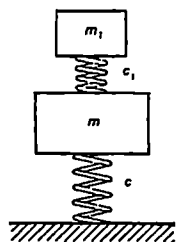
მანქანების გეგმიური რემონტის, შემდგომ ვიბრაციის მახასიათებლების შემოწმებით. ახლად მიღებული მანქანების პასპორტებში ვიბრაციის მახასიათებლების შემოწმებას;

- მანქანების ექსპლუატაციის წესებისა და პირობების კონტროლს.

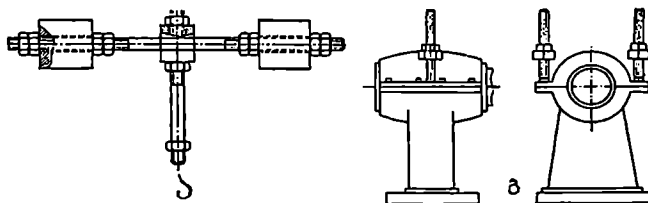
- მუშები, რომლებიც მიიღებიან ვიბრაციულ სამუშაოზე, გადიან სამედიცინო შემოწმებას, მათი შემდგომი შემოწმება ხდება პერიოდულად ერთხელ მაინც წელიწადში.



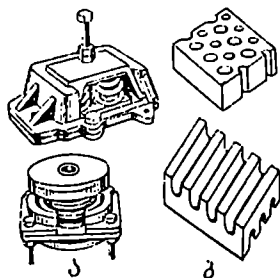
ნახ. 4.15. ა. ვიბრონაქრობის საფუძველზე აგრეგატების დამონტაჟება: ა - ქანსე და ფუქსე; ბ - გადახურვაზე.



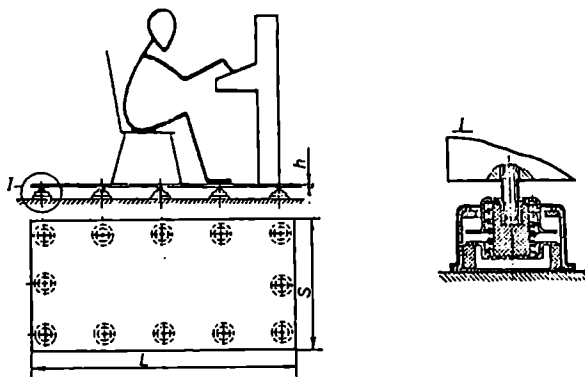
ნახ. 4.16 დინამიკური ვიბრონამქრობის სქემა



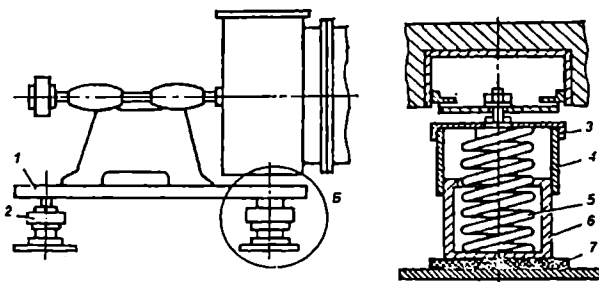
ნახ. 4.17. ა. დინამიკური ჩამქრობი დისელ-გენერატორებისათვის თავისუფლების ორი ხარისხით; ბ. დინამიკური ჩამქრობით ტურბოაგრეგატის სქემა.



ნახ. 4.18 ვიბრომამხოლვებელი საყრდენები ა. ზამბარიანი; ბ. რეზინის ვიბროიზოლაციური (ვიბრომამხოლვებელი);



ნახ. 4.19 სამუშაო ადგილის ვიბროიზოლაციის სქემა



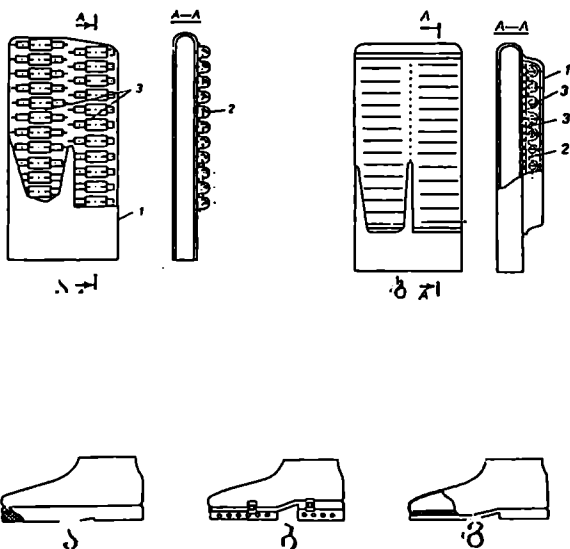
ნახ. 4.20 სავენტილაციო დანადგარის ვიბროიზოლაციის მოწყობილობა: 1 - საყრდენი ფილა; 2 - ვიბროიზოლატორები; 3 - კორპუსის სახურავი; 4 - კორპუსის მოძრავი ნაწილი; 5 - ზამბარა; 6 - კორპუსის უძრავი ნაწილი; 7 - ვიბროიზოლაციის შუასადები.

ვიბროდაცვის კოლექტიური საშუალებების გარდა მუშები უსრუნველყოფილნი უნდა იყვნენ დაცვის ინდივიდუალური საშუალებებით. ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები გამოყენების მიხედვით არის:

ოპერატორის ხელებისათვის – ხელთათმანები და ხელსაცმელები (ნახ. 4.23)

ოპერატორის ფეხებისათვის – სპეციალური ფეხსაცმელები, სამუხლეები (ნახ. 4.24).

ოპერატორის ტანისათვის – სამკერდეები, ქამრები, სპეციალური კოსტუმები.



|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| მოდული პირველი. მეტეოროლოგიური პირობები საწარმოო გარემოში. . . . .                                     | 3  |
| 1.1. მეტეოროლოგიური პირობების გაელენა ადამიანის ორგანიზმზე. . . . .                                    | 3  |
| 1.2. მეტეოროლოგიური პირობების დამახასიათებელი ფაქტორები. . . . .                                       | 8  |
| 1.3. არასასურველი მეტეოროლოგიური ფაქტორების მოქმედების დაცეითი<br>ლონისძიებები. . . . .                | 9  |
| 1.4. საენტილაციო სისტემები. . . . .                                                                    | 10 |
| 1.5. გამწოვი კარადის მიერ გაწოვილი ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა. . . . .                               | 19 |
| 1.6. ბუნებრივი ენტილაცია. . . . .                                                                      | 20 |
| 1.7. მექანიკური ენტილაცია. . . . .                                                                     | 24 |
| 1.8. ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა სათაესში ჰაენობის მიხედვით. . . . .                                  | 29 |
| 1.9. მანე ნივთიერებებიდან ჰაერის გაწმენდის სხედასხვა საშუალებანი. . . . .                              | 37 |
| 1.10. სამუშაო ადგილებზე მეტეოროლოგიური პირობების კონტროლი. . . . .                                     | 51 |
| მოდული მეორე. საწარმო შენობებისა და სამშენებლო მოედნების განათება. . . . .                             | 56 |
| 2.1. ადამიანის მდგომარეობაზე განათების გაელენა. . . . .                                                | 56 |
| 2.2. ბუნებრივი და ხელოვნური განათება. განათების ნორმირება. . . . .                                     | 57 |
| 2.3. როგორ არის თვალი მოწყობილი და როგორ ხედავს ადამიანი. . . . .                                      | 59 |
| 2.4. ბუნებრივი განათების ნორმირება. შუქტექნიკის ძირითადი მახასიათებლები. . . . .                       | 61 |
| 2.5. ბუნებრივი განათების განსაზღვრა. . . . .                                                           | 64 |
| 2.6. ხელოვნური სინათლის წყაროები. . . . .                                                              | 66 |
| 2.7. ხელოვნური განათება. . . . .                                                                       | 70 |
| 2.8. ხელოვნური განათებულობის განსაზღვრა. . . . .                                                       | 72 |
| 2.9. კარიერების, საწყობების და სამშენებლო მოედნების ანათების განსაზღვრა. . . . .                       | 75 |
| 2.10. შენობების, ტექნოლოგიური მოწყობილობებისა და მანქანების ზედაპირების<br>ფერადი გაფორმება. . . . .   | 80 |
| მოდული მესამე. მაიონებელი გამოსხივება. . . . .                                                         | 82 |
| 3.1. ადამიანის ორგანიზმზე რადიოაქტიური გამოსხივების მოქმედება. . . . .                                 | 82 |
| 3.2. რადიაციული უსაფრთხოების ძირითადი ცნებები, განსაზღვრებები,<br>ტერმინები და ნორმები. . . . .        | 83 |
| 3.3. მაიონებელი გამოსხივებისაგან დაცვის საშუალებები და დასხივების<br>დოზის საზომი ხელსაწყოები. . . . . | 88 |
| 3.4. ინდივიდუალური დაცვის და პირადი ჰიგიენის წესები. . . . .                                           | 90 |
| მოდული მეოთხე. საწარმოო ხმაური. . . . .                                                                | 92 |

|                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1. საწარმოო ხმაურის არსი. . . . .                                                                                  | 92  |
| 4.2. საწარმოებში და სააეტომობილო გზების აეროდრომების და<br>ხიდების მშენებლობაზე ხმაურის წარმოშობის მიზეზები. . . . . | 95  |
| 4.3. საწარმოო ხმაურის მავნეობის შეფასება. . . . .                                                                    | 95  |
| 4.4. საწარმოო ხმაურის ნორმირება . . . . .                                                                            | 100 |
| 4.5. საწარმოო ხმაურის მავნე მოქმედების პროფილაქტიკა . . . . .                                                        | 103 |
| 4.6. ხმაურთან ბრძოლის ძირითადი მეთოდები. . . . .                                                                     | 106 |
| 4.7 საწარმოო ვიბრაციის ცნება. . . . .                                                                                | 108 |
| 4.8. მექანიკური რხევები (ვიბრაცია). მექანიკური რხევების დახასიათება. . . . .                                         | 111 |
| 4.9. ვიბრაციის მოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე. . . . .                                                               | 113 |
| 4.10. ვიბრაციის ჰიგიენური მახასიათებლები და ნორმები. . . . .                                                         | 114 |
| 4.11. ვიბრაციისაგან დაცვის მეთოდები და საშუალებები. . . . .                                                          | 117 |
| 4.12. ვიბრაციის ტერმინები და განსაზღვრებები. . . . .                                                                 | 118 |
| 4.13. გადაცემის კოეფიციენტის განსაზღვრა ვიბროიზოლაციისა და ვიბრაციისაგან<br>დაცვის დროს. . . . .                     | 119 |
| 4.14. თეითმავალი მანქანის საჯდომის პასიური და აქტიური ვიბროიზოლაცია. . . .                                           | 121 |
| 4.15. სტაციონალური მანქანების ვიბროიზოლაცია. . . . .                                                                 | 121 |
| 4.16. ხელის მანქანების დაცვა ვიბრაციისაგან. . . . .                                                                  | 126 |
| 4.17. კოშკურა ამწეებზე მემწეების სამუშაო ადგილების ვიბრაციისაგან დაცვა. . .                                          | 127 |
| 4.18. სააეტომობილო და სატრაქტორო ძრავების ვიბროიზოლაცია. . . . .                                                     | 128 |
| 4.19. საწარმოო ვიბრაციის ნორმირება. . . . .                                                                          | 130 |
| 4.20. საწარმოო ვიბრაციის მავნე მოქმედების პროფილაქტიკა. . . . .                                                      | 131 |

## ლიტერატურა

1. ნ. ბოჭორიშვილი – „შრომის დაცვა საავტომობილო ტრანსპორტის სპეციალობებისათვის“ გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 1993 წ;
2. ნ. ბოჭორიშვილი – „უსაფრთხოების ტექნიკის საფუძვლები საავტომობილო ტრანსპორტის საწარმოებში“, თბილისი, 1998 წ;
3. ნ. ბოჭორიშვილი, ნ. შურაძე – „შრომის დაცვა პუბლიკარულ-ტექნიკური ფაქულტეტის სპეციალობის სტუდენტებისათვის“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი, 1999 წ;
4. ნ. ბოჭორიშვილი და სხვ. – „შრომის დაცვა კაეშირგაბმულობის საწარმოებში“, თბილისი, 2000 წ;
5. Иванов Н.И. и др. – «Строительство автомобильных дорог» изд. Москва, «Транспорт», 1986 г.
6. Имайкин Г.А. – «Охрана труда в строительстве» изд. Мосева, «Транспорт», 1985 г.
7. Колесников И. А. т. др. «Охрана труда в строигельстве», Москва, «Строиниздат», 1981 г.
8. ე. კაშიბაძე და ს. ხვ. – „შრომის დაცვა“, გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, 1975 წ.;
9. Колишев В. И, Турок А.С. «Охрана труда в дорожном строигельстве» изд. Москва, «Транспорт», 1988 г.
10. Полтев М.К. «Охрана труда в машиностроении», изд. «Вышая школа», 1980 г,
11. Салов А. И. «Охрана труда на автомобиль ного транспорта» изд. Москва, «Транспорт», 1980 г.
12. Юдин Е. Я. «Охрана труда в машиностроении» Москва, «Машиностроение» 1976 г.
13. ნ. მაჭავარიანი, „სახანძრო უსაფრთხოება“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2007 წ.;
14. ნ. მაჭავარიანი, ლ. ყანჩაველი, „პროფესიული დაავადებები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2005 წ.;
15. ა, მორჩილაძე, „შრომის დაცვის სამართალი“, თბილისი, 2004 წ.;
16. ნ. ბოჭორიშვილი, თ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია, ნ. შურაძე „შრომის დაცვის მენეჯმენტი“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ.;

17. ო. ღანაყა, ი. ბოჭორიშვილი, „შრომის უსფრთხოების ელემენტარული მოთხოვნები“, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ.
18. ლ. ნიჟიძე, ნ. ჯვარელია, ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ბოჭორიშვილი, „სოცადი და საინჟინრო ეკოლოგიის საფუძვლები, გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, 2005 წ.



კომპიუტერული უზრუნველყოფა დ. კუპატაძის

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 11.12.2008. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 14.01.2009. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბაში 8,5. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

