

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თ. კუნჭულია

სამთო საწარმოთა
ამროლოგია



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი

2009

უპ 622.4.012.271 (075)

სახელმძღვანელო შედგება ოთხი ნაწილისაგან: პირველ ნაწილში განხილულია სამთო საწარმოთა ატმოსფერო, მის შემადგენლობაში მომხდარი ცვლილებები სამთო საწარმოებში ჰაერის გადაადგილების დროს; საშახტო და საკარიერო ატმოსფეროში მავნე და ფეთქებადი აირების გამოყოფა, საწარმოო მტვერი, მისი ფეთქებადობა და აფეთქების საწინააღმდეგო ზომები; მეორე ნაწილში – საშახტო აერომექანიკა, მოცემულია შახტებში ჰაერის მოძრაობის კანონები, აირებისა და მტერის გამოყოფა და მათი გადატანა სავენტილაციო ჭავლებით, მოძრავ ჰაერსა და ქანებს შორის სითბოს გაცვლის პროცესები; მესამე ნაწილში – სამთო საწარმოთა ვენტილაცია, გადმოცემულია შახტების, კარიერების და მამდიდრებელი ფაბრიკების განიავეების ტექნიკური მეთოდები და საშუალებები; მეოთხე ნაწილში – სამთო საწარმოთა ვენტილაციის დაპროექტება, მოცემულია შახტების და კარიერების განიავეების სქემები და მათ გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშება.

სახელმძღვანელო შედგენილია სასწავლო პროგრამის შესაბამისად, რომელიც შეიცავს მადაროს აეროლოგიისა და კარიერების აეროლოგიის ძირითად საკითხებს, აგრეთვე მამდიდრებელი ფაბრიკების განიავეების საფუძვლებს. იგი განკუთვნილია სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის ბაკალავრებისა და მაგისტრანტებისათვის.

რეცენზენტი: პროფესორი ა. ქუთათელაძე

© საგამომცემლო სახლი “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, 2009

ISBN 978-9941-14-083-9

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

შესავალი

სამთო საწარმოების აეროლოგია არის სამთო მეცნიერების ნაწილი, რომელიც შეისწავლის შახტების, მადაროებისა და კარიერების ატმოსფეროს თვისებებს და მასში მიმდინარე პროცესებს. მისი, როგორც მეცნიერული დისციპლინის მიზანია სამთო საწარმოების ატმოსფეროს მეცნიერული საფუძვლებისა და გამაჯანსაღებელი საშუალებების შექმნა. ამისათვის აუცილებელია გადაიჭრას შემდეგი ძირითადი ამოცანები: 1. მანევრების წინააღმდეგ ბრძოლის მეთოდებისა და საშუალებების დამუშავება მათი წარმოქმნისა და გამოყოფის ადგილებში; 2. ბუნებრივი ძალებისა და ფაქტორების გამოყენება კარიერების ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაციისათვის; 3. კარიერებისა და მიწისქვეშა სამთო საწარმოების ხელოვნური ვენტილაციის მეთოდებისა და საშუალებების დამუშავება.

სამთო საწარმოების განიავების ძირითადი ამოცანაა: ა) საწარმოების შიგნით მყოფი ჰაერი იყოს სუნთქვისათვის ვარგისი, არ შეიცავდეს ჯანმრთელობისათვის მავნე და აფეთქების მხრივ საშიშ აირებს და მტვერს; ბ) საწარმოებში ჰაერის მიწოდება უნდა ხდებოდეს განუწყვეტლივ დღე-ღამის განმავლობაში იმ რაოდენობით, რომელიც საკმარისი იქნება სამუშაო ადგილებზე გამოყოფილი ან საწარმოო პროცესების შედეგად წარმოშობილი მომწამლავი და ფეთქებადი აირების და მტვერის დასაშვებ ნორმამდე გაზავებისათვის. აღნიშნული ამოცანების დროულად და ზუსტად შესრულება განაპირობებს სამთო საწარმოებში მომუშავეთა ჯანმრთელობას, უსაფრთხო შრომის

პირობებს და მათ მაქსიმალურ მწარმოებლურობას. ამ მნიშვნელობით სამთო საწარმოთა აეროლოგია უნდა განვიხილოთ როგორც შრომის დაცვის ერთ-ერთი დარგი სამთო საქმეში.

სამთო საწარმოთა აეროლოგია შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან:

1. სამთო საწარმოთა ატმოსფერო. ამ ნაწილში განიხილება ჰაერის შემადგენლობაში მიმდინარე ცვლილებები, მისი მოძრაობისას მიწისქვეშა გვირაბებსა და კარიერის შიგა სივრცეში, საშახტო ატმოსფეროს შემადგენელი ნაწილების თვისებები, საშახტო და საკარიერო ატმოსფეროში აირების გამოყოფა, საწარმოო მტვერი, როგორც აფეთქების მიზეზი და მის წინააღმდეგ ბრძოლის ღონისძიებები, სამთო საწარმოთა თბური რეჟიმი და საშახტო ჰაერის კონდიცირება.

2. საშახტო აერომექანიკა. აქ განიხილება შახტებში ჰაერის მოძრაობის კანონები, აირებისა და მტვრის გამოყოფა და მათი გადატანა სავენტილაციო ნაკადებით, მოძრავ ჰაერსა და სამთო ქანებს შორის სითბოს გაცვლის პროცესები.

3. სამთო საწარმოთა ვენტილაცია. ეს ნაწილი მოიცავს შახტებისა და კარიერების ვენტილაციის უზრუნველყოფის ტექნიკურ მეთოდებსა და საშუალებებს. ამ ნაწილის მნიშვნელოვან მოცულობას წარმოადგენს სამთო საწარმოთა ვენტილაციის პროექტირება.

წინამდებარე სახელმძღვანელო შედგენილია სასწავლო პროგრამის შესაბამისად, რომელიც შეიცავს მალაროსა და კარიერების აეროლოგიის ძირითად საკითხებს, აგრეთვე მამდიდრებელი და საბრიკეტო ფაბრიკების განიავების საფუძ-

ვლებს. იგი პირველად იბეჭდება ქართულ ენაზე და ვფიქრობთ, დიდ სარგებლობას მოუტანს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის სტუდენტ-ბაკალავრებს აეროლოგიის სრული კურსის შესწავლაში.

ნაწილი I. სამთო საწარმოთა ატმოსფერო

1. სამთო საწარმოების ჰაერი

1.1. ატმოსფერული ჰაერის შემადგენელი ნაწილები

მაღაროს ან კარიერის ჰაერი ეს ატმოსფერული ჰაერია, რომელიც მიწის ზედაპირიდან მიეწოდება და გვირაბებში მოძრაობის დროს შემადგენლობის მხრივ მთელ რიგ ცვლილებებს განიცდის. თუ ეს ცვლილებები იმდენად უმნიშვნელოა, რომ სამთო საწარმოთა ჰაერი შემადგენლობით არ განსხვავდება ატმოსფერული ჰაერისაგან, მას სუფთა ჰაერს უწოდებენ, ყველა დანარჩენ შემთხვევაში იგი წარმოადგენს ჭუჭყიან ანუ გადამუშავებულ ჰაერს და მოკლე დროის განმავლობაში უნდა განიღვენოს სამთო საწარმოების სამუშაო ადგილებიდან.

სუფთა ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობა პრაქტიკულად მუდმივია. იგი წარმოადგენს აირებისა და წყლის ორთქლის ნარევს. მის შემადგენლობაშია: აზოტი 78,08%, ჟანგბადი 20,95%, არგონი 0,93%, ნახშირბადაცა აირი 0,03% და ჰელიუმი, ნეონი, კრიპტონი, ქსენონი და ოზონი, რომელთა ჯამური შემცველობა შეადგენს 0,01%-ს. გარდა ამისა ატმოსფერულ ჰაერში სხვადასხვა რაოდენობით ყოველთვის არის მტვერი, ყინულის უმცირესი კრისტალები, ტენის უწვრილესი წვეთები.

ბუნებაში ჟანგბადის გამომყოფ ძირითად წყაროს წარმოადგენენ ოკეანის პლანქტონური ავსკი და მცენარეული

სამყარო. ნახშირმჟავა აირი ძირითადად გამოიყოფა ვულკანების მოქმედებისა და ნიადაგში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების შედეგად.

ატმოსფერულ ჰაერს მაქსიმალური მტვრიანობა და კვამლიანობა გააჩნია მატერიკებისა და სამრეწველო რაიონების თავზე, აგრეთვე მშრალ კლიმატურ ზონებში. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა მერყეობს რამოდენიმე ათეული პროცენტებიდან ას პროცენტამდე.

განვიხილოთ ატმოსფერული ჰაერის მთავარი შემადგენელი აირების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.

1. ჟანგბადი – O_2 არის უფერო, უსუნო და უგემო აირი. მისი ხვედრითი წონაა 1,11, მოლეკულური წონა – 32. იგი ცუდად იხსნება წყალში ($0^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს მხოლოდ 5%). ჟანგბადი ქიმიურად აქტიური ელემენტია და ადვილად უერთდება მრავალ ნივთიერებას, ხელს უწყობს წვასა და სუნთქვას.

ჟანგბადი აუცილებელია ადამიანის სუნთქვისათვის. თუ ადამიანს შეუძლია საკვების გარეშე იცოცხლოს 30-40 დღე-ღამე, წყლის გარეშე 10-12 დღე-ღამე, ჟანგბადის გარეშე ადამიანის სიცოცხლე წყდება 4-5 წთ-ის შემდეგ. ადამიანის სუნთქვის პროცესში ჟანგბადი სასუნთქი გზებით ხვდება ფილტვებში, სადაც იგი უერთდება სისხლს და მისი საშუალებით მიეწოდება მთელ ორგანიზმს. ორგანიზმის პერიფერიებიდან ფილტვებში, დაბრუნებულ სისხლთან ერთად, მიეწოდება ნახშირმჟავა აირი, რომელიც ამოსუნთქვისას გამოიყოფა ატმოსფეროში. მშვიდ მდგომარეობაში ყოფნისას ადამიანი მოიხმარს

0,3 ლ/წთ ჟანგბადს, ხოლო მძიმე ფიზიკური სამუშაოს შესრულებისას – 3-4 ლ/წთ.

ადამიანი სუნთქვის პროცესში თავისი საჭიროებისათვის მოიხმარს ჩასუნთქული ჟანგბადის მხოლოდ 20%-ს. დადგენილია, რომ ორგანიზმის მიერ შეთვისებული ჟანგბადის რაოდენობა ყოველთვის ჭარბობს ორგანიზმის მიერ გამოყოფილ ნახშირმჟავა აირის რაოდენობას.

ამოსუნთქული ნახშირმჟავა აირის რაოდენობის ფარდობა დროის იმავე პერიოდში ჩასუნთქულ ჟანგბადის რაოდენობასთან წარმოადგენს ე.წ. რესპირატორულ (სუნთქვის) კოეფიციენტს. საშუალო სიმძიმის სამუშაოს შესრულებისას რესპირატორული კოეფიციენტის მნიშვნელობა <1, ხოლო მძიმე სამუშაოს შესრულებისას >1.

მშვიდ მდგომარეობაში ყოფნისას ადამიანი ახდენს წუთში 16-18 ჩასუნთქვას და თითო ჩასუნთქვისას ჰაერის მოცულობა შეადგენს 0,4-0,5 ლ., ხოლო წუთში მოხმარებული ჰაერის მოცულობა შეადგენს 8 ლ. მძიმე ფიზიკური სამუშაოს შესრულებისას წუთში ჩასუნთქვების სიხშირე იზრდება, ხოლო მოხმარებული (ჩასუნთქული) ჰაერის მოცულობა აღწევს 130 ლ/წთ.

უსაფრთხოების წესების თანახმად, მიწისქვეშა პირობებში მომუშავე თითო ადამიანზე, აუცილებელია მიწოდებულ იქნას 6 მ³/წთ სუფთა ჰაერი. ადამიანის მიერ ყველაზე კარგად ჟანგბადის ათვისება ხდება ჰაერში მისი 21% შემცველობის დროს, თუ ატმოსფერული წნევაა 760 მმ. ვ.წყ.სვ.

ადამიანის მიერ ჩასუნთქული ჰაერიდან ჟანგბადის შეთვისება დამოკიდებულია ჰაერში ჟანგბადის პარციალურ (წი-

ლობრივ) წნევაზე. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ადამიანის ორგანიზმს გააჩნია გარემო პირობებთან კარგი შეგუების უნარი და იგი კარგად გრძნობს თავს მაშინაც, როდესაც ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა არის 9-12%, მხოლოდ იმ პირობით, რომ დანარჩენი 88-91% იქნება აზოტი ან მისი მსგავსი ინერტული აირი და გადასვლა ჟანგბადის ნორმალური შემცველობიდან (21%) შემცირებულ რაოდენობაზე ხდება არა უცერად არამედ თანდათანობით.

უსაფრთხოების წესების თანახმად, სამთო საწარმოთა ჰაერში, სამუშაო ადგილებზე ჟანგბადის რაოდენობა უნდა იყოს არანაკლები 20%-ისა. ჩვეულებრივ, ნორმალურად განიავებულ გვირაბებში ეს პირობა ყოველთვის დაცულია. მაგრამ იმ გვირაბებში რომლებიც ცუდად ნიავედებიან ან ფეთქებადი მასალის აფეთქების შემდეგ და მადაროს ხანძრების შემთხვევაში, ჟანგბადის რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს 1-3%-მდე, ასეთ არეში კი ადამიანის მოხვედრისას ხდება უცერად გრძნობის დაკარგვა და სიკვდილი.

2. აზოტი – N₂ წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის ძირითად ნაწილს, იგი არის უფერო, უსუნო და უგემო, ინერტული აირი. მისი ხვედრითი წონაა 0,97, მოლეკულური წონა – 28. იგი არ უწყობს ხელს წვასა და სუნთქვას. წყალში სუსტად იხსნება. აზოტს ყოველთვის შეიცავს ადამიანის სისხლი. ატმოსფერული წნევის გაზრდასთან ერთად აზოტის შემცველობა სისხლში იზრდება. წნევის უცერად შემცირებისას (ავარიული სიტუაცია კესონებში, წყალქვეშა მომუშავეთა სწრაფი ამოყვანა სიღრმიდან ზედაპირზე) სისხლში შესაძლებელია წარმოი-

ქმნას აზოტის ბუმტულაკები, რაც იწვევს კესონურ დაავადებას და სიკვდილსაც კი. გარდა ამისა, აზოტით ორგანიზმის გაჯერებისას, მაღალი წნევის შემთხვევაში, აზოტმა შესაძლებელია გამოიწვიოს ტოქსიკური ზემოქმედება.

მიწისქვეშა პირობებში აზოტის გამოყოფის ძირითადი წყაროებია: 1. ორგანული ნივთიერებების ღპობა; 2. ფეთქებადი სამუშაოები; 3. გამოიყოფა ნახშირის ფენსა და ფუჭ ქანში არსებული ბზარებიდან.

შახტის ჰაერში აზოტის შემცველობა არ ნორმირდება.

3. ნახშირმჟავა აირი – CO₂ არის უფერო, სუსტი მომჟავო გემოს მქონე აირი. მისი ხვედრითი წონაა 1,52, მოლეკულური წონა – 44. იგი კარგად იხსნება წყალში. ნახშირმჟავა აირი მუდმივად გამომუშავდება ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ქანგვის პროცესების შედეგად და ასრულებს სუნთქვის სტიმულატორის როლს.

ნახშირმჟავა აირის შემცველობის გაზრდა სასუნთქ ჰაერში იწვევს ორგანიზმის მოწამვლას. ცუდად განიავებულ გვირაბებში ნახშირორჟანგის რაოდენობამ შეიძლება მიაღწიოს 0,75-1,0%. ამ რაოდენობით იგი ნაკლებად მომწამლავია, მაგრამ თუ დიდი რაოდენობით დაგროვდა გვირაბში, შეიძლება გამოიწვიოს ადამიანის სასიკვდილო მოწამვლა.

სასუნთქ ჰაერში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გაზრდა 0,2%-ით იწვევს ფილტვების ვენტილაციის (სუნთქვის სიხშირის და სიღრმის) 2-ჯერ გაზრდას; ორგანიზმის ფიზიკური დატვირთვის შემცირებისას სუნთქვის პროცესი ხდება ნორმალური, ვინაიდან მცირდება ნახშირმჟავა აირის გამოყოფა.

ჰაერში ნახშირორჟანგის 3%-ის შემცველობისას სუნთქვა გახშირებულია 2-ჯერ მშვიდ მდგომარეობაში ყოფნის დროსაც კი. ნახშირორჟანგის 5%-მდე შემცველობისას – სუნთქვის სიხშირე მომატებულია 3-ჯერ. ჰაერში ნახშირორჟანგის 5-8% შემცველობისას წარმოიქმნება ზედა სასუნთქი გზებისა და ლორწოვანი გარსის გაღიზიანების ნიშნები, თავის ტკივილი, ხმაური ყურებში, აღგზნებულება, თავბრუსხვევა, ცხელების შეგრძნება, ქოშინი, პირღებინება, მომატებულია გულისცემა და არტერიული წნევა. ჰაერში ნახშირმჟავა აირის 20%-იანი შემცველობისას (მაიზოლირებელ რესპირატორებში მუშაობისას) შეიძლება კანის შეწითლება და ჩხვლეტა გულ-მკერდის არეში. ჰაერში CO₂-ის 20-25%-ის შემცველობა სასიკვდილოდ საშიშია.

მიწისქვეშა გვირაბებში ნახშირმჟავა აირის გამოყოფის ძირითადი წყაროებია მერქნისა და ნახშირის ლაბობა და ჟანგვა, მუავე წყლებით სამთო ქანების გახრწნა, გამოიყოფა ფუჭი ქანებიდან და სასარგებლო წადისეულიდან. გამომყოფი წყაროები აგრეთვე შეიძლება იყოს ხანძრები და მეთანისა და ნახშირის მტერის აფეთქებები.

იმის გამო, რომ ნახშირმჟავა აირი ჰაერზე 1,5-ჯერ მძიმეა, ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების დროს მისი კონცენტრაცია გვირაბის ქვედა ნაწილში გაცილებით მაღალია, ვიდრე გვირაბის ჭერში. გარდა ამისა იგი შეიძლება დაგროვდეს დიდი რაოდენობით და სიცოცხლისათვის საშიში გახდეს დახრილი და ვერტიკალური გვირაბების ძირში.

უსაფრთხოების წესების შესაბამისად ჰაერში ნახშირმჟავა აირის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს შემდეგ მნიშვნე-

ლობებს: სამუშაო ადგილებზე და უბნის ამომავალ ჭავლში 0,5%-ს; ფრთის, ჰორიზონტისა და მთლიანად შახტის ამომავალ ჭავლის გვირაბებში – 0,75%-ს; ჩამოქცევებში გვირაბების გაყვანისას და მათი აღსადგენი სამუშაოების წარმოებისას – 1,0%-ს.

1.2. ჰაერის შემადგენლობის ცვლილება მისი გვირაბებში მოძრაობისას

მიწისქვეშა გვირაბებში მყოფი ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს მადაროს ანუ შახტის ჰაერს. მისი შემადგენლობა და სხვა პარამეტრები განსხვავდება სუფთა ატმოსფერული ჰაერისაგან.

გვირაბებს, რომელთა საშუალებით სამუშაო ადგილებზე მიეწოდება სუფთა ჰაერი, ეწოდებათ ჰაერმიმწოდებელი გვირაბები, ხოლო გვირაბებს, რომელთა საშუალებით ხდება ჭუჭყიანი ანუ გადამუშავებული ჰაერის მოცილება – სავენტილაციო გვირაბები.

ჰაერის მიწისქვეშა გვირაბებში მოძრაობისას, მის შემადგენლობაში მომხდარ ცვლილებებს შეადგენს ჟანგბადის შემცირება და ნახშირმჟავა აირის, მეთანის, აზოტის, ნახშირჟანგისა და სხვა აირების, აგრეთვე მტვრის რაოდენობის მომატება. გარდა ამისა, იცვლება ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ატმოსფერული წნევა.

ანსხვავებენ ჰაერის გაჭუჭყიანების ტექნოგენურ (სამთო სამუშაოების წარმართვის ტექნოლოგიაზე დამოკიდებული) და

ბუნებრივ წყაროებს. ტექნოგენური წყაროებია ავეთქებითი სამუშაოების წარმართვა, შიგაწვის ძრავების მუშაობა, ფუჭი ქანისა და სასარგებლო წიაღისეულის მონგრევა და სხვ.

ბუნებრივ წყაროებს წარმოადგენს მიწისქვეშა და ზედაპირული სამთო მასივის გაშიშვლებული ზედაპირები, მონგრეული ნახშირისა და ფუჭი ქანის ნატეხები, მინერალური წყლები და სხვ.

გარდა აირობრივი შემადგენლობის ცვლილებისა, ჰაერის გვირაბებში მოძრაობისას წარმოებს მისი ტემპერატურის გაზრდა და ტემპერატურა მით მეტია, რაც უფრო ღრმადაა განლაგებული მიწის ზედაპირიდან გვირაბი.

ამავე დროს უმეტესი რაოდენობის შახტებში ადგილი აქვს გვირაბებში დიდი რაოდენობით წყალმოდენას, რაც ზრდის ჰაერის ტენიანობას მათში. ეს განსაკუთრებით იგრძნობა ჰიდროშახტებში და შახტებში, სადაც მონგრეული ნახშირის გადატანა ხორციელდება ჰიდროტრანსპორტის საშუალებით.

რაც შეეხება გვირაბებში ატმოსფერული წნევის ცვლილებას, რაც მეტია სამთო სამუშაოების წარმოების სიღრმე, მით მაღალია ატმოსფერული წნევა. იმ შემთხვევაში, თუ შახტი განლაგებულია მაღალმთიანეთში, მაშინ პირიქით მის გვირაბებში ჰაერის წნევა ნაკლებია, ვიდრე ჰაერის წნევა ზღვის დონეზე.

ყოველივე ამის გარდა გვირაბებში არსებულ ჰაერის წნევაზე მოქმედებს მთავარი განიავების ვენტილატორის მუშაობის რეჟიმი: თუ ვენტილატორი მუშაობს დაჭირხვნაზე, მაშინ გვირაბში ჰაერის წნევა უფრო მაღალია, ვიდრე მიწის ზედაპირზე

არსებული ჰაერის წნევა და პირიქით, თუ ვენტილატორი მუშაობს შეწოვაზე, იგი ამცირებს გვირაბში ჰაერის წნევას ზედაპირზე არსებულ წნევასთან შედარებით.

13. შახტის აირსიუხვე

აირსიუხვე ახასიათებს აირის გამოყოფის ინტენსივობას ცალკეულ გვირაბში, ამოსადები უბნის საზღვრებში, ცალკეულ ფენში ან მთლიანად შახტში. ანსხვაგვებენ აბსოლუტურ და ფარდობით აირსიუხვეს.

შახტის აბსოლუტური აირსიუხვე ეწოდება აირის რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა მის ყველა გვირაბში დროის ერთეულში. შახტის აბსოლუტური აირსიუხვე განისაზღვრება ფორმულით:

$$Q_{\text{abs.}} = Q_{\text{შ}}(C_{\text{აშაშ}} - C_{\text{შგშ}}) / 100, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}, \quad (1,1)$$

სადაც: $Q_{\text{შ}}$ არის შახტში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობა, $\text{მ}^3/\text{წთ}$; $C_{\text{შგშ}}$ – აირის შემცველობა შახტში მისაწოდებელ ჰაერში, %; $C_{\text{აშაშ}}$ – აირის შემცველობა შახტიდან ამომავალ ჰაერის ჭაველში, %.

შახტის ფარდობითი აირსიუხვე ეწოდება აირის რაოდენობას, რომელიც გამოიყოფა დროის ერთეულში 1 ტ ან 1 მ³ სამთო მასის მოპოვების დროს. შახტის ფარდობითი აირსიუხვე განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_{\text{fard}} = \frac{Q_{\text{abs}}}{AA}, \quad \text{მ}^3/\text{ტ}, \quad (1,2)$$

სადაც A არის შახტის მწარმოებლურობა, ტ/დღ; Q_{abs} – აბსოლუტური აირსიუხვე, მ³/წთ

შახტის აირსიუხვე მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია შემცველი ქანებისა და სასარგებლო წიაღისეულის აირშემცველობაზე. აირშემცველობა არის ბუნებრივ პირობებში მყოფი 1 ტ ან 1 მ³ ხელუხლებელი მასივის აირშემცველობა და იგი დამოკიდებულია წიაღისეულის წარმოშობაზე.

მაგმური წარმოშობის ქანები და მადნები ხასიათდებიან მცირე ფორიანობით, აირგამტარობითა და მცირე სორბციული აქტივობით. მათში აირები ძირითადად თავმოყრილია ტექტონიკური აშლილობების ზონებში. აქ ძირითადად გვხვდება აზოტი, ნახშირმჟავა აირი, წყალბადი, აგრეთვე უმნიშვნელო რაოდენობით მეთანი და მისი ჰემოლოგები.

დანალექი ქანები (ნახშირი, მინერალური მარილები, მანგანუმის მადნები, ბოქსიტები, ფოსფორიტები და სხვ.) ხასიათდებიან სორბციული აქტივობით, რითაც განპირობებულია მათში მნიშვნელოვანი რაოდენობით აირების არსებობა. დანალექი ქანები შეიცავენ ნახშირწყალბადებს, ნახშირმჟავა აირებს, აზოტს, გოგირდწყალბადს, გოგირდოვან აირს, ამიაკს, წყალბადს და სხვ.

მეტამორფულ ქანებს (კვარციტები, მარმარილო, გრაფიტი, სპილენძის მადნები და სხვ.) აირშემცველობის მიხედვით უჭირავთ შეადლერი მდგომარეობა მაგმურ და დანალექი ქანებს შორის.

14. სამთო საწარმოთა ჰაერში შემავალი ფეთქებადი და მომწამლავი აირები

სუფთა ატმოსფერული ჰაერი, მიეწოდება რა მიწის ზედაპირიდან სამთო საწარმოებში, თავის შემადგენლობაში განიცდის მნიშვნელოვან ცვლილებებს, რაც გამოიხატება მასში სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესების წარმართვისას გამოყოფილი მომწამლავი და ფეთქებადი აირების კონცენტრაციების მომატებით. ჰაერის ცვლილებებს იწვევს აგრეთვე სასარგებლო წიაღისეულისა და შემცველი ქანების თვისებები, სამთო საწარმოთა მოწყობილობების ტიპები და დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები.

სამთო საწარმოების ატმოსფეროში შესაძლებელია გამოიყოს შემდეგი ფეთქებადი და მომწამლავი აირები:

ნახშირჟანგი – CO, ანუ მსუთავი აირი, არის უფერო, უსუნო და უგემო აირი. მისი ხვედრითი წონაა 0,97, მოლეკულური წონა – 28. იგი წყალში სუსტად იხსნება. ნახშირჟანგი წვადი და ფეთქებადი აირია. ნორმალური ტემპერატურისა და წნევის დროს ქიმიურად საკმაოდ ინერტულია. ჰაერთან ერთად წარმოშობს ფეთქებად ნარევეს. აფეთქების ზღვრებია 13-75%. ყველაზე დიდი აფეთქების ძალა აქვს ჰაერში 30%-ის შემცველობის დროს. აფეთქების ტემპერატურაა 610-830°C.

ადამიანის მოწამვლა ნახშირჟანგით ხდება იმის გამო, რომ სისხლში შემცველი ჰემოგლობინი 300-ჯერ უფრო აქტიურად უერთდება ნახშირჟანგს, ვიდრე ჟანგბადს, რაც იწვევს

ორგანიზმის ქსოვილების უანგბადით შიმშილს. ანსხვაგვებენ ნახშირჟანგით ადამიანის მწვავე მოწამვლის სამ ხარისხს: 1. სუსტი მოწამვლა, ჰაერში CO-ს 0,05%-ის შემცველობისას, გამოიხატება ყურებში შეილით, თავის სუსტი ტკივილით, მუშაობისას სუნთქვის აჩქარებითა და თავბრუსხვევით; 2. ძლიერი მოწამვლა, ჰაერში CO-ს 0,1%-ის შემცველობის დროს, ხასიათდება ზემოთხამოთვლილი სიმპტომების გაძლიერებით და მასთან ერთად მოძრაობის უნარისა და გონების დაკარგვით; 3. სასიკვდილო მოწამვლა, ჰაერში CO-ს 0,4-0,5%-ის შემცველობისას, სიკვდილი დგება მცირე ხნის ზემოქმედების დროს.

შახტებსა და კარიერებში ნახშირჟანგის გამოყოფის ძირითადი მიზეზებია: ფეთქებადი სამუშაოები, აირისა და მტვრის აფეთქებები, სასარგებლო წიაღისეულის წვა, შიგაწვის ძრავებისა და ცეცხლური ბურღვის დაზგების მუშაობა.

უსაფრთხოების წესების თანახმად სამუშაო ზონის ჰაერში ნახშირჟანგის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,0017%. აფეთქებითი სამუშაოების ჩატარების შემდეგ სანგრევში მუშების დაშვება შესაძლებელია ჰაერში CO-ს 0,008%-ის შემცველობისას, იმ პირობით, რომ სანგრევში განუწყვეტლივ მიეწოდება სუფთა ჰაერი.

აზოტის ჟანგბადები ანუ ფეთქებადი ნივთიერების აფეთქების აიროვანი პროდუქტები: აზოტის ჟანგი (**NO**), აზოტის ორჟანგი (**NO₂**), უფრო იშვიათად აზოტის ოთხჟანგი (**N₂O₄**) და ზოგჯერ აზოტის ხუთჟანგი (**N₂O₅**). მათი ორთქლი ძლიერ შხამიანია და გამაღიზიანებლად მოქმედებს თვალის, ცხვირის

და პირის ღრუს ლორწოვან გარსზე, აგრეთვე ზედა სასუნთქ გზებსა და ფილტვებზე.

ჰაერში ყველაზე მდგრადია NO_2 და N_2O_4 . აზოტის ორ-ჯანგი 1,59-ჯერ მიიმაჰა ჰაერზე, ხოლო ოთხჯანგი 3,18-ჯერ მიიმაჰა ჰაერზე. ისინი კარგად იხსნებიან წყალში.

სხვა აირებისაგან განსხვავებით აზოტის ჟანგეულების მომწამლაკი მოქმედება ვლინდება არა უეცრად, არამედ მათი ჩასუნთქვიდან გარკვეული დროის (4-20 სთ და უფრო მეტიც) გავლის შემდეგ.

ჰაერში 0,006% NO_2 -ის შემცველობისას დაახლოებით 20 წთ-ის შემდეგ ადამიანს ეწყება ხველა, საერთო სისუსტე, თავის ტკივილები და ტკივილები გულის არეში; 0,01-0,015% NO_2 -ის კონცენტრაციისას აღნიშნული სიმპტომები ჩნდება მყისიერად და უფრო მიიმე ფორმით; NO_2 -ის შემცველობა ჰაერში 0,023-0,039% – სასიკვდილოა ადამიანისათვის.

უსაფრთხოების წესების თანახმად სამთო საწარმოების ატმოსფეროში აზოტის ჟანგეულების ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,00026%.

გოგირდწყალბადი – H_2S არის უფერო, მოტკბო გემოსა და ლაყე კვერცხის სუნის მქონე აირი. მისი ხვედრითი წონაა 1,19. იგი წვადი აირია და ჰაერში 6%-ის შემცველობისას წარმოქმნის ფეთქებად ნარევეს, კარგად იხსნება წყალში.

გოგირდწყალბადი ძლიერ მომწამლაკი აირია. იგი გამაღიზიანებლად მოქმედებს თვალისა და სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსზე, აგრეთვე ნერვულ სისტემაზე. იწვევს თავის

ტკივილებს, თავბრუსხვევას, პირღებინებას, ცრემლდენას, სინათლისადმი შიშს, თვალის ტკივილებს.

გოგირდწყალბადის აღმოჩენა შესაძლებელია სუნით მისი ჰაერში 0,0001-0,0002%-ის შემცველობისას. გოგირდწყალბადით ადამიანის სასიკვდილო მოწამვლა ხდება ჰაერში მისი შემცველობისას 0,1% ადამიანზე ხანმოკლე ზემოქმედების დროსაც.

გოგირდწყალბადის გამოყოფილი ძირითადი წყაროებია: ორგანული ნივთიერების ღპობა; გოგირდის შემცველი მინერალების გახრწნა; ნახშირის ფენების წვა; ფეთქებადი ნივთიერებების გამოწვა; ცეცხლგამტარი ზონრის წვა; გამოიყოფა ქანებში არსებული ბზარებიდან.

უსაფრთხოების წესების თანახმად სამთო საწარმოთა ატმოსფეროში გოგირდწყალბადის დასაშვები შემცველობა არის 0,00071%.

გოგირდოვანი აირი – SO₂ ანუ გოგირდოვანი ანჰიდრიდი არის უფერო აირი მწვავე მომჟავო გემოთი და ძლიერი გამაღიზიანებელი სუნით (მოგვაგონებს წვადი გოგირდის სუნს). მისი ხვედრითი წონაა 2,3. SO₂ კარგად იხსნება წყალში და წარმოქმნის გოგირდმჟავას.

გოგირდოვანი აირი ძლიერ მომწამლაკი აირია. გამაღიზიანებლად მოქმედებს ზედა სასუნთქ გზებსა და თვალზე, ხოლო მაღალი კონცენტრაციების დროს იწვევს ბრონქების ანთებას, ხორხისა და ფილტვების შეშუპებას.

ავარიულ სიტუაციებში ჰაერში SO₂-ის 0,05%-ის შემცველობა მოკლე დროის განმავლობაში იწვევს ადამიანის

სიკვდილს მოხრჩობის გამო. სუნით ჰაერში მისი აღმოჩენა შესაძლებელია SO₂-ის 0,0005%-ის შემცველობის დროს.

მაღაროებსა და კარიერებში გოგირდოვანი აირი გამოიყოფა აფეთქებითი სამუშაოების წარმოებისას, სულფიდური და ნახშირის საბადოების ხანძრებისას, შესაძლებელია გამოიყოს სულფიდურ საბადოებში მასივიდან, ზოგჯერ გოგირდწყალბადთან და მეთანთან ერთად.

სამთო საწამოთა ატმოსფეროში SO₂-ის შემცველობის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,00038%.

აკროლენი – CH₂CHCOH არის უფერო, ადვილადაორთქლებადი სითხე არასასიამოვნო, დამწვარი ცხიმის მკვეთრი სუნით. იგი ჰაერში ხვდება ორთქლის სახით. აკროლენი უჯერი ალდეჰიდია დუდილის ტემპერატურით 52°C. მისი ორთქლი 1,9-ჯერ მძიმეა ჰაერზე და კარგად იხსნება წყალში.

აკროლენი მეტად მომწამლავია. იგი აღიზიანებს თვალის ღორწოვან გარსსა და სასუნთქ ტრაქტს, იწვევს თავბრუსხვევას, ტკივლს კუჭის არეში, გულისრევასა და პირღებინებას. 0,014% აკროლენის შემცველ ატმოსფეროში 10 წუთის განმავლობაში ყოფნა ადამიანისათვის სასიკვდილოა.

აკროლენი გამოიყოფა მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით დიზელის საწვავის შემადგენელ ნაწილებად დაშლის შედეგად.

კარიერის ატმოსფეროში აკროლენის შემცველობის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,0008%.

ფორმალდეჰიდი – CH₂O ანუ ჭიანჭველის ალდეჰიდი არის უფერო აირი, მკვეთრი მასხრობელა სუნით. ადვილად იხსნება

წყალში. მისი ხვედრითი წონაა 1,4. იგი ძლიერ მომწამლავი აირია, გამაღიზიანებლად მოქმედებს სასუნთქი გზების ლორწოვან გარსსა და ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე.

ჩასუნთქულ ჰაერში ფორმალდეჰიდის 0,007%-ის შემცველობისას ხდება თვალის და სასუნთქი გზების ღრწოვანი გარსის მსუბუქი გაღიზიანება.

ფორმალდეჰიდით მწვავე მოწამვლის შემთხვევაში აღინიშნება კონიუქტივიტი, სურდო, ბრონქიტი, საერთო სისუსტე.

კარიერებში ფორმალდეჰიდის გამოყოფის ძირითადი წყაროებია: აფეთქებითი სამუშაოები, საავტომობილო ტრანსპორტისა და ცეცხლური ბურღვის დანადგარების მუშაობა, აგრეთვე სასარგებლო წიაღისეულის თვითწვა (თვითანთება).

შახტებისა და კარიერების ატმოსფეროში ფორმალდეჰიდის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,00016%.

ამიაკი – NH_3 არის უფერო, მკვეთრი დამახასიათებელი სუნის მქონე აირი. მისი ხვედრითი წონაა 0,596. იგი კარგად იხსნება წყალში. NH_3 ჰაერში 16-26%-ის შემცველობისას წარმოქმნის ფეთქებად ნარევს.

ამიაკი ძლიერ მომწამლავი აირია. იგი იწვევს ზედა სასუნთქი გზების ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას, ენისა და ხორხის შეშუპებას, მწვავე ბრონქიტს, არტერიული წნევის დაცემას, თვალების გაღიზიანებას, ხოლო თვალში მოხვედრისას – სიბრმავეს.

სამთო საწარმოებში ამიაკი ძირითადად წარმოიშობა ფეთქებადი სამუშაოების წარმართვისას, ხანძრების ქრობის დროს, როდესაც წყალი ეხება ნახშირის გაგარვარებულ

ზედაპირს, აგრეთვე სამაცივრო დანადგარების გამაცივებელი აგრეგატის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევებში.

ჰაერში ამიაკის შემცველობის დასაშვები ნორმაა 0,002%.

წყალბადი – H₂ არის უფერო, უსუნო და უგემო აირი. ფიზიოლოგიურად ინერტულია. მისი ხვედრითი წონაა 0,09. იგი წვადი აირია. წყალბადი ფეთქდება ჰაერში მისი შემცველობისას 4-74%. ყველაზე დიდი აფეთქების ძალა აქვს ჰაერში 28,6%-ის შემცველობისას.

სამთო საწარმოთა ჰაერში გამოიყოფა ფუჭი ქანებიდან, აგრეთვე კალიუმის მადნიდან და ნახშირის ფენებიდან, გამოიყოფა ხანძრების დროს სხვა წვად აირებთან ერთად, აკუმულატორული ბატარეების დამუხტვის დროს.

შახტების აირის მიხედვით კატეგორიებად დაყოფისას მიიღება, რომ 1 მ³ წყალბადი 2 მ³ მეთანის ექვივალენტურია.

ჰაერში წყალბადის შემცველობის ზღვრული დასაშვები კონცენტრაცია არის 0,5%.

1.5. ჰაერში აირების შემცველობის გაზომვის ხერხები

ჰაერის შემადგენლობისა და მასში სხვადასხვა აირის შემცველობის კონტროლის განხორციელება შესაძლებელია განუწყვეტლივ და ეპიზოდურად. დანიშნულების შესაბამისად აირის საკონტროლო ხელსაწყოები (აირანალიზატორები) იყოფა სამ ჯგუფად: გადასატანი (ინდივიდუალური), სტაციონარული და ჩამონტაჟებული.

გადასატანი ხელსაწყოები ემსახურებიან ჰაერში აირების შემცველობის ეპიზოდურ კონტროლს ხალხის სამუშაო ადგილებში, ხოლო სტაციონარული – აირების შემცველობის განუწყვეტელ კონტროლს გვირაბების ყველაზე დამახასიათებელ საკვანძო ადგილებში. ეს უკანასკნელები უზრუნველყოფენ უსაფრთხოების წესებით დასაშვებ კონცენტრაციებზე მეტად აირის კონცენტრაციების გაზრდისას ელექტროდანადგარების გათიშვას.

სამთო მანქანებში ჩამონტაჟებული ხელსაწყოები იძლევიან სიგნალებს ჰაერში აირების შემცველობის შესახებ და თიშავენ სამთო მანქანებს, იმ შემთხვევაში, როდესაც აირის კონცენტრაცია გადააჭარბებს დასაშვებ ნორმას. მოქმედების პრინციპის მიხედვით აირანალიზატორი შეიძლება იყოს ქიმიური, ფიზიკური ან ფიზიკურ-ქიმიური მოქმედებისა.

ქიმიური აირანალიზატორების მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ჰაერში შემცველი აირებისა და სპეციალურ მილაკებში მოთავსებული რეაქტივების ურთიერთქმედების პრინციპზე. სპეციალურ მილაკში მოთავსებული რეაქტივი იცვლის ფერს, მილაკში გატარებულ ჰაერში შემცველი აირის ზემოქმედების შედეგად. თითოეული რეაქტივი განკუთვნილია განსაზღვრული აირისათვის. რეაქტივის შეცვლილი ფერის სვეტის სიმაღლის მიხედვით განისაზღვრება აირის კონცენტრაცია (კონცენტრაციის სკალა დატანილია მილაკზე). ასეთი ტიპის აირანალიზატორების დადებითი მხარეა ის, რომ ისინი საშუალებას იძლევიან სწრაფად, 1-5 წუთის განმავლობაში, განვსაზღვროთ აირის კონცენტრაცია, ხოლო მათი უარყოფითი მხა-

რეა – მცირე სიზუსტე (გაზომვის დასაშვები ცდომილება არის $\pm 25\%$).

აირების ფიზიკური თვისებების გამოყენების პრინციპზე მოქმედი აირანალიზატორებიდან ყველაზე მეტი გავრცელება მოიპოვეს ოპტიკურმა აირანალიზატორებმა. მათი მოქმედების პრინციპი დამყარებულია ინტერფერენციული ზოლის გადაადგილების სიდიდის გაზომვაზე. ინტერფერენციული ზოლის გადაადგილება გამოწვეულია ეტალონური აირების ნარევისა და გამოსაკვლევი აირის სხვადასხვა ოპტიკური სიმკვრივით. ინტერფერენციული ზოლის გადაადგილების სიდიდე განისაზღვრება მოცულობით პროცენტებში გრადუირებული სკალის მიხედვით. ინტერფერომეტრის დადებითი მხარეა მისი უსაფრთხოების მაღალი ხარისხი და გაზომვების საკმარისი სიზუსტე.

აირების ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების გამოყენების პრინციპზე მოქმედი აირანალიზატორებიდან, ყველაზე მეტად გავრცელებულია აირანალიზატორები, რომლებიც მოქმედებენ თერმოკატალიზურ პრინციპზე. ამ პრინციპის არსი მდგომარეობს კატალიზურად აქტიური ლითონის ზედაპირზე წვადი აირების დაჟანგვისას გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის გაზომვაში. თერმოწინააღმდეგობის სახით გამოიყენება პლატინა ან პელისტორი (იგი შედგება ალუმინის ჟანგის თერმომდეგი შრით დაფარული პლატინის სპირალისაგან), რომელზედაც დატანილია აქტიური კატალიზატორი (პალადიუმი ან თორიუმი).

2. მეთანი

2.1. მეთანის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები

მეთანი – CH_4 არის უფერო, უსუნო, უგემო აირი. მისი ხვედრითი წონაა 0,554. იგი ფიზიოლოგიურად ინერტულია. საშიშია იმდენად, რამდენადაც ჰაერში მისი რაოდენობის გაზრდა იწვევს ჟანგბადის შემცირებას. მეთანი წყალში ძნელად იხსნება. ჩვეულებრივი წნევისა და ტემპერატურის დროს რეაქციაში შედის მხოლოდ ჰალოგენებთან. იგი წვადი და ფეთქებადი აირია. ჰაერთან ერთად წარმოშობს ფეთქებად ნარევს და აფეთქების შედეგად წარმოიშობა ნახშირორჟანგი, წყალი და აზოტი.

მეთანის აალების ტემპერატურად მიღებულია $650\text{-}750^\circ\text{C}$, მაგრამ ეს ტემპერატურა შეიძლება იყოს მეტიც და ნაკლებიც. იგი დამოკიდებულია აალების ტემპერატურაზე, მეთანის შემცველობაზე ჰაერში და სხვა აირების მინარევებზე. დადგენილია, რომ გავარვარებული ზედაპირიდან მეთანი ფეთქდება 1200°C , მაგრამ შეიძლება აფეთქდეს 500°C -ზეც.

მეთანის განსაკუთრებული თვისება არის ის, რომ იგი ფეთქდება არა უეცრად, არამედ გარკვეული დაყოვნებით. თუ ტემპერატურა 650°C -ია, დაყოვნება შეადგენს 100 წმ-ს, 750°C -ის დროს – 11 წმ-ს, ხოლო 1200°C -ის დროს – 0,02 წმ-ს. მიუხედავად იმისა, რომ 0,02 წმ დროის ძალზე მცირე მონაკვეთია, მას მაინც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა გააჩნია მადაროებში ფეთქებადი სამუშაოების უსაფრთხოდ წარმართვისათვის.

ჩვენ ფეთქებადი მასალის აფეთქების მომენტი შეიძლება დავიყვანოთ მილიწამამდე, ამ დროის მონაკვეთში კი მეთანი ვერ ასწრებს აფეთქებას, რაც ნაწილობრივ უდევს საფუძვლად მცველი ფეთქებადი ნივთიერების დამზადებას.

დადგენილია, რომ თუ მოცულობა, რომელშიც ფეთქდება მეთანი მუდმივია, მეთანის აფეთქების შედეგად გამოყოფილი ტემპერატურა აღწევს 2150-2650°C, ხოლო თუ აფეთქების შედეგად გამოყოფილ აირებს გაანჩნათ თავისუფლად გაფართოების საშუალება, მაშინ ტემპერატურა შეადგენს 1850°C.

დადგენილია, რომ მეთანის აფეთქების შედეგად ყველაზე დიდი წნევა ვითარდება მაშინ, როდესაც აფეთქება ხდება მუდმივ მოცულობაში და მეთანის შემცველობა ჰაერში შეადგენს 9,5%-ს. ამ პირობებში აფეთქებისას განვითარებული წნევა დაახლოებით ცხრაჯერ აღემატება აფეთქებამდე არსებულ წნევას.

მეთანის აფეთქების ზღვრები შემდეგია: 1. მეთანის რაოდენობა ჰაერში არის 0-5%, ამ შემთხვევაში მეთან-ჰაერის ნარევი არაფეთქებადია, მაგრამ იწვის მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით; 2. მეთანის რაოდენობა ჰაერში არის 5-14%, ამ დროს მეთან-ჰაერის ნარევი ფეთქებადია და ყველაზე დიდი აფეთქების ძალა აქვს ჰაერში მეთანის 9,5%-ის შემცველობის დროს; 3. მეთანის რაოდენობა ჰაერში არის 14%-ზე მეტი. ამ დროს ნარევი არც ფეთქდება და არც იწვის. ამ შემთხვევაში აღვიღო აქვს ალის მთლიან ჩაქრობას, რაც აიხსნება მეთანის დიდი თბოტევადობით.

უსაფრთხოების წესების შესაბამისად დადგენილია სხვადასხვა გვირაბების ჰაერის ჭავლში მეთანის ზღვრული დასაშ-

ვები კონცენტრაციები და მისი სიდიდეები მოცემულია ცხრილში 2.1:

ცხრილი 2.1

№№	ჰაერის ჭაელის დასახელება	მეთანის ზღერული დასაშეები კონცენტრაცია, %
1	საწმენდი ან ყრუ სანგრევიდან, კაპერიდან, ამოსალები უბნიდან ამომავალი ჰაერის ჭაელი	1,0
2	ამოსალები ფრთის ან შთელი შახტის ამომავალი ჰაერის ჭაელი	0,75
3	ამოსალები უბანში, საწმენდი ან ყრუ სანგრევი, აგრეთვე კაპერებში მისაწოდებელი ჰაერის ჭაელი	0,50
4	მეთანის ადგილობრივი დაგროვებანი საწმენდი, მოსამზადებელ ან სხვა გვირაბში	2,0

2.2. მეთანის გამოყოფის სახეები

სამთო საწარმოებში მეთანი გამოიყოფა სასარგებლო წიაღისეულიდან, გვერდითი ქანებიდან და გამომუშავებული სივრციდან. არსებობს მეთანის გამოყოფის სამი სახე:

1. ჩვეულებრივი გამოყოფა. სასარგებლო წიაღისეულის ფენში ან გვერდით ქანებში არსებული თვალთ უხილავი ფორებიდან, ბზარებიდან და ფენის გაშიშვლებული ზედაპირიდან მეთანის მცირე რაოდენობით, მაგრამ განუწყვეტლივ გამოყოფას, ჩვეულებრივი გამოყოფა ეწოდება.

2. სუფლიარული გამოყოფა. სასარგებლო წიაღისეულის ფენში ან გვერდით ქანებში არსებული თვალთ ხილული ბზარებიდან და ხვრელებიდან მეთანის დიდი რაოდენობით გამოყოფას სუფლიარული გამოყოფა ეწოდება. ამ დროს გამოყოფილი მეთანის რაოდენობა ცვალებადობს რამდენიმე ათეული მ³-დან ათასეულ მ³-მდე დღე-ღამეში, გამოყოფა კი შეიძ-

ლება გრძელდებოდა რამდენიმე საათიდან რამდენიმე წლამდე. სუფლიარული გამოყოფის საწინააღმდეგო საშუალებებია: ნახშირის მასივის წინასწარი დეგაზაცია (წინმსწრები ჭაბურღილების გაბურღვა, დამცავი ფენების წინასწარი დამუშავება, შესაბამისი ჭერის მართვა), საშიშ გვირაბებში აირის კაპტაჟი, მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობის გაზრდა.

3. უეცარი გამოყოფა. მეთანის უეცარი გამოყოფა ხასიათდება გვირაბში ნახშირის ფენიდან მოულოდნელად, დროის მცირე მონაკვეთში, მეთანისა და ნახშირის მასის დიდი რაოდენობით გამოსროლით. ამ დროს უეცრად გამოყოფილი მეთანის რაოდენობა ცვალებადობს ათეული მ³-დან რამდენიმე ათას მ³-მდე, გამოსროლილი ნახშირის მასა კი 1-2 ტონიდან ათასობით ტონამდე. მეთანის უეცარი გამოყოფის საფრთხე მით უფრო დიდია, რაც ნაკლებია ნახშირის სიმკვრივე, დიდია ფენის სიმკლავრე, მაღალია ფენის დახრის კუთხე და დიდია ფენის ტექტონიკური აშლილობა. მეთანის უეცარ გამოყოფას წინ უძღვის შემდეგი გამაფრთხილებელი ნიშნები: ნახშირის ფენაზე და სამაგრ მასალაზე სამთო წნევების გაზრდა, ჭერის დაწვევა და საგები გვერდის ამობურცვა, ყრუ დარტყმები ქანების მასივში, რომლებიც ქვემეხის გასროლის ხმას მოგვაგონებს.

2.3. ნახშირისა და აირის უეცარი გამოსროლის საწინააღმდეგო ზომები

ისეთ შახტებში სადაც მოსალოდნელია ნახშირისა და აირის უეცარი გამოსროლა, გარდა საერთო გამაფრთხილე-

ბელი ზომებისა, მეთანის საწინააღმდეგოდ აუცილებელია შემდეგი ღონისძიებების ჩატარება:

1. დამუშავების ისეთი სისტემების გამოყენება, რომლებშიც მინიმუმამდე იქნება დაყვანილი მოსამზადებელი სამუშაოები;

2. დამუშავება დამცავი ფენების წინსწრებით. რამდენიმე ფენის ერთდროულად დამუშავებისას პირველ რიგში მუშავდება ის ფენი რომელიც არ არის საშიში უცარი გამოსროლის მხრივ და დაშორებულია საშიში ფენიდან 50 მ-ით. ამ დროს საშიშ ფენში მცირდება დაძაბულობა, იცვლება ნახშირის ფენისა და გვერდითი ქანების გაზის ფილტრაციის პირობები, ხდება ფენის დეგაზაცია და მისი პოტენციური ენერჯის შემცირება.

3. მოსამზადებელ და საწმენდ სანგრევეებში ნახშირის მონგრევა ხორციელდება ფეთქებადი სამუშაოებით და არა დარტყმითი მანქანების გამოყენებით.

4. სანგრევის აფეთქება წარმოებს მიწის ზედაპირიდან ან თავშესაფარი კამერიდან, როდესაც ხალხი გამოყვანილია მიწის ზედაპირზე ან იმყოფება გვირაბში უსაფრთხო ადგილზე.

5. ფეთქებადი მასალის დიდი მუხტებით აფეთქება (მასიური აფეთქება).

6. მოსამზადებელ სანგრევეებში 200-300 მმ. დიამეტრისა და 10-20 მ სიგრძის მოწინავე ჭაბურღილების გაყვანა, რომელიც ხელს უწყობს ჭაბურღილის ირგვლივ ფენის დაძაბულობის შემცირებას, აუმჯობესებს გაზის ფილტრაციას და იწვევს ფენის დეგაზაციას.

7. ავარიაში მოხვედრილი ხალხის გადასარჩენი ღონისძიებების შემუშავება, გვირაბებისა და ამოსადები უბნების სექციური განიავება, თავშესაფარი კამერების მოწყობა, მუშების თვითმაშველებით მომარაგება და ა.შ.

2.4. ნახშირის ფენებისა და ქანების მეთანშემცველობა და მეთანსიუხვე

ნახშირის ფენის მეთანშემცველობა ეწოდება მეთანის რაოდენობას, რომელსაც შეიცავს ერთი ტონა ან ერთი მ³ ნახშირი ბუნებრივ პირობებში (მ³/ტ ან მ³/მ³).

ნახშირის ფენის მეთანის მიხედვით აირტევადობა ეწოდება თავისუფალ ან სორბირებულ მდგომარეობაში მყოფი მეთანის რაოდენობას, რომელსაც შთანთქავს ერთი ტონა ან ერთი მ³ ნახშირი მოცემული წნევისა და ტემპერატურის დროს.

მეთანსიუხვის მიხედვით განასხვავებენ აბსოლუტურ და ფარდობით მეთანსიუხვეს. აბსოლუტური მეთანსიუხვე არის მეთანის რაოდენობა მ³-ში, რომელიც გამოიყოფა მაღაროში დღე-ღამის განმავლობაში.

შახტის ან მაღაროს ფარდობითი მეთანსიუხვე წარმოადგენს მაღაროში გამოყოფილ მეთანის რაოდენობას, რომელიც მოდის დღე-ღამეში მოპოვებულ ერთ ტონა ნახშირზე და მისი განზომილებაა მ³/ტ.

ფარდობითი მეთანსიუხვის მიხედვით ნახშირის შახტები იყოფა 5 კატეგორიად, რომელთაგან პირველიდან მეოთხე კატეგორიის ჩათვლით შახტების განაწილება ხდება დღე-ღამეში მოპოვებულ ყოველ ტონა ნახშირზე მოსული გამოყოფილი მეთანის მიხედვით, ხოლო მეხუთე კატეგორიაში გაერთიანებულია უეცარი გამოტყორცნის მხრივ საშიში შახტები.

შახტების დაყოფა კატეგორიებად ფარდობითი მეთანსიუხვის მიხედვით მოცემულია ცხრილში 2.2:

მადნეულის და არამადნეული სასარგებლო წიაღისეულის დამამუშავებელი მადაროები მეთანის და წყალბადის (ერთობლივად) ფარდობითი აირსიუხვის მიხედვითაც იყოფიან 4 კატეგორიად, მხოლოდ ფარდობითი აირსიუხვის ცვლილების ბიჯი შეადგენს 7 მ³/ტ.

ცხრილი 2.2

შახტის ან მადაროს კატეგორია მეთანის მიხედვით	პირველი	მეორე	მესამე	მეოთხე ანუ ზეკატეგორია	უეცარი გამოტყორცნების საშიშროება
შახტის ან მადაროს ფარდობითი მეთანსიუხვე, მ ³ /ტ	0-5	5-10	10-15	> 15 სუფლარული გამოყოფის მხრივ საშიში	უეცარი გამოტყორცნის მხრივ საშიში შახტები

აირის მიხედვით შახტის კატეგორიის დასადგენად აუცილებელია ვიცოდეთ აბსოლუტური და ფარდობითი აირსიუხვე. აბსოლუტური აირსიუხვის დასადგენად შახტის საერთო ამომავალ ჭავლში დღეში სამჯერ იღებენ ჰაერის სინჯს და იმავე

გვირაბში ზომავენ გამავალ ჰაერის რაოდენობას. აღნიშნული ოპერაციები ტარდება 10 დღეში ერთხელ ერთი თვის განმავლობაში. მიღებული სინჯების ლაბორატორიაში დამუშავებით აღგენენ მეთანის საშუალო პროცენტულ რაოდენობას და აბსოლუტურ აირსიუხვეს განსაზღვრავენ ფორმულით

$$Q_{CH_4,abs} = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2 + Q_3 C_3}{3 \cdot 100}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}, \quad (2.1)$$

სადაც: Q არის ჰაერის რაოდენობა სინჯის აღების მომენტში, მ³/წთ; C – აღებულ სინჯში აირის პროცენტული შემცველობა.

ფარდობითი აირსიუხვე განსაზღვრება მაქსიმალური აბსოლუტური აირსიუხვის მიხედვით, ფორმულით

$$Q_{CH_4,fard} = \frac{Q_{CH_4,abs} \cdot 1440 \cdot n}{T}, \quad \text{მ}^3/\text{ტ}, \quad (2.2)$$

სადაც $Q_{CH_4,abs}$ არის მაქსიმალური აბსოლუტური აირსიუხვე თვის განმავლობაში, მ³/წთ; n – სამუშაო დღეთა რიცხვი იმ თვეში, როდესაც ვაწარმოებთ გაზომვებს; T – შახტის მწარმოებლურობა აღნიშნულ თვეში.

ის შახტები, რომლებშიც თუნდაც ერთ გვირაბში აღმოჩნდა მეთანი მიეკუთვნებიან მეთანის მიხედვით საშიში შახტების კატეგორიას.

2.5. მეთანის საშიში რაოდენობით დაგროვების

საწინააღმდეგო ზომები

უსაფრთხოების წესების თანახმად, უბნის ამომავალ ჭაფლში მეთანის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 1%, ხოლო

შახტის საერთო ამომავალ ჭავლში კი – 0,75%. ამ მოთხოვნის მკაცრად დასაცავად აუცილებელია:

1. შახტის განიავება არა ბუნებრივი განიავებით, არამედ ვენტილატორებით. სავენტილატორო დანადგარი უნდა შედგებოდეს: ორი ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი ვენტილატორის, ორი ძრავის, ორი ელექტროძალური ხაზისა და სარევერსიო მოწყობილობისაგან;

2. ექვივალენტური ხვრელის სიდიდე სასურველია მეტი იყოს 1,5 მ²-ზე. დეპრესია კი – არ აღემატებოდეს 150-300 მმ. წყ. სვ;

3. სანგრევების განიავება აქტიური ჭავლით და არა დიფუზიით;

4. შახტის განიავება შეწოვაზე მომუშავე ვენტილატორებით, მოსამზადებელი სანგრევებისა კი – დაჭირხენაზე მომუშავე ვენტილატორებით;

5. 10⁰-ზე მეტი დახრის კუთხის მქონე ფენებში გამოყენებული უნდა იქნეს მხოლოდ აღმავალი განიავება;

6. ქვესართულებით დამუშავების დროს წინ უნდა უსწრებდეს ქვედა ქვესართული;

7. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე საჭიროა იყოს: საწმენდ სანგრევეში არანაკლები 0,25 მ/წმ, ხოლო მოსამზადებელ სანგრევეში – 0,15 მ/წმ;

8. აღმავალი გვირაბების მინიმალური რაოდენობა;

9. სანგრევების განიავება საერთო-საშახტო დეპრესიის ხარჯზე;

10 განიავების მკაცრი კონტროლი.

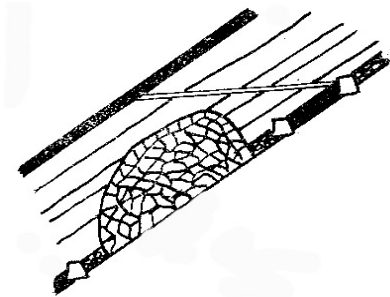
2.6. ნახშირის ფენების დეგაზაცია

დასამუშავებელი ნახშირის ფენებიდან სხვადასხვა საშუალებით მეთანის ხელოვნურად ამოღების პროცესს დეგაზაცია ეწოდება. მისი დანიშნულებაა შემცირდეს ნახშირის ფენებისა და გვირაბების მეთანსიუხვე და მეთანი გამოყენებულ იქნას საჭიროებისამებრ.

ნახშირის ფენის დეგაზაციის ყველა მეთოდი იყოფა ორ ძირითად ჯგუფად: 1. ფენის დეგაზაცია მისი ექსპლუატაციის პროცესში; 2. ფენის წინასწარი დეგაზაცია საწმენდი სამუშაოების დაწყებამდე.

განვიხილოთ დეგაზაციის ხერხები ცალ-ცალკე.

1. ახლომდებარე ფენების დეგაზაცია ჭაბურღილებით. ამ ხერხის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ექსპლუატაციაში მყოფი



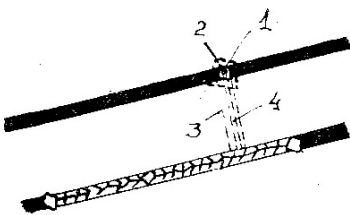
ნახ. 2.1

ფენის გვირაბიდან ბურღავენ ჭაბურღილს ახლომდებარე ფენის გადაკვეთამდე. საიდანაც მიღებითა და ვაკუუმტუმბოებით ხდება მეთანის შეწოვა (ნახ.2.1).

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ჭაბურღილის მიცემის ადგილს. იგი საკმაო მანძილით უნდა იყოს დაშორებული საწმენდი სანგრევიდან და ახლომდებარე ფენს უნდა კვეთდეს სამთო წნევებისაგან განტვირთვის ზონაში. წინააღმდეგ შემთხვევაში ადგილი ექნება გამოძუშავებული სივრ-

ციდან მეთან-ჰაერის ნარევის შეწოვას, რაც შეამცირებს დეგაზაციის ეფექტურობას. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ დეგაზაციის ამ მეთოდის გამოყენებისას ფენის მეთანსიუხვე შეიძლება შეეამციროს 60-80%-ით.

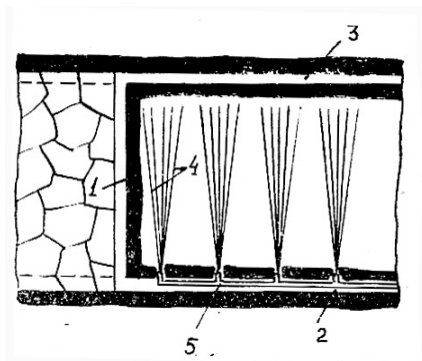
2. ახლომდებარე ფენების დეგაზაცია გვირაბებით მდგომარეობს შემდეგში: ექსპლუატაციაში მყოფი ფენის საწმენდი სანგრევიდან განსაზღვრულ მანძილზე ახლომდებარე ფენის



ნახ. 2.2

მილი, რომელიც გეზენკის მილსადენის 4 საშუალებით უერთდება მაგისტრალურ მილსადენს. ეს მეთოდი ეფექტურია მაშინ, როდესაც ფენებს შორის მანძილი არ აღემატება 20-30 მ-ს.

3. ექსპლუატაციაში მყოფი ნახშირის ფენის დეგაზაცია ჭაბურღილებით. ეს მეთოდი გამოიყენება გრძელი სვეტებით დამუშავების სისტემის გამოყენების დროს ისეთ ფენებში, რომელთაც ახასიათებთ მაღალი აირგამტარობა. ამ დროს (ნახ. 2.3) საზიდი შტრეკიდან 2, ნახშირის ფენში გაიყვანება ჭაბურღილები 4, საიდანაც ხდება მეთანის შეწოვა და გადაცემა მაგისტრალურ მილსადენში 5, ამ მეთოდის გამოყენება ამცირებს საწმენდი სანგრევის აირსიუხვეს 2-2,5-ჯერ.



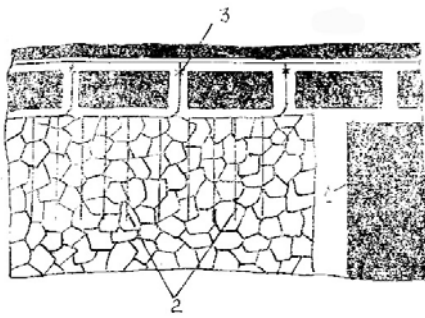
ნახ. 2.3

4. ექსპლუატაციაში მყოფი ნახშირის ფენის დეგაზაცია გვირაბებით. ამ მეთოდის გამოყენების დროს მთლიანად მომზადებულ ამოსაღებ უბანს კეტავენ პერმეტიული ზღუდარებით, რომ-

ლებშიც ჩადგმულია აირშემწოვი მილები.

გვირაბებში გამოყოფილი მეთანი ამ მილებით გადადის მაგისტრალურ მილსადენში და ამოდის მიწის ზედაპირზე.

5. მოქმედი საწმენდი სანგრეეების გამომუშავებული სივრცეების დეგაზაცია. ეს მეთოდი გამოიყენება მაშინ, როდესაც ახლომდებარე ფენებიდან ადგილი აქვს გამომუშავებულ სივრცეში მეთანის დიდი რაოდენობით გამოყოფას (ნახ. 2.4).



ნახ. 2.4

ამ მეთოდით დეგაზაციის წარმოების დროს, როდესაც ჭერის მართვა ხორციელდება მთლიანი ჩამოქცევით, გამომუშავებული სივრცის ზედა ნაწილში ათავსებენ 10-30 მ სიგრძის მილებს 2, რომლებიც მიერთებულნი

არიან მაგისტრალურ მილსადენთან 3 და ვაკუუმტუმბოების საშუალებით ხდება გამომუშავებული სივრციდან მეთანის გამოწოვა.

6. გაზიანი ფენების ერთდროული დამუშავება, როდესაც ერთი მათგანი წარმოადგენს უეცარი გამოსროლის მხრივ საშიშ ფენს. როდესაც ერთდროულად მუშავდება რამდენიმე გაზიანი ფენი და ერთი მათგანი საშიშია უეცარი გამოსროლის მხრივ, პირველ რიგში უნდა დამუშავდეს ამ ფენის ზევით ან ქვევით განლაგებული ფენი, რაც ხელს შეუწყობს საშიში ფენის განტვირთვის სამთო წნევისაგან და მასში შემცველი მეთანის დიდი რაოდენობით დესორბციას. ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეა ის, რომ იზრდება მუშა ფენის გვირაბებში აირსიუხვე, ამიტომ ხშირად მუშა ფენებში გაყავთ სადრენაჟო გვირაბები ან ჭაბურღილები.

2.7. კარიერის მიკროკლიმატის ძირითადი მახასიათებლები

საწარმოო სათავსის მიკროკლიმატი არის მიწის ზედაპირთან არსებული ჰაერის შრის კლიმატი. კარიერების მიკროკლიმატის განმსაზღვრელი ძირითადი მახასიათებლებია კარიერში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, ჰაერის ტემპერატურული რეჟიმი და ატმოსფეროს ტენიანობა.

კარიერში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე განისაზღვრება ზედაპირზე ჰაერის სიჩქართა და კარიერის ტემპერატურული რეჟიმით. ზედაპირზე 2,0 მ/წმ-ზე მეტი ქარის სიჩქარის დროს,

სინქარე კარიერში მნიშვნელოვანწილად განისაზღვრება ქარის ენერჯით. 2 მ/წმ-ზე ნაკლები სინქარით ქარის შემთხვევაში, კარიერის შიგნით სინქარეთა ველი ძირითადად განისაზღვრება თერმული ფაქტორით.

ქარის სინქარე მიწის ზედაპირთან ცვალებადია: ზოგადად იგი იზრდება დილიდან შუადღემდე, ხოლო შემდეგ მცირდება და აღწევს მინიმალურ სიდიდეს ღამის საათებში. ეს დღეღამური ცვალებადობა განპირობებულია ჰაერის შრეების ტურბულენტური გადაადგილებით.

საერთოდ, დადგენილია, რომ ჰაერის მოძრაობის სინქარე კარიერის შიგნით საშუალოდ 80-90%-ით ნაკლებია ზედაპირზე არსებული ჰაერის მოძრაობის სინქარეზე.

ჰაერის გათბობის ან გაცივების შედეგად წარმოქმნილი თერმული ძალები, მნიშვნელოვნად ცვლიან კარიერის შიგნით ჰაერის მოძრაობის სინქარეს. ეს განსაკუთრებით ინტენსიურია ზაფხულის პერიოდში, როდესაც კარიერის ზედაპირი თბება უფრო ინტენსიურად. გარდა ამისა, კარიერებში შესაძლებელია წარმოიქმნას მცირე ჩაკეტილი ნაკადები წნევების ჰორიზონტალური სხვაობის გამო, რაც გამოწვეულია მზის მიერ ზედაპირის სხვადასხვა გათბობის გამო.

კარიერებში ჰაერის ტემპერატურა განისაზღვრება: 1. ზედაპირზე არსებული ჰაერის ტემპერატურით; 2. ჰაერის ბუნებრივი შეკუმშვით; 3. კარიერში მიმდინარე სითბოს გამომყოფი და სითბოს მშთანთქმელი პროცესებით; 4. კარიერის ატმოსფეროს მდგომარეობით.

კარიერის შიგნით ჰაერის ტემპერატურა არ არის მუდმივი და იცვლება წელიწადისა და დღე-ღამის განმავლობაში. მისი ცვალებადობა პრაქტიკულად თანხვედრილია მიწის ზედაპირზე არსებული ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებისა. ტემპერატურის დღე-ღამური ცვლილების ამპლიტუდა მაქსიმალურია ზაფხულში და მინიმალური – ზამთარში, როდესაც მკვეთრად შემცირებულია მზის რადიაცია.

ჩვეულებრივ, კარიერში ჰაერის ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ზედაპირზე. ეს გამოწვეულია ჰაერის ბუნებრივი შეკუმშვით, მზის გამოსხივებით (ინსოლაციით), აგრეთვე სხვა დამატებითი სითბოს წყაროების არსებობით.

კარიერის ატმოსფეროს მდგომარეობა (დიდი ან მცირე ტურბულიზაცია, 2 მ/წმ-ზე მეტი სიჩქარის ქარი ან ჰაერის სრული შტილი) იწვევს კარიერის მოცულობაში სითბოს ინტენსიურ გაბნევას ან შესაბამის სითბოს წყაროების თავზე მის დაგროვებას.

როგორც წესი კარიერის სიღრმის ზრდასთან ერთად, მასში ჰაერის ტემპერატურაც იზრდება. ასე მაგალითად, 1 მ/წმ-ზე მეტი ქარის სიჩქარის დროს, ყოველ 100 მ სიღრმეზე, ჰაერის ტემპერატურა იზრდება 1°C-ით. ტემპერატურის ასეთ კანონზომიერ ცვლილებას, რაც განპირობებულია ჰაერის სეფტის ბუნებრივი შეკუმშვით, ეწოდება ტემპერატურული გრადიენტი. მისი მნიშვნელობა აღემატება 1°C სუსტი ქარის ან სრული შტილის დროს.

კარიერებში ჰაერის ტენიანობა და წნევა. კარიერის ატმოსფეროში წყლის ორთქლის შემცველობა განისაზღვრება

გარემოს ჰაერის საერთო ტენშემცველობით, სამთო ქანების ხასიათითა და ტენიანობით, მათი გახურების ხარისხითა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით.

წელიწადისა და დღე-ღამის განმავლობაში ჰაერის ფარდობითი ცვლილების ხასიათი ხშირად ემთხვევა იმავე პერიოდში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებას.

ზაფხულში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა უფრო დაბალია, ვიდრე ზამთარში. აორთქლების შედეგად ჰაერის დატენიანებას თან სდევს გაცივება, ვინაიდან 1 გ წყლის აორთქლებისას შთაინთქმება საშუალოდ 2470 ჯოული სითბო.

ბარომეტრული წნევის გაზრდისა და სიღრმის მატებასთან ერთად ჰაერის ტენშემცველობა თანდათან მცირდება.

კარიერებში ატმოსფერული წნევის დღე-ღამური ცვლილება მიწის ზედაპირზე წნევის ცვლილების თანხვედრილია.

კარიერის სიღრმის ზრდასთან ერთად ატმოსფერული წნევის მატება ექვემდებარება საერთო კანონზომიერებას და შეადგენს სიღრმის ყოველ 100 მ-ზე 1263,5 პა-ს.

2.8. კარიერის ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების წყაროები

მტვერითა და მავნე აირებით კარიერების ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება შესაძლებელია მოხდეს სხვადასხვა წყაროებიდან. მათი ინტენსივობა დამოკიდებულია სამთო ქანების მდგომარეობასა და თვისებებზე, კლიმატურ პირობებსა და ამინდზე, დამუშავების ტექნიკასა და ტექნოლოგიაზე, მტვერისა და მავნე აირების წინააღმდეგ ბრძოლის ხერხებზე.

არსებობს ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების გარეგანი და შინაგანი წყაროები. გარეგანი წყაროები განლაგებულები არიან კარიერის ზედა კონტურის საზღვრებს გარეთ. მათგან, ქარის ზემოქმედების შედეგად, მტკვერი და მავნე აირები ვრცელდება კარიერის გამომუშავებულ სივრცეში, რითაც უარესდება ატმოსფეროს საერთო მდგომარეობა. გარეგან წყაროებს წარმოადგენენ სამსხვრეველები, მამლიძრებელი და აგრომელაციური ფაბრიკები, მეტალურგიული ქარხნები, შახტების სავენტილაციო ჭაურები, ფუჭი ქანის სანაყაროები, საავტომობილო გზები, საქვაბეები, მცენარეული საფარის არმქონე მოედნები და სხვა.

მტკერისა და აირის წარმომქმნელი შიგა წყაროები განლაგებულები არიან კარიერის კონტურის შიგნით და იწვევენ ატმოსფეროს მდგომარეობის როგორც ადგილობრივ, ასევე საერთო გაუარესებას. შიგა წყაროებს ეკუთვნის: საბურღი დაზგები და პერფორატორები, აფეთქებები, შიგაწვის ძრავები, საავტომობილო გზები, ქვისმჭრელი მანქანები, სამსხვრევი და დამხარისხებელი დანადგარები, მომპოვებელ-დამტვირთავი მანქანები, ხანძრები, აირის გამოყოფა ქანებიდან და წყალშემცველი პორიზონტებიდან.

ატმოსფეროში მავნეობების გამომყოფი წყარო შეიძლება იყოს: წერტილოვანი (საბურღი დაზგები, ექსკავატორები, ქვისმჭრელი მანქანები და სხვ.), ხაზობრივი (ავტოზგები, აირების გამოყოფა ფენებიდან და სხვ.) და თანაბრად განაწილებულები (ნიადაგის ეროზია, კარიერის ბორტების ზედაპირების გამოფიტვა).

საბურღი ტექნიკიდან ყველაზე დიდ საშიშროებას წარმოადგენენ თერმული და საღარავი ბურღვის დაზგები. ცეცხლური ბურღვის დროს გამოყოფილი აირების რაოდენობა და შემაღლენლობა იცვლება ფართო ზღვრებში და დამოკიდებულია საწვავისა და დამჟანგავის ქიმიურ შემაღლენლობაზე, სანთურის მუშაობის რეჟიმზე, ჭაბურღილის სიღრმეზე და მთელ რიგ სხვა ფაქტორებზე.

მასიური აფეთქებების დროს წარმოიქმნება მტვრისა და მავნე აირების დიდი რაოდენობა. მათი ნაწილი მტვერგაზის ღრუბლის სახით გადის კარიერის საზღვრებს გარეთ, ხოლო დანარჩენი ნაწილი რჩება აფეთქებულ სამთო მასაში. მასიური აფეთქების შემდეგ კარიერში დარჩენილი მომწამლავე აირებიდან ძირითადია ნახშირის ჟანგეულები და აზოტის ორჟანგი.

კარიერში მომპოვებელ-დამტვირთავი სამუშაოები შეიძლება სრულდებოდეს ციკლური ან განუწყვეტელი მოქმედების მოწყობილობებით, შესაბამისად მათ მიერ ჰაერის დამტვერიანებაც არის ციკლური ან განუწყვეტელი, გარდა ამისა, მათი მუშაობისას მტვრის წარმოქმნის ინტენსივობა დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე, სამთო მასის ტენიანობასა და სანგრევეში სამუშაოთა წარმართვის ორგანიზაციაზე.

ზოგიერთი სამშენებლო მასალის მოპოვებისას გამოიყენება ქვისმჭრელი მანქანები, რომლებიც წარმოადგენენ მტვერწარმომქმნელ ინტენსიურ წყაროებს.

სამთო მასის ტრანსპორტირების დროს ყველაზე საშიშს, მტვრისა და აირების გამოყოფის მხრივ, წარმოადგენს საავტომობილო ტრანსპორტი. ამ შემთხვევაში მტვრის წარმომქმნელ

ძირითად წყაროს წარმოდგენს ბორბლების ურთიერთქმედება გზის ზედაპირთან. მისი ინტენსივობა დამოკიდებულია გზის ზედა საფარის მასალაზე, ამ საფარის მდგომარეობაზე, მანქანის ტვირთამწეობაზე და მისი მოძრაობის სიჩქარეზე.

ავტოთვიომცვლელებზე, თბომავლებსა და სხვა მანქანებზე დადგმული შიგაწვის ძრავები წარმოდგენენ მთელი რიგი მავნე აირების გამოყოფის წყაროებს. მათი მუშაობისას გამოყოფილი აირებიდან ძირითადია აზოტის ჟანგეულები, ნახშირ-ჟანგი, ნახშირწყალბადები და ალდეჰიდები.

3. სამთო საწარმოების მტვერი

3.1. ზოგადი ცნობები

სამთო საწარმოების მტვერი არის სასარგებლო ნამარხისა და ფუჭი ქანის უმცირესი ნაწილაკები, რომლებიც იმყოფებიან ჰაერში შეწონილ ან სათავსის კედლებზე დალექილ მდგომარეობაში. ჰაერში მტვრის შეწონილ (შეტივტივებულ) მდგომარეობაში ყოფნის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მტვრის ნაწილაკების ზომებზე, ხვედრით წონაზე, აგრეთვე ნაწილაკების ფორმაზე, გარდა ამისა ჰაერის ტენიანობაზე, ტემპერატურასა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე.

წვრილმარცვლოვან მტვერზე ზუსტ წარმოდგენას გვაძლევს მტვრის კლასიფიკაცია, რომლის თანახმადაც ჰაერდისპერსიული სისტემები ნაწილაკების ზომის მიხედვით იყოფა სამ კლასად: 1. მტვერი – აეროზოლი, ნაწილაკების ზომით 10 მკ-ზე

მეტი, რომლებიც უძრავ ჰაერში იატაკზე ეშვებიან მზარდი სინქარით; 2. მტვრის ღრუბელი, ნაწილაკების ზომით 0,1-10 მკ, რომლებიც უძრავ ჰაერში იატაკზე ეშვებიან მუდმივი სინქარით; 3. მტვრის ბოლი, ნაწილაკების ზომით 0,1 მკ-ზე ნაკლები, რომლებიც არასოდეს არ ილექებიან იატაკზე, იფანტებიან ჰაერში როგორც კვამლი და იმყოფებიან განუწყვეტელ თბურ მოძრაობაში.

მაღაროს აეროლოგიაში მტვერს განიხილავენ, როგორც გვირაბებში აფეთქების ერთ-ერთ მიზეზს. დადგენილია, რომ რაც უფრო მცირეა მტვრის ნაწილაკების ზომები, მით უფრო საშიშია იგი აფეთქების მხრივ. ამასთან ერთად მრავალი არაწვადი მყარი ნივთიერება დაქუცმაცების შედეგად იქცევა ფეთქებად ან ადვილად აალებად მასალად. ასეთებია: ალუმინი, რკინა, თუთია, ბრინჯაო, კოლჩედანური მადნები, პურის ფქვილი, შაქარი, კაკაო, კორპი, ხე, ნახშირი და სხვ. ეს მოვლენა აიხსნება იმით, რომ დაქუცმაცებისას მნიშვნელოვნად იზრდება ჰაერის ჟანგბადთან შესხების ფართი და ნაწილაკის მიერ შთანთქმული ჟანგბადის რაოდენობა.

3.2. ნახშირის მტვერის წვადლობა და ფეთქებადობა

ნახშირის მტვერი, თუ იგი დიდი რაოდენობით იმყოფება ჰაერში, თითქმის ყოველთვის ღებულობს მონაწილეობას აფეთქებაში. ეს ცნობილი იყო ჯერ კიდევ 200 წლის წინათ, მაგრამ მეცნიერებს შორის მაინც მიმდინარეობდა კამათი იმის შესახებ, შეიძლება თუ არა აფეთქდეს ნახშირის მტვერი მეთანის

გარეშე. ბოლოს, 1906 წ. საფრანგეთში, უგაზო მადარო „კური-ერ“-ში, მოხდა ნახშირის მტვრის აფეთქება, რომელმაც იმსხვერპლა 1100 ადამიანი. ამ შემთხვევამ ბოლო მოუღო ყოველგვარ კამათს და დადგინდა იქნა: 1. ნახშირის მტვერს შეუძლია აფეთქდეს მეთანის გარეშე; 2. მტვერს შეუძლია მეთანის უმნიშვნელო აფეთქება გადააქციოს დიდ აფეთქებად; 3. ჰაერში შემცველი მშრალი და წვრილმარცვლოვანი ნახშირის მტვერი დაბლა სწევს აფეთქების ქვედა ზღვარს; 4. მაშინ, როდესაც აფეთქებაში მონაწილეობს ნახშირის მტვერი დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ნახშირის ოქსიდი.

ნახშირის მტვერს, ისევე როგორც მეთანს, გააჩნია: 1. აფეთქების ქვედა და ზედა ზღვარი, შესაბამისად – 30-40 გ/მ³ და 1500-2000 გ/მ³; 2. აალების ტემპერატურა – 700-800°C; 3. სითბოს გამოყოფის უნარი – 1 კგ ნახშირის მტვრის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 8140 კკალ სითბო.

გარდა აღნიშნული მსგავსი თვისებებისა, ნახშირის მტვერი მნიშვნელოვნად განსხვავდება მეთანისაგან: 1. მეთანი გამოიყოფა რა გვირაბში, მთლიანად იმყოფება ჰაერში, მტვრის უმეტესი რაოდენობა კი დალექილია გვირაბის კედლებზე; 2. მეთანი ადვილად შეგვიძლია აღმოვაჩინოთ მაშინაც კი, როდესაც მისი რაოდენობა ჰაერში აფეთქების ქვედა ზღვარზე ნაკლებია, ნახშირის მტვერი კი გვირაბში შეიძლება იყოს საშიში რაოდენობით, მაგრამ ნაკლებად შესაძინევი, ვინაიდან მისი დიდი რაოდენობა შეიძლება დალექილი იყოს გვირაბის კედლებზე; 3. მეთანის აალება და აფეთქებადობა გვირაბებში პრაქტიკულად ყველგან ერთნაირია, ნახშირის მტვრის აალება და

ფეთქებადობა კი მერყეობს ფართო დიაპაზონში და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე; 4. ნახშირის მტვრის ღრუბელს აქვს დამუხტვის უნარი, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ნაპერ-წკალი და აფეთქება; 5. მეთანის აფეთქების შედეგად წარმოიშობა ნახშირორჟანგი, ნახშირის მტვრის აფეთქების დროს კი დიდი რაოდენობით გამოიყოფა ნახშირჟანგი.

3.3. ფაქტორები, რომლებზედაც დამოკიდებულია ნახშირის მტვრის აფეთქება

ნახშირის მტვრის აფეთქება ძირითადად დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე:

1. მტვრის ნაწილაკების ზომები განსაზღვრავს მის ფეთქებადობას. ცნობილია, რომ რაც უფრო მცირეა მტვერში შემცველი ნაწილაკების ზომები, მით მეტად ფეთქებადია მტვერი. დადგენილია, რომ მტვრის ფეთქებადობის მაჩვენებელია ნაწილაკები ზომით 1/10–1/15 მმ. რაც მეტია ასეთი ზომის ნაწილაკების რაოდენობა, მით უფრო საშიშია მტვერი აფეთქების მხრივ და პირიქით.

2. მტვრის შედგენილობა. მტვრის ფეთქებადობა დამოკიდებულია მასში აქროლადი ნივთიერებების შემცველობაზე. ძირითადი წვადი ნივთიერებებია: მეთანი, წყალბადი, ნახშირჟანგი, ეთანი და მძიმე ნახშირწყალბადები. ჩატარებული ცდების შედეგად დადგენილია, რომ როდესაც აქროლადი ნივთიერებების მაჩვენებელი ინდექსი $V < 10\%$, ასეთი მტვერი პრა-

ქტიკულად არაფეთქებადია; თუ $V=10-15\%$, ასეთი მტვერი ნაკლებად ფეთქებადია და როდესაც $V>15\%$ – ფეთქებადი.

3. მტვერის ნაცრიანობა და ტენიანობა. დადგენილია, რომ რაც მეტია ნაცრიანობა, მით ნაკლებ საშიშია მტვერი აფეთქების მხრივ. ეს იმით აიხსნება, რომ წარმოქმნილი სითბოს ნაწილი იხარჯება ინერტული მტვერის ნაწილაკების გასათბობლად, რაც ამცირებს აეროზოლის ტემპერატურას. გარდა ამისა, ვინაიდან ინერტული მტვერის ხვედრითი წონა ყოველთვის მეტია ნახშირის ხვედრით წონაზე, იგი ხელს უშლის ნახშირის მტვერის შეწონილ მდგომარეობაში ყოფნას. არანაკლებ გავლენას ახდენს მტვერის ფეთქებადობაზე ტენიანობა. ტენი ხელს უწყობს მტვერის წვრილი ნაწილაკების კოაგულაციას (შეკავშირებას) უფრო მსხვილ ნაწილაკებად, რის გამოც მცირდება მათი ხვედრითი ზედაპირი და მცირდება ზედაპირული ქიმიური რეაქციები.

4. მტვერის რაოდენობა. დადგენილია, რომ ძლიერ ფეთქებადი მტვერის აფეთქების ქვედა ზღვარია $17-18$ გ/მ³, მაგრამ თუ მალაროს ჰაერში არის $2,5\%$ მეთანი, აფეთქების ქვედა ზღვარი მცირდება და შეადგენს $5-6$ გ/მ³. ნაკლებად ფეთქებადი მტვერისათვის (როდესაც $V=10-15\%$) აფეთქების ქვედა ზღვარია 50 გ/მ³.

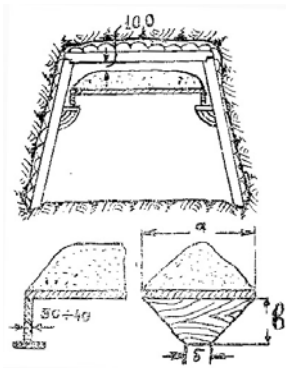
3.4. ნახშირის მტვრის აფეთქების საწინააღმდეგო ზომები

მტვრის წარმოშობის საწინააღმდეგო ზომებია: 1. ისეთი მანქანა-მექანიზმების გამოყენება, რომლებიც წარმოშობენ მტვრის მინიმალურ რაოდენობას; 2. ნახშირის ფენების წინასწარი წყლით გაუღენთვა; 3. მტვრის გამოყოფის ადგილების წყლით მორწყვა; 4. ინტენსიური განიავება; 5. საზიდი და სავენტილაციო გვირაბების პერიოდულად მტვრისგან გაწმენდა; 6. სკიპით აწვევის მოწყობა მაღაროს საერთო ამომავალ ჰაერის ჭავლზე; 7. მიწის ზედაპირზე საამქროების ჭაურების მიმართ ისეთნაირად განლაგება, რომ ადგილი არ ჰქონდეს ზედაპირიდან მტვრის შეწოვას.

მტვრის აალების საწინააღმდეგო ზომებია: 1. მეთანის აალების საწინააღმდეგო ზომები; 2. გვირაბების გასანათებლად ფეთქებაუსაფრთხო ლამპარების გამოყენება; 3. ნახშირის მონგრევა ჰიდრაულიკური ხერხით; 4. დამცავი ფეთქებადი მასალების გამოყენება; 5. ნახშირის მტვრის ნეიტრალიზაცია წყლით და ინერტული მტვრით; 6. ფეთქებაუსაფრთხო შესრულების ელექტრომოწყობილობების გამოყენება.

მტვრის აფეთქების გავრცელების საწინააღმდეგოდ ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა ინერტული მტვრის საფარების გამოყენება. ეს საფარები (ნახ. 3.1) გამოიყენება იმისათვის, რომ არ მოხდეს მტვრის ან მეთანის აფეთქების შედეგად წარმოშობილი ალისა და ტალღის გავრცელება გვირაბებში.

საფარში გამოყენებული ინერტული მტვერი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნებს: 1. არ უნდა იტკეპნებოდეს; 2. უნდა იყოს ტენის ნაკლებად მშთანთქმელი; 3. მასში SiO_2 -ის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 10%; 4. მასში აქროლადი ნივთიერებების რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5%.



ნახ. 3.1

უსაფრთხოების წესების თანახმად ინერტული მტვრის საფარი მოწყობილი უნდა იყოს ყველა ამოსაღები უბნის, აგრეთვე საწმენდი და მოსამზადებელი სანგრეგების როგორც ამომავალ, ასევე შემავალ ჰაერის ჭავლზე.

მტვრის აფეთქების ლოკალიზაციისათვის, გარდა ინერტული მტვრის საფარისა, გამოიყენება წყლის საფარები, სადაც თაროებზე ინერტული მტვრის მაგივრად მოთავსებულია წყლით სავსე ჭურჭლები.

3.5. გვირაბების მოფიქვლება და მორწყვა

მოფიქვლების დანიშნულებაა გვირაბის კედლებზე, ჭერსა და იატაკზე დაღეკილი მტვრის ნაცრიანობის ხელგონურად გაზრდა სტანდარტული ინერტული მტვრით. მოფიქვლება წარმოებს ხელით ან სპეციალური მანქანებით, 6 თვეში ერთხელ. დამტვირთავ პუნქტებში აუცილებელია ინერტული მტვრის ყო-

ველდლიური დამატება. გვირაბებში, რომლებშიც ინტენსიურად ილექება მტვერი, იყენებენ არამარტო მოფიქალეებს, არამედ მტვრის აღებასა და წყლით მორწყვას. უსაფრთხოების წესების თანახმად ნახშირისა და ინერტული მტვრის ნარევეში არაწვადი ნივთიერებების შედგენილობა უგაზო მაღაროებში უნდა იყოს არანაკლები 60%-ისა, ხოლო აირიან მაღაროებში – არანაკლები 75%-ისა.

რამდენიმე ათეული წლის წინ, მტვრის აფეთქების წინააღმდეგ საბრძოლველად ფართოდ გამოიყენებოდა გვირაბების მორწყვა, მაგრამ დადგინდა, რომ მას გააჩნია მთელი რიგი უარყოფითი მხარეები: 1. ამ დროს აუცილებელია მტვერი მუდამ იმყოფებოდეს სველ მდგომარეობაში, ვინაიდან მტვერი მალე შრება, ადვილად იფხვნება, წვრილმანდება და უფრო საშიში ხდება აფეთქების თვალსაზრისით; 2. მორწყვა ზრდის ტენიანობას, რომელიც იწვევს ქანების ამობურცვას და ჩამონგრევას; 3. დიდი ტენიანობის დროს გვირაბებში ჩნდება ჭიები, რომლებიც იწვევენ ეპიდემიურ დაავადებებს.

ამ უარყოფითი მხარეების გამო, ამჟამად გვირაბების მორწყვა გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებით მტვრიან ადგილებში და საწმენდ სანგრევეებში. საწმენდ სანგრევეებში მოფიქალეებს არ იყენებენ, ვინაიდან მათი ყოველდღიური გადაადგლების გამო მოფიქალეება მოითხოვს დიდი რაოდენობით ინერტულ მტვერს.

3.6. კარიერების ატმოსფეროში მტვრის გამოყოფის შემცირების მეთოდები და საშუალებები

კარიერების ატმოსფეროს მტვრითა და მავნე აირებით გატუჭყიანების თავიდან აცილების ძირითად ფაქტორს წარმოადგენს ბუნებრივი ჰაერცვლა. მაგრამ მისი შესაძლებლობები ხშირად შეზღუდულია, განსაკუთრებით ატმოსფეროს გატუჭყიანების ინტენსიური წყაროების არსებობის დროს. ყოველივე ამის გამო ძლიერ აქტუალურია ატმოსფეროში მტვრისა და მავნე აირების გამოყოფის თავიდან აცილების ხერხებისა და მეთოდების გამოყენების საკითხი.

კარიერების ატმოსფეროში მავნე აირებისა და მტვრის გამოყოფის თავიდან აცილება შეიძლება ეფექტურად მივაღწიოთ შემდეგი ხერხებით: 1. მტვრისა და მავნე აირების გამოყოფის მხრივ უსაფრთხო ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენებით; 2. გამოყოფილი მტვრის ნაწილაკების ჩახშობით; 3. მტვრის ნაწილაკების ფილტრებში დაჭერითა და მავნე აირების ნეიტრალიზაციით.

გამყოფილი მტვრის ნაწილაკების ჩახშობისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ წყალი, სპეციალური ხსნარები, ქაფები, მარილები და მცენარეული საფარები.

კარიერებში მტვრის ნაწილაკების დაჭერა მოიცავს მტვრის წარმოქმნის ადგილებში დამტვერიანებული ჰაერის ასპირაციას (შეწოვას) და სპეციალურ მტვერდამტვერებში მის გაწმენდას. მტვერდამტვერი აპარატი შეიძლება იყოს სველი და მშრალი.

მშრალი მტერის ნაწილაკების დაჭერისას შეიძლება გამოვიყენოთ გრავიტაციული (მტვერდამლექი კამერები), ინერციული (ციკლონები და მულტიციკლონები), ფოროვანი (ქსოვილის, კერამიკული და სხვ.), ელექტრული (ელექტროფილტრები) და შემაკავშირებელი (აკუსტიკური) მტვერდამჭერები.

სველ მტვერდამჭერებად გამოიყენებიან ინერციული (წყლის აფსიანი ციკლონები, გამრეცი ციკლონები, როტაციული ციკლონები და სხვ.), ელექტრული (სველი ელექტროფილტრები), შემაკავშირებელი (აკუსტიკური კოაგულატრები) და მაკონდენსირებელი მტვერდამჭერები. ჩვეულებრივ სველ მტვერდამჭერებში გამოიყენება წყალი, მაგრამ შესაძლებელია გამოვიყენოთ სხვადასხვა ხსნარები, ზეთები და სითხეები.

4. კლიმატური პირობები სამთო საწარმოებში

4.1. ადამიანის ორგანიზმზე კლიმატური პირობების ზემოქმედება

სამთო საწარმოებში კლიმატურ პირობებს განსაზღვრავს ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე. აღნიშნული ფაქტორები დიდ გავლენას ახდენენ ატმოსფეროსა და ადამიანის ორგანიზმს შორის თბოგაცვლის პროცესზე, რაზედაც თავის მხრივ დამოკიდებულია ადამიანის განწყობა, ჯანმრთელობა და შრომის ნაყოფიერება.

კლიმატური პირობები მიწისქვეშა გვირაბებში მნიშვნელოვნად განსხვავდება ზედაპირული კლიმატური პირობებისაგან. ეს გამოწვეულია იმით, რომ გვირაბებში ჰაერის მოძრაობისას იცვლება მისი ტემპერატურა და ტენიანობა. ჰაერის ტემპერატურა მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს საწმენდ სანგრევეებში ან მის მომდევნო სავენტილაციო გვირაბებში. ჭაურებსა და მალაროს ეზოსთან ახლომდებარე გვირაბებში ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა აღწევს 90-95%-ს და ზოგჯერ მეტსაც (თუ ჭაურში აღგილი აქვს ინტენსიურ წყალმოდენას). ღრმა ჰორიზონტებზე (800-1000 მ) განლაგებულ გვირაბებში წყალმოდენა მნიშვნელოვნად მცირდება, ტემპერატურა კი მატულობს, რაც თავის მხრივ იწვევს ჰაერის გამოშრობას.

ყოველივე ეს დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე და თუ არ იქნა დამყარებული ნორმალური კლიმატური პირობები, მკვეთრად მცირდება შრომის ნაყოფიერება და იზრდება საფრთხე მომუშავეთა ჯანმრთელობის მდგომარეობის გაუარესებისა.

ადამიანის ორგანიზმი სიცოცხლის მთელ პერიოდში განუწყვეტლივ გამოყოფს სითბოს განსაზღვრულ რაოდენობას: მშვიდ მდგომარეობაში – 70 კკალ/სთ, მუშაობის პროცესში – 250-450 კკალ/სთ. ადამიანის ორგანიზმში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის მხოლოდ 10-15% იხარჯება მიღებული საკვებისა და ჩასუნთქული ჰაერის გასათბობად, დანარჩენი სითბო კი გადაეცემა გარემოს სამი გზით: გამოსხივებით, კონვექციითა და აორთქლებით.

ორგანიზმის მიერ სითბოს გაცემის ინტენსივობა დამოკიდებულია ტემპერატურის, ტენიანობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის კომპლექსურ ზემოქმედებაზე. ადამიანის ორგანიზმს გააჩნია გარემო პირობებთან შეგუების დიდი უნარი, მაგრამ მხოლოდ განსაზღვრულ ზღვრებში, რის შემდეგაც იწყება ორგანიზმის გადახურება ან ზომაზე მეტად გაცივება.

ორგანიზმი გადახურდება მაღალი ტემპერატურისა და დიდი თბური გამოსხივების ზემოქმედების დროს, განსაკუთრებით როდესაც ჰაერი უძრავია და ფარდობითი ტენიანობა დიდია. როდესაც ჰაერი მოძრაობს, ტემპერატურა დაბალია და ფარდობითი ტენიანობა მაღალი, ხდება ორგანიზმის ზომაზე მეტად გაცივება. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ადამიანის ორგანიზმის გადახურება ან გაცივება აუცილებელია დამყარდეს ე.წ. თბური ბალანსი ორგანიზმსა და გარემოს შორის, ანუ ორგანიზმის მიერ გაცემული სითბოს რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს ორგანიზმში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის 85-90%-ისა (როგორც ავღნიშნეთ, სითბოს რაოდენობის დანარჩენი 10-15% ხმარდება მიღებული საკვებისა და ჩასუნთქული ჰაერის გათბობას).

4.2. კლიმატური პირობების ნორმები შახტებსა და კარიერებში

ამჟამად მოქმედი უსაფრთხოების წესების თანახმად შახტებში ჰაერის ტემპერატურის მაქსიმალური დასაშვები ნორმა არის 26⁰C, ფარდობითი ტენიანობის ნორმა – 60-95%, ჰაერის

მოძრაობის სინქარის მინიმალური ნორმა კი განისაზღვრება მტერისა და თბური პირობების მიხედვით და მოცემულია ცხრილში 4.1.

ჰაერის მოძრაობის სინქარის მაქსიმალური დასაშვები სიდიდე, ტემპერატურის მიუხედავად, საწმენდ და მოსამზადებელ სანგრევეებში არის 4.0 მ/წმ (გამონაკლისის სახით მექანიზებული კომპლექსებით აღჭურვილ საწმენდ სანგრევეებში მაქსიმალური დასაშვები ჰაერის მოძრაობის სინქარე შეიძლება იყოს 6,0 მ/წმ).

ცხრილი 4.1

ჰაერის მოძრაობის მინიმალური სინქარე, მ/წმ	ჰაერის დასაშვები ტემპერატურა (°C) ფარდობითი ტენიანობის დროს, %		
	60-75	76-90	91-95
0,25	24	23	22
0,50	25	24	23
0,75	26	25	24
2,00	26	26	25

ღრმა ჰორიზონტებზე (800-1000 მ) მუშაობისას, სამუშაო ადგილებზე მაქსიმალური დასაშვები ჰაერის ტემპერატურის ნორმა არის 28°C.

მიწისქვეშა გვირაბებში ნორმალური კლიმატური პირობების დასამყარებლად საჭიროა გამოვიყენოთ შემდეგი სამთო-ტექნიკური ღონისძიებები: 1. გვირაბების კედლების იზოლაცია; 2. ჰაერის გაცვივება უშუალოდ სანგრევეებთან (კუმშული ჰაერის გამოყენებით ან სპეციალური მფრქვევანებით გვირაბებში წყლის გაფრქვევით); 3. აღმავალი განიავების შეცვლა დაღმა-

ვალი განიავებით; 4. ატმოსფერული ჰაერის გატარება შურფებში, რომლებიც გაჰყავთ სუფთა ჰაერის მიმწოდებელი ჭაურის ახლოს და უერთდებიან ამ უკანასკნელს გამკვეთებით მიწის ზედაპირიდან 20-25 მ სიღრმეზე; 5. სითბოს გამომყოფი წყაროების რაოდენობის შემცირება; 6. შახტაში მისაწოდებელი ჰაერის ხელოვნურად დამუშავება (გათბობა, გაცივება, გაშრობა ან დანამვა).

კარიერებში ძირითად სამუშაო ადგილს, სადაც შესაძლებელია ხელოვნურად შეექმნათ ნორმალური მიკროკლიმატი, წარმოადგენს მანქანა-მექანიზმების კაბინები. ამჟამად მოქმედი სანიტარულ-ჰიგიენური ნორმების მიხედვით მანქანა-მექანიზმების კაბინებში ჰაერის ოპტიმალური პარამეტრებია: წლის ცივ პერიოდში (როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურა ნაკლებია $+10^{\circ}\text{C}$) ჰაერის ტემპერატურა $17-19^{\circ}\text{C}$, ფარდობითი ტენიანობა 30-60%, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე – არაუმეტეს 0,3 მ/წმ; წლის თბილ პერიოდში (როდესაც გარე ჰაერის ტემპერატურაა $+10^{\circ}\text{C}$ და უფრო მაღალი) შესაბამისად $20-23^{\circ}\text{C}$, 30-60% და 0,2-0,5 მ/წმ.

რაც შეეხება მიკროკლიმატის დასაშვებ პარამეტრებს: წლის ცივ პერიოდში დასაშვებია ტემპერატურა $15-20^{\circ}\text{C}$, ფარდობითი ტენიანობა 75%-მდე, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე – არაუმეტეს 0,5 მ/წმ; წლის თბილ პერიოდში, შესაბამისად 28°C -მდე, 75%-მდე და 0,3-0,7 მ/წმ.

აღნიშნულ ზღვრებში ჰაერის ტემპერატურის შესანარჩუნებლად აუცილებელია წლის თბილ პერიოდში მემანქანის კაბინაში მისაწოდებელი ჰაერის გაცივება, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში მისი გაშრობაც. რაც შეეხება წლის ცივ პერიოდს –

აუცილებელია მისაწოდებელი ჰაერის გათბობა და ხშირად – დანამვა.

4.3. შახტებში ჰაერის გამაცივებელი დანადგარები

მაცივარ-დანადგარი შედგება სამი ძირითადი კვანძისაგან:

1. მაცივარ-აგრეგატი (კომპრესორი, კონდენსატორი, ამორთ-ქლებელი); 2. წყლის გამაცივებელი მოწყობილობა; 3. ჰაერის გამაცივებელი სისტემა.

მაცივარ-დანადგარებში გამაცივებელ აგენტად ძირითადად გამოიყენება: ფრეონი, ამიაკი, ნახშირორჟანგი და ქლორმეთილი. მათგან ყველაზე მეტად გავრცელება მოიპოვა ფრეონმა (CF_2Cl_2). იგი არის უფერო, უსუნო და უვნებელი აირი. მისი უარყოფითი მხარეა ის, რომ იგი 5-6-ჯერ ძვირია სხვა მაცივარ-აგენტებთან შედარებით. რაც შეეხება ამიაკს (NH_3), იგი იაფია, მაგრამ მანედ მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე და, გარდა ამისა, როდესაც ჰაერში მისი კონცენტრაცია აღწევს 16-26%-ს, იგი ძლიერ ფეთქებადია, ამიტომ მიწისქვეშა მაცივარ-დანადგარებში მას არ იყენებენ.

მაცივარ-დანადგარების განლაგების მიხედვით ისინი შეიძლება იყოს: 1. ზედაპირული; 2. მიწისქვეშა ცენტრალური (მაღაროს ეზოში); 3. მიწისქვეშა საუბნე მაცივარ-დანადგარები.

4.4. შახტის ჰაერის გათბობა

ზამთრის პერიოდში, როდესაც ზედაპირზე ჰაერის ტემპერატურა 0°C -ზე დაბალია, აუცილებელია შახტაში მისაწოდებელი ჰაერის გათბობა არანაკლებ $+2^{\circ}\text{C}$ -მდე, წინააღმდეგ შემთხვევაში ჭაურის არმირება იფარება ყინულით, რაც ხელს უშლის ამწე სატრანსპორტო დანადგარების ნორმალურ მუშაობას. ჰაერს ათბობენ ორთქლით ან ელექტროკალორიფერით. ჩვეულებრივ შახტაში მისაწოდებელი მთელი ჰაერის რაოდენობის 20-25%-ს ათბობენ $60-70^{\circ}\text{C}$ -მდე იმ ვარაუდით, რომ ცივი და გამთბარი ჰაერის შერევის შემდეგ ნარევის ტემპერატურა იყოს არანაკლები $+2^{\circ}\text{C}$.

ამ მიზნით შახტის ზედაპირულ შენობაში მოწყობილია კალორიფერი, სუფთა ჰაერი კი შემოდის სპეციალურ მიმღებ ჯისურში, რომელიც შენობის გარეთ იმყოფება, საიდანაც გადადის არხში და ერევა გამთბარ ჰაერში. ცივი და გამთბარი ჰაერის ნარევი ჭაურში ჩადის კედელში სპეციალურად მოწყობილი ფანჯრის საშუალებით, რომელიც იმყოფება ნულოვანი დონის ქვევით.

ნაწილი II. საშახტო ამომქანობა

5. წინასწარი განმარტებანი და განსაზღვრებანი

5.1. იდეალური და რეალური სითხე ან აირი

სითხის ან აირის ნაწილაკი მისი მოძრაობისას უნდა ემორჩილებოდეს იმ საერთო კანონებს, რომლებიც თეორიული მექანიკის კურსიდან არის ცნობილი, მატერიალური წერტილის მოძრაობის შემთხვევაში.

ვინაიდან სითხეს ახასიათებს განსაკუთრებული თვისება, თხევადი სხეული ვერ ინარჩუნებს თავის დამოუკიდებელ ფორმას და ღებულობს იმ ჭურჭლის ფორმას, რომელშიც იგი იმყოფება. ეს გარემოება აიხსნება იმით, რომ სითხეს ახასიათებს დინების თვისება, რის გამოც მისი ნაწილაკები გადაადგილდებიან ერთიმეორის მიმართ, რაც წარმოშობს მათ შორის ურთიერთქმედების ძალებს. სითხის ან აირის მოძრაობის განტოლების შედგენისას აღნიშნული ურთიერთქმედი შიგა ძალები აუცილებლად უნდა იქნან მიღებული მხედველობაში, რის გამოც სითხის ან აირის მოძრაობის განტოლებები სახეს იცვლიან მყარი სხეულის მოძრაობის განტოლებებთან შედარებით.

აბსოლუტურად თხევადი სხეული ეწოდება ისეთ სითხისებრ ან აიროვან სხეულს, რომელთა ნაწილაკები ვერ უწევენ ვერავითარ წინაღობას გამჭიმავ ან მხებ ძალებს, მაგრამ შეუძლიათ წინაღობა გაუწიონ ნებისმიერი სიდიდის მკუმშავ ძა-

ლებს. ე.ი. აბსოლუტურად თხევადი ან იდეალური სითხე ეწოდება ისეთ სითხისებრ სხეულს, რომლის ნაწილაკებს შორის არ არსებობს არავითარი შეჭიდულობის ძალები.

რეალური სითხის ნაწილაკები წინააღმდეგობას უწევენ გამჭიმავ და მხებ ძალებს. მაგალითად, ჯოხის ბოლოზე დაკიდებული წყლის წვეთი ეწინააღმდეგება სიმძიმის ძალას მანამ, სანამ მისი წონა არ მიაღწევს გარკვეულ ზღვარს. ე.ი. სანამ სიმძიმის ძალა არ გადააჭარბებს ნაწილაკებს შორის არსებულ შეჭიდულობის ძალებს, რის შემდეგ წყლის წვეთი წყდება ჯოხის ბოლოდან. ე.ი. რეალური სითხე ან აირი ეწოდება ისეთ სითხისებურ ან აიროვან სხეულს, რომელთა ნაწილაკებს შორის არსებობს შეჭიდულობის ძალები.

5.2. ჰიდრომექანიკური წნევა და მისი თვისება

მექანიკიდან ცნობილია, რომ სხეულში, რომელიც განიცდის დეფორმაციას ვლინდება შიგა ძალები, რომლებიც ძაბვებით ხასიათდებიან. იდეალურ სითხეში ვლინდება მხოლოდ მკუმშავი ძაბვები, რომლებსაც ჰიდრაულიკაში ჰიდრომექანიკურ წნევას უწოდებენ და აღნიშნავენ P-თი. იგი წარმოადგენს ფართის ერთეულზე მოსულ ძალას.

ჰიდრომექანიკურ წნევას ეწოდება ჰიდროსტატიკური ან ჰიდროდინამიკური, იმისდამხედვით, ვიხილავთ სითხის წონასწორობას თუ მოძრაობას. ჰიდროსტატიკურ წნევას აქვს ძაბვის განზომილება და იგი განისაზღვრება, როგორც ძალა შეფარებული ფართის ერთეულთან.

$$P = \frac{R}{S} \quad (5.1)$$

ჰიდრომექანიკურ წნევას იდეალური სითხის ნებისმიერ წერტილში აქვს ერთი და იგივე სიდიდე ყველა მიმართულებით, იგი არ არის დამოკიდებული იმ ფართის მიმართულებაზე, რომელზედაც მოქმედებს, არამედ დამოკიდებულია ამ ფართის მდგომარეობაზე დროსა და სივრცეში, ანუ იგი დროის და კოორდინატთა ღერძების ფუნქციაა. კერძო შემთხვევაში, სითხის წონასწორობის ან დამყარებული მოძრაობის დროს ჰიდრომექანიკური წნევა P მხოლოდ კოორდინატთა ღერძების ფუნქციაა.

5.3. ჰაერის ფიზიკური თვისებები

1. ჰაერის წონა. რომელიმე მოცულობის ჰაერის წონა განისაზღვრება ტოლობით

$$G = V \cdot \gamma, \quad \text{კგ}, \quad (5.2)$$

სადაც V არის ჰაერის მოცულობა, მ³; γ – 1 მ³ ჰაერის წონა, ანუ ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³.

ამ ტოლობიდან

$$\gamma = G/V, \quad \text{კგ/მ}^3 \quad (5.3)$$

2. ჰაერის ხვედრითი მოცულობა ეწოდება ჰაერის მოცულობას მ³-ში, რომელიც უჭირავს წონის ერთეულს. იგი განისაზღვრება ტოლობით:

$$v = 1/\gamma, \quad \text{მ}^3/\text{კგ} \quad (5.4)$$

3. ჰაერის სიმკვრივე. ერთეული მოცულობის ჰაერის მასას ეწოდება ჰაერის სიმკვრივე. იგი განისაზღვრება ტოლობით

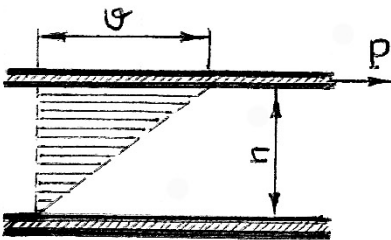
$$\rho = M/V, \quad (5.5)$$

სადაც M არის ჰაერის მასა; V – მისი მოცულობა.

ჰაერის სიმკვრივე მჭიდროდაა დაკავშირებული ერთეული მოცულობის წონასთან. ცნობილია, რომ $G=M \cdot g$, აქედან $M=G/g$ და საბოლოოდ

$$\rho = \frac{\gamma \cdot V}{V \cdot g} = \frac{\gamma}{g}, \frac{\text{kgw}\overline{\text{m}}}{\text{m}^3} \quad (5.6)$$

4. სიბლანტე ეწოდება აირის ან სითხის იმ თვისებას, რომელიც წინააღმდეგობას უწევს დეფორმაციას.



ნახ. 5.1

ავიღოთ ორი პარალელური თხელი ფირფიტა, რომელთა შორის მანძილი იყოს h , დავეშვათ ზედა ფირფიტა მოძრაობს ქვედა ფირფიტის

მიმართ რაღაცა V სიჩქარით (ნახ. 5.1). დაკვირვებები

გვიჩვენებს, რომ სითხის ის ნაწილაკები, რომლებიც უშუალოდ ეკვრიან ზედა ფირფიტას, მოძრაობენ იგივე V სიჩქარით, ხოლო სითხის ნაწილაკები, რომლებიც ქვედა, უძრავ ფირფიტასთან არიან განლაგებულნი, იმდენად ეკვრიან მას, რომ მათი სიჩქარე პრაქტიკულად ნულის ტოლია. როგორც ჩანს, სითხის ნაწილაკები მოძრაობენ სხვადასხვა სიჩქარით, რაც წარმოშობს მათ შორის ურთიერთქმედების ძალებს და იმისათვის, რომ

ზედა ფირფიტა დაეძრათ ქვედას მიმართ, საჭიროა მას მოვლათ რაღაც P ძალა, რომელიც პირდაპირპროპორციულია ფირფიტის ფართის (S), მისი მოძრაობის სიჩქარის (v), აბსოლუტური სიბლანტის კოეფიციენტისა (μ) და უკუპროპორციულია ფირფიტებს შორის მანძილისა (n), ე.ი.

$$P = \mu \cdot S \cdot v / n, \quad (5.7)$$

თუ დავუშვებთ, რომ ფირფიტებს შორის მანძილია არა n , არამედ რაღაც უსასრულოდ მცირე სიდიდე, მაშინ

$$P = \mu \cdot S \cdot dv / dn,$$

თუ მიღებულ ძალას შევუფარდებთ ფართის ერთეულს, მივიღებთ ე.წ. მხებ ძაბვებს

$$\tau = P/S = \mu \cdot dv / dn, \quad (5.8)$$

სადაც dv/dn არის სიჩქარის გრადიენტი.

5. წნევა არის ერთ-ერთი ძირითადი ფიზიკური სიდიდე, რომელთანაც ჩვენ საქმე გვაქვს მაღაროს ან კარიერის განი-
აგების ნებისმიერი საკითხის განხილვისას. განვიხილოთ რა
დამოკიდებულებაშია წნევა იმ ფართობთან, რომელზედაც იგი
მოქმედებს. ავიღოთ რაიმე სვეტი, დავუშვათ ჭაური (ნახ. 5.2).
მისი სიღრმე ავლნიშნოთ H , განივი კვეთი S , ჰაერის წნევა მი-
წის ზედაპირზე P_1 , ხოლო ჰაერის წნევა მაღაროს ეზოს დონე-
ზე P_2 . ჩავთვალოთ, რომ ჰაერის მოცულობითი წონა ჭაურში
მუდმივია $\gamma = \text{const}$. მაშინ S ფართზე მოსული აბსოლუტური
წნევა მაღაროს ეზოს დონეზე ტოლი იქნება

$$P_2 = (P_1 + \gamma H) \cdot S$$

თუ ამ წნევას შევუფარდებთ ფართის ერთეულს მივიღებთ



ნახ. 5.2

$$P = P_1 + \gamma H,$$

ხოლო H სვეტის მიერ მის ფუძეზე გადაცემული წნევა ტოლი იქნება

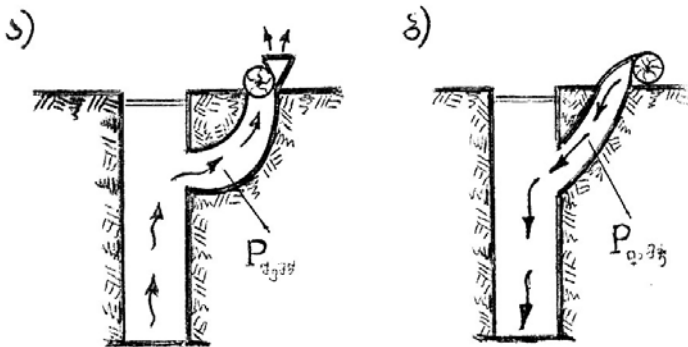
$$p = \gamma H, \quad (5.9)$$

როგორც ვხედავთ H სვეტის მიერ ფუძეზე გადაცემული წნევა დამოკიდებული არ არის ფუძის ფართზე და დამოკიდებულია სვეტის

სიმაღლესა და ჰაერის მოცულობით წონაზე.

6. ვენტილატორის მიერ განვითარებული წნევა. როდესაც ვენტილატორი მიერთებულია მილებზე ან მადაროზე, იმ მხრიდან საიდანაც ხდება ჰაერის შეწოვა, წნევა ყოველთვის ნაკლებია ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით, დაჭირხვნის მხრიდან კი პირიქით, ადგილი აქვს ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით ჭარბ წნევას.

განვიხილოთ ორი შემთხვევა, როდესაც ვენტილატორი მიერთებულია მადაროზე და მუშაობს შეწოვაზე ან დაჭირხვნაზე. შეწოვაზე მომუშავე ვენტილატორის არხში წნევა ავლნიშნოთ $P_{\text{გაფ}}$, ხოლო დაჭირხვნაზე მომუშავე ვენტილატორის არხში – $P_{\text{ლაბჰ}}$. (ნახ. 5.3 ა) და ბ)).



ნახ. 5.3

ატმოსფერული წნევა მიწის ზედაპირზე – P_0 . მასინ ვენტilatორის მიერ შექმნილი წნევათა სხვაობა შეგვიძლია ასე განვმარტოთ. წნევათა სხვაობას შეწოვაზე მომუშავე ვენტilatორის არხსა და ატმოსფერულ (ბარომეტრულ) წნევას შორის **დეპრესია** ეწოდება და აღინიშნება h -ით, ხოლო წნევათა სხვაობას დაჭირხენაზე მომუშავე ვენტilatორის არხსა და ბარომეტრულ წნევას შორის **კომპრესია** ეწოდება და ისიც აღინიშნება h -ით (სიტყვა **კომპრესიამ** პრაქტიკაში ვერ ჰპოვა გავრცელება და მასაც დეპრესიას უწოდებენ, მხოლოდ ამ შემთხვევაში იგულისხმება ჭარბი წნევა ატმოსფერულ წნევასთან შედარებით).

ამ განმარტების საფუძველზე შეგვიძლია დავწეროთ

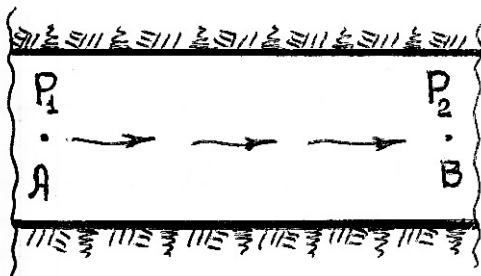
$$P_0 - P_{Semw} = \frac{h_{Semw}}{13,6}; \quad P_{damW} - P_0 = \frac{h_{damW}}{13,6}$$

ანუ აქედან

$$P_{\text{Semw}} = P_0 - \frac{h_{\text{Semw}}}{13,6}; \quad (5.10)$$

$$P_{\text{damW}} = P_0 + \frac{h_{\text{damW}}}{13,6}; \quad (5.11)$$

თუ გვსურს განვიხილოთ ზოგადად დეპრესია რომელიმე ცალკეულ გვირაბში, ავიღოთ შტრეკი და მასში გამოვყოთ საწყისი და ბოლო წერტილები (ნახ. 5.4). ჰაერის წნევა საწყის A წერტილში ავლნიშნოთ P_1 , ხოლო ბოლო B წერტილში – P_2 და დაეუშვათ, რომ ჰაერი მოძრაობს A-დან B-სკენ, მაშინ



ნახ. 5.4

წნევათა სხვაობას A და B წერტილებს შორის შტრეკის AB უბნის დეპრესია ეწოდება, ე.ი.

$$h_{AB} = P_1 - P_2, \quad (5.12)$$

მაღაროს განიავებაში შეწოვაზე და დაჭირხენაზე მომუშავე ვენტილატორების მიერ შექმნილ წნევებს ხშირად სტატიკურ წნევებს უწოდებენ, ხოლო ვენტილატორის მიერ განვითარებულ წნევათა სხვაობას – სტატიკურ დეპრესიას $h_{სტ}$.

7. მოძრავი ჰაერის მიერ განვითარებული წნევა. დაეუშვათ, რომელიმე ჰაერის ნაკადში უძრავად არის მოთავსებული

რაიმე სხეული ან პირიქით, უძრავ ჰაერში რაიმე სხეული მოძრაობს. ამ ორივე შემთხვევაში სხეული თავის წინა (შუბლურ) ნაწილზე განიცდის წნევას, რომელსაც დინამიური წნევა ანუ სინქარითი დაწნევა ეწოდება. მისი სიდიდე შეიძლება განვსაზღვროთ ტოლობით

$$h_{s.d.} = V^2 \cdot \frac{\gamma}{2g}, \text{ კგ/მ}^2 \quad (5.13)$$

სადაც V არის ჰაერის მოძრაობის (უძრავი ჰაერის შემთხვევაში – სხეულის მოძრაობის) სინქარე, მ/წმ; γ – ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³; $g=9,81$ არის თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

8. ჰაერის ტენიანობა. ცნობილია, რომ ატმოსფერული ჰაერი წარმოადგენს მშრალი აირების და წყლის ორთქლის ნარევეს და ცხადია, რომ ჰაერის მიერ განვითარებული წნევა დამოკიდებული იქნება მშრალი აირებისა და წყლის ორთქლის პარციალურ (წილობრივ) წნევაზე. ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობის მიხედვით განასხვავებენ გაჯერებულ, ნაკლებად გაჯერებულ და აბსოლუტურად მშრალ ჰაერს.

ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობას ტენიანობა ეწოდება. არსებობს სამი სახის ტენიანობა: 1. წყლის ორთქლის რაოდენობას, გამოსახულს გრამებში, რომელსაც შეიცავს 1 მ³ ჰაერი, **აბსოლუტური ტენიანობა** ეწოდება; 2. წყლის ორთქლის მაქსიმალურად შესაძლო რაოდენობას, რომელსაც შესაძლოა შეიცავდეს 1 მ³ ჰაერი მოცემული ტემპერატურის დროს, **მაქსიმალური ტენიანობა** ეწოდება; 3. 1 მ³ ჰაერში შემცველი წყლის ორთქლის რაოდენობის ფარდობას მის მაქსიმალურად შესაძლო რაოდენობასთან მოცემული ტემპერატურის დროს,

ფარდობითი ტენიანობა ეწოდება და იგი გამოისახება მთელის ნაწილებში ან პროცენტებში.

6. ტემპერატურის, ტენიანობის, წნევის, წნევათა სხვაობისა და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვა და საზომი ხელსაწყოები

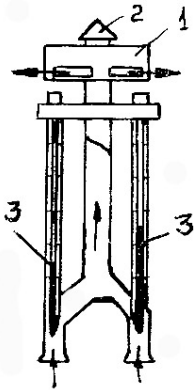
6.1. მადაროს ჰაერისა და ქანების ტემპერატურის გაზომვა

1. მადაროს ჰაერის ტემპერატურა იზომება თერმომეტრით, რომელიც გვირაბებში გადაადგილების დროს მოთავსებულია რკინის დამცავ ბუდეში. გაზომვა წარმოებს ასე: ვიღებთ თერმომეტრს ბუდიდან, ვიცდით 2-3 წთ, რათა თერმომეტრმა მიიღოს გარემოს ტემპერატურა, რის შემდეგ ვიღებთ პირველ ანათვალს. 5-10 წთ-ის შემდეგ იგივე ადგილზე ვიღებთ მეორე ანათვალს თუ ორივე ანათვალი ერთნაირია, მაშინ გაზომვა სწორადაა ჩატარებული.

2. ქანების ტემპერატურა იზომება შპურში, რისთვისაც წინასწარ ბურღავენ 2 მ სიგრძის შპურს. გაბურღვის დამთავრებიდან ორი საათის შემდეგ შპურში ვათავსებთ თერმომეტრს და შპურს ვხურავთ საცობით. იმისათვის, რომ თერმომეტრმა მიიღოს სამთო ქანების ტემპერატურა საჭიროა თერმომეტრი დავაყოვნოთ შპურში 6-12 სთ-ის განმავლობაში. ამ დროის გასვლის შემდეგ თერმომეტრი გამოვკაქვს შპურიდან და სწრაფად ვიღებთ მასზე ანათვალს.

6.2. ჰაერის ტენიანობის გაზომვა

ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა იზომება ფსიქრომეტრით. იგი შეიქმნება იყოს სტაციონარული და ასპირაციული. სამთო საწარმოებში უფრო ხშირად გამოიყენება ასპირაციული ფსიქრომეტრი (ნახ. 6.1). იგი შედგება ლითონის ჩარჩოში ჩადგმული ორი თერმომეტრის (3), ვენტილატორის (1) და ვენტილატორის გასაშვები სახელურისაგან (2). ფარდობითი ტენიანობის გაზომვა წარმოებს შემდეგნაირად: გაზომვის წინ ერთ-ერთი



ნახ. 6.1

თერმომეტრის ბურთულაზე შემოხვეულ ქსოვილს ვასველებთ გარემოს ტემპერატურის მქონე გამოსდილი წყლით (ამ თერმომეტრს უწოდებენ ე.წ. „სველ თერმომეტრს“). ამის შემდეგ ზამბარიანი მექანიზმის მომართვით ერთავთ ვენტილატორს, რომლის მიერ შეწოვილი ჰაერი გარს შემოედინება ვერცხლისწყლის ბურთულებს (ორივე, მშრალ და სველ თერმომეტრებში) და აგრილებს მათ. ვენტილატორის გაშვებიდან 1,5-2 წთ-ის გასვლის შემდეგ, როდესაც სველ და მშრალ თერმომეტრებში დამყარდება დონეთა სიმადლე, ვიღებთ ანათვალს ერთდროულად ორივე თერმომეტრზე. ანათვალთა შორის მიღებული სხვაობის მიხედვით განვსაზღვრავთ ფარდობით ტენიანობას ფსიქრომეტრული ცხრილის, ფსიქრომეტრული ნომოგრამის ან ფორმულის საშუალებით

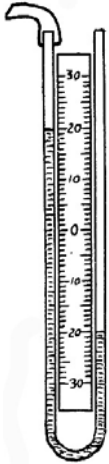
$$\varphi = \left[F_1 - 0,5(t_{mSr} - t_{sv}) \frac{P}{753} \right] \cdot 100 / F. \quad (6.1)$$

6.3. წნევისა და წნევათა სხვაობის საზომი ხელსაწყოები

როგორც ცნობილია, ბარომეტრული წნევის გასაზომად გამოიყენება **ბარომეტრ-ანეროიდი**, რომლის სკალა დაყოფილია 600-790 მმ.წყ.სვ.. ყველა ბარომეტრს თან ახლავს შემასწორებელი კოეფიციენტი: ა) ტემპერატურული, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენად უნდა შეიცვალოს ბარომეტრის ჩვენება, როდესაც ტემპერატურა იცვლება 1°C -ით; ბ) მუდმივი შემასწორებელი კოეფიციენტი სხვადასხვა წნევაზე, რომელიც ითვალისწინებს მასალის თვისებებს, რისგანაც დამზადებულია ხელსაწყო. ვინაიდან ბარომეტრი ვერ აღიქვამს წნევის სწრაფ ცვლილებას, ამიტომ იმ არეში, რომელშიც გვსურს წნევის გაზომვა, ანათვლის ალებამდე ბარომეტრი უნდა გავაჩეროთ 20-30 წთ.

ბაროგრაფი. წნევის ცვლილების მუდმივი რეგისტრაციისათვის იყენებენ ბაროგრაფს. მისი მოქმედების პრინციპი ბარომეტრის ანალოგიურია, განსხვავება არის ის, რომ ბაროგრაფს ერთი მემბრანის ყუთის მაგივრად აქვს რამდენიმე ერთიმეორესთან დაკავშირებული ყუთი და გარდა ამისა, ბაროგრაფში ისრის მაგივრად მოწყობილია ბერკეტი საწერი კალმით, რომელიც ესება რა მბრუნავ დოლზე შემოხვეულ ქაღალდს, აღნიშნავს მასზე წნევის ცვლილებას.

შახტებში უფრო ხშირად წნევათა სხვაობა იზომება **U-ს მაგვარი მანომეტრით (ნახ. 6.2)**. იგი წარმოადგენს მოღუნულ მინის მილს, რომელიც დამაგრებულია ხის ჩარჩოზე. დეპრესიის ანუ წნევათა სხვაობის გასაზომად მილში ვასხამთ



წყალს 0-0 დონემდე. შემდეგ მანომეტრის ორივე მუხლს რეზინის მილებით ვუერთებთ იმ არეებს, რომელთა შორისაც გვსურს წნევათა სხვაობის გაზომვა. მანომეტრის იმ მუხლში, რომელიც მიერთებულია დაბალი წნევის არესთან წყლის დონე აიწევს, მეორე მუხლში კი – დაიწევს იგივე სიდიდით. ანათვალს ვიღებთ ორივე მუხლში და მათი ჯამი წარმოადგენს წნევათა სხვაობას გამოსახულს წყლის სვეტის მილიმეტრებში.

წნევათა სხვაობა (დეპრესია) შეიძლება გავზო-

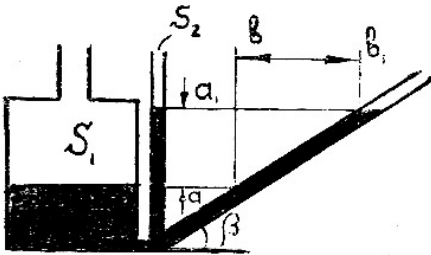
ნახ. 6.2

მთ აგრეთვე **ბარომეტრ-ანეროიდის** საშუალებით. ამისათვის ბარომეტრს ვათავსებთ პირველ კვეთში და ვიღებთ ანათვალს, შემდეგ ბარომეტრი გადაგვაქვს მეორე კვეთში და იქაც ვიღებთ ანათვალს. წნევათა სხვაობა ამ ორ კვეთს შორის განისაზღვრება ანათვლებს შორის სხვაობით.

ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ვიდრე პირველი კვეთიდან გადავიდოდეთ მეორე კვეთში, შეიძლება შეიცვალოს ატმოსფერული წნევა, ეს კი გამოიწვევს ცდომილებას.

მიკრომანომეტრი. როდესაც საჭიროა წნევათა სხვაობის გაზომვა მაღალი სიზუსტით, ან როდესაც ვიცით, რომ საქმე გვაქვს მცირე წნევათა სხვაობასთან, გასაზომად ვიყენებთ

მიკრომანომეტრს (ნახ. 6.3). როგორც სქემიდან ჩანს, აქ საქმე გვაქვს ზიარ ჭურჭელთან. თუ დიდი ჭურჭლის განიკვეთის



ნახ. 6.3

ფართს ავლნიშნავთ S_1 , ხოლო ვიწრო მილის ფართს – S_2 , მაშინ ფარდობა $S_1:S_2=700$. ასეთი ფარდობა შერჩეულია იმიტომ, რომ როდესაც ვიწრო მილში სითხე გადაადგილდება თუნდაც მთელ სიმაღლეზე, დიდ ჭურჭელში სითხის დონე პრაქტიკულად რჩება უცვლელი. ვიწრო მილი ისეა დაკავშირებული დიდ ჭურჭელთან, რომ საჭიროების შემთხვევაში იგი შეგვიძლია დავაყენოთ ვერტიკალურადაც და დახრილადაც. დახრილად მისი დაყენება საჭიროა იმიტომ, რომ თუ წნევათა სხვაობა ძალზე მცირეა, სითხე მაინც გადაადგილდეს იმდენად, რომ შევძლოთ ანათვლის აღება. დაუშვათ ვერტიკალურად მდგომ ვიწრო მილში სითხემ აიწია $a-a_1$ სიმაღლეზე, მაშინ დახრილ მილში, იმავე დეპრესიის შემთხვევაში, სითხის გადაადგილება ტოლი იქნება $bb_1=a a_1 \cdot \sin\beta$. აქედან, თუ ჩვენ გვსურს დახრილ მილში აღებული ანათვალი გადავიყვანოთ ვერტიკალურ სვეტებში, უნდა გამოვიყენოთ ტოლობა

$$aa_1=bb_1 \cdot \sin\beta. \quad (6.2)$$

(6.2) გამოსახულებაში $\sin\beta$ აღინიშნება F -ით და მას ეწოდება დახრის კუთხის კოეფიციენტი. მისი მნიშვნელობები დატანილია მიკრომანომეტრის ლითონის რკალზე.

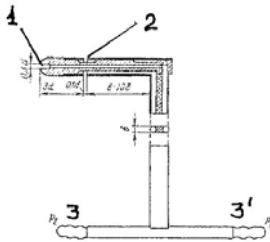
იმისათვის, რომ დახრილ სვეტებში მიღებული სითხის (სპირტის) გადაადგმების სიდიდე გადავიყვანოთ წყლის სვეტის მილიმეტრებში, ვსარგებლობთ გამოსახულებით

$$h_{\text{სპირტ}} = (h_{\text{საბ}} - h_{\text{საწყ}}) \cdot F \cdot \Delta \cdot \varepsilon, \text{ მმ. წყ. სვ} \quad (6.3)$$

სადაც $h_{\text{საბ}}$ არის სპირტის საბოლოო დონე დახრილ მილში; $h_{\text{საწყ}}$ – საწყისი დონე; F – დახრის კუთხის კოეფიციენტი; Δ – სპირტის მოცულობითი წონა; ε – მიკრომანომეტრის შემასწორებელი კოეფიციენტი.

ჰაერმზომი მილაკი. იმისათვის, რომ დეპრესიომეტრს (მანომეტრი ან მიკრომანომეტრი) გადავცეთ გასაზომი წნევა, ვსარგებლობთ დამხმარე საშუალებებით – რეზინის მილებითა და ჰაერმზომი მილაკით.

ჰაერმზომი მილაკი (ნახ. 6.4) შედგება ორი დამოუკიდებელი არხისაგან (ვიწრო მილი-



ნახ. 6.4

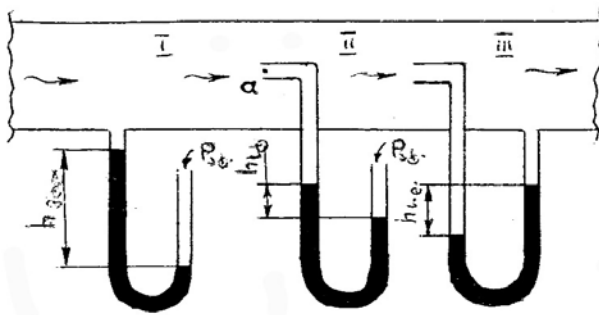
საგან), რომელთაგან ერთი ბოლოვდება ცენტრალური ხვრელით 1, ხოლო მეორე – რადიალური ხვრელით 2. ცენტრალური ხვრელი თავისი არხით უერთდება მილაკს 3' და აღნიშნულია „+“ ნიშნით, ხოლო რადიალური ხვრელი თავისი არხით უერთდება მილაკს 3 და აღნიშნულია „-“ ნიშნით.

იმის მიხედვით თუ ჰაერმზომი მილაკის რომელი ბოლო იქნება მიერთებული მიკრომანომეტრთან, შეგვიძლია გავზომოთ დეპრესია ან სიჩქარითი დაწნევა. ასე მაგალითად: თუ მიუერთებთ „-“ ბოლოს, გაიზომება მთლიანი წნევათა სხვაობა ატმოსფეროსა და მილის დაყენების ადგილს

შორის, ხოლო თუ მიუერთებთ „+“ ბოლოს, გაიზომება მთლიანი დეპრესია, ე.ი. ($h_{სტ}-h_{ს.დ.}$) – შემწოვ ჰაერგამტარში და ($h_{სტ}+h_{ს.დ.}$) – დამჭირხნ ჰაერგამტარში.

6.4. დეპრესიისა და სიჩქარითი დაწნევის გაზომვა

განვიხილოთ შეწოვაზე მომუშავე ვენტილატორის არხი. მიუერთოთ მას U-ს მაგვარი მანომეტრი ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 6.5-ის I შემთხვევაში. ამ დროს მანომეტრი გაზომავს ვენტილატორის მიერ განვითარებულ მთლიან დეპრესიას.



ნახ. 6.5.

$$h_{მთლ.} = h_{სტ} + h_{ს.დ.} \quad (6.4)$$

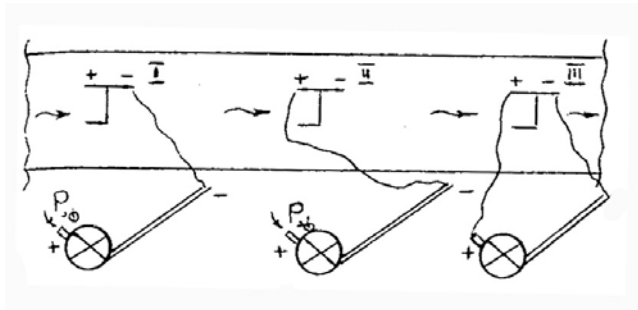
იმ შემთხვევაში, თუ გვსურს გავზომოთ მალაროს დეპრესია, საჭიროა არხში მოთავსებული მანომეტრის ბოლო შემოვებრუნოთ ჰაერის მოძრაობის საპირისპიროდ (II შემთხვევა). ამ დროს გაიზომება სტატიკური წნევა.

$$h_{სტ} = h_{მთლ.} - h_{ს.დ.} \quad (6.5)$$

ეს გამომდინარეობს იქიდან, რომ II შემთხვევაში ჰაერის ნაწილაკები ეჯახებიან რა მოღუნული მილის ბოლოს, ა წერტილში გადასცემენ დამატებით წნევას, რის გამოც მარცხენა მუხლში სითხე აიწევს უფრო ნაკლებ სიმაღლეზე.

სიჩქარითი დაწნევის გასაზომად (ნახ. 6.5. III შემთხვევა) საჭიროა მანომეტრის ორივე მუხლი მიუერთოთ არხს, ერთი ბოლო შემობრუნებულია ჰაერის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით, ხოლო მეორე ბოლო – არა. ამ დროს მანომეტრის მარცხენა მუხლზე იმოქმედებს ჰაერის მთლიანი წნევა ($h_{სტ} + h_{ს,დ}$), ხოლო მარჯვენა მუხლზე – მხოლოდ $h_{სტ}$. ეს წნევები ურთიერთსაწინააღმდეგოდ არიან მიმართულნი და ცხადია სითხის დონეთა შორის სხვაობა მოგვცემს სიჩქარითი დაწნევის სიდიდეს ($h_{ს,დ}$).

ესლა განვიხილოთ იგივე გაზომვები ჰაერმზომი მილაკისა და მიკრომანომეტრის გამოყენებით (ნახ. 6.6). ამ ნახაზზე I შემთხვევაში, როდესაც ჰაერმზომი მილაკის „-“ მიერთებულია მიკრომანომეტრის „-“, ხოლო მიკრომანომეტრის „+“ მიერთებულია ატმოსფეროსთან,



ნახ. 6.6.

მიკრომანომეტრი გაზომავს ვენტილატორის მიერ განვითარებულ მთლიან დეპრესიას.

$$h_{\text{მთლ}} = h_{\text{სტატ}} + h_{\text{ს.დ.}} \quad (6.6)$$

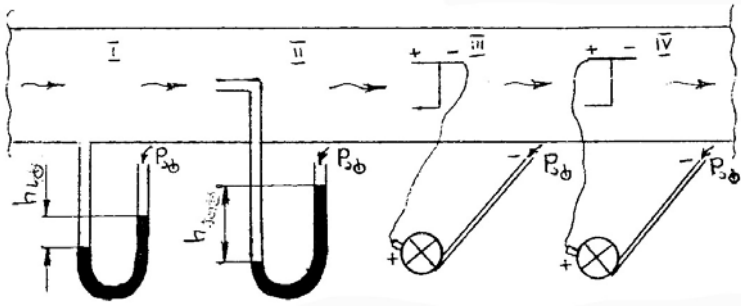
II შემთხვევაში გაიზომება მაღაროს სტატიკური დეპრესია

$$h_{\text{სტატ}} = h_{\text{მთლ}} - h_{\text{ს.დ.}} \quad (6.7)$$

თუ გვსურს გავზომოთ სინქარითი დაწნევა, საჭიროა ჰაერმზომი მილაკის „+“ მივუერთოთ მიკრომანომეტრის „+“, ხოლო ჰაერმზომი მილაკის „-“ კი მივუერთოთ მიკრომანომეტრის „-“ (ნახ. 6.6. III შემთხვევა).

ეხლა განვიხილოთ დაჭირხენაზე მომუშავე ვენტილატორის არხი (ნახ. 6.7). ამ დროს I და III შემთხვევებში გაიზომება ვენტილატორის მიერ განვითარებული სტატიკური დეპრესია

$$h_{\text{სტატ}} = h_{\text{მთლ}} - h_{\text{ს.დ.}} \quad (6.8)$$



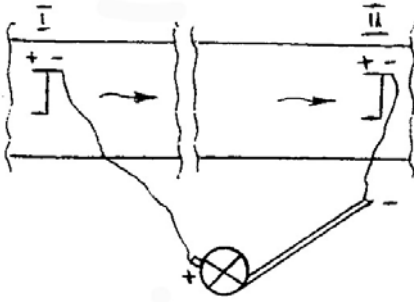
ნახ. 6.7.

ხოლო II და IV შემთხვევებში გაიზომება მთლიანი დეპრესია

$$h_{\text{მთლ}} = h_{\text{სტატ}} + h_{\text{ს.დ.}} \quad (6.9)$$

თუ გვსურს გავიგოთ რომელიმე გვირაბის დეპრესია, ავიღებთ ამ გვირაბის საწყის და ბოლო წერტილებს, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ ამ კვეთებს

შორის არ იყოს სხვადასხვა მოწყობილობა-დანადგარები, რომლებიც გამოიწვევენ დეპრესიის გაზრდას (ნახ. 6.8). ვათავსებთ



ნახ. 6.8

ჰაერმზომ მილაკებს (პიტოს მილი) I და II კვეთებში და ვიღებთ ერთ მიკრომანომეტრს. ვინაიდან ჰაერი მოძრაობს I კვეთიდან II კვეთისკენ, ცხადია, რომ ჰაერის წნევა I კვეთში მეტი იქნება,

ვიდრე II კვეთში. ამიტომ I კვეთში მოთავსებული ჰაერმზომი მილაკის „-“ ბოლოს ვაერთებთ მიკრომანომეტრის „+“ ბოლოსთან, ხოლო II კვეთში მოთავსებული ჰაერმზომი მილაკის „-“ ბოლოს, ვაერთებთ მიკრომანომეტრის „-“ ბოლოსთან. ამ შეერთებების დროს გაიზომება გვირაბის დეპრესია I და II კვეთებს შორის.

6.5. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები და გაზომვის ხერხები

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე იზომება ანემომეტრების საშუალებით. ანემომეტრი არსებობს ორი სახის: ფრთებიანი (ნახ. 6.9) და ჯამებიანი (ნახ. 6.10).



ნახ. 6.9



ნახ. 6.10

ფრთებიანი ანემომეტრი გამოიყენება მცირე სიჩქარეების (0,1-5,0 მ/წმ) გასაზომად, ხოლო ჯამებიანი ანემომეტრი – დიდი სიჩქარეების (1,0-20,0 მ/წმ) გასაზომად.

6.5.1. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ანემომეტრით გაზომვის ხერხები

გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გასაზომად საჭიროა შევირჩიოთ გვირაბის სწორი და ნორმალური გამაგრების მქონე მონაკვეთი. ერთი და იგივე კვეთში გაზომვა ხდება ორჯერ ან სამჯერ. თუ გაზომვის შედეგები არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან 5%-ზე მეტი სიდიდით, თვლიან, რომ გაზომვა სწორად არის ჩატარებული. აღსანიშნავია, რომ როდესაც ვლაპარაკობთ გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეზე, ყოველთვის

ვეულსხმობთ ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარეს და მისი გაზომვა შეიძლება სხვადასხვა ხერხით.

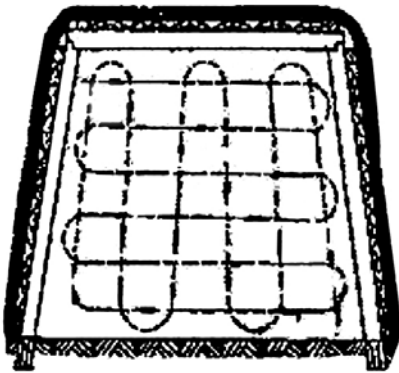
1. საშუალო სიჩქარის განსაზღვრა გვირაბის ცენტრში გაზომილი სიჩქარით. ამ შემთხვევაში გვირაბის ცენტრში უძრავად მოთავსებული ანემომეტრის საშუალებით ზომავენ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს და საშუალო სიჩქარე განისაზღვრება ფორმულით

$$V_{საშ.} = K \cdot V_{გაზ.} \quad მ/წმ, \quad (6.10)$$

სადაც K არის გვირაბის კვეთში სიჩქარეთა არათანაბარი განაწილების კოეფიციენტი (იგი ყველა კონკრეტული გვირაბისათვის განისაზღვრება ექსპერიმენტალურად); $V_{გაზ.}$ – გვირაბის ცენტრში გაზომილი სიჩქარე, მ/წმ.

ეს ხერხი ნაკლებად ზუსტია და გამოიყენება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე იმდენად მცირეა, რომ ანემომეტრის ფრთები არ ბრუნავს გვირაბის განივი კვეთის ყველა წერტილში.

2. სიჩქარის გაზომვა ხერხით „ჩვენს წინ“. ამ დროს



ანემომეტრს ვამაგრებთ 1,5-2 მ სიგრძის ჯოხზე, რომელიც მზომავს უჭირავს ხელში და ამოდრავებს გვირაბის განივ კვეთში ნახ. 6.11-ზე მოცემული სქემის მიხედვით. როდესაც ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს ვზომავთ ამ ხერ-

ნახ. 6.11

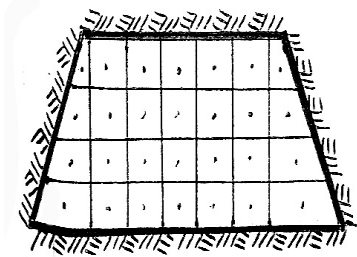
სით, საჭიროა გაზომვის შედეგად მიღებული ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე გავამრავლოთ შემასწორებელ კოეფიციენტზე $K=1,14$

3. სიჩქარის გაზომვა ხერხით „კვეთში“. ამ შემთხვევაში მზომავი დგას ზურვით გვირაბის კედლისკენ და ამოძრავებს ანემომეტრს გვირაბის იგივე კვეთში, რომელშიც თვითონ იმყოფება, ნახ. 6.11-ზე მოყვანილი სქემის შესაბამისად. ამ ხერხით გაზომილი ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე საჭიროა გავამრავლოთ შემასწორებელ K კოეფიციენტზე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$K_{\text{Sem}} = \frac{S - 0,4}{S}, \quad (6.11)$$

სადაც S არის გვირაბის განივი კვეთი, მ².

4. სიჩქარის გაზომვის სპეციალური ხერხი. როდესაც



ნახ. 6.12

გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე სურთ განსაზღვრონ დიდი სიზუსტით, მიმართავენ სიჩქარის გაზომვის სპეციალურ ხერხს, რაც მდგომარეობს შემდეგში: გვირაბის განივ კვეთს დაყოფენ ნაწილებად (ნახ. 6.12) და თითოეული ნაწილის ცენტრში უძრავად განერგებული ანემომეტრით ზომავენ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს. ჰაერის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე კი განისაზღვრება ფორმულით

გვირაბში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე სურთ განსაზღვრონ დიდი სიზუსტით, მიმართავენ სიჩქარის გაზომვის სპეციალურ ხერხს, რაც მდგომარეობს შემდეგში: გვირაბის განივ კვეთს დაყოფენ

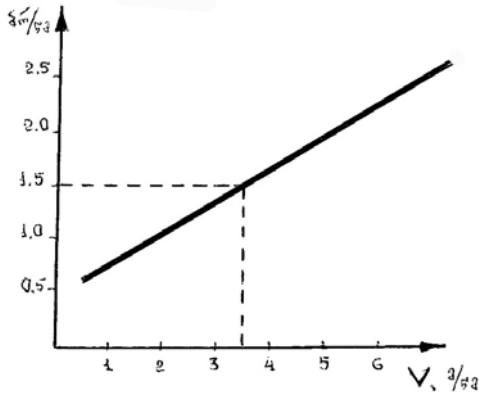
$$V_{\text{saS}} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i S_i}{S}, \quad \text{მ/წმ}, \quad (6.12)$$

სადაც V_i არის გვირაბის i -ური ნაწილის ცენტრში გაზომილი სიჩქარე, მ/წმ; S_i – გვირაბის შესაბამისი i -ური ნაწილის განიკვეთის ფართი, მ².

6.5.2. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვა ანემომეტრით და ჰაერმზომი მილაკითა და მიკრომანომეტრით

ანემომეტრის საშუალებით სიჩქარის გაზომვას აწარმოებს ორი ადამიანი, ერთს უჭირავს ანემომეტრი, ხოლო მეორეს – წამმზომი. გაზომვის დაწყების წინ ანემომეტრის მრიცხველზე ვიღებთ საწყის ანათვალს. შემდეგ ერთდროულად ერთავთ ანემომეტრსა და წამმზომს, და ვამოძრავებთ ანემომეტრს გვირაბის განივ კვეთში ნახ. 6.11-ზე მოცემული სქემის მიხედვით. მზომელები წინასწარ შეთანხმებულები არიან ისეთ გაზომვის დროზე, რომ მზომავმა მოასწროს ანემომეტრის მოტარება გვირაბის განივი კვეთის ყველა დამახასიათებელ წერტილში. გაზომვის დროის გასვლის შემდეგ ანემომეტრი და წამმზომი ითიშება ერთდროულად. ამის შემდეგ ანემომეტრის მრიცხველზე ვიღებთ ბოლო ანათვალს, ვსაზღვრავთ ანათვალთა შორის სხვაობას, რომელსაც ვყოფთ გაზომვის დროზე, რათა განვსაზღვროთ ე.წ. დანაყოფთა რიცხვი წამში. მიღებული სიდიდის მიხედვით, სპეციალური გრაფიკით (ნახ. 6.13), რო-

მელიც გააჩნია ყველა ანემომეტრს, როგორც პასპორტი, ვადგენთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს.



ნახ. 6.13

ამ გრაფიკის (პასპორტის) აბცისთა ღერძზე გადაზომილია ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, ხოლო ორდინატთა ღერძზე – დანაყოფთა რიცხვი წამში.

ჰაერმზომი მილაკითა და მიკრომანომეტრით ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის ჯერ 6.4-ში აღწერილი სქემის მიხედვით უნდა განესაზღვროთ სიჩქარითი დაწნევა (ნახ. 6.6, III შემთხვევა), ხოლო სიჩქარე კი ვიანგარიშით გოლობით.

$$V = \sqrt{(h_{sab} - h_{saw}) \cdot \frac{2g}{\gamma} \cdot \frac{\Delta}{0,8} \cdot F \cdot \varepsilon}, \quad \text{მ/წმ}, \quad (6.13)$$

სადაც h_{sab} არის სპირტის საბოლოო დონე მიკრომანომეტრის დახრილ მილში, მმ; h_{saw} – სპირტის საწყისი დონე, მმ; γ – ჰაერის მოცულობითი წონა; $g=9,81$ – თავისუფალი ვარდნის

ანქარება; Δ – სპირტის მოცულობითი წონა; F – მიკრომანომეტრის მილის დახრის კუთხის კოეფიციენტი; ε – მიკრომანომეტრის შემასწორებელი კოეფიციენტი.

7. აეროსტატიკა

7.1. აეროსტატიკის ძირითადი განტოლება

როგორც ცნობილია იდეალური სითხის ან აირის წონასწორობის დიფერენციალურ განტოლებებს შემდეგი სახე აქვთ:

$$\left. \begin{aligned} X - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} &= 0 \\ Y - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial Y} &= 0 \\ Z - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (7.1)$$

ეს განტოლებები პირველად მოგვცა ეილერმა და ამიტომ მათ ეილერის განტოლებებსაც უწოდებენ.

იმისათვის, რომ მოვძებნოთ აეროსტატიკური წნევის სიდიდე, ე.ი. გამოვიყვანოთ აეროსტატიკის ძირითადი განტოლებები, ეილერის განტოლებებიდან პირველი გავამრავლოთ dx , მეორე – dy , მესამე – dz და სამივე შევეკრიბოთ.

$$Xdx + Ydy + Zdz = \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial p}{\partial x} \cdot dx + \frac{\partial p}{\partial y} \cdot dy + \frac{\partial p}{\partial z} \cdot dz \right) \quad (7.2)$$

როგორც ადრე ავღნიშნეთ, წონასწორობის შემთხვევაში აეროსტატიკური წნევა არის კოორდინატთა ღერძების ფუნქცია,

(7.2) განტოლების მარჯვენა მხარეზე მოთავსებული სამი წევრის ჯამი კი წარმოადგენს სრულ დიფერენციალს, ამიტომ (7.2) განტოლება შეგვიძლია ასე გადავწეროთ.

$$Xdx+Ydy+Zdz=\frac{\partial p}{\rho} \quad (7.3)$$

იმისათვის, რომ განტოლება იყოს მართებული და შეიძლებოდეს მისი ინტეგრება, აუცილებელია (7.3) განტოლების მარცხენა მხარეც იყოს სრული დიფერენციალი. ბუნებაში ცნობილ ყველა მოცულობით ძალას, რომელთაც შეუძლიათ იმოქმედონ სითხისებურ სხეულზე აქვთ პოტენციალი. ამ შემთხვევაში ჰიდროაეროდინამიკიდან ცნობილია, რომ არსებობს რაღაც U ფუნქცია, რომლის კერძო წარმოებულები კოორდინატთა ღერძების მიმართ ტოლია შესაბამისი მოცულობითი ძალების აჩქარების გეგმილებისა, ე.ი.

$$\frac{\partial u}{\partial x} = X \quad \frac{\partial u}{\partial y} = Y \quad \frac{\partial u}{\partial z} = Z \quad (7.4)$$

ამ გამოსახულებების გათვალისწინებით (7.3) განტოლების მარცხენა მხარე წარმოადგენს dU -ს

U -ს ეწოდება პოტენციალური ფუნქცია, ხოლო იმ ძალებს, რომლებიც აკმაყოფილებენ (7.4) პირობას ეწოდებათ ძალები, რომელთაც გააჩნიათ პოტენციალი. (7.3) განტოლების ფიზიკური არსი მდგომარეობს შემდეგში: სითხე ან აირი წონასწორობაში შეიძლება იმოფებოდეს მხოლოდ პოტენციალის მქონე ძალების ზემოქმედებით. ასეთი ძალებიდან ჩვენთვის საინტერესოა სიმძიმის ძალა.

თუ კოორდინატთა სისტემის Z დერძს მივმართავთ ვერტიკალურად ქვევით, მაშინ სიმძიმის ძალა g დაგვემიღდება Z დერძზე მისი ნატურალური სიდიდით, ხოლო X და Y დერძებზე მისი გვეგმილი იქნება ნულის ტოლი, ე.ი.

$$X=0; \quad Y=0; \quad Z=g$$

თუ ამ მნიშვნელობებს შევიტანთ (7.3) ტოლობაში მივიღებთ

$$gdz = \frac{dp}{\rho} \quad \text{ანუ} \quad \frac{dp}{\gamma} = dz \quad (7.5)$$

(7.5) განტოლების ინტეგრებისათვის საჭიროა გვექონდეს ზღვრები, ავიღოთ ჭაური სიღრმით H , ზედაპირული დონე ავლნიშნოთ Z_1 , მაღაროს ეზოს დონე კი - Z_2 , შესაბამისად წნევები ავლნიშნოთ - P_1 და P_2 .

მაშინ:

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{dp}{\gamma} = \int_{Z_1}^{Z_2} dz = Z_2 - Z_1 = H,$$

ე.ი.
$$H = \int_{P_1}^{P_2} \frac{dp}{\gamma}. \quad (7.6)$$

(7.6) განტოლება წარმოადგენს აეროსტატიკის ძირითად განტოლებას.

7.2. წნევის საანგარიშო ფორმულები სიღრმის ცვლილებების მიხედვით

ცნობილია, რომ სამთო საწარმოებში ტემპერატურა ნაწილდება არაკანონზომიერად და იგი მრავალ სხვადასხვა ფაქტორზეა დამოკიდებული. ასევე არაკანონზომიერად იცვლება ჰაერის მოცულობითი წონა. ეს მდგომარეობა არ გვაძლევს საშუალებას, რათა ჰაერის მოცულობითი წონა გამოვსახოთ, როგორც წნევის ფუნქცია, რითაც რთულდება აეროსტატიკის ძირითადი განტოლების გადაწყვეტა. ეს რომ შევძლოთ, რაც საშუალებას მოგვცემს პრაქტიკულად საკმარისი სიზუსტით ვიანგარიშოთ წნევები სხვადასხვა სიღრმეზე, განვიხილოთ სამთო საწარმოებში ჰაერის მდგომარეობის ზოგიერთი ცვლილება:

1. ერთგვაროვანი ატმოსფერო. ე.ი. ჰაერის მოცულობითი წონა მიწის ზედაპირზე და მაღაროს ეზოს დონეზე მუდმივია, ანუ $\gamma = \text{const}$.

ამ შემთხვევაში (7.6) განტოლებიდან ვწერთ

$$H = \int_{P_1}^{P_2} \frac{dp}{\gamma} = \frac{1}{\gamma} \int_{P_1}^{P_2} dp = \frac{1}{\gamma} (P_2 - P_1).$$

ანუ აქედან $P_2 = P_1 + H\gamma$. (7.7)

(7.7) განტოლებაში P_1 არის წნევა მიწის ზედაპირზე; P_2 – წნევა მაღაროს ეზოს დონეზე; H – ჭაურის სიღრმე; γ – მაღაროში ჰაერის საშუალო მოცულობითი წონა. აქ $H\gamma$ -ს განზომილებაა მმ.წყ.სვ. და თუ გვსურს იგი გადავიყვანოთ

ვერცხლისწყლის სვეტის მილიმეტრებში, საჭიროა გავყოთ 13,6-ზე, მაშინ მივიღებთ:

$$P_2 = P_1 \pm \frac{H\gamma}{13.6}, \quad \text{მმ.კვ.სვ.} \quad (7.8)$$

ამ ტოლობაში „+“ იხმარება, როცა გვსურს წნევა განესაზღვროთ ზედაპირიდან რომელიღაც H სიღრმეზე, ხოლო ნიშანი „-“ იხმარება, როდესაც წნევის განსაზღვრა გვსურს ზედაპირიდან რომელიღაც H სიმაღლეზე.

2. იზოთერმული ატმოსფერო. ე.ი. $T = \frac{T_1 + T_2}{2} = const.$ ამ

შემთხვევაში, რომელიღაც H სიღრმეზე წნევა P_2 შეგვიძლია ვიანგარიშოთ შემდეგი ტოლობით

$$\lg P_2 = \lg P_1 + 0,015H/T \quad (7.9)$$

3. პოლიტროპული ატმოსფეროს შემთხვევაში წნევის სიდიდე რომელიღაც H სიღრმეზე იანგარიშება ტოლობით

$$\lg P_2 = \lg P_1 + \frac{H}{R(T_2 - T_1)} \cdot \lg \left(\frac{T_2}{T_1} \right), \quad (7.10)$$

სადაც P_1 და T_1 არის წნევა და ტემპერატურა მიწის ზედაპირზე; P_2 და T_2 - წნევა და ტემპერატურა რომელიღაც H სიღრმეზე; $R=29,27$ და არის აირის მუდმივა.

8. მაღაროში ჰაერის მოძრაობის ძირითადი კანონები

8.1. იდეალური სითხის ან აირის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები

სითხის მდგომარეობა მისი მოძრაობის შემთხვევაში განისაზღვრება არა მარტო მკუთხავი ძალებით, როგორც ეს გვექონდა სითხის წონასწორობისას, არამედ სინქარითაც, რომელიც მას გააჩნია სივრცის სხვადასხვა წერტილებში და დროის სხვადასხვა მომენტებში. სითხის რომელიმე ნაწილაკის სინქარის მდგენელებისათვის x , y და z ღერძებზე გვექნება:

$$\frac{dx}{dt} = v_x, \quad \frac{dy}{dt} = v_y, \quad \frac{dz}{dt} = v_z. \quad (8.1)$$

იმისათვის, რომ შევადგინოთ სითხის ელემენტარული ნაწილაკის მოძრაობის განტოლება, გამოვიყენოთ დაღამბერის საწყისი და ელემენტარულ ნაწილაკზე მოქმედ ყველა ძალას დავემატოთ ინერციის ძალა, რომელიც არის სინქარის დროის მიხედვით წარმოებული შებრუნებული ნიშნით. აღნიშნული მსჯელობის თანახმად და, იდეალური სითხის წონასწორობის დიფერენციალური (7.1) განტოლების გამოყენებით, შეგვიძლია დავწეროთ

$$\left. \begin{aligned} X - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial x} - \frac{dv_x}{dt} &= 0 \\ Y - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial Y} - \frac{dv_y}{dt} &= 0 \\ Z - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial p}{\partial z} - \frac{dv_z}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (8.2)$$

მიღებულ (8.2) განტოლებებს ეწოდებათ ეილერის განტოლებები იდეალური სითხის ან აირის მოძრაობის შემთხვევაში.

8.2. ბერნულის განტოლება იდეალური სითხისათვის

იმისათვის, რომ მივიღოთ ბერნულის განტოლებები, (8.2) განტოლებებიდან პირველი გავამრავლოთ dx -ზე, მეორე – dy -ზე, მესამე – dz -ზე და შევკრობოთ

$$\begin{aligned} xdx + ydy + zdz - \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial P}{\partial x} dx + \frac{\partial P}{\partial y} dy + \frac{\partial P}{\partial z} dz \right) &= \\ = \frac{dv_x}{dt} dx + \frac{dv_y}{dt} dy + \frac{dv_z}{dt} dz & \end{aligned} \quad (8.3)$$

მიღებული განტოლება გარდაეკმნათ შემდეგნაირად:

1. თუ მხედველობაში მივიღებთ (8.1) გამოსახულებას, მარჯვენა მხარეზე მოთავსებული სამი წევრიდან თითოეული ასე შეიძლება გარდაეკმნათ:

$$\frac{dv_x}{dt} dx = \frac{dx}{dt} dv_x = V_x dx = \frac{1}{2} d(v_x^2)$$

მაშასადამე, მარჯვენა მხარეზე მოთავსებული სამი წვერის ჯამი წარმოადგენს სიჩქარის კვადრატის დიფერენციალის ნახევარს.

2. ეხლა განვიხილოთ მარცხენა მხარეზე ფრჩხილებში მოთავსებული სამი წვერის ჯამი: თუ ჩვენ ჩავთვლით, რომ სითხის მოძრაობა დამყარებულია, ე.ი. თუ სიჩქარე არ იცვლება როგორც სიდიდით, ასევე მიმართულებით, მაშინ შეიძლება მივიღოთ, რომ აღნიშნული სამწვერი წარმოადგენს სრულ დიფერენციალს, ე.ი.

$$\frac{\partial P}{\partial x} dx + \frac{\partial P}{\partial y} dy + \frac{\partial P}{\partial z} dz = dp$$

3. ეხლა განვიხილოთ მარცხენა ნაწილის პირველი სამი წვერის ჯამი: ავიღოთ კოორდინატთა სისტემა ისეთნაირად, რომ xoy სიბრტყე იყოს ჰორიზონტალური, ხოლო oz ღერძი მიემართოს ვერტიკალურად ზევით, და დაეუშვათ, რომ სითხე მოძრაობს მხოლოდ სიძიძის ძალის ზეგავლენით, მაშინ მისი გეგმილები კოორდინატთა ღერძებზე იქნება:

$$X=0; Y=0; Z=-g$$

ყოველივე ამ მსჯელობის გათვალისწინებით განტოლება-
(8.3) ასე გადაიწერება:

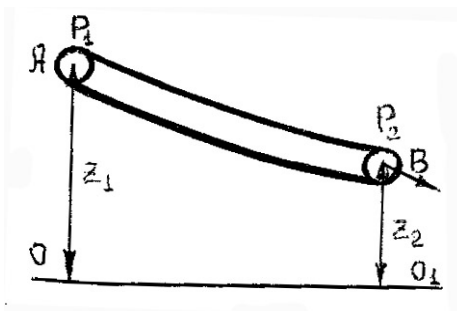
$$-gdz - \frac{dP}{\rho} - \frac{d(v^2)}{2} = 0$$

ამ უკანასკნელი განტოლების ორივე მხარე გავყოთ „-გ“-ზე და მოვახდინოთ მისი ინტეგრება, მივიღებთ:

$$Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{v^2}{2g} = C. \quad (8.4)$$

მიღებულ (8.4) განტოლებას ეწოდება ბერნულის განტოლება და მისი ფიზიკური არსი მდგომარეობს შემდეგში: დამყარებული მოძრაობის დროს იდეალური სითხის ნებისმიერი ნაწილაკისათვის ბერნულის განტოლებაში შემავალი სამი წევრის ჯამი არის მუდმივი სიდიდე.

როგორც ავღნიშნეთ, იდეალური სითხის ნაწილაკებს შორის არ არსებობს შეჭიდულობის ძალები, რის გამოც სითხის ნაწილაკები ვერ უწევენ წინააღმდეგობას გამჭიმავ და მხებ ძალებს, ამიტომ ცხადია, როცა სითხის ნაწილაკი



ნახ. 8.1

A კვეთიდან გადაადგილდება B კვეთში (ნახ. 8.1), მას ექნება იგივე ენერგია, რაც გააჩნია A კვეთში. აქედან გამომდინარე ბერნულის განტო-

ლება A და B კვეთებისათვის მიიღებს სახეს:

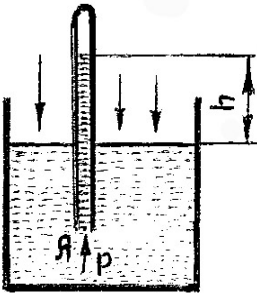
$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g}. \quad (8.5)$$

განვმარტოთ ბერნულის განტოლებაში შემავალი თითოეული წევრი:

1. Z არის სიმაღლე, რომელიც გვიჩვენებს სითხის ნაწილაკის დაშორებას 00_1 სიბრტყიდან, ან სხვანაირად რომ

ვთქვათ ამ ნაწილაკის მდებარეობის ენერგიას, მის პოტენციალურ ენერგიას.

2. $\frac{P}{\gamma}$ არის ისეთი სვეტის სიმაღლე, რომელიც გადასცემს წნევას მის ფუძეზე მოცემულ წერტილში და ეს წნევა ამ წერტილში არსებული წნევის ტოლია. განვიხილოთ მაგალითი: ავიღოთ ჭურჭელი სითხით (ნახ. 8.2) და მასში მოვათავსოთ მილი ტორინელის სიცარიელით. დავინახავთ, რომ მილში სითხე აიწევს გარკვეულ სიმაღლეზე. თუ სითხის მოცულობით წონას ავღნიშნავთ γ მაშინ ჰიდროსტატიკური წნევა A წერტილში ტოლი იქნება $h\gamma$ და იგი გაწონასწორებულია A წერტილში საპირისპირო მიმართულებით მოქმედი P



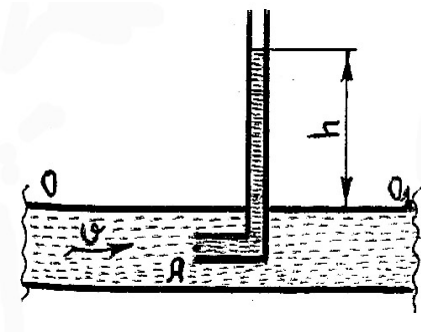
ნახ. 8.2

წნევით, ე.ი. $P = h\gamma$, აქედან

$$h = \frac{P}{\gamma}$$

3. $\frac{v^2}{2g}$ არის სიმაღლე, საიდანაც თავისუფლად ვარდნილი სხეული მის მიერ გავლილი გზის ბოლოში მოიპოვებს v სიჩქარეს. განვიხილოთ მაგალითი: რომელიმე ნაკადში მოვათავსოთ მოღუნული ვიწრო მინის მილი ისე, როგორც ეს ნახ. 8.3-ზეა ნაჩვენები. დავინახავთ, რომ მილში

სითხის დონე აიწევს 00_1 დონიდან რაღაც h სიმაღლეზე,



ნახ. 8.3

რომელიც გაწონასწორებული იქნება V სიჩქარით. როგორც ნახაზიდან ჩანს, სითხის ნაწილაკები ეჯახებიან რა მოღუნული მილის ბოლოს A წერტილში გადასცემენ დამატებით წნევას მილში არსებულ ნაწილაკებს და

ცდილობენ შეიჭრან მასში. მილში მყოფი ნაწილაკები კი თავის მხრივ ცდილობენ გამოედინონ A ხვრელიდან სიჩქარით, რომლის აბსოლუტური სიდიდე ტოლია $\sqrt{2gh}$. როგორც ვხედავთ საქმე გვაქვს ორ ურთიერთ-საპირისპიროდ მიმართულ სიჩქარესთან და ცხადია მათი ტოლქმედი სიდიდით ტოლი იქნება მათი სხვაობისა, მაგრამ ვინაიდან ვიწრო მილში სითხე წონასწორობაშია, ამიტომ ამ სიჩქარეების ტოლქმედი იქნება ნულის ტოლი, ე.ი.

$$v - \sqrt{2gh} = 0 \quad v = \sqrt{2gh}, \text{ ანუ აქედან: } h = \frac{v^2}{2g}$$

8.3. ბერნულის განტოლება რეალური სითხისათვის

ვიდრე განვიხილავდეთ ბერნულის განტოლებას რეალური სითხისათვის (8.5) განტოლების ორივე მხარე წინასწარ გავამრავლოთ ჰაერის მოცულობით წონაზე γ , მაშინ:

$$Z_1\gamma + P_1 + \frac{v_1^2}{2g}\gamma = Z_2\gamma + P_2 + \frac{v_2^2}{2g}\gamma \quad (8.6)$$

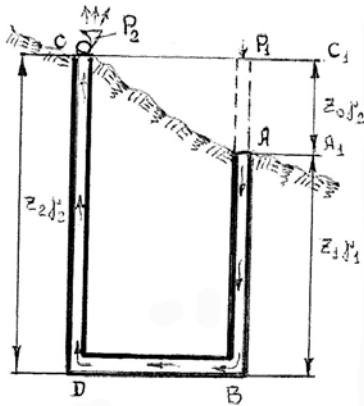
ვინაიდან რეალურ სითხეს ახასიათებს სიბლანტე, ცხადია, რომ AB უბანზე (ნახ. 8.1) სითხის მოძრაობისას ადგილი ექნება ენერგიის კარგვებს, რაც იწვევს (8.6) ტოლობის დარღვევას. აღნიშნული ენერგია იკარგება ყველა იმ წინაღობათა გადასახლახავად, რომელიც სითხის ნაწილაკს ხედება A კვეთიდან B კვეთში გადაადგილებისას. თუ AB უბანზე მოძრაობისას ენერგიის კარგვას ავნიშნავთ h_{win} , მაშინ რეალური სითხისათვის (8.6) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$Z_1\gamma + P_1 + \frac{v_1^2}{2g}\gamma = Z_2\gamma + P_2 + \frac{v_2^2}{2g}\gamma + h_{win}, \quad (8.7)$$

როგორც დავინახეთ ბერნულის განტოლება მიღებული იყო უკუმშვადი (იდეალური) სითხისათვის, მაგრამ მისი გამოყენება შეიძლება ჰაერისთვისაც, რომელიც ძალიან ადვილად იკუმშება, ვინაიდან დადგენილია, რომ მადაროში ჰაერის მოძრაობისას, ჰაერის მოცულობითი წონა იცვლება მისი სტანდარტული მნიშვნელობიდან 6-8%-ით, რასაც პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს. ამის გათვალისწინებით (8.7) განტოლება შეიძლება დავწეროთ ჰაერისათვის, მხოლოდ იგი გადავწეროთ ისეთნაირად, რომ მარჯვენა მხარეზე დავტოვოთ მხოლოდ h_{win} , ხოლო დანარჩენი წევრები დავაჯგუფოთ

$$(P_1 - P_2) + (Z_1\gamma_1 - Z_2\gamma_2) + \left(\frac{v_1^2}{2g}\gamma_1 - \frac{v_2^2}{2g}\gamma_2 \right) = h_{win} \quad (8.8)$$

გამოვიყენოთ (8.8) განტოლება მაღაროში ჰაერის მოძრაობის შემთხვევაში (ნახ. 8.4). შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:



ვნიშნავთ: P_1 – ბარომეტრული წნევა CC_1 დონეზე; P_2 – წნევა ვენტილატორის არხში; Z_0 – ჰაერის სვეტის სიმაღლე AA_1 და CC_1 დონეთა შორის; γ_0 – ამ დონეებს შორის ჰაერის საშუალო მოცულობითი წონა; Z_1 – AB ჭაურის სიმაღლე; γ_1 – ჰაერის

ნახ. 8.4

მოცულობითი წონა AB ჭაურში; Z_2 – CD ჭაურის სიმაღლე; γ_2 – ჰაერის მოცულობითი წონა CD ჭაურში.

დავუშვათ $\gamma_1 > \gamma_2$. როგორც ნახ. 8.4-დან ჩანს ჰაერის წნევა A წერტილში ტოლი იქნება $P_1 + Z_0 \gamma_0$. დავწეროთ (8.8) განტოლება A და C კვეთებისათვის:

$$(P_1 - P_2) + (Z_0 \gamma_0 + Z_1 \gamma_1 - Z_2 \gamma_2) + \left(\frac{V_1^2}{2g} \gamma_1 - \frac{V_2^2}{2g} \gamma_2 \right) = h_{win} \quad (8.9)$$

მიღებულ განტოლებაში განვიხილოთ მარცხენა მხარეზე ფრჩხილებში მოთავსებული გამოსახულებები ცალ-ცალკე: $(P_1 - P_2)$ წარმოადგენს ვენტილატორის მიერ განვითარებულ წნევათა სხვაობას – $h_{ვენ}$; $(Z_0 \gamma_0 + Z_1 \gamma_1 - Z_2 \gamma_2)$ წარმოადგენს AB და CD ჰაერის სვეტების მიერ განვითარებულ წნევათა

სხვაობას (ე.წ. ბუნებრივი წვევა), ავლნიშნოთ იგი $h_{ბუნ}$;

$$\left(\frac{V_1^2}{2g} \gamma_1 - \frac{V_2^2}{2g} \gamma_2 \right) \text{ წარმოადგენს სიჩქარით დაწნევას, ავლნიშნოთ}$$

იგი $\Delta h_{ს.დ.}$ ყოველივე ამ მსჯელობის გათვალისწინებით (8.9) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$h_{ვენტ} + h_{ბუნ} + \Delta h_{ს.დ.} = h_{წინ}. \quad (8.10)$$

(8.10) განტოლებაში $h_{წინ}$ წარმოადგენს წნევათა სხვაობას, რომელიც იხარჯება A წერტილიდან C წერტილამდე ჰაერის მოძრაობისას ყველა არსებული წინაღობის გადასალახავად, ხოლო მარცხენა ნაწილში მოთავსებული სამი წვევრის ჯამი კი წარმოადგენს წნევათა სხვაობას, რომელიც უნდა შეიქმნას, რათა მდარომ გაატაროს ჰაერის გარკვეული რაოდენობა.

ავლნიშნოთ ბარომეტრული წნევა P_1 – B-თი, ხოლო წნევა ვენტილატორის არხში P_2 – $P_{ვენტ}$, მაშინ ადგილი ექნება მდაროს განიავების შემდეგ შემთხვევებს:

1. დაუშვათ $P_1 > P_2$, $\gamma_1 = \gamma_2$, $V_1 = V_2$, მაშინ: $h_{წინ} = P_1 - P_2 = B - P_{ვენტ} = h_{ვენტ}$ ე.ი. ვენტილატორი მუშაობს შეწოვაზე.

2. დაუშვათ $P_1 < P_2$, $\gamma_1 = \gamma_2$, $V_1 = V_2$, მაშინ $P_2 - P_1 = P_{ვენტ} - B = h_{ვენტ}$. ე.ი. ვენტილატორი მუშაობს დაჭირხვნაზე.

3. დაუშვათ $P_1 = P_2$, $\gamma_1 \neq \gamma_2$, $V_1 = V_2$ მაშინ $h_{წინ} = Z_0 \gamma_0 + Z_1 \gamma_1 - Z_2 \gamma_2 = h_{ბუნ}$. ე.ი. განიავება ხდება ბუნებრივი დეპრესიით.

4. დაუშვათ $P_1 = P_2$, $\gamma_1 = \gamma_2$, $V_1 \neq V_2$, მაშინ

$$h_{win} = \frac{V_1^2}{2g} \gamma - \frac{V_2^2}{2g} \gamma = \Delta h_{ს.დ.} \quad \text{ე.ი. განიავება ხდება სიჩქარითი}$$

დაწნევის ხარჯზე.

5. დავეუშვათ $P_1 > P_2$, $\gamma_1 > \gamma_2$, $V_1 = V_2$, მაშინ $h_{\text{წონ}} = (P_1 - P_2) + (Z_0 \gamma_0 + Z_1 \gamma_1 - Z_2 \gamma_2) = h_{\text{გენტ}} + h_{\text{ბუნ}}$. ე.ი. მაღაროს განიავება ხდება ვენტილატორებითა და ბუნებრივი დეპრესიით. ამ შემთხვევაში ბუნებრივი წვევა ეხმარება ვენტილატორის მუშაობას.

6. დავეუშვათ $P_1 > P_2$, $\gamma_1 < \gamma_2$, $V_1 = V_2$, მაშინ $h_{\text{წონ}} = (P_1 - P_2) - (Z_0 \gamma_0 + Z_1 \gamma_1 - Z_2 \gamma_2) = h_{\text{გენტ}} - h_{\text{ბუნ}}$ ე.ი. მაღაროს განიავება აქაც ხდება ვენტილატორითა და ბუნებრივი დეპრესიით, მხოლოდ ამ შემთხვევაში ბუნებრივი წვევა ხელს უშლის ვენტილატორის მუშაობას.

8.4. ბერნულის განტოლება ჰორიზონტალური გვირაბებისათვის

ჰორიზონტალურ გვირაბებში ჰაერის მოძრაობისას ბერნულის განტოლებას ექნება შემდეგი სახე

$$(P_1 - P_2) + \left(\frac{V_1^2}{2g} \gamma_1 - \frac{V_2^2}{2g} \gamma_2 \right) = h_{\text{win}}. \quad (8.11)$$

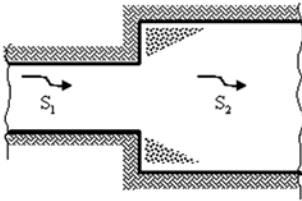
ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ წნევის კარგვა $h_{\text{წონ}}$ მხოლოდ მაშინ უდრის გაზომილ წნევათა სხვაობას ანუ $(P_1 - P_2)$, როდესაც $V_1 = V_2$. ყველა დანარჩენ შემთხვევაში გაზომილ დეპრესიაში (წნევათა სხვაობაში) საჭიროა შევიტანოთ შესწორება

$$\Delta h_{\text{Sesw}} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} \gamma, \quad (8.12)$$

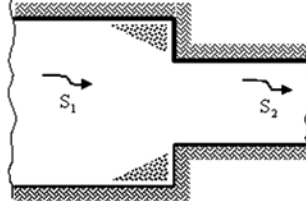
განვიხილოთ ორი შემთხვევა:

1. ვთქვათ ჰაერი გადადის ვიწრო კვეთიდან ფართო კვეთში (ნახ. 8.5), ე.ი. $S_1 < S_2$, ცხადია ამ შემთხვევაში $V_1 > V_2$ და ამიტომ (8.12) განტოლებაში სიჩქარით დაწნევათა სხვაობა მიიღება დადებითი, ამიტომ ნამდვილი დეპრესიის გასაგებად გაზომილ დეპრესიას უნდა დაეუმატოთ შესწორება

$$h_{ნამ} = h_{გაზ} + \Delta h_{შესწ.} \quad (8.13)$$



ნახ. 8.5



ნახ. 8.6

2. დაეუშვათ ჰაერი გადადის ფართო კვეთიდან ვიწრო კვეთში (ნახ. 8.6), ე.ი. $S_1 > S_2$, ცხადია ამ დროს $V_1 < V_2$ და (8.12) განტოლებაში სიჩქარითი დაწნევათა სხვაობა მიიღება უარყოფითი და შესაბამისად ნამდვილი დეპრესიის მისაღებად გაზომილ დეპრესიას უნდა გამოაკლდეს შესწორება

$$h_{ნამ} = h_{გაზ} - \Delta h_{შესწ.} \quad (8.14)$$

იმისათვის, რომ უფრო უკეთ წარმოვადგინოთ აღნიშნული შესწორების ფიზიკური არსი, განტოლება (8.11) პირველი შემთხვევისათვის (ნახ. 8.5) გადავწვიტოთ P_2 -ის მიმართ:

$$P_2 = P_1 - h_{წინ} + \Delta h_{შესწ.} \quad (8.15)$$

ამ განტოლებიდან ჩანს, რომ ვინაიდან მეორე კვეთში სიჩქარე შემცირდა, აბსოლუტური წნევა ამ კვეთში გაიზარდა, ე.ი. სიჩქარის ენერგია გადავიდა წნევის ენერგიაში (აქ ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ მართალია მეორე კვეთში აბსოლუ-

ტური წნევა გაიზარდა, მაგრამ იგი არასოდეს არ გადააჭარბებს პირველ კვეთში არსებულ აბსოლუტურ წნევას).

მეორე შემთხვევაში, კვეთის შევიწროების დროს (ნახ. 8.6), პირიქით სინქარე გაიზარდა, რის გამოც მეორე კვეთში წნევა შემცირდა

$$P_2 = P_1 - h_{\text{წინ}} - \Delta h_{\text{შესწ.}} \quad (8.16)$$

ე.ი. აქ წნევის ენერგია გარდაიქმნა სინქარის ენერგიად.

განხილული ორი შემთხვევიდან გამოგვაქვს მნიშვნელოვანი დასკვნები: ჰაერის მოძრაობის სინქარის გაზრდა იწვევს აბსოლუტური წნევის შემცირებას და, პირიქით, სინქარის შემცირება იწვევს წნევის გაზრდას.

8.5. ჰაერის ნაკადთა ტიპები. ლამინარული და ტურბულენტური მოძრაობა

ჰაერის ნაკადები, რომლებსაც ვხვდებით სამთო საწარმოების განიავების დროს, იყოფა ორ ჯგუფად: 1. ჰაერის ნაკადი, რომელიც შემოსაზღვრულია მყარი კედლებით. მსგავს ნაკადებს ვხვდებით ჭაურებში, შტრეკისმაგვარ გვირაბებში, სავენტილაციო მილებში და სხვ.

2. ეგრეთ წოდებული თავისუფალი ნაკადები, რომლებიც მყარი კედლებით არ არის შემოსაზღვრული. მაგალითად, ჰაერის ჭავლი, მისი კამერაში შესვლის დროს ან სავენტილაციო მილიდან გამოსვლის მომენტში, ასეთ ჭავლს სრული თავისუფალი ჭავლი ეწოდება. მაშინ, როდესაც საწიხის კვეთიდან

თავისუფალი ჭავლი შემოსაზღვრულია გვირაბის კედლებით, მას არასრული თავისუფალი ჭავლი ეწოდება.

სითხისა და აირის მოძრაობისას შეინიშნება ორი სახის მოძრაობა: როდესაც სითხის ნაწილაკები პარალელურად და მშვიდად (მცირე სიჩქარით) მოძრაობენ ერთიმეორის მიმართ, ე.ი. ადგილი არა აქვს მოცემულ კვეთში ნაწილაკების განივ გადაადგილებას. ასეთ მოძრაობას ლამინარული ანუ შრეობრივი მოძრაობა ეწოდება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც სითხის ნაწილაკები არეულად, უწესრიგოდ მოძრაობენ, ე.ი. ადგილი აქვს ნაწილაკების განივ გადაადგილებას, ასეთ მოძრაობას ტურბულენტური მოძრაობა ეწოდება.

ინგლისელმა მეცნიერმა ოსბორნ რეინოლდსმა დაადგინა, რომ ერთი სახის მოძრაობიდან მეორეზე გადასვლისას ადგილი აქვს რაღაც გარკვეულ, საშუალო სიჩქარეს მოცემულ კვეთში, რომელსაც მან კრიტიკული სიჩქარე უწოდა.

შემდგომში დადგენილ იქნა:

1. როდესაც სითხის მოძრაობის სიჩქარე ნაკლებია კრიტიკულ სიჩქარეზე, წნევის კარგვა სიჩქარის პროპორციულია, ხოლო კრიტიკული სიჩქარის ზევით კი წნევის კარგვა სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია.

2. ყოველი განსაზღვრული დიამეტრისათვის ადგილი აქვს ორ კრიტიკულ სიჩქარეს, რომელსაც რეინოლდსმა ზედა და ქვედა კრიტიკული სიჩქარეები უწოდა. ქვედა კრიტიკული სიჩქარე შეესაბამება შემთხვევას, როდესაც საშუალო სიჩქარით მოძრავი სითხის ნაწილაკები ინარჩუნებენ პარალელურ მოძ-

რობას მაშინაც კი, როდესაც მიღს ახასიათებს დიდი სიმქისე და ნაკადის ტურბულიზაცია. ე.ი. ამ სიჩქარეზე ქვევით არავითარ ტურბულენტურ მოძრაობას არა აქვს ადგილი. პირიქით, როდესაც სითხის ნაწილაკების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე აჭარბებს ზედა კრიტიკულ სიჩქარეს, შესაძლებელია მხოლოდ ტურბულენტური მოძრაობა, რაგინდ გლუვი არ უნდა იყოს მიღლის ზედაპირი და სითხე მშვიდად შედიოდეს მიღში.

სითხის ან აირის მოძრაობის სახის დასადგენად შემოღებულია რიცხვითი კრიტერიუმი – ე.წ. რეინოლდსის რიცხვი.

წრიული ფორმის ჰაერგამტარებისათვის რეინოლდსის რიცხვი იანგარიშება ფორმულით

$$\text{Re} = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (8.17)$$

სადაც V არის ნაწილაკების მოძრაობის საშუალო სიჩქარე, მ/წმ; d – ჰაერგამტარი მილის დიამეტრი, მ; ν – კინემატიკური სიბლანტე, მ²/წმ.

არაწრიული ფორმის აირგამტარებისათვის, კერძოდ გვირაბებისათვის რეინოლდსის რიცხვი (Re) განისაზღვრება ფორმულით:

$$\text{Re} = \frac{4 \cdot S \cdot \nu_{\text{saS}}}{P \cdot g}, \quad (8.18)$$

სადაც S არის გვირაბის განივი კვეთი, მ²; P – გვირაბის პერიმეტრი, მ.

საბლოდ ო. რეინოლდსმა დაადგინა, რომ როდესაც $\text{Re} < 2320$ ადგილი აქვს ლამინარულ მოძრაობას, ხოლო როდესაც $\text{Re} > 2320$ – ტურბულენტურ მოძრაობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ მაღაროს გვირაბებში, რომლებიც ნორმალური ჭავლით ნიავედებიან, ყოველთვის ადგილი აქვს ტურბულენტურ მოძრაობას, ხოლო ლამინარულ მოძრაობას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მხოლოდ გამომუშავებულ სივრცეში, ვსებაში, ტიხრებსა და ბუნკერებში ჰაერის გაპარვების დროს.

9. გვირაბების ამროდინამიკური წინააღობები

როგორც ცნობილია გვირაბებში ჰაერის მოძრაობის დროს ადგილი აქვს ენერჯის კარგეებს. ეს ენერჯია იხარჯება იმ წინააღობათა გადასაღახავად, რომლებიც ჰაერს ხვდება გვირაბებში მოძრაობის დროს. ეს წინააღობა შეიძლება იყოს სამი სახის: 1. ხახუნის წინააღობა; 2. შუბლური წინააღობა; 3. ადგილობრივი წინააღობა. განვიხილოთ ეს წინააღობები ცალ-ცალკე.

9.1. ხახუნის წინააღობა

გვირაბებში ჰაერის მოძრაობის დროს წინააღობის კანონში ვგულისხმობთ დამოკიდებულებას წნევის ვარდნას, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარესა და გვირაბების გეომეტრიულ ზომებს შორის. ამ დამოკიდებულებას ნათლად ასახავს შემდეგი განტოლება

$$h = \beta \cdot \gamma / 2g \cdot \frac{P \cdot L}{S} \cdot v^2, \text{ კვ/მ}^2, \quad (9.1)$$

სადაც β არის ჰიდრაულიკური წინაღობის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ჰაერგამტარი მილებისა და გვირაბების კედლების სიმკისეს; P – გვირაბის პერიმეტრი, მ; L – გვირაბის სიგრძე, მ; S – გვირაბის განივი კვეთი, მ²; ν – ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ; h – წნევის კარგვა, მმ. წყ.სვ. ან კვ/მ².

ვინაიდან გვირაბში ჰაერის მოძრაობის დროს მისი მოცულობითი წონა უმნიშვნელოდ იცვლება β და $\nu/2g$ კოეფიციენტები გაერიანებულია ერთ, α კოეფიციენტად, რომელსაც აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი ეწოდება. ე.ი.

$$\alpha = \beta \cdot \frac{\nu}{2g}, \quad (9.2)$$

გარდა ამისა ვიცით, რომ

$$\nu = \frac{Q}{S} \quad (9.3)$$

(9.2) და (9.3) გამოსახულებების გათვალისწინებით (9.1) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2, \quad (9.4)$$

(9.4) განტოლება წარმოადგენს მაღაროს აერომექანიკაში ძირითად განტოლებას, რომლის საშუალებითაც ხორციელდება ცალკეული გვირაბებისა და მთლიანად შახტის დეპრესიის გამთვლა.

ამ განტოლებაში გამოსახულება $\alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3}$ აღინიშნება

R -ით და მას უწოდებენ გვირაბის აეროდინამიკურ წინაღობას.

ამის გათვალისწინებით (9.4) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს.

$$h = R \cdot Q^2, \text{ კგ/მ}^2. \quad (9.5)$$

ვენტილაციის დაპროექტების დროს (9.4) განტოლებაში შემავალი წევრები P, L, S და Q ჩვეულებრივ წინასწარ არის ცნობილი, ამიტომ დეპრესიის სწორად გაანგარიშება დიდად არის დამოკიდებული აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტი α -ს სწორად შერჩევაზე. ვინაიდან თუ α კოეფიციენტი არ იქნა სწორად შერჩეული, შეუძლებელი იქნება დეპრესიის სწორად გაანგარიშება, აქედან გამომდინარე არ იქნება სწორად შერჩეული მთავარი განიავების ვენტილატორი და შახტი ვერ მიიღებს ჰაერის საჭირო რაოდენობას, რაც ხშირად ყოფილა ავუთქებისა და ხალხის დაღუპვის მიზეზი.

აეროდინამიკური წინაღობის α კოეფიციენტი ძირითადად დამოკიდებულია გვირაბების კედლების სიმქისეზე, მათ გეომეტრიულ ზომებსა და რეინოლდსის რიცხვზე. მაშინ, როდესაც $Re < 2320$, α კოეფიციენტი მხოლოდ Re-ს ფუნქციაა.

როდესაც Re-ს მნიშვნელობა მატულობს, ე.ი. იზრდება ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, ხდება ლამინარული მოძრაობის გადასვლა ტურბულენტურში, ე.ი. დგება ე.წ. გარდამავალი პროცესი. ამ შემთხვევაში α კოეფიციენტი არის Re-ს და კედლების სიმქისის (Δ) ფუნქცია.

დიდი სიჩქარეების დროს, როდესაც $Re > 150000 \approx 200000$, მაშინ მოძრაობა ტურბულენტურია და α კოეფიციენტი მხოლოდ გვირაბების კედლების სიმქისის ფუნქციაა.

ლაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ გრძივი კალიბრის გაზრდა გარკვეულ ზღვრამდე ($\Delta=6$) იწვევს α კოეფიციენტის გაზრდას, შემდეგ კი Δ -ს გაზრდასთან ერთად α კოეფიციენტის მნიშვნელობა მცირდება.

9.2. სხვადასხვა სახის გვირაბების აეროდინამიკური წინააღობის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულები

ათეული წლების განმავლობაში ლაბორატორიებსა და მაღაროებში ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილ იქნა, რომ α კოეფიციენტის სიდიდე ძირითადად დამოკიდებულია სამაგრ ჩარჩოებს შორის მანძილზე და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას, როდესაც ეს მანძილი 1,10 მ-ის ტოლია. ჯერ კიდევ 1947-1949 წწ მოსკოვის სამთო ინსტიტუტში პროფ. ვ. კაშიბაძის მიერ დადგენილ იქნა: 1. ორტესებრი ძელებით გამაგრებული გვირაბების აეროდინამიკური წინააღობა 20-25%-ით აღემატება ხის მრგვალი ბიგებით გამაგრებული გვირაბების წინააღობას; 2. რკინა-ბეტონის მრგვალი ბიგებითა და ორტესებრი უდლით გამაგრებული გვირაბების წინააღობა 15-20%-ით აღემატება ხის არასრული ჩარჩოთი გამაგრებული გვირაბების წინააღობას; 3. თუ ჩარჩოებს შორის სივრცეს ამოვავსებთ ან ამოვფიცრავთ, გვირაბის აეროდინამიკური წინააღობა შემცირდება 1,5-2-ჯერ; 4. ბეტონით გამაგრების შემთხვევაში გვირაბის აეროდინამიკური წინააღობა მცირდება 3,0-3,5-ჯერ.

ამ უკანასკნელი 30-35 წლის მანძილზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო საწარმოთა აეროლოგიისა და შრომის უსაფრთხოების კათედრაზე ჩატარებული მეცნიერული კვლევების შედეგად პროფ. ვ. კაშიბაძის, პროფ. გ. ჩიქობავას და პროფ. თ. კუნჭულიას მიერ დადგენილ იქნა სხვადასხვა სახისა და დანიშნულების გვირაბების აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტ α -ს საანგარიშო ფორმულები:

1. უკონვეიერო შტრეკისმაგვარი გვირაბები:

$$\alpha \cdot 10^4 = \frac{1}{\left(a + b \cdot \lg \frac{2S}{P_k \cdot l} \right)^2};$$

2. ლენტური კონვეიერებით აღჭურვილი გვირაბები:

$$\alpha \cdot 10^4 = \frac{U}{S - E} + a;$$

3. ინდივიდუალური სამაგრებით გამაგრებული საწმენდი სანგრეგები:

$$\alpha \cdot 10^4 = 2,3 \cdot A \cdot \lg 2 \cdot B \cdot S;$$

ა6

$$\lg(\alpha \cdot 10^4) = \lg b + n \cdot \lg m;$$

4. ОМКТ, "Мощац", ОКП, 2ОКП, 2ОКП 70 და მათ ბაზაზე შექმნილი კომპლექსებით აღჭურვილი საწმენდი სანგრეგები:

$$\alpha \cdot 10^4 = Y e^{-cm};$$

5. КД70, "Донбасс", КМ81, К1МКС და 1КМ97Д და მათ ბაზაზე შექმნილი კომპლექსებით აღჭურვილი საწმენდი სანგრეგები:

$$\alpha \cdot 10^4 = e^{\frac{m}{a+bm}};$$

6. ვერტიკალური ჭაურები:

$$\alpha \cdot 10^4 = \frac{d}{a+bd};$$

ყველა აღნიშნულ ფორმულაში: S არის გვირაბის განივი კვეთი; m – ფენის სისქე; d – ჭაურის დიამეტრი; l – სამაგრ ბიგებს შორის მანძილი; P_k – გვირაბის გამაგრებული პერიმეტრი; a, b, U, E, A, B, n, Y და C – მუდმივები, რომელთა სიდიდეები მოცემულია სპეციალურ ცხრილებში.

გარდა ამისა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო საწარმოთა აეროლოგიის კათედრაზევე პირველად საშახტო აეროდინამიკაში, დადგენილ იქნა რომ KM87 და KM100 ტიპის კომპლექსებით აღჭურვილი საწმენდი საანგრევების აეროდინამიკური წინააღობის კოეფიციენტების სიდიდე არ არის დამოკიდებული ფენის სისქეზე და რიცხობრივად მუდმივი სიდიდეებია:

$$\alpha_{KM87} \cdot 10^4 = 39,0; \quad \alpha_{KM100} \cdot 10^4 = 56,0$$

9.3. შუბლური წინააღობა

აეროდინამიკური წინააღობის საერთო კოეფიციენტი შედგება ორი ნაწილისაგან

$$\alpha_{საერ} = \alpha_{სახ} + \alpha_{შუბ},$$

სადაც $\alpha_{სახ}$ არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გვირაბის კედლებზე ჰაერის ხახუნით გამოწვეულ წინააღობას;

$\alpha_{\text{ფუბ}}$ – კოეფიციენტი, რომელიც აღრიცხავს გვირაბებში განლაგებული სხვადასხვა სახის მანქანა-მექანიზმებისა და სამაგრი ბიგების მიერ გამოწვეულ შუბლურ წინაღობას.

დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ შუბლური წინაღობის P ძალა დამოკიდებულია სხეულის ფორმაზე და იგი პირდაპირ-პროპორციულია სიჩქარითი დაწნევის ($h_{\text{ხ,დ}}$), მიდელის კვეთისა (S_m) და შუბლური წინაღობის კოეფიციენტისა (C_x)

$$P = h_{\text{ხ,დ}} \cdot C_x \cdot S_m = C_x \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \gamma \cdot S_m, \quad (9.6)$$

C_x არის უგანზომილებო კოეფიციენტი და იგი განისაზღვრება მხოლოდ ექსპერიმენტალურად. როდესაც სხეული უძრავადაა მოთავსებული მოძრავ ჰაერში, ან ჰაერი უძრავია და სხეული კი მოძრაობს, ამ ორივე შემთხვევაში სხეული თავის შუბლურ ნაწილზე განიცდის რაღაც P ძალის ზემოქმედებას.

შუბლური წინაღობის განსაზღვრისათვის მოვიქცეთ შემდეგნაირად: (9.6) განტოლების ორივე მხარე გავყოთ გვირაბის ცოცხალ კვეთზე ($S - S_m$)-ზე (სხეულის მიდელის კვეთი წარმოადგენს ნაკადის მართობულად მოთავსებულ სხეულის ყველაზე დიდ კვეთს), მივიღებთ:

$$\frac{P}{S - S_m} = \frac{v^2}{2g} \gamma \cdot \frac{S_m}{S - S_m} \cdot C_x, \quad (9.7)$$

ამ განტოლებაში $\frac{P}{S - S_m}$ არის წნევის კარგვა გამაგრების ერთ ელემენტზე და ამიტომ მისი განზომილებაა კგ/მ². იგი ავლნიშნოთ $h_{\text{ფუბ.წინ.}}$ გარდა ამისა ცნობილია, რომ

$R = \frac{h}{Q^2}$ და $Q=V(S-S_m)$ თუ ამ აღნიშვნებს, გამოსახულებებსა

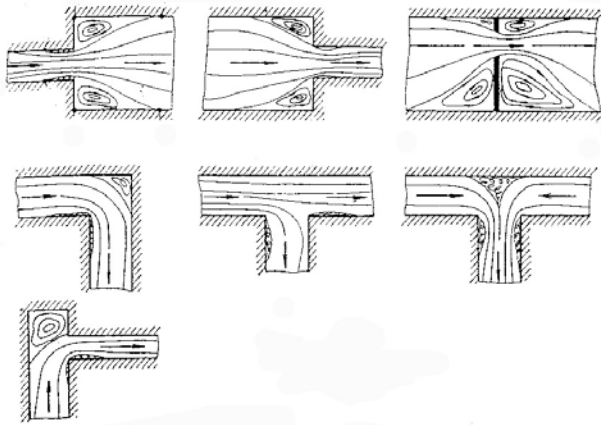
და γ -სა და g -ს რიცხვით მნიშვნელობებს შევიტანთ (9.7) ტოლობაში და მას გარდაექმნით, მივიღებთ შუბლური წინაღობის ($R_{\text{შუბ.}}$) საანგარიშო ფორმულას

$$R_{\text{Sub.win}} = \frac{0.0612 \cdot C_x \cdot S_m}{(S - S_m)}, \quad (9.8)$$

მეცნიერული კვლევებით დადგენილია: 1. სამაგრი ბიგების შუბლური წინაღობის კოეფიციენტი C_x ძირითადად დამოკიდებულია ბიგის დიამეტრზე; 2. როდესაც ბიგებს შორის გრძივი მანძილი იზრდება, C_x -ის მნიშვნელობა მატულობს გარკვეულ ზღვრამდე, შემდეგ კი დეზულობს იზოლირებული ბიგის C_x -ის მნიშვნელობას.

9.4. ადგილობრივი წინაღობები და მათი შემცირების საშუალებანი

ადგილობრივ წინაღობებს განაპირობებს ნაკადის სიჩქარის ცვლილება სიდიდითა და მიმართულებით, რაც იწვევს ნაკადის სტრუქტურის შეცვლას, გრივალური მოძრაობის წარმოშობას და დამატებითი ენერჯის კარგვას. ადგილობრივ წინაღობებს წარმოადგენენ გვირაბების უეცარი გაფართოება ან შევიწროება, სავენტილაციო ფანჯრები, საჰაერო ხიდები (კროსინგები), ვენტილატორის არხი და სხვ. (ნახ. 9.1)



ნახ. 9.1.

ადგილობრივი წინაღობის მიერ გამოწვეული წნევის დანაკარგი იანგარიშება:

$$h_{a.w} = \varepsilon \cdot \frac{v^2}{2g} \gamma, \text{ კგ/მ}^2, \quad (9.9)$$

სადაც ε არის ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება ექსპერიმენტალურად.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ $V=Q/S$ და $h_{a.w}=R_{a.w} \cdot Q^2$, გარდა ამისა (9.9) განტოლებაში γ -ს და g -ს რიცხვითი მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ

$$R_{a.w} = \frac{h_{a.w}}{Q^2} = \frac{\varepsilon \cdot \gamma}{2g \cdot S^2} = 0,0612 \frac{\varepsilon}{S^2} \quad (9.10)$$

ამ განტოლებიდან, თუ გვსურს ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტ ε -ის განსაზღვრა

$$\varepsilon = \frac{R_{a.w.} \cdot S^2}{0,0612} = 16,34 R_{a.w.} \cdot S^2 . \quad (9.11)$$

ადგილობრივი წინაღობის შემცირებისათვის აუცილებელია ნაწილობრივ მაინც შევამციროთ გრიგალური მოძრაობა, რაც შეგვიძლია განვახორციელოთ: გვირაბების შეერთების ადგილებში მათი თანდათანობით გაფართოებით ან შევიწროებით; გვირაბის მოხვევა უნდა ხდებოდეს არა უეცრად, არამედ თანდათანობით მიმმართველი ნიჩბების გამოყენებით. ადგილობრივი წინაღობის შემცირებას აგრეთვე ხელს უწყობს გვირაბების კედლების სიმქისის შემცირება.

9.5. წინაღობის ერთეულები

ჩვენთვის ცნობილია, რომ $h=R \cdot Q^2$. აქედან

$$R = \frac{h}{Q^2}$$

წინაღობის განზომლება შემდეგია:

$$[R] = \left[\frac{h}{Q^2} \right] = \frac{\text{kg} / \text{m}^2}{\left(\frac{\text{m}^3}{\text{wm}} \right)^2} = \frac{\text{kgwm}^2}{\text{m}^8}$$

დაუშვათ $Q=1$ მ³/წმ და $h=1$ კგ/მ², მაშინ $R=1.0$. ე.ი. ერთის ტოლი წინაღობა გააჩნია ისეთ გვირაბს, რომელშიც 1 მ³/წმ ჰაერის გავლის დროს დეპრესია ტოლია 1 კგ/მ².

ვინაიდან მალაროს განიავების პრაქტიკაში, გვირაბების წინაღობას გააჩნია მცირე სიდიდე, რომელიც გამოისახება წი-

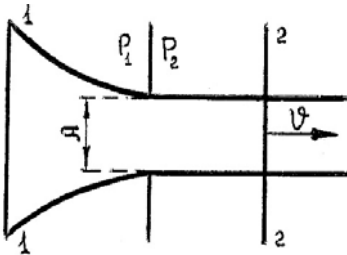
ლადებით, რაც ანგარიშის დროს ქმნის უხერხულობას, ამიტომ ფრანგი ინჟინრის მიურგის მიერ რეკომენდებულია წინაღობის ერთეული მიურგი, რომელიც აღინიშნება μ -თი და იგი ტოლია $\mu=1000R$. როდესაც წინაღობა გამოსახულია მიურგებში, დეპრესიას ვანგარიშობთ ტოლობით

$$h = \frac{\mu \cdot Q^2}{1000}$$

9.6. ექვივალენტური ხერელი

იმისათვის, რომ დავადგინოთ თუ რამდენად ძნელი ან ადვილი გასანიაგებელია ესა თუ ის მაღარო, შემოტანილია ექვივალენტური ხერელის ცნება.

მაღაროს ან შახტის ექვივალენტური ხერელი ეწოდება ისეთ წარმოსახვით მრგვალი კვეთის ხერელს თხელ კედელში, რომელშიც წნევათა სხვაობა (დეპრესია) კედლის ორივე მხარეზე ტოლია შახტის ან მაღაროს დეპრესიისა და ატარებს იმდენივე ჰაერის რაოდენობას, რამდენსაც ატარებს შახტი ან



ნახ. 9.2

მაღარო იმავე დეპრესიის შემოქმედებით. განვსაზღვროთ ექვივალენტური ხერელის სიდიდე.

დაეუშვათ რომელიმე ხერელში, რომლის ფართია

A მ², გადის Q მ³/წმ ჰაერის

რაოდენობა (ნახ. 9.2). კედლის მარცხენა მხარეზე წნევა

ავლნიშნოთ P_1 -ით, მარჯვენა მხარეზე კი - P_2 -ით. $P_1 - P_2 = h$ არის მაღაროს დეპრესია. დავუშვათ 1 კვეთი იმდენად არის დაშორებული მე-2 კვეთიდან, რომ საწყისი სიჩქარე V_1 შეიძლება არ მივიღოთ მხედველობაში. დავწეროთ ბერნულის განტოლება 1-ლი და მე-2 კვეთებისათვის

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} \gamma = P_2 + \frac{V_2^2}{2g} \gamma \quad (9.12)$$

ვინაიდან $V_1=0$, მივიღებთ:

$$P_1 - P_2 = h = \frac{V_2^2}{2g} \gamma$$

აქედან

$$V_2 = \sqrt{\frac{2gh}{\gamma}}, \quad \text{მ/წმ.} \quad (9.13)$$

ხვრელში გამავალი ჰაერის რაოდენობა ტოლი იქნება $Q=V_2 \cdot A$, მ³/წმ. ჰიდრაულიკიდან ცნობილია, რომ თხელ კედელში ხვრელიდან სითხის გამოდინებისას ადგილი აქვს ნაკადის შევიწროებას, ამიტომ რომ გავიგოთ სითხის ნამდვილი ხარჯი, ხვრელის კვეთი უნდა გავამრავლოთ შევიწროების ან ხარჯის ფ კოეფიციენტზე ($\varphi=0.65$)

მაშინ: $Q=V_2 \cdot \varphi \cdot A$

და აქედან $A = \frac{Q}{V_2 \cdot \varphi} \quad (9.14)$

შევიტანოთ (9.13) განტოლებიდან V_2 -ს მნიშვნელობა და რიცხვითი სიდიდეები (9.14) განტოლებაში, მაშინ:

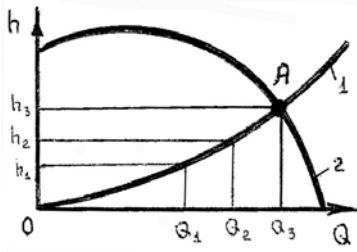
$$A = \frac{0.38 \cdot Q}{\sqrt{h}} = \frac{0.38 \cdot Q}{\sqrt{RQ^2}} = \frac{0.38}{\sqrt{R}}, \text{ მ}^2.$$

აქედან $R = \frac{0.144}{A^2}$ ან $\mu = \frac{144}{A^2}$

ექვივალენტური სერეღის სიღიდის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ: 1. როდესაც $A < 1$, მადარო მიეკუთვნება ძნელად გასანიავებელ მადართოა რიცხვს; 2. როდესაც $A = 1 \div 2$, მადარო არის საშუალო სიძნელის გასანიავებელი; 3. როდესაც $A > 2$, მადარო არის ადვილად გასანიავებელი.

9.7. მადაროს ან შახტის მახასიათებელი

ისეთი მადაროებისათვის, რომელთა წინაღობა წინასწარ არის ცნობილი, მახასიათებლის აგება წარმოებს შემდეგ-



ნახ. 9.3

ნაირად: ვიცით რა მადაროში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა $Q_{მად}$, მივანიჭოთ Q -ს სხვადასხვა რიცხვითი მნიშვნელობა ნულიდან $Q_{მად}$ -მდე ($Q_1, Q_2, \dots, Q_{მად}$), შემდეგ ფორმულით $h=R \cdot Q^2$, ვანგარიშობთ შესაბამის დეპრესიებს ($h_1, h_2, \dots, h_{მად}$), მიღებული მონაცემები შეგვაქვს ცხრილში და მათი საშუალებით ვაგებთ მრუდს (ნახ. 9.3, მრუდი 1) $h=f(Q)$, რომელსაც მადაროს მახასიათებელს უწოდებენ. რაც მეტია მადაროს ან შახტის წინაღობა, მით მეტია 1-ლი მრუდის დახრა. თუ იგივე ნახაზზე დავიტანთ ვენტი-

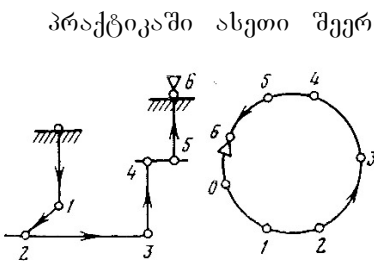
ნაირად: ვიცით რა მადაროში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა $Q_{მად}$, მივანიჭოთ Q -ს სხვადასხვა რიცხვითი მნიშვნელობა ნულიდან $Q_{მად}$ -მდე ($Q_1, Q_2, \dots, Q_{მად}$), შემდეგ ფორმულით $h=R \cdot Q^2$, ვანგარიშობთ შესაბამის

ლატორის მახასიათებელს (ნახ. 9.3, მრუდი 2), მაშინ ამ ორი მრუდის გადაკვეთის A წერტილი გვიჩვენებს ვენტილატორის მუშა რეჟიმის წერტილს.

10. მალაროს სავენტილაციო ქსელების და გვირაბების შეერთების სახეობა

10.1. გვირაბების მიმდევრობითი შეერთება

გვირაბების ისეთ შეერთებას, როდესაც ერთი გვირაბი წარმოადგენს მეორის უშუალო გაგრძელებას, გვირაბების მიმდევრობითი შეერთება ეწოდება (ნახ. 10.1). როგორც ნახაზიდან ჩანს სუფთა ჰაერი ჩადის ჭაურში (1), რის შემდეგაც მოივლის მიწისქვეშა გვირაბებს (2.3.4.5) და სავენტილაციო ჭაურის (6) საშუალებით ამოედინება მიწის ზედაპირზე.



ნახ.10.1

კი გვირაბების მიმდევრობითი შეერთება მალაროს სავენტილაციო ქსელის შემადგენელი ნაწილია.

მიმდევრობით შეერთებული ცალკეული გვირაბების წინააღმდეგობები ავლნიშნოთ $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, მაშინ მთელი შეერთების საერთო წინააღმდეგობა ტოლი იქნება

$$R_{საერ} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (10.1)$$

ვინაიდან ყველა გვირაბში გადის ერთიდაიგივე ჰაერის რაოდენობა Q , თუ (10.1) განტოლების ორივე მხარეს გავამრავლებთ Q^2 -ზე, მივიღებთ

$$R_{საერ} \cdot Q^2 = R_1 \cdot Q^2 + R_2 \cdot Q^2 + \dots + R_n \cdot Q^2$$

$$\text{ანუ} \quad h_{საერ} = h_1 + h_2 + \dots + h_n \quad (10.2)$$

როგორც ჩანს, მიმდევრობითი შეერთების დროს საერთო დეპრესია ტოლია ცალკეული გვირაბების დეპრესიების ჯამისა.

გარდა ამისა, ცნობილია, რომ $R = \frac{0,144}{A^2}$, თუ ამ მნიშ-

ვნელობას შევიტანთ (10.1) განტოლებაში, მივიღებთ:

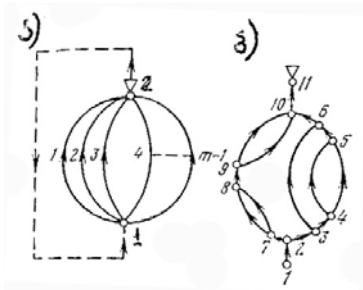
$$\frac{1}{A_{საერ}^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} + \dots + \frac{1}{A_n^2} \quad (10.3)$$

(10.3) განტოლებიდან ვასკვნით: გვირაბების მიმდევრობითი შეერთების დროს საერთო ექვივალენტური ხერგელის სიდიდის შებრუნებული კვადრატი, ცალკეული გვირაბების ექვივალენტური ხერგელების შებრუნებულ სიდიდეთა კვადრატების ჯამის ტოლია.

10.2. გვირაბების პარალელური შეერთება

გვირაბების პარალელური შეერთება ეწოდება ისეთ შეერთებას, როდესაც ორი ან რამდენიმე გვირაბი ერთ წერტილში განშტოვდება და მეორე წერტილში ერთდება. გვირაბების პარალელური შეერთება (განშტოება) შეიძლება იყოს მარტივი (ნახ. 10.2 ა) და რთული (ნახ. 10.2 ბ). როგორც ნახ. 10.2 ა)-დან

ჩანს ჰაერი 1 წერტილში განშტოვდება და მე-2 წერტილში ერთდება. ამიტომ ამ ნახაზზე პარალელურ ფრთებს წარმოადგენენ 1, 2, 3, 4 და m-1 გვირაბები.



ნახ. 10.2

არსებობს გვირაბების პარალელური განშტოების ჩაკეტილი და ღია სისტემები.

ჩაკეტილ სისტემებს ეკუთვნის

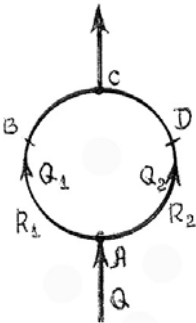
ნახ. 10.2-ზე მოცემული შემთხვევები, ხოლო ღია სისტემებს ეკუთვნის შემთხვევა, როდესაც ჰაერი განშტოვდება გვირაბში და ერთდება არა მიწისქვეშა ერთ რომელიმე წერტილში, არამედ ატმოსფეროში.

გვირაბების პარალელური განშტოების ძირითადი კანონი მდგომარეობს მასში, რომ პარალელური განშტოების დროს დეპრესიები პარალელურ ფრთებზე მუდამ ერთმანეთის ტოლია, მიუხედავად პარალელური ფრთების გეომეტრიული ზომებისა და მათში გამავალი ჰაერის რაოდენობისა.

10.3. პარალელური განშტოების საერთო წინააღობის საანგარიშო ფორმულა

დავუშვათ მოცემული გვაქვს მარტივი პარალელური განშტოება (ნახ. 10.3). ABC ფრთის წინააღობა და მასში გამავალი ჰაერის რაოდენობა ავლნიშნოთ R_1 და Q_1 , ხოლო ADC ფრთაზე შესაბამისად – R_2 და Q_2 , საერთო ჰაერის

რაოდენობა სისტემაში ავლნიშნოთ Q -თი. ვიანგარიშოთ ამ განშტოების საერთო წინაღობა. ასეთი წინაღობა ექნება ალბათ გვირახს, რომელშიც დეპრესია Q ჰაერის რაოდენობის გავლის დროს ტოლი იქნება პარალელური განშტოების ერთ-ერთი ფრთის დეპრესიის მასში Q_1 ან Q_2 ჰაერის რაოდენობის გავლის დროს. პარალელური განშტოების ძირითადი კანონის თანახმად ვწერთ



ნახ.10.3

$$R_1 Q_1^2 = R_2 Q_2^2 = R_{\text{saer}} \cdot Q^2$$

აქედან
$$\frac{Q_1}{Q} = \sqrt{\frac{R_{\text{saer}}}{R_1}} ; \quad \frac{Q_2}{Q} = \sqrt{\frac{R_{\text{saer}}}{R_2}}$$

თუ ამ ორ ტოლობას შევკრიბავთ და გავამარტივებთ, მივიღებთ:

$$\frac{1}{\sqrt{R_{\text{saer}}}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} \quad (10.4)$$

ან თუ წინაღობები გამოსახულია ექვივალენტურ ხერხელებში, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$A_{\text{საერ}} = A_1 + A_2 \quad (10.5)$$

როგორც ვხედავთ პარალელური განშტოების შემთხვევაში საერთო ექვივალენტური ხერხელის სიდიდე ტოლია ცალკეული ფრთების ექვივალენტური ხერხელების სიდიდეების ჯამისა.

ორფრთიანი პარალელური განშტოების დროს საერთო წინაღობა გარდა (10.4) განტოლებისა იანგარიშება ფორმულით:

$$R_{\text{saerTo}} = \frac{R_1}{\left(1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}\right)^2} \quad (10.6)$$

10.4. პარალელურ ფრთებზე გამავალი ჰაერის რაოდენობის საანგარიშო ფორმულები

ვთქვათ მოცემული გვაქვს მარტივი პარალელური გან-
შტოება (ნახ. 10.3). პარალელური განშტოების ძირითადი კანო-
ნის თანახმად

$$R_1 Q_1^2 = R_2 Q_2^2$$

აქედან

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \quad (10.7)$$

(10.7) განტოლების ორივე მხარეს მივუმატოთ 1 და გა-
დავწვევიტოთ Q_2 -ის მიმართ

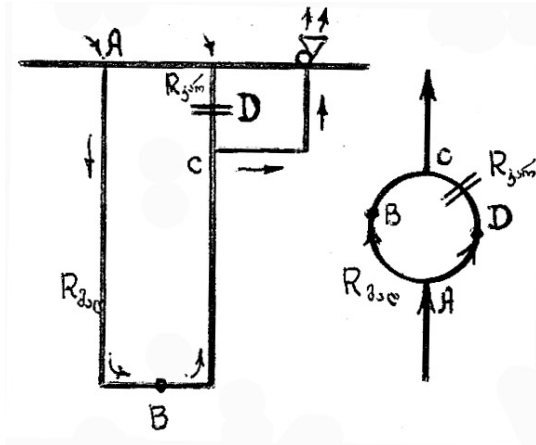
$$Q_2 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}} \quad (10.8)$$

ანალოგიურად მიიღება პირველ ფრთაზე გამავალი ჰაერის
რაოდენობა Q_1

$$Q_1 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}} \quad (10.9)$$

10.5. მოკლე შერთვა

დაეუშვათ მდაროში ჩადის Q_{maR} ჰაერის რაოდენობა და გარდა ამისა მიწის ზედაპირიდან სავენტილაციო ჭაურში ადგილი აქვს $P\%$ ჰაერის შემოწოვას (ნახ. 10.4). მდაროს



ნახ. 10.4

წინაღობა ავლნიშნოთ R_{maR} და მოვძებნოთ მდაროს საერთო წინაღობა $R_{საერ}$ მდაროში მოკლე გზით შემოწოვილი ჰაერის გათვალისწინებით. მოკლე გზით შემოწოვილი ჰაერის რაოდენობა ტოლი იქნება $\left(\frac{P}{100} \cdot Q_{maR}\right)$. როგორც ნახ. 10.4-დან ჩანს ჰაერი A წერტილში განშტოვდება და C წერტილში ერთდება ე.ი. საქმე გვაქვს პარალელურ განშტოებასთან, ამიტომ შეგვიძლია დავწეროთ

$$R_{maR} \cdot Q_{maR}^2 = R_{kar} \left(\frac{P}{100} \cdot Q_{maR}\right)^2 \quad (10.10)$$

აქედან განვსაზღვროთ R_{kar}

$$R_{kar} = \frac{R_{maR} \cdot Q_{maR}^2}{\left(\frac{P}{100} \cdot Q_{maR}\right)^2} = \left(\frac{100}{P}\right)^2 \cdot R_{maR} \quad (10.11)$$

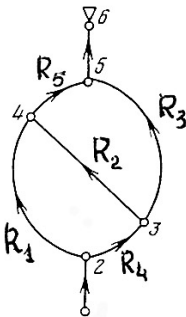
როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, ორფრთიანი პარალელური განშტოების საერთო წინაღობა იანგარიშება (10.6) ტოლობით. ამ ტოლობაში $R_1=R_{მდ}$, ხოლო $R_2=R_{კარ}$, მაშინ (10.6) ტოლობა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$R_{saer} = \frac{R_{maR}}{\left(\frac{P}{100} + 1\right)^2} = K \cdot R_{maR} \quad (10.12)$$

სადაც K არის ე.წ. შეწოვის კოეფიციენტი.

10.6. გვირაბების დიაგონალური შეერთება

გვირაბების ისეთ შეერთებას (განშტოებას), როდესაც პარალელური განშტოება, გარდა საწყისი და ბოლო პუნქტებისა, შეერთებულია ერთი ან რამდენიმე გვერდითი გვირაბით, დიაგონალური შეერთება ეწოდება (ნახ. 10.5)



ნახ.10.5

დიაგონალური შეერთების განსაკუთრებული თვისება ის არის, რომ 2-4, 4-5, 2-3 და 3-5 უბნების წინააღობების მიხედვით 3-4 დიაგონალურ გვირაბში ჰაერის მოძრაობის მიმართულება შეიძლება იყოს: 1. მე-3 წერტილიდან მე-4 წერტილისაკენ, 2. მე-4 წერ-

ტილიდან მე-3 წერტილისაკენ; 3. 3-4 დიაგონალში ჰაერის მოძრაობას საერთოდ არ ჰქონდეს ადგილი. განვიხილოთ ცალკეული უბნების როგორი წინააღობის დროს ექნება ადგილი ამ სამ შემთხვევას.

1. 3-4 დიაგონალში ჰაერი არ მოძრაობს. ასეთ შემთხვევას ადგილი ექნება მაშინ, როდესაც მე-3 და მე-4 წერტილებში წნევა იქნება ერთი და იგივე. ამ შემთხვევაში

$$\frac{R_1}{R_5} = \frac{R_4}{R_3} \quad (10.13)$$

2. დავუშვათ დიაგონალში ჰაერი მოძრაობს 4→3, ამ შემთხვევაში საკმარისია გავზარდოთ 4-5 ან 2-3 უბნის წინააღობა. მაშინ (10.13) ტოლობიდან მივიღებთ

$$\frac{R_1}{R_5} < \frac{R_4}{R_3} \quad (10.14)$$

3. დიაგონალში ჰაერი მოძრაობს 3→4. ამ დროს უნდა გავზარდოთ 2-4 ან 3-5 უბნის წინააღობა, მაშინ მივიღებთ

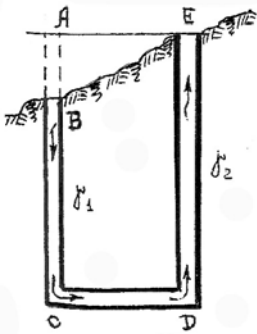
$$\frac{R_1}{R_5} > \frac{R_4}{R_3} \quad (10.15)$$

11. სამთო საწარმოების ბუნებრივი ბანიაჟება

11.1. მადარობის ბუნებრივი განიაჟება

ჰაერის მოძრაობას, რომელიც განპირობებულია არამექანიკური მოწყობილობებით ეწოდება ბუნებრივი მოძრაობა ანუ ბუნებრივი წვევა. საერთოდ ცნობილია, რომ ჰაერის მოძრაობას

მაშინ აქვს ადგილი, როდესაც გვაქვს წნევათა სხვაობა, ამიტომ ჰაერის ბუნებრივი მოძრაობა წარმოიქმნება მხოლოდ ბუნებრივი დეპრესიის შედეგად.



ნახ.11.1

მაშინ AB ჰაერის სვეტი BC სვეტთან ერთად შახტიდან გამოადეგებს შედარებით თბილ DE ჰაერის სვეტს.

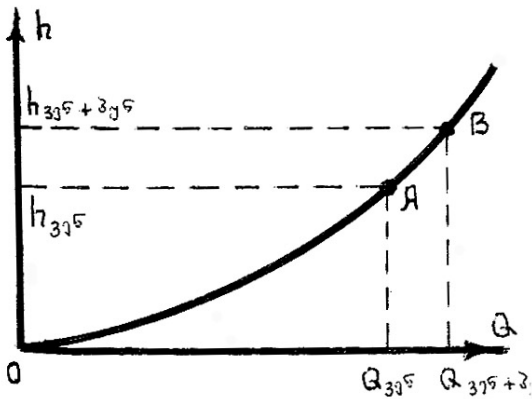
ბუნებრივი დეპრესია წარმოიქმნება შემდეგნაირად: 1. ჭაურების პირი განლაგებულია ერთ სიმაღლეზე. ამ დროს თითქოს არ უნდა ჰქონდეს ადგილი ბუნებრივ წევას, მაგრამ თუ ჭაური სველია, შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ჰაერის მოძრაობას; 2. ვენტილატორი თავისი მუშაობის პროცესში ზამთრობით იწოვს ცივ ჰაერს, რაც თანხვედრილია ვენტილატორის მუშაობასთან, ე.ი. ზამთრობით ბუნებრივი წევა ეხმარება ვენტილატორს, ხოლო ზაფხულობით, როდესაც ჰაერი თბილია, პირიქით ხელს უშლის ვენტილატორის მუშაობას; 3. როდესაც მდარო განლაგებულია ფერდობზე და მუშავდება შტოლნების საშუალებით, ამ დროს ჰაერის მოძრაობა დამოკიდებულია ტემპერატურათა სხვაობაზე მდაროში და მის გარეთ.

11.2. ბუნებრივი დეპრესიის გაზომვა და ანგარიში

ბუნებრივი დერესიის გასაზომად ვიქცევით შემდეგნაირად:

1. ვენტილატორის არხში ჩამოუშვებენ შიბერს ან ტიხრის საშუალებით გადაკეტავენ მთელი შახტის ჰაერს და თუ გავზომავთ წნევათა სხვაობას შიბერის ან ტიხრის ორივე მხარეს, იგი იქნება ბუნებრივი დეპრესია.

2. გაზაფხულზე ან შემოდგომაზე, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა ზედაპირზე და გვირაბებში დაახლოებით ერთნაირია, ბუნებრივ წევას ადგილი არა აქვს. ამ პერიოდში გაზომავენ შახტის მთლიან ჰაერის რაოდენობას და იანგარიშებენ მადაროს საერთო წინაღობას $R = \frac{h}{Q^2}$. ცნობილი მონაცემებით



ნახ. 11.2

ვაგებთ შახტის გარე ქსელის მახასიათებელს (ნახ. 11.2), სადაც A წერტილი წარმოადგენს რეჟიმის წერტილს ბუნებრივი წე-

ვის გარეშე. შემდგომში, როდესაც ბუნებრივი წვევა დაიწყებს მოქმედებას, კვლავ განსაზღვრავენ ჰაერის რაოდენობას $Q_{\text{ვენ+ბუნ}}$ და გააგრძელებენ მრუდს. მივიღებთ B წერტილს, რომელიც ბუნებრივ წვევასაც აღრიცხავს. ამ მეთოდის ნაკლია ის, რომ გაზომვებს შორის პერიოდში შეიძლება შეიცვალოს მდაროს მთლიანი წინაღობა $R_{\text{მდ}}$. რაც გამოიწვევს გარკვეულ ცდომილებას.

3. ვენტულატორის მუშაობის პროცესში განსაზღვრავენ $R_{\text{მსბ}}$ ამის შემდეგ გააჩერებენ ვენტულატორს და მის არხში ჩამოუშვებენ შიბერს. გახსნიან შახტის ზედა შენობის კარს და დაიცდიან ცოტა ხანს, რომ დამყარდეს ჰაერის მოძრაობა. ამის შემდეგ გაზომავენ ჰაერის რაოდენობას $Q_{\text{ბუნ}}$ და იანგარიშებენ ბუნებრივ დეპრესიას ფორმულით

$$h_{\text{bun}} = R_{\text{Saxt}} \cdot Q_{\text{bun}}^2$$

ბუნებრივი დეპრესიის ანგარიში წარმოებს შემდეგი ფორმულებით:

$$1. \quad h_{\text{bun}} = a \cdot H / 100 (t_{\text{saS}}'' - t_{\text{saS}}'), \quad \text{მმ.წყ.სვ,}$$

სადაც H არის ჭაურის სიღრმე; t_{saS}' და t_{saS}'' - მდაროში ჩამავალი და ამომავალი ჰაერის საშუალო ტემპერატურა; a - კოეფიციენტი, რომელიც აიღება სპეციალური ცხრილიდან ჭაურის სიღრმისა და საშუალო ტემპერატურების მიხედვით

$$2. \quad h_{\text{bun}} = P_0 \cdot H / 100 (a_1 - a_2), \quad \text{მმ.წყ.სვ,}$$

სადაც P_0 არის ბარომეტრული წნევა; H - ჭაურის სიღრმე; a_1 და a_2 - კოეფიციენტები, რომლებიც აიღება ცხრილებიდან

მდაროში ჩამავალი და ამომავალი ჰაერის ტემპერატურების მიხედვით.

$$3. \quad h_{\text{bun}} = 0,0047H(t''_{\text{saS}} - t'_{\text{saS}}), \quad \text{მმ.წყ.სვ.}$$

11.3. ფაქტორები, რომლებზედაც დამოკიდებულია ბუნებრივი წვევის სიდიდე

1. ჰაერის ტენიანობა და მისი ქიმიური შემადგენლობა მეტად უმნიშვნელოა და მცირედ მოქმედებს ბუნებრივი წვევის სიდიდეზე.

2. ბარომეტრული წნევა. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ბარომეტრული წნევის ცვლილება წლის განმავლობაში არ აღემატება 35 მმ ვერცხ.წყ.სვ. რაც შეადგენს ნორმალური ატმოსფერული წნევის 3%-ს, ამიტომ მისი გავლენა ბუნებრივი წვევის სიდიდეზე უმნიშვნელოა.

3. ჭაურის სიღრმე. ბუნებრივი წვევის საანგარიშო ფორმულებიდან ჩანს, რომ ბუნებრივი დეპრესია ჭაურის სიღრმის პირდაპირპროპორციულია.

4. ვენტილატორის მუშაობა. ეს ფაქტორიც უმნიშვნელოდ მოქმედებს ბუნებრივი დეპრესიის სიდიდეზე.

5. ჰაერის ტემპერატურა. ეს არის ძირითადი ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს ბუნებრივი დეპრესიის სიდიდეზე. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ შახტიდან ამომავალი ჰაერის ტემპერატურა წლის განმავლობაში იცვლება მცირე ფარგლებში,

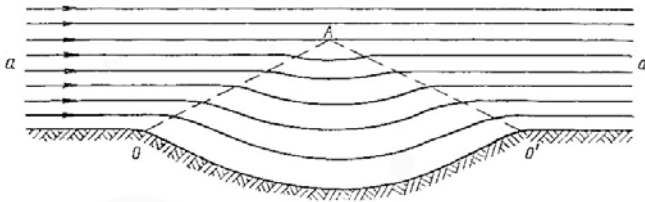
ე.ი. ძირითადად წარმოადგენს შახტში ჩამავალი ჰაერის ტემპერატურა და მისი ზემოქმედება იმდენად დიდია, რომ შეიძლება გამოიწვიოს ჰაერის ჭავლის გადაყირავება ანუ ჰაერის მოძრაობის მიმართულების შეცვლა. ასეთ შემთხვევას ადგილი ჰქონდა მაგალითად ტყვარჩელის №5 შახტზე.

11.4 კარიერების განიავება ქარის ენერგიით

დადგენილია, რომ ქარის ენერგიით კარიერის განიავების შემთხვევაში წარმოიქმნება განიავების პირდაპირი დინებითი და რეცირკულაციური სქემები. განიავების ეს სქემები წარმოიქმნება მიწის ზედაპირზე გაბატონებული ქარების საკმაოდ დიდი ენერგიით. ქარის დიდი ენერგიის (სიჩქარის) დროს განიავების პირდაპირი დინებითი ან რეცირკულაციური სქემის წარმოქმნა ძირითადად დამოკიდებულია კარიერის გეომეტრიაზე (ფერდების დაქანების კუთხეზე). ამ ენერგიის შემცირება იწვევს ე.წ. განიავების „თერმული“ სქემების წარმოქმნას.

განიავების პირდაპირი დინებითი სქემა წარმოიქმნება მიწის ზედაპირზე 0,8-1,0 მ/წმ-ზე მეტი ქარის სიჩქარისა და კარიერის ქარზურგა ფერდის 15⁰-ზე ნაკლები დახრილობის დროს. განიავების ამ სქემის მოქმედებისას (ნახ. 11.3), ჰაერის ნაკადი, რომელიც მოძრაობს რომელიღაც a-a სიბრტყესა და მიწის ზედაპირს შორის, მიაღწევს რა კარიერს 0 წერტილში, იწყებს გაფართოებას კარიერის სიღრმეში, რის გამოც ხდება ნაკადის დამუხრუჭება და კარიერის სივრცეში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე

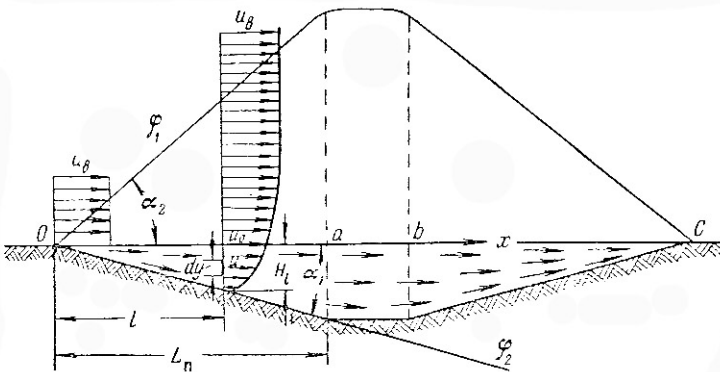
ქარის შემცირება. ყოველივე ამის გამო კარიერების ზევით წარმოიქმნება ე.წ. „ქული“ OAO¹.



ნახ. 113

a-a სიბრტყე განაცდალკაეებს ჰაერის ნაკადის ნაწილს, რომელიც ფართოვდება ქვევით კარიერის სივრცეში, და ჰაერის ნაკადის ნაწილს, რომელიც არ განიცდის დეფორმაციას მიწის ზედაპირზე არსებული ჩაღრმავების გამო.

აღნიშნული თავისებურების გათვალისწინებით კარიერში ჰაერის მოძრაობა შესაძლებელია გამოვსახოთ ნახ. 114-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით.



ნახ. 114

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ განიავეების პირდაპირი დინების სქემის დროს ქარის ნაკადი მიწის ზედაპირზე 0 წერტილში, კარიერის ქარზურგა ფერდის ზედა კიდეთან იცვლის თავის მოძრაობის მიმართულებას, ფართოვდება კარიერის სიღრმის მიმართულებით და შემორეცხავს კარიერის ქარზურგა ფერდს. ჰაერის ნაკადი მიადწევს რა ქარპირა ფერდს, უხვევს ზევით, მიემართება ქარპირა ფერდის გასწვრივ და იკუმშება. ქარზურგა ფერდის დაქანების მცირე კუთხის გამო O წერტილში მყარი ზედაპირიდან ჰაერის ნაკადის მოწყვეტას ადგილი არა აქვს და კარიერში ვრცელდება შეზღუდული ჰაერის ნაკადი, შემოსახლვრული კარიერის ფსკერთა და ფერდებით.

კარიერის ზევით მუდმივი სიჩქარეების ზონის საზღვარი φ_1 (ნახ.114), რომლის ზევითაც ჰაერის სიჩქარე ტოლია ზედაპირზე არსებული ჰაერის სიჩქარისა, ზედაპირის სიბრტყესთან ქმნის $\alpha_2=40^\circ$ კუთხეს. ამგვარად, კარიერის ზედაპირებსა (ფერდები, ფსკერი) და მუდმივი სიჩქარეების ზონის საზღვარს φ_1 -ს შორის ხდება ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ცვლილება ნულიდან (მყარ ზედაპირზე) ქარის სიჩქარემდე (φ_1 საზღვარზე).

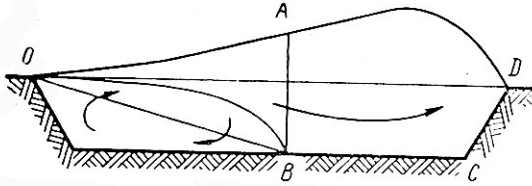
პირდაპირი დინებით განიავეების დროს კარიერში არ წარმოიქმნება მეტ-ნაკლებად მნიშვნელოვანი სიდიდის დამდგარი („მკვდარი“) ზონები, სადაც შესაძლებელია მავნეობების დაგროვება. მავნეობების კარიერის ფარგლებს გარეთ გამოტანის თვალსაზრისით პირდაპირი დინებით განიავეების სქემა ყველაზე მეტად ეფექტურია. ამ სქემის გამოყენების დროს, ჩვეულებრივ შეინიშნება მავნეობების გამოყოფის ადგილებში ატმოსფეროს მხოლოდ ადგილობრივი გაჭუჭყიანება. ჩვეუ-

ლებრივ ამ დროს არ ხდება ატმოსფეროს მთლიანად გაჭუჭყიანება. გამოყოფილი მავნეობების კარიერს გარეთ გამოტანა მით უფრო კარგად წარმოებს, რაც ნაკლებია კარიერის ფერდების დაქანების კუთხე, ვინაიდან დაქანების კუთხის მომატება იწვევს ჰაერის ნაკადის გაფართოების ხარისხის მომატებას და, შესაბამისად ჰაერის სიჩქარის შემცირებას.

კარიერის განიავეების რეცირკულაციური სქემა წარმოიქმნება მიწის ზედაპირზე 0,8-1,0 მ/წმ-ზე მეტი ქარის სიჩქარისა და კარიერის ქარზურგა ფერდის 15⁰-ზე მეტი დახრის კუთხის დროს. განიავეების ამ სქემის მოქმედებისას (ნახ. 11.5) 0 წერტილში ქარის ნაკადის მყარი საზღვრის მიმართულების მკვეთრი ცვლილების გამო და ქარის ნაკადის მნიშვნელოვანი ინერციის ძალების გამო, იმავე წერტილში (0 წერტილში) ხდება მყარი ზადაპირიდან ჰაერის ნაკადის მოწყვეტა. ამის შედეგად კარიერის სივრცეში ჰაერი მოძრაობს თავისუფალი ჭავლის სახით φ_1 და φ_2 საზღვრებს შორის. φ_1 საზღვრის ზევით ჰაერის სიჩქარე ზედაპირზე ქარის U_B სიჩქარის ტოლია. თავისუფალი ჭავლი, მიაღწევს რა ქარპირა ფერდს, იყოფა ორ ნაწილად. პირველი ნაწილი, მიემართება საფეხურების გასწვრივ ზევით და ამოდის მიწის ზედაპირზე. მეორე ნაწილი – ბრუნდება ქვევით და, მოძრაობს რა თავდაპირველი მიმართულების საწინააღმდეგო მიმართულებით, წარმოქმნის აგრეთვე თავისუფალ ჭავლს, რომელსაც უწოდებენ II სახის ჭავლს.

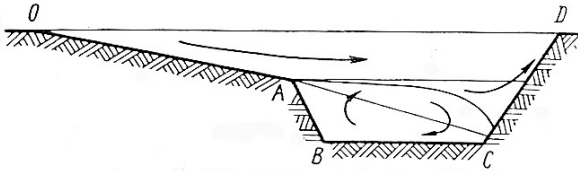
შესაბამისად, განიავეების რეცირკულაციური სქემის დროს, კარიერში გვაქვს განსხვავებული მოძრაობის ხასიათის მქონე

(პირდაპირი დინებით განიავების სქემა). B წერტილის მარცხნივ მდებარე უბანი ნიავედება რეციტრკულაციური სქემით.



ნახ. 11.6

კარიერის ქარზურგა ფერდის დაქანების კუთხის ცვალებადობის დროს შესაძლებელია განიავების პირდაპირი დინებით – რეციტრკულაციური სქემის გამოყენება (ნახ. 11.7)



ნახ. 11.7

განიავების ამ სქემის დროს, კარიერის ნაწილი, რომელიც უშუალოდ ეკვრის ქარზურგა ფერდის ზედა, დამრეც ნაწილს (AO უბანი) ნიავედება პირდაპირი დინებითი სქემით, ხოლო კარიერის დანარჩენი ნაწილი (ABCD უბანი) – რეციტრკულაციური სქემით.

11.5. კარიერების განიავება თერმული ძალების ენერჯით

კარიერების განიავების კონვექციული სქემა. კარიერების განიავების პროცესზე თერმული ძალების გავლენა მნიშვნელოვანია ზედაპირზე 2 მ/წმ-მდე სიჩქარის ქარების შემთხვევაში. უფრო დაბალი სიჩქარის ქარების დროს, მათი ზეგავლენა ხდება უფრო მოჭარბებული და ტეპერატურული გრადიენტის მნიშვნელობისაგან დამოკიდებით წარმოებს ჰაერის კონვექციური ან ინვერსიული მოძრაობა ანუ შესაბამისად კონვექციური ან ინვერსიული განიავების სქემა.

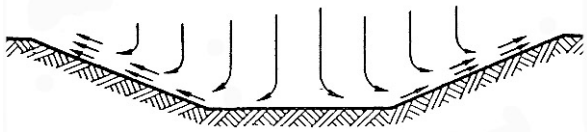
განიავების კონვექციური სქემა წარმოიქმნება კარიერის ფერდობის გათბობისა და მიწის ზედაპირზე არსებული ქარის ნაკადის მცირე ენერჯიების დროს.

კარიერის გამთბარი ფერდობები, ათბობენ მათ ზევით მყოფ ჰაერს, რომელიც გადაადგილებას იწყებს ზევით. მის ადგილს იკავებს ზედა ფენებიდან დაბლა ჩამონაცვლებული ჰაერის ცივი მასები. ასეთი გადაადგილების მიზეზი მდგომარეობს ერთ ჰორიზონტალურ სიბრტყეში განლაგებული ცალკეული ჰაერის მოცულობების სხვადასხვა ხარისხის გათბობაში.

გარდა საერთო-საკარიერო კონვექციური მოძრაობისა ხშირად შეინიშნება ლოკალური კონვექციური ნაკადები. მათი წარმოქმნა განპირობებულია: სხვადასხვა ხარისხის განათების გამო კარიერის ზედაპირის სხვადასხვა ხარისხის გათბობით; კარიერში განლაგებული ქანების სხვადასხვა ფერით ან მათი ფიზიკური თვისებებით გამოწვეული სხვადასხვა ხარისხის შთანთქმის უნარით; სიღრმეული სითბოთი სხვადასხვა ხა-

რისხის გათბობით; ზედაპირზე მიმდინარე ქანგვითი პროცესების ინტენსივობით.

კარიერში ჰაერის მოძრაობის სქემა, მისი კონვექციური განიავებისას მოცემულია ნახ. 11.8-ზე. ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ თბილი ჰაერის მასები გადაადგილდებიან ზევით არა ვერტიკალურად, არამედ მოძრაობენ საფეხურების გასწვრივ.



ნახ. 11.8

ვინაიდან მოქმედებს შედარებით ცივი ჰაერის მასების ქვევით დაშვებისას წარმოქმნილი წებოვანი ეფექტი. ამავე დროს კარიერიდან ამომავალი ჰაერის მოცულობა იზრდება სიმაღლის ზრდასთან ერთად. ყველაზე მძლავრი კონვექციური ნაკადები შეინიშნება კარიერის ზედა საფეხურებთან.

მზის რადიაციით გამოწვეული განიავების კონვექციური სქემა უფრო ინტენსიურად მოქმედებს დღის საათებში. როდესაც სითბოს გამომყოფ წყაროებს წარმოადგენენ მალაროს ხანძრები, კარიერის ფერდობების ეგზოგენური გათბობა და სხვ. ამ შემთხვევებში ჰაერის კონვექციური მოძრაობა წარმოებს დღე-ღამის განმავლობაში.

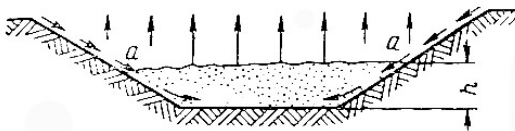
კარიერის ატმოსფეროს გაჭუჭყიანება ძირითადად ხდება მავნეობების გამომყოფი შინაგანი წყაროების გამო: ბურღვითი სამუშაოები, ექსკავატორების მუშაობა, ავტოტრანსპორტის მუშაობა და ა.შ. ამ წყაროების სიახლოვეს, განსაკუთრებით

ქარზურგა მხრიდან და ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეების დროს, ჰაერის გაჭუჭყიანების ხარისხი შეიძლება იყოს ძალიან მაღალი. კარიერის ატმოსფეროს გაჭუჭყიანებებზე გარეგანი წყაროების შემოქმედება მნიშვნელოვნად მცირეა, რადგან მათ მიერ გამოყოფილი მავნეობები კარიერის ატმოსფეროში ხვდებიან მხოლოდ შედარებით ცივი ჰაერის საშუალებით.

კარიერებში ჰაერის მოძრაობის ინვერსიული სქემა წარმოიქმნება კარიერის ფერდობების გაცივებისა და მიწის ზედაპირზე ქარის ნაკადის მცირე ენერჯის დროს. იგი განპირობებულია ნაკლებად ადიაბატური ტემპერატურული გრადიენტის წარმოქმნით.

ჰაერის ინვერსიული სქემის წარმოქმნისათვის აუცილებელია რათა მიწის ზედაპირზე ქარის სიჩქარე არ აღემატებოდეს 0,7-0,8 მ/წმ.

კარიერებში ჰაერის ინვერსიული მოძრაობა შეიძლება



წარმოიქმნას არამარტო კარიერის ფერდობებით ჰაერის

ნახ.119

გაცივების შედეგად,

არამედ კარიერის თავზე ცივი ატმოსფერული ჰაერის გავლისას. ამ დროს ჰაერის ცივი ნაკადები ხვდებიან კარიერის სივრცეში პირდაპირ ზედაპირიდან.

კარიერში ჰაერის ინვერსიული მოძრაობის სქემა მოცემულია ნახ. 119-ზე. ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ ფერდთან ახლოს მყოფი ჰაერის შრე ცივდება და როგორც უფრო მძიმე, ჩამოედინება ქვევით, კარიერის ფსკერზე, რითაც ხდება ფსკერზე

არსებული უფრო თბილი ჰაერის მასების იძულებითი წესით გადაადგილება ზევით. ინვერსიის განვითარებასთან ერთად კარიერის ფსკერზე ცივი ჰაერის შრის სიმაღლე იზრდება. ღრმა ინვერსიების დროს მთელი კარიერის სივრცე შეიძლება შევსებული იყოს ცივი ჰაერის მასებით.

ინვერსიის დროს, კარიერის შემავსებელ ცივი ჰაერის შრეს ეწოდება ინვერსიის შრე (ნახ. 11.9-ზე h), ხოლო მის ზედა საზღვარს – ინვერსიის დონე (a-a). ის თითქმის თანხვედრილია იმ დონესთან, რომლის ქვევითაც წარმოიქმნება ტემპერატურის ინვერსია, ანუ უარყოფითი ტემპერატურული გრადიენტი.

ჰაერის მოძრაობის ინვერსიული სქემის დროს, ფერდობების ზედაპირთან ჰაერის მაქსიმალური სიჩქარე არ აღემატება 1 მ/წმ. ინვერსიული ნაკადის მიმართულებით სიჩქარეები მცირდება, ხოლო ინვერსიის დონის ქვევით ჰაერი პრაქტიკულად უძრავია.

ინვერსიული სქემით მოძრაობისას ჰაერცვლა ინვერსიულ შრესა და ატმოსფერული ჰაერის ზევით მდებარე შრეებს შორის ძლიერ გაძნელებულია, რის გამოც მავნეობების გამოტანა კარიერის სივრცის გარეთ პრაქტიკულად არ ხდება. უფრო მეტიც, ჰაერის ცივ მასებს, რომლებიც ჩამოედინებიან ქვევით, თან ჩამოაქვთ კარიერის ზედა საფეხურებზე გამოყოფილი მავნეობები. შესაბამისად, ინვერსიის დონის ქვევით, გროვდება ყველა მავნეობა, რომელიც გამოიყოფა ინვერსიის დონის როგორც ქვევით, ასევე ამ დონის ზევითაც.

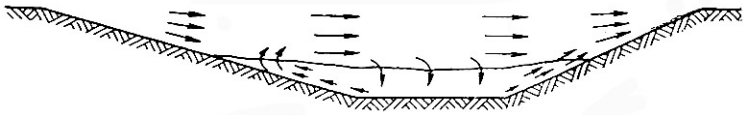
ყოველივე ამის გამო, ინვერსიის დონის ქვევით იქმნება მეტად არახელსაყრელი სანიტარულ-ჰიგიენური პირობები. ასეთ

ადგილებში ხალხის ყოფნა არა მარტო მავნებელია, არამედ საშიშიცაა მომწამლავი აირებით შესაძლო მწვავე მოწამელის თვალსაზრისით. აქედან გამომდინარე ღრმა ინვერსიების დროს აუცილებელია კარიერში ყოველგვარი სამუშაოების შეწყვეტა და ხალხის ამოყვანა მიწის ზედაპირზე. ამიტომ კარიერების აეროლოგიის ერთ-ერთ ძირითად ამოცანას წარმოადგენს ინვერსიის ხელოვნური დარღვევისა და კარიერში ჰაერცვლის აღდგენის მეთოდების შემუშავება.

კარიერების განიავების კომბინირებული სქემები. ზევით აღწერილი კარიერის ბუნებრივი განიავების სქემები წარმოადგენენ იდეალურ შემთხვევებს, ვინაიდან მათში განიხილება მხოლოდ ერთი, განსაზღვრული ფაქტორის მოქმედება, ხოლო სხვა ფაქტორების ზემოქმედება იგნორირებულია. პრაქტიკაში, საქმე გვაქვს ისეთ შემთხვევებთან, როდესაც ერთდროულად მოქმედებს რამდენიმე ფაქტორი. ამის გამო კარიერების განიავების სქემები იღებენ კომბინირებული განიავების სქემების სახეს. იმ შემთხვევებში, როდესაც ზედაპირზე ქარის სიჩქარე არის 2 მ/წმ-დან 5 მ/წმ-მდე, კარიერებში ჰაერის მოძრაობა განპირობებულია ქარისა და თერმული ძალების ენერგიის ერთობლივი მოქმედებით.

გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ზედაპირზე საკმაოდ ძლიერი ქარის დროსაც კი, კარიერის სიღრმეში ქარის მიერ გამოწვეული ნაკადი აღწევს მხოლოდ 150-200 მ მანძილზე. ამ დონის ქვევით ჰაერის მოძრაობა შეიძლება იყოს კონვექციური ან ინვერსიული.

ნახ. 11.10-ზე გამოსახულია კარიერში ჰაერის მოძრაობა პირდაპირი-დინებით-კონვექციური სქემით, რომლის დროსაც კარიერის ზედა ნაწილი ნიავედება ქარის ენერგიის ხარჯზე, ხოლო ქვედა ნაწილი – კონვექციური თერმული ძალების გავლენით. ამავე დროს კონვექციური ნაკადებით მავნეობები გადაიტანება ქარის ნაკადის მოქმედების ზონაში, საიდანაც ხდება მათი გამოტანა კარიერის ფარგლებს გარეთ.



ნახ. 11.10

შესაძლებელია გამოვიყენოთ კარიერების ბუნებრივი განიავების სხვა კომბინირებული სქემები. მაგალითად თუ კარიერის ერთ-ერთი ფერდი გაცივებულია, ხოლო მეორე ფერდი რაიმე მიზეზით გამთბარია, მაშინ შესაძლებელია გამოვიყენოთ ჰაერის მოძრაობის სქემა – კონვექციურ-ინვერსიული სქემა (ნახ. 11.11)



ნახ.11.11

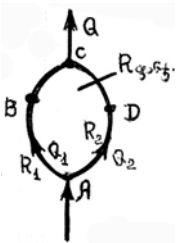
კარიერის განიავების კომბინირებული სქემების დროს წარმოებს ჰაერის მოძრაობის ძალებისა და კანონების ერთობლივი გავლენა, რომლებიც დამახასიათებელია ქარის ენერგიისა და თერმული ძალებისათვის.

12. ჰაერის რეგულირება

მაღარობისა და შახტების ექსპლუატაციის პროცესში ხშირად საჭიროა ჰაერის რეგულირება, რაც სამთო საწარმოების აეროლოგიაში ერთ-ერთ ყველაზე რთულ პროცესს წარმოადგენს. ჰაერის რეგულირებაში იგულისხმება ჰაერის რაოდენობის ხელოვნური განაწილება ცალკეულ გვირაბებში, ამოსადებ უბნებში, დასამუშავებელ ფრთებზე, ველებზე და ა.შ.

12.1. ჰაერის რეგულირება სავენტილაციო ფანჯრების საშუალებით (უარყოფითი რეგულირება)

ვთქვათ მოცემულია მარტივი პარალელური განშტოება (ნახ. 12.1). დავუშვათ სისტემაში ჰაერი განაწილებულია და ABC ფართზე გადის Q_1 მ³/წმ, ხოლო ADC ფართზე – Q_2 მ³/წმ,



ნახ.12.1

და ვთქვათ ფარდობა Q_1/Q_2 სასურველი არ არის და საჭიროა მივიღოთ ახალი ფარდობა

$$m = \frac{Q_1'}{Q_2} > \frac{Q_1}{Q_2}$$

ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენ გვსურს ABC ფართზე გავზარდოთ გამავალი ჰაერის რაოდენობა ADC ფართზე გამავალი ჰაერის რაოდენობის ხარჯზე. ამას მივაღწევთ იმ შემთხვევაში, თუ ADC ფართზე დავდგამთ სავენტილაციო კარებს და ამოვჭერთ მასში სავენტილაციო ფანჯარას. ფანჯრის წინაღობა ავლნიშნოთ $R_{ფანჯ}$, პარალელური განშტოების ძირითადი კანონის თანახმად

$$R_1 \cdot (Q_1')^2 = (R_2 + R_{fanj}) \cdot (Q_2')^2$$

ამ ტოლობიდან განესაზღვროთ ფანჯრის წინაღობა

$$R_{fanj} = \left(\frac{Q_1'}{Q_2'} \right)^2 \cdot R_1 - R_2 = m^2 R_1 - R_2 \quad (12.1)$$

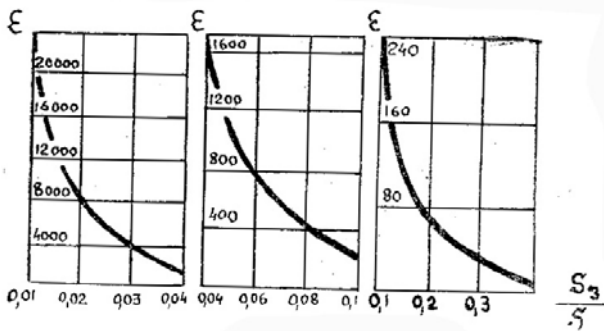
როგორც ვიცით ფანჯრის წინაღობა წარმოადგენს ადგილობრივ წინაღობას, ხოლო ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი განისაზღვრება (9.11) ტოლობით:

$$\varepsilon = 16,34 \cdot R_{fanj} \cdot S^2 \quad (12.2)$$

დაუშვათ ჩვენ გვსურს ABC ფრთაზე გავიდეს ჰაერის საერთო რაოდენობის 60%, ხოლო ADC ფრთაზე – 40%, ე.ი.

$$m = \frac{60}{40} = 1,5$$

ვთქვათ $R_1=0,06$ და $R_2=0,04$. გვირაბის კვეთი რომელშიც უნდა ჩაიდგას სავენტილაციო ფანჯარა ტოლია $4,0$ მ²-ისა, მაშინ (12.1) ტოლობიდან მივიღებთ: $R_{fanj}=0,095$, ხოლო (12,2) ტოლობიდან კი – $\varepsilon=24,8$. იმისათვის, რომ ვიანგარიშოთ ფანჯრის კვეთი, ვსარგებლობთ სპეციალური დიაგრამით



ნახ. 12.2

(ნახ. 12.2), სადაც აბსცისთა ღერძზე მოცემულია $\frac{S_{fanj}}{S}$, ხოლო ორდინატთა ღერძზე – ϵ . ამ დიაგრამიდან ვსაზღვრავთ, რომ თუ $\epsilon=24,8$, ამ შემთხვევაში $\frac{S_{fanj}}{S} = 0,27$, აქედან

$$S_{ფანჯ} = 0,27 \cdot S = 0,27 \cdot 4,0 = 1,08 \text{ მ}^2$$

ე.ი. 1,08 მ² ფართის მქონე სავენტილაციო ფანჯარა უნდა ამოიჭრას სავენტილაციო კარებში ADC ფრთაზე, რომ მივიღოთ ჰაერის ჩვენთვის მისაღები განაწილება.

ჰაერის რეგულირების ეს ხერხი მიახლოებითია, რადგან ϵ -ის მნიშვნელობები განსაზღვრულია მიახლოებით.

განვიხილოთ უფრო ზუსტი ხერხი. დაუშვათ იგივე სისტემაში (ნახ. 12.1) გვსურს მივიღოთ ჰაერის ახლებური განაწილება

$$\frac{Q_1'}{Q_2'} > \frac{Q_1}{Q_2}$$

ამის განსახორციელებლად ADC ფრთაზე უნდა დავდვათ სავენტილაციო ფანჯარა, რომლის დეპრესია ავლნიშნოთ $h_{\text{ფანჯ}}$. ვინაიდან გვაქვს პარალელური განშტოება

$$R_1 \cdot (Q_1')^2 = R_2 \cdot (Q_2')^2 + h_{\text{fanj}} ,$$

საიდანაც

$$h_{\text{fanj}} = R_1 \cdot (Q_1')^2 - R_2 \cdot (Q_2')^2 \quad (12.3)$$

მიღებული (12.3) ტოლობიდან გამოგვაქვს მეტად საგულისხმო დასკვნა: ფანჯრის დეპრესია ტოლია პარალელური ფრთების დეპრესიათა სხვაობისა ჰაერის ახლად განაწილების შემთხვევაში.

ფანჯრის კვეთი ამ მეთოდით რეგულირების დროს განისაზღვრება ტოლობით

$$S_{\text{fanj}} = \frac{S}{0,65 + 2,63S \cdot \sqrt{R_{\text{fanj}}}} \quad \text{მ}^2, \quad (12.4)$$

სადაც S არის გვირაბის კვეთი; $R_{\text{ფანჯ}}$ – ფანჯრის წინაღობა.

თუ (12.4) ტოლობით მივიღებთ, რომ $\frac{S_{\text{fanj}}}{S} > 0,5$, მაშინ ფანჯრის კვეთი ხელმეორედ უნდა ვიანგარიშოთ ტოლობით

$$S_{\text{fanj}} = \frac{S}{1 + 2,38 \cdot S \cdot \sqrt{R_{\text{fanj}}}} \quad \text{მ}^2, \quad (12.5)$$

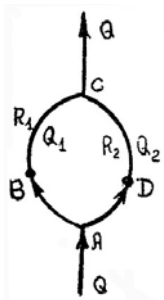
მაშინ, როდესაც $\frac{S_{\text{fanj}}}{S} = 0,1$, ფანჯრის კვეთი უნდა გავადიდოთ 12%-ით, თუ $\frac{S_{\text{fanj}}}{S} = 0,13$, მაშინ ფანჯრის კვეთი

უნდა გავადიდოთ 7%-ით; თუ $\frac{S_{fanj}}{S} > 0,13$, მაშინ (12.5)

ფორმულაში არ შეგვაქვს არავითარი შესწორება.

12.2. ჰაერის რეგულირება წინაღობის შემცირებით იმ ფრთაზე, რომელზეც გვსურს გავადიდოთ ჰაერის რაოდენობა (დადებითი რეგულირება)

ვთქვათ მოცემული გვაქვს მარტივი პარალელური განშტოება (ნახ. 12.3). დაეუშვათ ABC ფრთაზე გვსურს გავზარდოთ ჰაერის რაოდენობა ADC ფრთის ხარჯზე, ისე რომ



ნახ. 12.3

ADC ფრთაზე ფანჯრის დაყენება შეუძლებელია. მაშინ ჰაერის გადანაწილებას შეიძლება მივაღწიოთ ორი ხერხით: 1. გვირაბების კედლების სიმქისის შეცვლით: თუ ორტესებრი ძელებით გამაგრებას შევცვლით ხის მრგვალი ბიგებით, გვირაბის წინაღობა შეიძლება შევამციროთ 25-30%-ით, ხოლო თუ ხის მრგვალ ბიგებს შევცვლით ბეტონის სამაგრიოთ, მაშინ წინაღობა

შეიძლება შემცირდეს 3,5-ჯერ;

2. ABC ფრთაზე გვირაბის კვეთის გაზრდით. ე.ი. უნდა მივიღოთ ABC ფრთის რაღაცა ახალი წინაღობა

$$R'_1 < R_1$$

პარალელურ ფრთებზე ჰაერის ბუნებრივი განაწილების დროს, როგორც ჩვენთვის ცნობილია, რომელიმე ფრთაზე გამავალი ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით:

$$Q_1 = \frac{Q}{1 + \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}}$$

ამ ფორმულაში R_1 -ის ნაცვლად ჩავსვით R_1' , Q_1 -ის ნაცვლად - Q_1' და განვსაზღვროთ R_1' ;

$$R_1' = \left(\frac{Q}{Q_1'} - 1 \right)^2 \cdot R_2 \quad (12.6)$$

დავეუშვათ პარალელური ფრთების დეპრესიები ცნობილია და ტოლია $h=80$ კმ/მ². სისტემაში ჰაერი ნაწილდება შემდეგნაირად: $Q_1=16$ მ³/წმ; $Q_2=24$ მ³/წმ. განვსაზღვროთ რამდენად უნდა გადიდდეს გვირაბის კვეთი ABC ფრთაზე, რომ $Q_1'=19$ მ³/წმ.

ვიანგარიშოთ თითოეული ფრთის წინაღობა

$$R_1 = \frac{h}{Q_1^2} = \frac{80}{16^2} = 0,312; \quad R_2 = \frac{h}{Q_2^2} = \frac{80}{24^2} = 0,139,$$

მაშინ (12.6) ტოლობიდან ჰაერის ასლებურად განაწილების შემთხვევაში

$$R_1' = \left(\frac{40}{19} - 1 \right)^2 \cdot 0,139 = 0,168$$

ე.ი. ABC ფრთის წინაღობა უნდა შემცირდეს

$$\frac{R_1}{R_1'} = \frac{0,312}{0,168} = 1,85 \text{ -ჯერ}$$

ესეა ვიანგარიშით, თუ რამდენჯერ უნდა გადიდეს გვირაბის კვეთი ABC ფრთაზე. ვიცით, რომ

$$R_1 = \frac{\alpha P_1 L_1}{S_1^3}; \quad (a)$$

$$R_1' = \frac{\alpha P_1' L_1}{(S_1')^3} \quad (b)$$

გავყოთ (a) გამოსახულება (b) გამოსახულებაზე, მივიღებთ

$$\frac{R_1}{R_1'} = \left(\frac{S_1'}{S_1} \right)^{2,5}$$

და ავღნიშნოთ

$$\frac{S_1'}{S_1} = X,$$

მაშინ

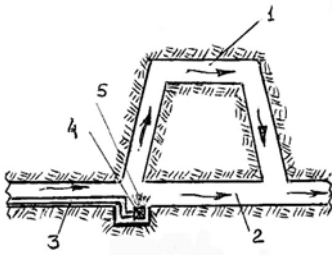
$$\frac{R_1}{R_1'} = X^{2,5}, \text{ ანუ } X^{2,5} = 1,85$$

$$\text{აქედან } X = 1,28, \text{ ანუ } S_1' = 1,28 \cdot S_1$$

ე.ი. ABC ფრთაზე გვირაბის კვეთი უნდა გადიდეს 1,28-ჯერ, რათა ამ ფრთაზე გაიაროს 19 მ³/წმ ჰაერმა.

12.3. ჰაერის რეგულირება დამხმარე ვენტილატორების საშუალებით

ჰაერის რაოდენობის რეგულირებისათვის პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება ე.წ. „ჰაერის ფარდები“ (ნახ. 12.4). ამ შემთხვევაში იმ გვირაბში,



რომელშიც გვსურს შევამციროთ გამავალი ჰაერის რაოდენობა, აყენებენ ჰაერის ფარდას, რომელიც იქმნება დამხმარე ვენტილატორის საშუალებით. მის მიერ შექმნილი ჰაერის ნაკადი მიმართულია ძირითადი ნაკადის მართობულად.

ნახ.12.4

ჰაერის ფარდას აყენებენ განშტოების წერტილში. დავეშვათ (1) გვირაბში გვსურს გაეზარდოს ჰაერის რაოდენობა (2) გვირაბში გამავალი ჰაერის ხარჯზე, ამ დროს განშტოებასთან ვაყენებთ (4) დამხმარე ვენტილატორს, რომელიც იწოვს ჰაერს ძირითადი გვირაბიდან (3) მილსადენის საშუალებით და ქმნის (5) ჰაერის ფარდას ღრეხოს საშუალებით. ღრეხო ეწეობა გვირაბის მთელ სიმაღლეზე, რომ მივიღოთ ჰაერის თანაბარი ნაკადი. ძირითადი ნაკადის მიმართ ღრეხოს სიბრტყის ცვლილებით, ჩვენ შეგვიძლია ვარეგულიროთ ჰაერის გამავალი რაოდენობა (2) გვირაბში ან სრულიად შევწყვიტოთ (2) გვირაბში ჰაერის ნაკადი.

ჰაერის ფარდებს გააჩნიათ მთელი რიგი დადებითი მხარეები რეგულირების სხვა ხერხებთან შედარებით: 1. ამ

დროს შესაძლებელია ტრანსპორტის შეუფერხებელი მოძრაობა (რადგან არა გვაქვს სავენტილაციო ფანჯრები); 2. გამორიცხულია სატრანსპორტო ჭურჭლებით მარეგულირებელი მოწყობილობების დაზიანება; 3. უზრუნველყოფილია მუშაობის მაღალი ნაყოფიერება; 4. ჰაერის ფარდები ადვილად ემორჩილებიან ავტომატიზაციას.

13. ჰაერის დანაკარგები მაღაროებში

13.1. ჰაერის ადგილობრივი დანაკარგები

1. ჭაური, რომლითაც მაღაროში მიეწოდება სუფთა ჰაერი.

ჰაერის მიწოდებულ ჭაურებში თითქოს ჰაერის დანაკარგებს არ უნდა ჰქონდეს ადგილი, მაგრამ თუ იგი მიერთებულია სავენტილაციო ჭაურთან ერთ ან რამდენიმე ჰორიზონტზე, მაშინ ადგილი აქვს ჰაერის მნიშვნელოვან დანაკარგებს, რომელმაც შეიძლება მიაღწიოს 40%-ს, ამიტომ ჭაურები იზოლირებული უნდა იყოს ერთმანეთისაგან სამმაგი სავენტილაციო კარებით ან ერთ ტიხრებით.

2. მაღაროს ეზო და მასთან ახლომდებარე გვირაბები.

როდესაც ცენტრალური შეწყვეილებული ჭაურების მაღაროს ეზოები განლაგებულია ერთ ჰორიზონტზე და შეერთებულია გვირაბებით, რომელშიც ჩადგმულია კარები, ჭაურებს შორის მნიშვნელოვანი წნევათა სხვაობის გამო, ჰაერის დანაკარგები აღწევს 20-30%-ს და ამ დანაკარგების შესამცირებლად საჭი-

როა მოვაწყოთ ორმაგი ან სამმაგი ჰერმეტიკულად გაკეთებული სავენტილაციო კარები, რომელიც უნდა იმყოფებოდეს მუდმივი მეთვალყურეობის ქვეშ, ვინაიდან დიდი წნევების ან ქანების გამოფიტვის გამო ხდება მათი ჰერმეტიკულობის დარღვევა და საჭიროა პერიოდული შეკეთება.

3. ტიხრები. დადგენილია, რომ ტიხარში ჰაერის დანაკარგები დამოკიდებულია ტიხრის ორივე მხარეზე წნევათა სხვაობაზე, ტიხრის გეომეტრიულ ზომებსა და ჰერმეტიკულობაზე. ტიხრებში ჰაერის დანაკარგებს ძირითადად ადგილი აქვს ტიხრის ქანებთან შეერთების ადგილას. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ამ ადგილების შელესვა თიხით ან ცემენტით ამცირებს ჰაერის დანაკარგებს 40-80%-ით. პერიოდულად საჭიროა განხორციელდეს ხელახალი შელესვა, ორ თვეში ერთხელ თიხის გამოყენებისას და ექვს თვეში ერთხელ ცემენტის გამოყენებისას.

4. ტიხარი სავენტილაციო კარებით. როგორც ავღნიშნეთ სავენტილაციო კარებში ჰაერის დანაკარგები აღწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს. იგი შესაძლებელია დავიყვანოთ მინიმუმამდე შემდეგი ღონისძიებებით: 1. კარები უნდა დამზადდეს ორმაგი ფიცრისაგან, მათ შორის შუასადების დატანებით; 2. კარების ძირში მიკრული უნდა იყოს ტილოს ან ბრეზენტის ნაჭერი; 3. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ კარები მჭიდროდ იყოს ჩასმული ჩარჩოში.

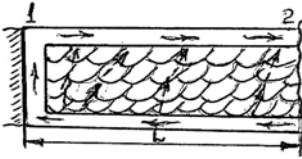
5. კრისინგები (საჰაერო ხიდები). როდესაც გვირაბები ერთმანეთს კვეთენ და ერთ-ერთ მათგანში გადის სუფთა ჰაერი, ხოლო მეორეში – გადაამუშავებული, რომ არ მოხდეს მათი ერ-

თმანეთში შერევა აწეობენ საჰაერო ხიდებს ანუ კროსინგებს. იგი შეიძლება იყოს ხის, ლითონის, ქვის ან ბეტონის. აქ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ კროსინგის ჰერმეტიზაციას. მაგალითად, ხის ბიგებით გამაგრების შემთხვევაში სამაგრი ჩარჩოები უნდა დადგეს მიჯრით და კედლები ამოიფიცროს; თუ კროსინგი ქვისაა, საჭიროა იგი კარგად გაილესოს, ამ შემთხვევაში მკვეთრად მცირდება აგრეთვე აეროდინამიკური წინაღობა.

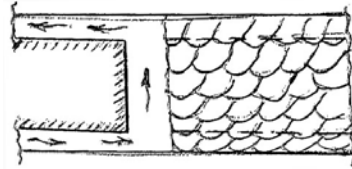
6. სავენტილაციო ჭაური და შახტის ზედაპირული შენობა. მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებით დადგენილია, რომ შახტის ზედაპირულ შენობაში და სავენტილაციო ჭაურის პირის გადამხურავ მოწყობილობებში, ჰაერის შემოწოვა აღწევს მთავარი განიავების ვენტილატორის მწარმოებლურობის 20-30%-ს. მისი შემცირებისათვის საჭიროა: 1. სავენტილაციო ჭაურის ზედაპირული შენობის მოცულობა დაეყვანოს მინიმუმამდე; 2. შენობის კედლები შეილესოს შიგნიდანაც და გარედანაც; 3. ფანჯრები უნდა მოეწყოს ორმაგი ჩარჩოთი; 4. შენობის კარები უნდა იყოს ორმაგი და ჰერმეტიკული; 5. ვენტილატორის არხის ფართან არსებული ღრეწოები გადაეხუროს ფიცრებით და შევლესოს თიხით; 6. არხში ჩასასვლელ ყველა შურფზე უნდა მოეწყოს ჰერმეტიკული თავსახური; 7. სისტემატიურად ვადევნოთ თვალი, რომ არ მოხდეს ფარის დეფორმაცია ან მისი ამოვარდნა მიმართველებიდან; 8. სავენტილაციო ჭავლის გადასაყირავებლად გამოყენებული სარქველები უნდა იყოს ჰერმეტიკული.

13.2. გვირაბების მთელ სიგრძეზე არსებული ჰაერის უწყვეტი დანაკარგები

ამ დანაკარგებიდან ძირითადია დანაკარგები გამომუშავე-



ნახ. 13.1



ნახ. 13.2

ბულ სივრცეში (ნახ. 13.1 და 13.2), რომელიც დამოკიდებულია მრავალ სხვადასხვა ფაქტორზე, როგორცაა: ფენის სისქე, დახრის კუთხე, დამუშავების სისტემა, ზედაპირიდან ფენის ჩაწოლის სიღრმე, შემცველი ქანების თვისებები, ვენტილაციის სქემა და უბნის დეპესია.

გამომუშავებულ სივრცეში ჰაერის დანაკარგები შეიძლება იყოს 10-35% იმ ჰაერის რაოდენობიდან, რომელიც საჭიროა საწმენდი სანგრევის გასანიავებლად.

როგორც ნახ. 13.1-დან ჩანს, სუფთა ჰაერი მიემართება საზიდი შტრეკით საწმენდი სანგრევის სივრცეში, საიდანაც მოკლე გზით გადის სავენტილაციო შტრეკში. დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ გამომუშავებულ სივრცეში ჰაერის გაპარვებს ძირითადად ადგილი აქვს საწმენდი სანგრევიდან 20-25 მ-ის მანძილზე, შემდეგ კი იგი თანდათან მცირდება და საწმენდი სანგრევიდან 100-150 მ მანძილზე პრაქტიკულად ნულის ტოლი ხდება. იმ შემთხვევაში, როდესაც საზიდი და სავენტილაციო შტრეკების გასწვრივ არ ხდება ამოყორვა ან ჭერი არ არის

მთლიანად ჩამოქცეული, მაშინ ჰაერის დანაკარგებს შტრეკის მთელ სიგრძეზე აქვს ადგილი. ნახ. 13.2-ზე გამოსახულია საწმენდი სანგრევის განიავების სქემა გრძელი სვეტებით დამუშავების სისტემის დროს. როგორც აქედან ჩანს, ამ დროს საზიდ და სავენტილაციო შტრეკებს შორის არის ნახშირის ხელუხლებელი მასივი და ჰაერის გაპარვებს გამომუშავებულ სივრცეში ადგილი არ აქვს.

13.3. ჰაერის დანაკარგების შესამცირებელი ღონისძიებები

ჰაერის დანაკარგების შესამცირებლად საჭიროა მთელი რიგი ტექნიკური ღონისძიებების განხორციელება:

1. ვენტილაციის რაციონალური სქემის შერჩევა, რომელიც განსაზღვრავს სავენტილაციო ნაგებობათა რიცხვს და გვირაბების სიგრძეს (შახტის შიგა მინიმალურ დანაკარგებს ადგილი აქვს ვენტილაციის ფლანგური სქემის დროს, ხოლო დანაკარგები მაქსიმალურია – განიავების ცენტრალური სქემის დროს);

2. საერთო-საშახტო დეპრესიის შემცირება, რომელიც ჰაერის დანაკარგების პირდაპირპროპორციულია;

3. განიავებისათვის სტაციონარული სავენტილატორო დანადგარების გამოყენება;

4. ნახშირის შახტებში საველე შტრეკების გაყვანა, ვინაიდან ფუჭი ქანები გაცილებით ცუდად ატარებენ ჰაერს;

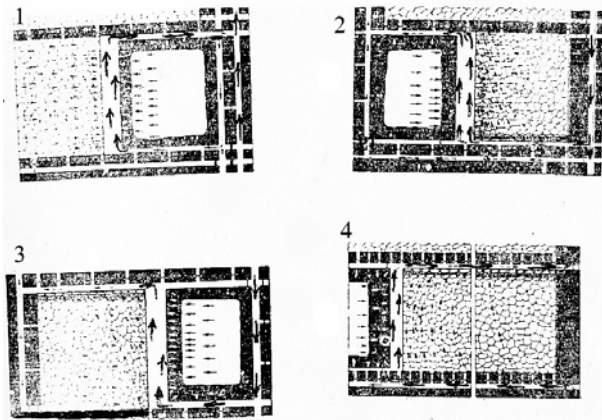
5. მომსახურე პერსონალის მიერ სავენტილაციო ნაგებობების დროული შეკეთება და მუდმივი კონტროლი.

ნაწილი III. სამთო საწარმოთა ვენტილაცია

14. საწმენდი და მოსამზადებელი სანგრევეების ბანიაშება

14.1. გამომუშავებულ სივრცეებთან ჰაერის შეხების ვარიანტები დამუშავების სისტემების მიხედვით

განიავეების ძირითადი ამოცანაა გვირაბებში ჰაერის საჭირო რაოდენობით მიწოდება, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს ხალხის ნორმალური სუნთქვა, მტვრისა და მომწამლავი და ფეთქებადი აირების განზავება და სანგრევეებიდან მათი მოკლე დროის განმავლობაში გამოტანა. საწმენდი სანგრევეების განიავეების ეფექტურობა დიდად არის დამოკიდებული განიავეების სქემაზე. განიავეების სქემა უნდა შეირჩეს ისეთნაირად, რომ სანგრევეში მიწოდებული ჰაერი მაქსიმალურად იქნას გამოყენებული მის გასანიაველად. მაშასადამე, საწმენდი სანგრევეების ნორმალურად განიავეებაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს დამუშავების სისტემას, რომელიც განსაზღვრავს განიავეების სქემას და გამომუშავებულ სივრცეებთან ჰაერის შეხებას, რაზედაც დიდადაა დამოკიდებული საზიდი გვირაბიდან საწმენდ სანგრევეში და გამომუშავებულ სივრცეში ჰაერის მოძრაობის მიმართულება და ჰაერის დანაკარგები. ანსხვაგვარად გამომუშავებულ სივრცესთან ჰაერის ცალმხრივ, ორმხრივ და სამხრივ შეხებას (ნახ. 14.1).



ნახ. 14.1

ამ ნახაზზე 1-ლ შემთხვევაში მოცემულია უკუდაბრუნებით დინებით განიაგების სქემა. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს გამომუშავებულ სივრცესთან ჰაერის ცალმხრივ შესვლას. დამუშავების სისტემა არის გრძელი სვეტებით.

მე-2 და მე-3 შემთხვევებში მოცემულია პირდაპირი დინებით განიაგების სქემა. ამ ორივე შემთხვევაში ადგილი აქვს გამომუშავებულ სივრცესთან ჰაერის ორმხრივ შესვლას. მე-2 შემთხვევაში გამოსახულია დამუშავების მთლიანი სისტემა, ხოლო მე-3 შემთხვევაში – გრძელი სვეტებით დამუშავება.

მე-4 შემთხვევაში მოცემულია უკუდაბრუნებით დინებით განიაგების სქემა. ამ დროს ადგილი აქვს გამომუშავებულ სივრცესთან ჰაერის სამხრივ შესვლას. აქ გამოსახულია ამოსაღები უბნის დამუშავების მთლიანი სისტემა.

განხილული შემთხვევებიდან ყველაზე ეფექტურია გამომუშავებულ სივრცესთან მოძრავი ჰაერის ჭავლის სამხრივი შესება, ვინაიდან ამ დროს, გამოყოფილი მეთანი გამომუ-

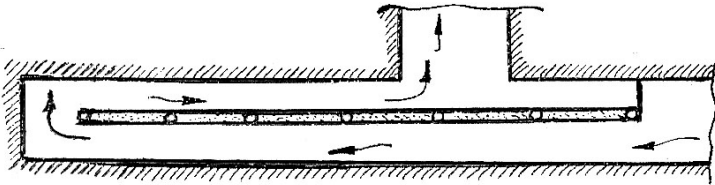
შაგებული სივრციდან ჰაერის დანაკარგებთან ერთად მოკლე გზით გადის სავენტილაციო შტრეკში ლავის მუშა სივრცის გვერდის ავლით. იმ შემთხვევაში, კი როდესაც ჰაერი გამო-მუშაგებულ სირცეს ეხება ერთი მხრიდან, გამომუშაგებული სივრცე თითქმის მთლიანად რჩება გაუნიაგებელი, რაც იწვევს მასში დიდი რაოდენობით აირის დაგროგებას და თუ უეცრად მკვეთრად შემცირდა ბარომეტრული წნეგა ან დაირღვა განიაგების რეჟიმი, შეიძლება მოხდეს ამოსადები უბნის დაგა-ზიანება.

14.2. მოსამზადებელი სანგრეგების განიაგება

განიაგების თგალსაზრისით, მიწისქვეშა გვირაბები იყოფა ორ ჯგუფად: 1. გვირაბები, რომლებიც გამჭოლი ჰაერის ჭავ-ლით ნიაგებებიან; მათ მიეკუთვნება საწმენდი სანგრეგები, გაყვანილი საზიდი და სავენტილაციო შტრეკები. 2. გვირაბები, რომელთაც აქვთ ერთი გამოსასგეფელი; მათი გაყვანის პრო-ცესში სანრეგის გასანიაგებლად სუფთა ჰაერის მიწოდება და გადამუშაგებული ჰაერის უკან დაბრუნება ხორციეფდება ერთი და იგივე გვირაბით. ასეთი გვირაბების სანგრეგებს ყრუ სან-გრეგებს უწოდებენ და მათი განიაგების სხგადასხგა ხერხი არ-სებობს. განვიხილოთ ეს ხერხები ცალ-ცალკე.

14.3. ყრუ სანგრევების განიავება გრძივი ტიხრებით

ეს ხერხი მდგომარეობს შემდეგში (ნახ. 14.2): გაყვანაში მყოფი გვირაბის შუაში (გვირაბის გრძივი ღერძის გასწვრივ), ერთმანეთისაგან 2-3 მ დაშორებით, ვაყენებთ ბიგებს, რომლებიც ორივე მხრიდან უნდა იქნეს ამოფიცრული. მათ შორის ცარიელი სივრცე ივსება ღორღით, თიხით და ა.შ.

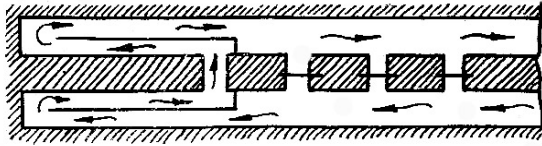


ნახ. 14.2

ასეთი ტიხრების დადებითი მხარეა ის, რომ მოითხოვს მცირე დანახარჯებს და ადვილი მოსაწყობია. უარყოფითი მხარეებია: სამთო წნევების ზემოქმედებით ტიხარი ადვილად იშლება, დიდია ჰაერის დანაკარგები და ხდება გვირაბის სავალი ნაწილის დავიწროება. კაპიტალური გვირაბის გაყვანისას ტიხარი ამოჰყავთ აგურისაგან, რომლის სისქე დამოკიდებულია ტიხრის სიგრძეზე.

14.4. ყრუ სანგრევების განიავება პარალელური გვირაბებით

ამ შემთხვევაში, ძირითადი გვირაბის პარალელურად გაყავთ დამხმარე გვირაბი, რომელიც ემსახურება გადამუშავებული ჰაერის მოცილებას (ნახ. 14.3).

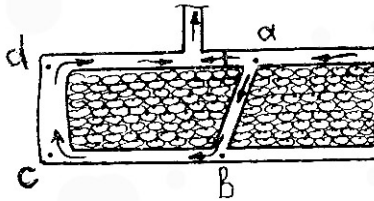


ნახ. 14.3

გვირაბის სიგრძის ყოველი 20-30 მ-ის გაყვანის შემდეგ პარალელური გვირაბები ერთმანეთთან ერთდება გამკვეთებით. გვირაბის სანგრევის წინწაწვეასთან ერთად გაიყვანება ახალი გამკვეთი, ხოლო ძველი კი გადაიკეტება ყრუ ტიხრით. უშუალოდ სანგრევში სუფთა ჰაერის მიწოდება ხორციელდება გრძივი ტიხრებით, სავენტილაციო მილებით ან დამხმარე ვენტილატორებით. ყრუ სანგრევების განიავების ეს ხერხი განსაკუთრებით ეფექტურია დიდი სიგრძის (2-8 კმ) გვირაბების გაყვანის დროს. ამ ხერხის დადებითი მხარეებია: გრძელი გვირაბების ეფექტური განიავება; სანგრევში ჰაერის დიდი რაოდენობით მიწოდება შედარებით ნაკლები დეკრესიის ხარჯზე; არ მოითხოვს შტრეკების დიდ სიგრძეზე გადატისვრასა და გვირაბების შევიწროებას. უარყოფითი მხარეებია: წყვილი გვირაბების გაყვანა მოითხოვს დიდ დანახარჯებს; გამკვეთში ჩადგმულ ტიხრებს დროთა განმავლობაში უჩნდებათ ბზარები, რაც ზრდის ჰაერის დანაკარგებს; გვირაბებს შორის დატოვებული მთელანები სამთო წნევების ზემოქმედებით იშლება, რაც იწვევს ჰაერის დანაკარგების გაზრდას, ხელს უწყობს შახტებში აირების გამოყოფის ინტენსივობის გაზრდას და ხანძრის გაჩენას თვითწვის უნარის მქონე ნახშირის ფენებში.

14.5. ყრუ სანგრევების განიავება გვირაბების ფართო სვლით გაყვანის დროს

ეს ხერხი მდგომარეობს შემდეგში (ნახ. 14.4): ძირითად საზიდ შტრეკში მიეწოდება სუფთა ჰაერი, რომელიც a წერტილში განშტოვდება. ნაწილი სავენტილაციო ფანჯრის გავლით მიდის საწმენდი სანგრევის გასანიავებლად, ხოლო ნაწილი ab გვირაბის გავლით, რომელიც cd სანგრევის წინწაწე-

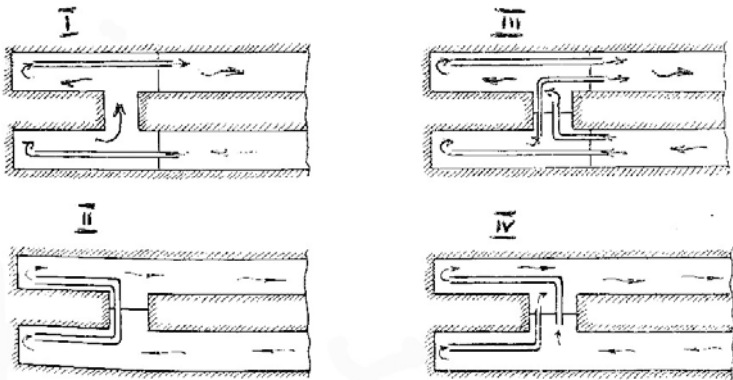


ნახ. 14.4

ვასთან ერთად ეწეობა საყორე ზოლში ყოველ 50 მ-ში, მიემართება cd ყრუ სანგრევის გასანიავებლად. ვინაიდან საზიდ შტრეკში სავენტილაციო ფანჯარა ხელს უშლის მოძრაობას, შეიძლება მის მაგივრად a წერტილში დავდგათ დამხმარე ვენტილატორი, რომელიც სავენტილაციო მილების საშუალებით დაჭირხნის ჰაერს cd სანგრევის გასანიავებლად. ამ ხერხის დადებითი მხარეები იგივეა, რაც გააჩნია პარალელური გვირაბებით ყრუ სანგრევების განიავებას, ხოლო უარყოფითი მხარეა ჰაერის დიდი დანაკარგები.

14.6. ყრუ სანგრევების განიავება სავენტილაციო მილებით

ხშირად ყრუ სანგრევებს ანიავებენ სავენტილაციო მილების საშუალებით. ამჟამად ფართოდ გამოიყენება ლითონის, მატერიის, პლასტმასისა და ტექსტოვინიტის მილები. ყრუ სანგრევებში სავენტილაციო მილებით ჰაერის მიწოდება ხორციელდება შემდეგი სქემების მიხედვით (ნახ. 14.5): ამ ნახაზზე I და II სქემებზე ნაჩვენებია ყრუ სანგრევების განიავება მიმდევრობითი სქემებით. როგორც ამ სქემებიდან ჩანს უფრო მიზანშეწონილია გამოიყენოთ II სქემა, ვინაიდან აქ ტიხარი ჩადგმულია გამკვეთში და ხელს არ უშლის ტრანსპორტის მოძრაობას.



ნახ. 14.5

იმ შემთხვევაში, როდესაც გვირაბები გავყვავს აირიან ფენებში, უსაფრთხოების წესების თანახმად აუცილებელია

სანგრევების განცალკევებული განიავება, რაც შეიძლება განხორციელდეს III ან IV სქემებით. ამ სქემებიდან უპირატესობა უნდა მივიანიჭოთ IV სქემას, ვინაიდან აქ გვაქვს ერთი ტიხარი და ისიც ჩადგმულია გამკვეთში, ხოლო III სქემის დროს გვაქვს სამი ტიხარი, გარდა ამისა ამ სქემაში მიღების რაოდენობაც გაზრდილია.

სავენტილაციო მიღებით ყრუ სანგრევების განიავებისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ მიღების დიამეტრს, რადგან როგორც სქემებიდან ჩანს, საქმე გვაქვს პარალელურ განშტოებასთან და თუ მიღების დიამეტრი არ იქნა სწორად შერჩეული, შეიძლება ერთი სანგრევი დარჩეს სრულად გაუნიავებელი, რაც სახიფათოა.

14.7. ჭაურების სანგრევების განიავება მათი გაყვანის პროცესში

ჭაურების გაყვანისას მათი სანგრევების განიავება ხორციელდება ვენტილატორით, რომელიც დადგმულია მიწის ზედაპირზე და აწვდის ჰაერს სანგრევში სავენტილაციო მიღების საშუალებით. მიღების განლაგება ჭაურში ხორციელდება ორი ხერხით: 1. მიღების ბაგირზე ჩამოკიდებით; 2. ჭაურის სამაგრზე მიღების უძრავად დამაგრებით. პირველი ხერხი გამოიყენება ჭაურების ბეტონით გამაგრების შემთხვევაში, ხოლო მეორე კი – ხით გამაგრების დროს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთი პორიზონტი იმყოფება ექსპლუატაციაში და პარალელურად მიმდინარეობს ჭაურების

ლება მუშა ჰორიზონტი დარჩეს მთლიანად გაუნიაკებელი, რაც დიდ საფრთხესთანაა დაკავშირებული.

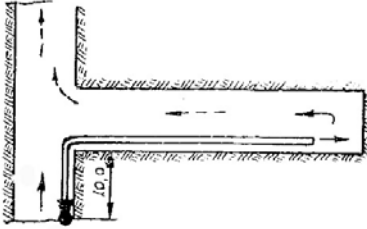
ეს სქემა შეიძლება გამოვიყენოთ, მაშინ როდესაც ჭაურების სანგრევების განიაგება არ მოითხოვს დიდ დეპრესიას, წინააღმდეგ შემთხვევაში სანგრევები უნდა განიაგდეს დამხმარე ვენტილატორების საშუალებით.

14.8. ყრუ სანგრევების განიაგება დამხმარე ვენტილატორებით

ყრუ სანგრევების განიაგება დამხმარე ვენტილატორებით ხორციელდება სამი ხერხით: დამჭირხნი, შემწოვი და კომბინირებული. განვიხილოთ ისინი ცალ-ცალკე.

1. დამჭირხნი განიაგება მდგომარეობს შემდეგში (ნახ. 14.7): მთავარ გვირაბში, რომელშიც ჰაერი მოძრაობს საერთო საშახტო დეპრესიის ხარჯზე, განშტოებიდან არანაკლებ 10 მ მანძილზე ვდგამთ დამხმარე ვენტილატორს, რომელიც სავენტილაციო მილებით ჭირხნის ჰაერს სანგრევში. ვენტილატორის დაყენება სავენტილაციო ჰორიზონტზე შეიძლება მაშინ, როდესაც მეთანის რაოდენობა გვირაბის ჰაერში არ აღემატება 0,5%-ს. ამ ხერხის დადებითი მხარეებია: 1. სავენტილაციო მილიდან გამოსული ჰაერის ჭავლი მოძრაობს სწორხაზოვნად 10-15 მ მანძილზე, რაც უზრუნველყოფს სუფთა ჰაერის შესამიან და ფეთქებად აირებთან ინტენსიურ შერევას და სანგრევიდან მათი მოკლე დროის განმავლობაში გამოტანას; 2. ცნობილია, რომ აირიან მადარობებში მეთანის გამოიყოფა არა მარტო

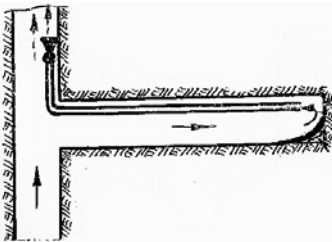
სანგრევის გულიდან, არამედ შტრეკის მთელ სიგრძეზე გაშიშვლებული ზედაპირიდან და, ვინაიდან ამ ხერხის გამოყენებისას სუფთა ჰაერის ჭავლი მიეწოდება სავენტილაციო



ნახ.14.7

მიღებით, ადგილი არა აქვს შტრეკის მთელ სიგრძეზე გამოყოფილი აირების მიტანას სანგრევეში. ამ ხერხის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ვიდრე სანგრევეში გამოყოფილი მომწამლავი და ფეთქებადი აირები არ იქნება განდევნილი გვირაბის მთელ სიგრძეზე, სანგრევეში მუშაობის განახლება დაუშვებელია.

2. შემწოვი განიავება. ისევე, როგორც დამჭირხნი განიავების დროს, ამ შემთხვევაშიც დამხმარე ვენტილატორი იდგმება საერთო-საშახტო დეპრესიის ხარჯზე განიავებულ მთავარ გვირაბში (ნახ. 14.8), რომელიც სავენტილაციო მიღებით იწოვს ჰაერს სანგრევის გულიდან. ამ ხერხის დადებითი მხარეებია: 1. გვირაბის მთელ სიგრძეზე მოძრაობს სუფთა ჰაერი

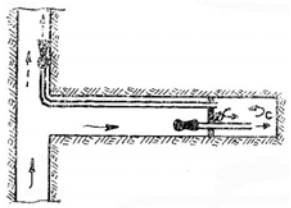


ნახ.14.8

და ამიტომ არ არის აუცილებელი მომუშავეთა მთავარ გვირაბში გამოყვანა; 2. შესაძლებელია სანგრევის განიავებას შევუთავსოთ სხვა ოპერაციებიც, როგორცაა ლიანდაგის შეკეთება, გვირაბის გადამაგრება და ა.შ. ამ ხერხის უარყოფითი მხარეებია: 1. სუფთა ჰაერი მიაღ-

წევს რა სავენტილაციო მილის ბოლოს, მაშინვე უხვევს მილისაკენ და ნაწილი სანგრევისა რჩება გაუნიავებელი (დაშტრიხული ნაწილი); 2. გვირაბის მთელ სიგრძეზე, ფენის გაშიშვლებული ზედაპირიდან გამოყოფილი აირები ნაწილობრივ მიყვება სუფთა ჰაერის ჭავლს სანგრევისაკენ; 3. სანგრევის აფეთქებისას სავენტილაციო მილის სანგრევთან ახლოს მიყვანა შეუძლებელია, რათა მილი არ დაზიანდეს.

3. კომბინირებული განიავება. (ნახ. 14.9) ამ დროს მთავარ გვირაბში დგას ვენტილატორი, რომელიც სავენტილაციო მილების საშუალებით იწოვს სანგრევიდან მომწამლავ და ფეთქებად აირებს. ხოლო თვით გაყვანაში მყოფ გვირაბში დგას მეორე ვენტილატორი, რომელიც მუშაობს დაჭირხენაზე და უზრუნველყოფს სანგრევიდან გამოყოფილი შხამიანი და მომწამლავი აირების მიწოდებულ სუფთა ჰაერში სწრაფ განზავებას და მოკლე დროის განმავლობაში გამოდევნას. დაჭირხენაზე მომუშავე ვენტილატორი დამონტაჟებულია სპეციალურ გადასაადგილებელ ურიკაზე, რათა სანგრევის წინააღმდეგობის



ნახ.14.9

ერთად მოხდეს ვენტილატორის გადაადგილება. ამასთან ერთად მატულობს შემწოვი მილსადენის სიგრძე. იმისათვის, რომ არ მოხდეს ჰაერის მოძრაობა C წერტილიდან D წერტილისაკენ, გაყვანაში მყოფ გვირაბში

აყენებენ ტიხარს ან ბრეხენტის ფარდას.

15. სავენტილაციო ნაგებობანი

მაღაროებში ჰაერის ჭავლის რეგულირება ხორციელდება სავენტილაციო ნაგებობების საშუალებით, რომლებიც თავისი დანიშნულების მიხედვით იყოფიან ორ ჯგუფად: 1. სავენტილაციო ნაგებობანი, რომლებიც ჰაერს ატარებენ – ვენტილატორის არხი, კროსინგი და სავენტილაციო ფანჯარა; 2. ნაგებობანი, რომელთა საშუალებითაც ხდება ჰაერის ჭავლის გადაღობვა – ტიხრები, სავენტილაციო კარები, რაბი, საშახტო სარკველი და ჭაურის ზედაპირული ჰერმეტიკული შენობა.

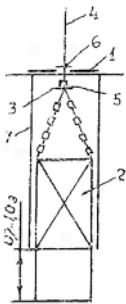
ამ ნაგებობებიდან ზოგიერთი ჩვენ ადრე განვიხილეთ (იხ. 13.1 – ჰაერის ადგილობრივი დანაკარგები), ამიტომ ეხლა განვიხილოთ დანარჩენი ნაგებობანი:

1. ვენტილატორის არხი. ზედაპირზე განლაგებული მთავარი სავენტილატორო დანაგდგარები სავენტილაციო ჭაურთან ახლოს არიან მოთავსებული და უერთდებიან მათ ვენტილატორის არხით. არხი ატარებს ვენტილატორის მიერ მაღაროდან შეწოვილ ან მაღაროში დაჭირხნულ მთელ ჰაერის რაოდენობას და მისი არასწორი დაგეგმარების დროს ადგილი აქვს აეროდინამიკური წინააღობის საგრძნობ ზრდას და დიდ ჰაერის დანაკარგებს. ამიტომ არხის კედლები უნდა იყოს ჰაერგაუმტარი და ახასიათებდეს რაც შეიძლება მინიმალური აეროდინამიკური წინააღობა, რისთვისაც აუცილებელია: 1. არხის კვეთი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ მასში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე არ აღემატებოდეს 15 მ/წმ; 2. არხისა და სავენტილაციო ჭაურის შეუდლების ადგილი ისე უნდა იყოს მოწყობილი,

რომ არ ახასიათებდეს მკვეთრი მოხვევა, უეცარი გაფართოება ან შევიწროება; 3. არხი უნდა იყოს მინიმალური სიგრძისა და გლუვკედლებიანი.

2. რაბი წარმოადგენს გვირაბის უბანს, რომელიც მოთავსებულია ორ სავენტილაციო კარებს შორის. მისი დანიშნულებაა გაატაროს ხალხი და ტრანსპორტი ვენტილაციის რეჟიმის დაურღვევლად. განიავების ცენტრალური სქემის დროს სასკიპე და საგაღე ჭაურების შემაერთებელ გვირაბში უნდა განთავსდეს მინიმუმ სამი სავენტილაციო კარებისაგან შემდგარი ორი საჰაერო რაბი.

3. საშახტო სარქველები. როდესაც სავენტილაციო ჭაურში წარმოებს ტვირთის ზიდვა, იმისათვის, რომ არ ჰქონდეს ადგილი ჰაერის დანაკარგებს, ჭაურის პირთან ეწყობა საშახტო სარქველები ან იგება ზედაპირული პერმეტული შენობა. საშახტო სარქველი (ნახ. 15.1) წარმოადგენს სახურავს, რომლითაც გადახურულია ჭაურის პირი ყველა შემთხვევაში, როდესაც საზიდი ჭურჭელი იმყოფება ჭაურის პირის ქვევით. როდესაც საზიდი ჭურჭელი ამოდის ზევით და უახლოვდება ჭაურის პირს, სარქველი 1 იღება ამწვე ბაგირზე დამაგრებული დისკოს 3 საშუალებით.

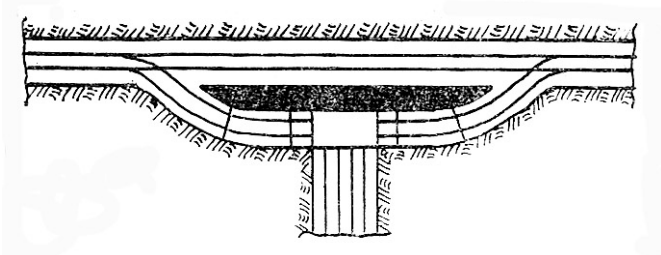


ნახ.15.1

იმისათვის, რომ დისკოს დარტყმა სარქველზე შევარბილოთ, აუცილებელია წნევა სარქველის ორივე მხარეზე გავათანაბროთ, რისთვისაც ქუროს 5 საშუალებით ჯერ იღება პატარა სახურავი 6 და შემდეგ სარქველი 1.

სარქველის ჰერმეტიზაციის გაზრდის მიზნით გალის ორჯერადი სიმაღლის სიდრმეში ჭაურის პირიდან მოწყობილია ხვრელი 7, რომელშიც შედის გალი. როდესაც გალი გასცდება ჭაურის პირს, ეს უკანასკნელი იხურება გალის ძირში მოწყობილი ფართით.

4. ბუფეტი წარმოადგენს ჰაერის გადამღობ სავენტილაციო ნაგებობას, რომელიც ეწეობა საზიდი შტრეკისა და ქანობის (ბრემსბერგის) შეუღლების ადგილებში. იგი კეთდება ხის ან აგურის კედლებისაგან, რომლის ორივე მხარეზე ჩადგმულია



ნახ. 15.2

ორ-ორი სავენტილაციო კარები ხალხის სასიარულოდ და ტვირთის გასატარებლად. ბუფეტის ძირითადი დანიშნულებაა არ გაატაროს ჰაერი საზიდ შტრეკიდან ქანობში (ბრემსბერგში).

16. განიავების კონტროლი და დეპრესიული აგეგმვა

განიავების კონტროლის ძირითადი ამოცანებია: 1. მიწის ზედაპირიდან შახტში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობის გაზომვა, აგრეთვე ჰაერის რაოდენობის გაზომვა ცალკეულ გვირაბში, სანგრევეში, ამოსაღებ უბანში, ვენტილატორის არხში

და ა.შ. 2. მალაროს ჰაერში შემაჯავლი ფეთქებადი და მომწამ-
ლავი აირების კონცენტრაციის გაზომვა, აგრეთვე გვირაბებში
მტერის კონცენტრაციის დადგენა; 3. ქანებისა და მიწისქვეშა
გვირაბების ჰაერის ტემპერატურის გაზომვა, განსაკუთრებით
ღრმა ჰორიზონტებზე მუშაობისას; 4. დეპრესიის გაზომვა
ცალკეულ გვირაბში, ამოსადებ უბანში, ამოსადებ ფრთებზე და
მთლიანად შახტში.

16.1. ჰაერის რაოდენობის და მისი მოძრაობის სინქარის კონტროლი

უკანასკნელი 35-40 წლის მანძილზე ჰაერის მოძრაობის
სინქარის გასაზომად შეიქმნა სხვადასხვა კონსტრუქციის ელექ-
ტროანემომეტრები, მაგრამ შახტებში არსებული სპეციფიკური
პირობების გამო მათ ვერ ჰპოვეს გავრცელება და სამთო სა-
წარმოებში ჰაერის მოძრაობის სინქარე იზომება ფრთებიანი ან
ჯამებიანი ანემომეტრებით.

ჰაერის მოძრაობის სინქარის გაზომვა წარმოებს სპეცია-
ლურად მოწყობილ საზომ სადგურებში. საზომი სადგური ეწ-
ელება გვირაბის სწორ უბანზე, სადაც გვირაბს არ ახასიათებს
უეცარი შევიწროება ან გაფართოება, ხოლო გვირაბის დამაგ-
რება არის წესიერ მდგომარეობაში. საზომი სადგურის კედ-
ლები მჭიდროდ უნდა იყოს ამოფიცრული, რათა ადგილი არ
ჰქონდეს ჰაერის გაპარვებს. სადგურის კედელზე დამაგრებული
უნდა იყოს დაფა, რომელზედაც აღინიშნება სადგურის ნომე-

რი, გვირაბის განივი კვეთი, გაზომილი ჰაერის რაოდენობა, გაზომვის ჩატარების თარიღი და გამზომის ხელმოწერა.

საზომი სადგური ეწყობა კაპიტალურ გვირაბში, ამოსადები უბნის შემავალ და ამომავალ ჰაერის ჭავლებზე, ვენტოლატორის არხში და საერთოდ ყველგან, სადაც საჭიროა გამავალი ჰაერის რაოდენობის ცოდნა. ამა თუ იმ გვირაბში გამავალი ჰაერის რაოდენობის გაზომვის შედეგები გარდა საზომ სადგურში მოთავსებული დაფისა, უნდა დაფიქსირდეს ვენტოლაციისა და უსაფრთხოების ტექნიკის უბანში არსებულ სპეციალურ ჟურნალში. ყველა ცვლილება, რომელიც მოხდება მდაროს განივების სქემაში, დაუყონებლივ უნდა იქნეს დატანილი მდაროს ვენტოლაციის სქემაზე.

ასეთნაირად ცალკეულ გვირაბში გაზომილი ჰაერის რაოდენობის მიხედვით დგება მდაროს საპაერო ბალანსი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რომელ გვირაბში, რომელ უბანზე და მთლიანად მდაროში რამდენი ჰაერი გადის.

16.2. მდაროს ჰაერის შემადგენლობის კონტროლი

ატმოსფერული ჰაერი, რომელიც მდაროში მიეწოდება მიწის ზედაპირიდან, გვირაბებში მოძრაობის დროს განიცდის ცვლილებებს, რაც ძირითადად გამოიხატება მის შემადგენლობაში ჟანგბადის შემცველობის შემცირებით და ნახშირმჟავა აირის შემცველობის გაზრდით. გარდა ამისა, ჰაერს ემატება სხვადასხვა ფეთქებადი და მომწამლავი აირები, რომლებიც მდაროში გამოიყოფა: მეთანი, ნახშირჟანგი, გოგირდწყალბადი,

გოგირდოვანი აირი, წყალბადი, აზოტის ოქსიდები, ამიაკი, აკროლეინი და სხვ.

ჰაერში აღნიშნული აირების შემცველობის პროცენტული რაოდენობის დადგენა ხორციელდება სხვადასხვა აირანალიზატორებით. მაგალითად, IX-1 და VI-2 ტიპის ანალიზატორით შეგვიძლია დავადგინოთ ჰაერში CO, CO₂, H₂S და SO₂-ის პროცენტული შემცველობა. ამ აირანალიზატორების ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ინდიკატორული მილაკი სხვადასხვა ქიმიური რეაქტივებით. მისი მოქმედების პრინციპი შემდეგია: ინდიკატორულ მილაკში მოთავსებული ქიმიური რეაქტივი იცვლის ფერს ამა თუ იმ აირის მოქმედების დროს. მილაკში რეაქტივის ფერის შეცვლის სიგრძე დამოკიდებულია ჰაერში აირის პროცენტულ შემცველობაზე.

უსაფრთხოების წესების თანახმად მადაროების ჰაერში შემცველი მომწამლავი და ფეთქებადი აირების კონტროლი წარმოებს შემდეგ ვადებში: უაირო მადაროებში – თვეში ერთხელ; აირის მიხედვით I და II კატეგორიის შახტებში – თვეში ორჯერ; III და ზეკატეგორიის შახტებში – თვეში სამჯერ.

აგრეთვე უსაფრთხოების წესების თანახმად, მადაროს ჰაერში შემცველი მეთანის (CH₄) კონცენტრაციის გაზომვა წარმოებს: I და II კატეგორიის მადაროებში – ცვლაში ორჯერ, ხოლო III და ზეკატეგორიის მადაროებში – ცვლაში სამჯერ.

ისეთ შახტებში რომლებშიც ფართედ გამოიყენება ფეთქებადი მასალები, ჰაერის ანალიზი აზოტის დიოქსიდისა (NO₂) და ნახშირჟანგის (CO) რაოდენობის დასადგენად უნდა ჩატარ-

დეს არანაკლებ თვეში ორჯერ, მადნეულის მომპოვებელ მაღაროებში – არანაკლებ თვეში ერთხელ.

მაღაროების აირსიუხვის მიხედვით კატეგორიის დადგენა უნდა მოხდეს წელიწადში ერთხელ.

მტვრის მიხედვით საშიშ მაღაროებში გვირაბის კედლებზე დალექილი მტვრის ანალიზი უნდა ჩატარდეს სამ თვეში ერთხელ, ხოლო ინერტული მტვრის ანალიზი – თვეში ერთხელ.

ისეთ ადგილებში, სადაც განუწყვეტილვ გამოიყოფა მტვერი, საჭიროა მტვრის ანალიზი ჩატარდეს ყოველდღიურად.

16.3. დეპრესიული აგეგმვა

მაღაროს საერთო დეპრესიის გაზომვით შეუძლებელია ვაკონტროლოთ თუ როგორ ნაწილდება დეპრესია ცალკეულ გვირაბებში, ამოსადებ უბნებსა და მთლიანად მაღაროში, მისი ცოდნა კი აუცილებელია რათა გავანაწილოთ ჰაერი საჭიროების მიხედვით, გამოვაგვლინოთ ადგილები, რომლებსაც გააჩნიათ დიდი აეროდინამიკური წინაღობა და დავსახოთ ღონისძიებანი მათი ლიკვიდაციისათვის. სამუშაოებს, რომლებიც მიმართულნი არიან გვირაბებში დეპრესიების განაწილების შესწავლისაკენ, დეპრესიული აგეგმვა ეწოდება.

დეპრესიული აგეგმვის მეთოდის მდგომარეობს შემდეგში: მაღაროს განიავების სქემაზე ვირჩევთ მაქსიმალური დეპრესიის გზას (გზას, რომელზედაც არ დგას სავენტილაციო ნაგებობები) და ამ გზაზე დაგვაქვს პირობითი ნიშნები, სახომ პუნ-

ქტებში ჰაერის ჭავლის მოძრაობის მიმართულების ჩვენებით. ეს გზა დგება საგაღე ჭაურის პირიდან ვენტილატორის არხის მიწის ზედაპირზე გამოსავალ წერტილამდე, ანუ ჰაერის ჭავლის შახტში ჩასვლის წერტილიდან შახტიდან მიწის ზედაპირზე ჰაერის ჭავლის ამოსვლის წერტილამდე. შემდეგ ვზომავთ დეპრესიებს ჰაერის მოძრაობის არჩეულ გზაზე ყოველ ორ მეზობელ პუნქტს შორის, რის შემდეგაც ვაჯამებთ მიმდევრობით ჩართული გზის უბნების დეპრესიებს და ვიღებთ არჩეული სავენტილაციო გზის სრულ დეპრესიას.

დეპრესიული აგეგმვითი სამუშაოების ჩატარება შეიძლება განვასხორციელოთ ბარომეტრ-ანეროიდით, მიკრომანომეტრით, მიკრობარონიველირით ან დეპრიმომეტრით.

16.4. შახტის მთლიანი დეპრესიის გაანგარიშება

შახტის განიავების სქემის შედგენისა და ცაკეულ გვირაბში ჰაერის განაწილების შემდეგ შეგვიძლია შევუდგეთ შახტის მთლიანი დეპრესიის ანგარიშს შემდეგი ფორმულით

$$h_{\text{შახტ}} = h_1 + h_2 + \dots + h_n, \quad (16.1)$$

სადაც h_1, h_2, \dots, h_n არის მიმდევრობით ჩართული გვირაბებისა და უბნების დეპრესიები.

თითოეული გვირაბის ან უბნის დეპრესია იანგარიშება ფორმულით

$$h = \alpha \cdot \frac{P \cdot L}{S^3} \cdot Q^2 \quad (16.2)$$

დეპრესია უნდა ვიანგარიშოთ შახტში არსებულ ყველა დამოუკიდებელ ჰაერის ჭავლზე და გამოთვლილი დეპრესიებიდან საანგარიშოდ ანუ მთავარი განიავების ვენტილატორის შესარჩევად ვიღებთ ყველაზე მაქსიმალურ დეპრესიას.

იმის გამო, რომ ჰაერის მოძრაობის ყველა დამოუკიდებულ გზაზე მიიღება სხვადასხვა დეპრესია, ხოლო ჩვენ კი ვიცით, რომ პარალელური განშტოების ძირითადი კანონის თანახმად, ყველა პარალელური გზის დეპრესია უნდა იყოს ერთმანეთის ტოლი, მათ გათანაბრებას ვახდენთ სავენტილაციო ფანჯრების საშუალებით. რომელიმე გზაზე დადგმული ფანჯრის დეპრესია ტოლი უნდა იყოს მაქსიმალური დეპრესიისა და მოცემული გზის დეპრესიას შორის სხვაობისა.

თითოეული გზის დეპრესიას ვამატებთ 10-15%-ს ადგილობრივი წინაღობების მიერ გამოწვეული წნევის დანაკარგებს და მივიღებთ მოცემული გზის სრულ დეპრესიას.

თუ ასეთი ანალიზის შედეგად გამოჩნდება, რომ ერთ ან რამდენიმე გვირაბში დეპრესია ძალიან დიდია, საჭიროა მივიღოთ ზომები მის შესამცირებლად. იგი შეიძლება შევამციროთ გვირაბის კედლების სიმქისის შეცვლით, კვეთის გადიდებით, პარალელური გვირაბის გაყვანით და სხვა ღონისძიებებით.

16.5. შახტის მაქსიმალური და მინიმალური ექვივალენტური ხერელების ანგარიში

როდესაც შახტი შედის ექსპლუატაციაში, საწმენდი სანგრევეები ყოველდღიურად წინ მიიწევენ შახტის ველის ცენტრიდან საზღვრებისაკენ, იზრდება გვირაბების სიგრძე, მათი წინაღობა და ცხადია, როდესაც საწმენდი სანგრევეები მიაღწევენ შახტის ველის საზღვრებს, გვექნება მაქსიმალური წინაღობა, ე.ი. $h_{აქს}$. ამ მსჯელობიდან ჩანს, რომ შახტის ექსპლუატაციაში შესვლისას ადგილი ექნება მინიმალურ დეპრესიას $h_{მინ}$. რაც შეეხება შახტის ექვივალენტური ხერელის ცვლილებას, ანალოგიური მსჯელობით მივიღებთ, რომ როდესაც საწმენდი სანგრევეები გადაადგილდებიან შახტის ველის ცენტრიდან საზღვრებისაკენ, გვირაბების სიგრძე და მათი წინაღობა იზრდება, ე.ი. ექვივალენტური ხერელის სიდიდე თანდათან მცირდება და ღებულობს მის მინიმალურ მნიშვნელობას $A_{მინ}$, როდესაც საწმენდი სანგრევეები მიაღწევენ შახტის ველის საზღვრებს. ამ მსჯელობიდან ცხადია, რომ შახტის ექსპლუატაციის დასაწყისში ექვივალენტურ ხერელს აქვს მაქსიმალური მნიშვნელობა $A_{აქს}$. აღნიშნული მსჯელობის თანახმად შახტის მაქსიმალური და მინიმალური ექვივალენტური ხერელების სიდიდეები შეგვიძლია ვიანგარიშოთ ფორმულებით

$$A_{маqs} = \frac{0,38 \cdot Q}{\sqrt{h_{min}}};$$

$$A_{min} = \frac{0,38 \cdot Q}{\sqrt{h_{маqs}}}. \quad (16.3)$$

17. კარიერების ხელოვნური ვენტილაცია

17.1. კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის ხერხები

კარიერების ხელოვნური ვენტილაცია აუცილებელია ყველა იმ შემთხვევაში, როდესაც კარიერში ჰაერცვლის ინტენსივობა არასაკმარისია სამუშაოთა წარმართვის ადგილზე ატმოსფეროს ნორმალური სანიტარულ-ჰიგიენური მდგომარეობის შესანარჩუნებლად.

კარიერებში მავნებლების დაგროვებას ხელს უწყობს შემდეგი პირობები: 1. ზედაპირზე ქარის ნაკადის ენერჯის შემცირება; 2. ადიაბატურზე ნაკლები ვერტიკალური ტემპერატურული გრადიენტების წარმოქმნა; 3. კარიერების ატმოსფეროში მავნებლების გამოყოფის ინტენსივობის მომატება.

კარიერის ხელოვნური ვენტილაციის ქვეშ იგულისხმება ადამიანის ნებისმიერი მიზანმიმართული მოქმედებით კარიერში ჰაერცვლის ინტენსიფიკაცია. ამ განმარტების საფუძველზე კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის ყველა არსებული ხერხი შეიძლება დაყვით ორ კლასად – ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაციის ხერხები და თვით ხელოვნური ვენტილაციის ხერხები.

ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაციის ხერხებს განეკუთვნება: 1. გეგმაში კარიერის სწორი ორიენტაციის შერჩევა; 2. კარიერების, განიავების ფაქტორის მხრივ, ყველაზე უფრო რაციონალური ზომების შერჩევა; 3. კარიერის სიახლოვეს მიწის ზედაპირზე ხელოვნური ნაგებობების შექმნა, რომლებიც

ზრდიან ქარის ნაკადის სინქარესა და ტურბულიზაციას; 4. სპეციალურ მოცულობებში სითბოს აკუმულირება (დაგროვება); 5. ქანების სიღრმული სითბოს გამოყენება.

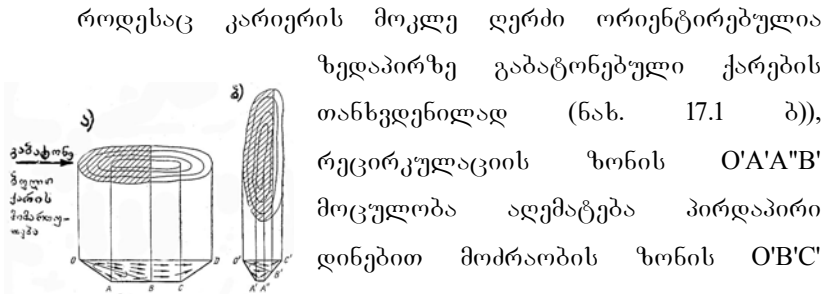
კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის უშუალო ხერხებია: 1. ვენტილაცია მიღებისა და გვირაბების საშუალებით; 2. ვენტილაცია თავისუფალი ჭავლების საშუალებით, რომლებიც იქმნება სპეციალური სავენტილაციო დანადგარებით (იზოთერმული ან არაიზოთერმული ჭავლები), აგრეთვე სითბოს წყაროებით (კონვექციური ჭავლები).

17.2. კარიერებში ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაცია

კარიერებში ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაცია ყოველთვის სასურველია, ხოლო – ის აუცილებელია ღრმა კარიერებში. ჰაერცვლის ინტენსიფიკაციის სხვადასხვა საშუალებების გამოყენების აუცილებელი პირობაა მიწის ზედაპირზე ჰაერის ინტენსიური მოძრაობის არსებობა. აქედან გამომდინარე ყველა ეს საშუალება ამჟამად წარმოადგენს კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის დამხმარე საშუალებებს.

კარიერის ორიენტაცია გეგმაში. კარიერში ჰაერცვლის ინტენსიფიცირება შესაძლებელია მისი გრძელი ღერძის გეგმაში ორიენტირებით ზედაპირზე გაბატონებული ქარების მიმართულების მიხედვით (თუ ამის საშუალებას იძლევა სასარგებლო წიაღისეულის ჩაწოლა). ნახ. 17.1 ა)-დან ჩანს, რომ ამ დროს ჰაერცვლის ნაკლები ინტენსივობის მქონე რეცილკულაციის

ზონის OAB-ის მოცულობა შედარებით მცირეა, ვიდრე პირდაპირი დინებითი მოძრაობის ზონა OBCD-ს მოცულობა. ამ შემთხვევაში რეცირკულაციის ზონის ფართი გეგმაში შეადგენს კარიერის ფართის დაახლოებით ნახევარს (დაშტრიხული ფართი).



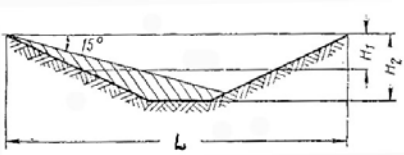
ნახ.17.1

როდესაც კარიერის მოკლე ღერძი ორიენტირებულია ზედაპირზე გაბატონებული ქარების თანხვედნილად (ნახ. 17.1 ბ)), რეცირკულაციის ზონის O'A'A''B' მოცულობა აღემატება პირდაპირი დინებით მოძრაობის ზონის O'B'C' მოცულობას, ხოლო რეცირკულაციის ზონის ფართი გეგმაში, შეადგენს კარიერის მთლიანი ფართის 70-80%-ს. ამის შედეგად ბ) შემთხვევაში კარიერებში ბუნებრივი ჰაერცვლა გაძნელებულია.

კარიერის ზომები. კარიერის ზომების შესაბამისი შერჩევა ხელს უწყობს მის ატმოსფეროში ჰაერცვლის გაუმჯობესებას. ამ მხრივ განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს თამაშობს კარიერის ფერდოს დაქანების კუთხის შემცირება. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია მივიღოთ ისეთი დაქანების კუთხე, რომ კარიერში დამყარდეს მეტად ეფექტური განიავების პირდაპირი დინებითი სქემა.

გარდა ამისა, განიავებაზე დიდ გავლენას ახდენს კარიერის სიღრმე. რაც უფრო ღრმაა კარიერი, მით მცირეა კარიერის შიგნით ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე და, შესაბამისად, ცუდია ჰაერცვლა კარიერში.

კარიერში ჰაერცვლის ინტენსივობა დამოკიდებულია აგრეთვე კარიერის სიღრმის (H), ქარის მოქმედების



ნახ.17.2

მიმართულებით კარიერის სიგრძესთან (L) ფარდობაზე. სხვა თანაბარი პირობების დროს რაც ნაკლებია ფარდობა H/L, მით უფრო „ბრტყელია“

კარიერი და ადვილად გასანიავებელია.

ნახ. 17.2-ზე მოცემულია კარიერის გამომუშავების ორი

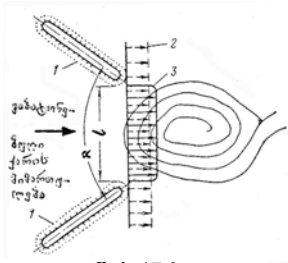
სტადია: $H_1/L = 0,1$ და $H_2/L = 0,2$. როგორც ჩანს ფარდობის

H/L გაზრდასთან ერთად, კარიერის სულ უფრო მეტი ნაწილი ხვდება რეცირკულაციის ზონაში (დაშტრიხული ფართი), ხოლო

როდესაც $H/L = 0,3$, ანუ უფრო ქვედა ჰორიზონტზე მუშაობისას, ყველა ქვედა ჰორიზონტი ხვდება რეცირკულაციის ზონაში, ანუ ცუდად განიავებულ ზონაში.

სავენტილაციო ნაგებობები მიწის ზედაპირზე. კარიერების ვენტილაციის გაუმჯობესება შესაძლებელია მიწის ზედაპირზე სანაყაროს ტიპის ნაგებობების მოწყობის გზით, რომლებიც ახდენენ ჰაერის ნაკადის ტურბულიზაციასა და კარიერის სივრცისაკენ მიმართვას. ამ მიზნით შესაძლებელია გამოვიყენოთ აგრეთვე კარიერის სიახლოვეს განლაგებული შენობები. აღნიშნული ნაგებობები, რომელთაც სხვანაირად ჰაერმიმართველებსაც უწოდებენ, საშუალებას იძლევიან ქარის ნაკადის სინქარე გაეზარდოს 10-20%-ით (ნახ. 17.3). აღნიშნულ ნაგებობებს შორის უმცირესი მანძილი l არ უნდა აღემატებოდეს

კარიერის სივანეს. ნაგებობებს შორის α კუთხის ოპტიმალური სიდიდე არის დაახლოებით 70° .



ნახ.17.3

გაბატონებული ქარის მიმართულებით კარიერის წინ განლაგებული შენობები და სანაყაროები, ზრდიან ჰაერის ტურბულიზაციას, რაც ზრდის კარიერში მიწოდებული ქარის ნაკადის გაშლის კუთხეს. ამის საშუალებით

მცირდება რეცირკულაციის ზონის მოცულობა და უმჯობესდება კარიერის განიავება. ასეთი სანაყაროების დაშორება კარიერის პირიდან სანაყაროების ათჯერადი სიმაღლის ტოლი უნდა იყოს.

სითბოს აკუმულირება სპეციალურ მოცულობებში. ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაციის ეს ხერხი დამყარებულია სპეციალურ მოცულობებში მყოფი სითბოგადამტანების მიერ სითბოს დაგროვებაზე. ამ მიზნით შესაძლებელია გამოვიყენოთ წყლიანი ლითონის ავზები. სითბოგადამტანი ახდენს მზის რადიაციის თბური ენერგიის აკუმულაციას დღის განმავლობაში, ხოლო შემდეგ, საღამოსა და ღამის საათებში ამ დაგროვილ სითბოს გადასცემს ჰაერს, ათბობს მას და ამით ამცირებს ღამის ინვერსიების საშიშროებას.

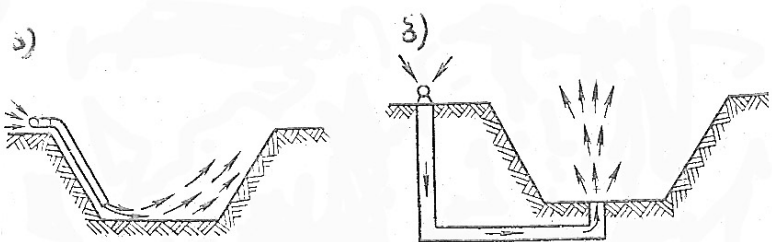
ქანების სიღრმული სითბოს გამოყენება. ცნობილია, რომ ზედაპირიდან მიწის სიღრმეში ჩასვლისას ქანების ტემპერატურა იმატებს. ინვერსიის განვითარების თავიდან აცილებისა და ჰაერცვლის ინტენსიფიკაციის მიზნით კარიერში ჰაერის გასათბობად შესაძლებელია გამოვიყენოთ ქანების მასივში

არსებული სითბო. ამ მიზნით რეკომენდებულია ზედაპირიდან გარკვეულ სიღრმეში გავიყვანოთ მიწისქვეშა გვირაბები, რომლებშიც უნდა გავატაროთ ატმოსფერული ჰაერი. ამ შემთხვევაში, გვირაბის თბილ კედლებთან ატმოსფერული ჰაერის კონტაქტებისას ხდება ჰაერის გათბობა და კარიერის სივრცეში მისი მოხვედრისას წარმოებს ატმოსფეროს გათბობა და კარიერში ჰაერცვლის გაუმჯობესება.

ამ ხერხის გამოყენებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ დროთა განმავლობაში, გვირაბის გარშემო მყოფი ქანების ტემპერატურა მცირდება, მათი ჰაერით გაცივების შედეგად, რის გამოც აღნიშნული ხერხის ეფექტურობა მცირდება.

17.3. კარიერების განიავება მიწებისა და გვირაბების საშუალებით

ხელოვნური ვენტილაციის ამ ხერხის გამოყენებისას კარიერის ფერდებზე ამონტაჟებენ მილსადენებს ან ზედაპირიდან ფერდების ან კარიერის ძირის მიმართულებით გაყავთ გვირაბები.



ნახ. 17.4

ნახ. 17.4-ზე გამოსახულია კარიერის ვენტილაციის სქემა ვენტილატორის დაჭირხვნაზე მუშაობის დროს. მიწის ზედაპირზე აღებული სუფთა ატმოსფერული ჰაერი სავენტილაციო დანადგარის საშუალებით იჭირხნება მილსადენის (ნახ. 17.4 ა)) ან გვირაბის (ნახ. 17.4 ბ)) საშუალებით კარიერში, სადაც ვრცელდება თავისუფალი ჰაელის სახით. სავენტილატორო დანადგარი შეიძლება განთავსდეს როგორც კარიერის ზედაპირზე, ასევე მილსადენის (გვირაბის) ნებისმიერ წერტილში. ვენტილატორის შეწოვაზე მუშაობისას, ჭუჭყიანი ჰაერი შეიწოვება კარიერის სივრციდან და გაიტყორცნება მიწის ზედაპირზე ატმოსფეროში. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს შემწოვ განიავების სქემასთან.

დამჭირხნი ვენტილაციის გამოყენებისას სუფთა ჰაერი მიეწოდება უშუალოდ ჰაერის გაჭუჭყიანების ზონაში, რაც უზრუნველყოფს კარიერის შედარებით სწრაფ განიავებას. ამ სქემის გამოყენებისას, ვინაიდან ჰაერის ჰაელს გააჩნია დიდი ენექტორული შესაძლებლობა, იგი შეიწოვს ახლომდებარე ატმოსფერული ჰაერის გაჭუჭყიანებულ მასას, სუფთა ჰაერში განაზავებს მასში მყოფ მავნეობებს და გატყორცნის ამ განაზავებულ ჰაერს ზემოთ მდებარე ჰორიზონტებზე ან კარიერის არასამუშაო ან ნაკლებად გაჭუჭყიანებულ უბანზე.

შემწოვი ვენტილაციის გამოყენების დროს ჰაერის გაჭუჭყიანების ზონიდან შეიწოვება მავნეობებით გაჯერებული ჰაერი, ხოლო მის ადგილს იკავებს მეზობელი უბნიდან გადმოღინებული შედარებით სუფთა ჰაერი. ჰაერის გაჭუჭყიანების ზონის ცენტრში, სადაც ძირითადად თავმოყრილია მავნეობების

გამომყოფი ძირითადი წყაროები, სუფთა ჰაერის მიწოდება ხდება მხოლოდ მთელი გაჭუჭყიანებული ჰაერის მოცილების შემდეგ. ამის გამო, შემწოვი ვენტილაციის გამოყენებისას, სამუშაო ადგილების განიავება დროში უფრო გაწელილია, ვიდრე დამჭირხნი განიავების დროს. შემწოვი ვენტილაციის დადებითი მხარეა ის, რომ მისი გამოყენებისას გაჭუჭყიანებული ჰაერი შეიწოვება უშუალოდ სამუშაო ადგილებიდან და გაიტყორცნება კარიერის გარეთ. გარდა ამისა, ამ დროს მიიღება ჰაერის მოძრაობის მცირე სიჩქარეები, რის გამოც გამორიცხულია დაღეჭილი მტვრის ნაწილაკების ხელახალი შეტივტივება ჰაერში და მასში მტვრის კონცენტრაციის გაზრდა.

საერთოდ მიღებისა და გვირაბების გამოყენებით კარიერების განიავება ნაკლებად ეფექტურია, ვინაიდან მისი გამოყენებისას შეზღუდულია სამუშაო ადგილებზე მიწოდებული სუფთა ჰაერის რაოდენობა, გამოყენებული ჰაერსადენების გამტარობის შეზღუდულობის გამო. ამიტომ განიავების ეს ხერხი შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც დამხმარე საშუალება, თანაც იმ შემთხვევაში, როდესაც კარიერში მიწისქვეშა გვირაბების გაყვანა აუცილებელია სხვა მიზნების გამო (მაგალითად, საბადოს ამოშრობისათვის).

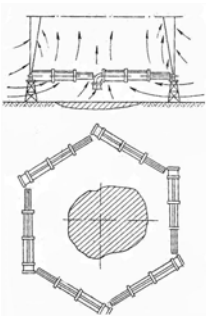
17.4. კარიერების განიავება იზოთერმული ნაკადებით

იზოთერმული ეწოდებათ ატმოსფეროში გავრცელებულ თავისუფალ ჰაერის ნაკადებს (ჭავლებს), რომელთაც გააჩნიათ

გარშემომყოფი გარემოს ტემპერატურის ტოლი მუდმივი ტემპერატურა.

თანამედროვე კარიერებში იზოთერმული თავისუფალი ჭავლები იქმნება საავიაციო ხრახნებზე შექმნილი მძლავრი სავენტილაციო დანადგარების საშუალებით. ასეთი დანადგარები განთავსებულია მძლავრი სატვირთო ავტომანქანების შასიზე და გამოიყენება, როგორც შედარებით მცირე მოცულობის მქონე კარიერის ცალკეული უბნების გასანიაველად, ასევე ისინი უზრუნველყოფენ ეფექტურ ბრძოლას კარიერის ატმოსფეროში მტვერ-აირის ნარევის წინააღმდეგ. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ჰაერთან ერთად ხდება წყლის უწვრილესი ნაწილაკების გაფრქვევა ჰაერის ჭავლის საშუალებით.

ნახ. 17.5-ზე მოცემულია CBH-6 ტიპის ექვსი ვენტილატორისა და მათთან მიერთებული ჰაერგატარებით შექმნილი



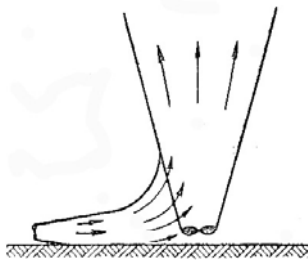
ნახ.17.5

კონტურული სავენტილაციო დანადგარის სქემა. ამ სქემიდან ჩანს, რომ ჰაერგატარ მილებს გააჩნიათ ზედა მხარეზე ღრეწობები, ვენტილატორის მიერ დაჭირხნილი ჰაერის გამოსაშვებად. ვენტილატორები და აერსადენები განთავსებულია ჩაკეტილი კონტურის სახით 2,3 მ სიმაღლეზე მავნეობების გამომყოფი წყაროს ირგვლივ. ამ სავენტილაციო დანადგარის მუშაობისას შექმნილი წრიული თავისუფალი ჭავლი ეფექტირებას უკეთებს გაჭუჭყიანებულ ჰაერს და გატყორცნის მას 60-70 მ სიმაღლეზე. თითოეულ ვენტილატორთან მიერთებული სავენტილაციო მილის სიგრძეა

3,3 მ; მთლიანი სავენტილატორო დანადგარის მიერ შემოსაზღვრული წრის დიამეტრია 20,0 მ; თითოეული ვენტილატორის მწარმოებლურობაა 6,5 მ³/წმ; მთელი სავენტილატორო დანადგარის მიერ ეექტირებული ჰაერის ხარჯია 174 მ³/წმ. დანადგარი განკუთვნილია კარიერის ღრმა უბნებში გამოყოფილი მავნეობების გამოსადევნად მისი ატმოსფეროს ზედა შრეებში, სადაც საკმაო ინტენსივობით მოძრაობს ჰაერი, რომელსაც შეუძლია მავნეობების გამოტანა კარიერის სივრცის გარეთ.

ზოგადად, ჭუჭყიანი ზონების გასანიავებლად გამოიყენება ვერტიკალური, ჰორიზონტალური ან დახრილი იზოთერმული ნაკადები (ჭავლები).

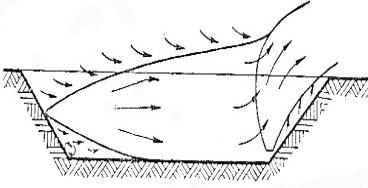
კარიერის ყველაზე ღრმა უბნებში განთავსებული გაჭუჭყიანებული ზონების გასანიავებლად გამოიყენება მძლავრი საავიაციო ხრახნებით შექმნილი ვერტიკალური იზოთერმული ჭავლები. ამასთან, გაჭუჭყიანებული ჰაერი გამოიტყორცნება ან



ნახ.17.6

კარიერის ზედა სივრცეში, ან ზედა არამუშა ჰორიზონტების დონეზე. იმ შემთხვევებში, როდესაც გამოყოფილი მავნეობებით გაჭუჭყიანებული ზონის მოცულობა დიდია, განიავების დასაჩქარებლად გამოიყენება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ჭავლების კომბინაცია (ნახ. 17.6).

განიავების ასეთი სქემის გამოყენებისას ჰორიზონტალური ჭავლი ხელს უწყობს ჰაერის გაჭუჭყიანებული მასის



ნახ.17.7

გადაადგილებას ვერტიკალური ჭავლისაკენ და მათ ეფექტურ მოცილებას კარიერის სივრციდან. აუცილებლობის შემთხვევაში, პორიზონტალური ჭავლის შემქმნელი სავენტილატორო დანადგარები შესაძლებელია გადაადგილდნენ და მოახდინონ გაჭუჭყიანებული ჰაერის მასების გადაბერვა სხვადასხვა მხრიდან ვერტიკალური ჭავლის შემქმნელი დანადგარის მიმართ. ნახ. 17.6-ზე გამოსახულია ვერტიკალური და პორიზონტალური ჭავლების ერთდროული ზემოქმედება ადგილობრივი განიაგების დროს. ამის გარდა, როგორც წესი, კარიერების საერთო ჰაერცვლითი ვენტილაცია მოითხოვს მძლავრი ჰაერის ჭავლების კომბინირებულ გამოყენებას (ნახ. 17.7). ამ დროს ერთი ჭავლი მაინც უნდა იყოს ვერტიკალური ან დახრილი, რომელიც ასრულებს ჰაერმომცილებელი ჭაურის როლს, რომლითაც გაჭუჭყიანებული ჰაერი გამოიდევნება კარიერის სივრციდან. დანარჩენი იზოლირებული ჭავლები, პორიზონტალური ან დახრილები, ასრულებენ არხების როლს, რომელთა საშუალებითაც ჭუჭყიანი ჰაერი მიედინება ვერტიკალურ ჭავლთან.

17.5. საავიაციო რეაქტიული ძრავებით შექმნილი არაიზოთერმული ჭავლებით კარიერების განიაგების სქემები.

არაიზოთერმული ეწოდება კარიერის ატმოსფეროში გავრცელებულ ჰაერის ჭავლს, რომლის ტემპერატურა ცვალებადობს მისი სიგრძის შესაბამისად და მნიშვნელოვნად განსხვავდება გარემოს ტემპერატურისაგან. მაგალითად, საავიაციო რეაქტიული ძრავით შექმნილი ჰაერის ჭავლის ტემპერატურა შეიძლება აღემატებოდეს გარემოს ტემპერატურას 500°C -ით და უფრო მეტი სიდიდითაც.

კარიერების გასანიაგებლად ამჟამად გამოყენებულ გადასაადგილებელ რეაქტიულ სავენტილაციო დანადგარებს გააჩნიათ შემდეგი მახასიათებლები: დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის გავრცელების მანძილია 700-800 მ; ჰაერის ხარჯია სამუშაო ზონაში 7000-7500 მ³/წმ; ჰაერის ხარჯი ზედაპირზე შეადგენს 17000-19000 მ³/წმ.

არაიზოთერმული ჭავლის დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს არქიმედული მოცულობითი ძალების წარმოქმნა, რომლებიც მოქმედებენ ვერტიკალურად და ხელს უწყობენ ჭავლის გავრცელებას გარემოში. ამ ძალებს გააჩნიათ საკმაოდ დიდი მნიშვნელობა მაშინ, როდესაც ჭავლის ნაწილაკების ტემპერატურა აღწევს მნიშვნელოვან სიდიდეს გარემოს ჰაერის ტემპერატურასთან შედარებით.



ნახ.17.8

ნახ. 17.8-ზე მოცემულია გახურებული თავისუფალი ჰაერის ჭავლი, რომლის გადმოდინების საწყისი კუთხე ნულის ტოლია

(ჰორიზონტალური ჰაერის ჭავლი).

როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს, ჰაერის ჭავლი თავის ჰორიზონტალურ მიმართულებას ინარჩუნებს მხოლოდ საწყის სტადიაში. შემდეგ ჭავლი გადაიღუნება ზედა მხარეს, ხოლო შემდეგ ისევ გადადის ჰორიზონტალურ მიმართულებაში. ჰაერის ჭავლის ტრაექტორიის ასეთი ხასიათი განპირობებულია მასში კინეტიკური ენერგიასა და მოცულობითი ძალების ენერგიას შორის სხვადასხვა ფარდობით.

არაიზოთერმული (გახურებული) ჰაერის ჭავლებით კარიერების განიაგების დროს, პრინციპში შესაძლებელია განიაგების ისეთი სქემების გამოყენება,



ნახ.17.9

როგორც იზოთერმული ჭავლებით განიაგების დროს. ამავე დროს გახურებული ჰაერის ჭავლების

გამოყენებისას შესაძლებელია ჭავლი მიემართოს ჰორიზონტის მიმართ მცირე უარყოფითი კუთხით და სავენტილაციო დანადგარი განვაღაგოთ შუალედურ ჰორიზონტზე (ნახ. 17.9). ამ შემთხვევაში მიიღება ჰაერის დახრილი გახურებული ჭავლი. ამავე დროს საშუალება გვეძლევა გაეზარდოს ჰაერის ჭავლის სიგრძე და უზრუნველყოთ ქვედა ჰორიზონტებიდან მავნეობების უფრო კარგი და ეფექტური მოცილება, იმის გამო,

რომ ჰაერის ჭავლი გავრცელებისას თითქმის მთლიანად მორეცხავს კარიერის ფსკერს.

არაიზოთერმული ჭავლებით განიავების შედარებისას იზოთერმული ჭავლებით განიავებასთან, შეგვიძლია შემდეგი დასკვნის გაკეთება: ჰაერის ჭავლის სიგრძის მიხედვით არაიზოთერმული ჰაერის ჭავლები უფრო მძლავრია, ვიდრე იზოთერმული ჭავლები; მოცულობითი ძალების ზემოქმედებით არაიზოთერმული ჭავლები იღებენ კარიერის ფსკერის პროფილის ფორმას, რაც ხელს უწყობს უფრო ეფექტურ განიავებას; ჰაერის ხარჯი არაიზოთერმულ ჭავლებში გაცილებით მცირეა, იზოთერმულ ჭავლებთან შედარებით.

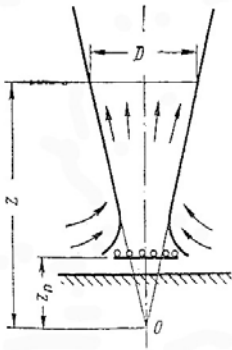
არაიზოთერმული ჰაერის ჭავლების გამოყენებისას უარყოფით მხარეს წარმოადგენს ის, რომ რეაქტიული ძრავების მუშაობისას კარიერის სივრცეში გამოიყოფა ტოქსიკური მინარევეები გაცილებით დიდი რაოდენობით, ვიდრე საავიაციო ხრახნების მუშაობისას.

17.6. სითბოს ხელოვნური წყაროებით შექმნილი კონვექციური ჭავლებით კარიერების განიავება

კონვექციური ჰაერის ჭავლი ეწოდება ჰაერის ჭავლს, რომელიც იქმნება გამთბარი ჰაერის მასების თავისუფლად ზევით მოძრაობისას. კონვექციური ჭავლის გათბობა რათა იგი გამოყენებულ იქნეს კარიერის ხელოვნური განიავებისათვის, წარმოებს სპეციალურ მოწყობილობებში სათბობის დაწვით.

ამ სპეციალურ მოწყობილობებში სათბობის დაწვისას ხდება სანთურის გარშემო მყოფი ჰაერის მნიშვნელოვანი გათბობა და აქედან გამომდინარე მისი სიმკვრივის შემცირება მთელ საჰაერო გარემოსთან შედარებით. ამასთან დაკავშირებით სანთურების მოქმედების ზონაში წარმოიქმნება დიდი არქიმედული ძალები, რომლებიც ვერტიკალურად ზევით არიან მიმართული. ამ ძალების ზემოქმედებით ჰაერის გამთბარი მასები გადაადგილდებიან ზევით რითაც იქმნება გაიშვიათება სანთურების განლაგების ზონაში და ამ ზონას ავსებს მეზობლად განლაგებული მაღალი წნევის ქვეშ მყოფი ჰაერის მასები და პროცესი გრძელდება.

კონვექციური ჭავლის ძირის გარშემო ცივი ჰაერის მასების შემოდინება განსაკუთრებული ინტენსივობით ხდება ჭავლის ქვედა ნაწილში, რაც იწვევს მის შეკუმშვას (ნახ. 17.10).



ნახ.17.10

ამ ნახაზიდან ჩანს, რომ შეკუმშვის არეს ზევით ჭავლის გაშლის კუთხე სტაბილურია და შეადგენს დაახლოებით 25° -ს. 0 წერტილს, რომელშიც ხდება ჭავლის შემქმნელი სხივების გადაკვეთა, ეწოდება ჭავლის პოლუსი.

დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ინვერსიები სწრაფად ირღვევა ზედა ჰორიზონტებზე. ეს საშუალებას გვაძლევს განიავების პირველ პერიოდში, სიბოლს გამო-
მყოფი ზედაპირის დიამეტრის შემცირებით, შევამციროთ ქვედა

ჰორიზონტზე ჰაერის ცივი მასების ექვეცდია და ზედა ჰორიზონტებზე გავტყორცნით შედარებით თბილი ჰაერი.

განიავების ამ ხერხის გამოყენებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ დიდი რაოდენობით სითბოს დაწვისას გამოიყოფა ტოქსიური აირების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რის გამოც თბური დანადგარების გამოყენებისას ჰიგიენური ასპექტები მოითხოვს შესწავლას.

18. მამფიდრეხელი და საბრიკეხო

ზაბრიკეხოს ბანიავება

18.1. სამრეწველო ვენტილაციის დანიშნულება, მისი მეთოდები და საშუალებები

მანქანა-მექანიზმების, დანადგარებისა და სხვადასხვა მოწყობილობების მუშაობის შედეგად საწარმოო სათავსებში შეიძლება გამოიყოს სითბო, ორთქლი, მტვერი და მომწამლავი ან ფეთქებადი აირები. აღნიშნული მავნეობების აღამიანის ორგანიზმზე ზემოქმედება იწვევს მისი შრომის ნაყოფიერების შემცირებას და სხვადასხვა სახის პროფესიულ დაავადებას. სამრეწველო ვენტილაციის დანიშნულებაა დაამყაროს სათავსებში ნორმალური კლიმატური პირობები. გარდა ამისა ვენტილაცია ხელს უწყობს სხვადასხვა ტექნოლოგიური პროცესების ნორმალიზაციას, პროდუქტების შენახვასა და სამშენებლო კონსტრუქციების დაცვას. ვენტილაცია წარმოადგენს ერთ-

ერთ ძირითად საშუალებას, რომელიც უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმის ნორმალურ თბორეგულაციას. ვენტილაციის საშუალებით საწარმოო სათავსებში განუწყვეტლივ უნდა მიეწოდოს სუფთა ჰაერი, ხოლო გაჭუჭყიანებული ჰაერი კი მოკლე დროის განმავლობაში უნდა გამოიდევნოს საწარმოო სათავსებიდან.

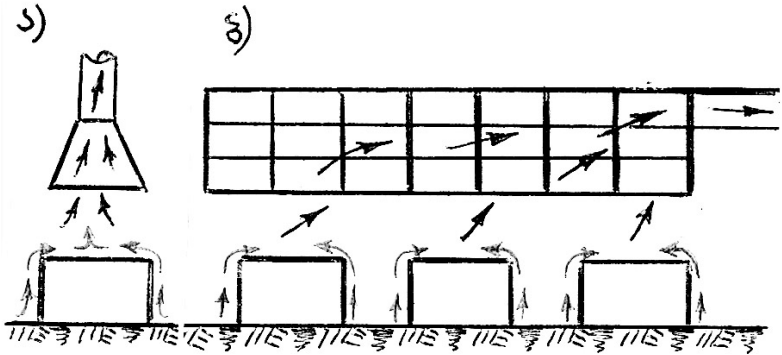
არსებობს სამრეწველო ვენტილაციის სხვადასხვა მეთოდი და საშუალება. ვენტილაციის ყველაზე ეფექტურ მეთოდად შეიძლება ჩაითვალოს მანევობათა მოცილება უშუალოდ მათი წარმოშობის ადგილზე. ამ შემთხვევაში მინიმალური რაოდენობის სუფთა ჰაერით ჩვენ შეგვიძლია გამოვიტანოთ მანევირების დიდი რაოდენობა. ვენტილაციის ასეთ მეთოდს ადგილობრივი გამწოვი ვენტილაცია ეწოდება.

იმ შემთხვევაში, როდესაც მანევირების გამომყოფი წყარო იმყოფება კარადისა და გარსაცმის შიგა სივრცეში, გამოიყენება ადგილობრივი გამწოვი ვენტილაცია გამწოვი კარადებისა და გამწოვი გარსაცმების სახით (ნახ. 18.1).



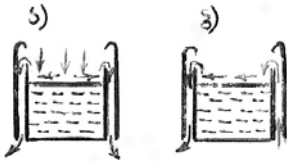
ნახ.18.1

გარსაცმში შეუძლებელია, ამიტომ მანევირების წყაროს თავზე ეწყობა ე.წ. ადგილობრივი გამწოვი ქუდები (ზონდები), რომელიც შეიძლება ემსახურებოდეს ერთ ან რამდენიმე ობიექტს ერთდროულად (ნახ. 18.2, ა) და ბ)).



ნახ. 18.2

იმ შემთხვევაში, როდესაც დასამუშავებელი მასალის ჩატვირთვა ან გადმოტვირთვა ხორციელდება ამწე-სატრანსპორტო მოწყობილობებით, უშუალოდ დანადგარებისა და აპარატების თავზე გამწოვი მოწყობილობების დაყენება შეუძლებელია, ამიტომ გამოყოფილი მავნეობების მოცილება უშუალოდ მათი წარმოშობის ადგილებიდან ხორციელდება, ე.წ. გვერდითი გამწოვებით (ნახ. 18.3 ა)) ან გადამბერი მოწყობილობებით (ნახ. 18.3 ბ)).



ნახ.18.3

იმ დროს, როდესაც ადგილობრივი გამწოვის მოწყობა შეუძლებელია ან არახელსაყრელია და მავნეობა ვრცელდება მთელ სათავსოში, მაშინ გამოიყენება საერთო გამწოვი ვენტილაცია. მავნეობის მოცილება კი ხდება იმ ადგილიდან, სადაც მავნე აირების კონცენტრაცია ან სითბო აჭარბებს დასაშვებ ნორმებს.

18.2. მექანიკური და ბუნებრივი ვენტილაციის ზოგადი ცნობები

იმისათვის, რომ სათავსებში შევქმნათ ნორმალური კლიმატური პირობები, აუცილებელია სუფთა ჰაერის განუწყვეტელი მიწოდება და გაჯუჭვიანებული ჰაერის სათავსებიდან მოკლე დროის განმავლობაში განდევნა.

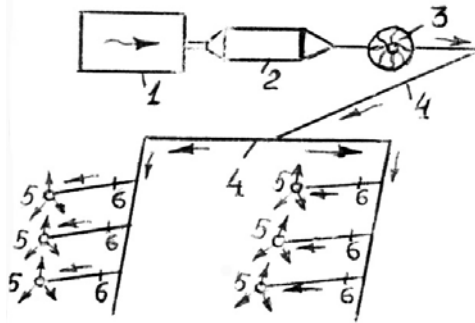
ჰაერის მოძრაობა სათავსებში ხორციელდება მექანიკური ან ბუნებრივი ვენტილაციის გამოყენებით.

მაშინ, როდესაც სათავსში ჰაერს ვაწვდით ვენტილატორების საშუალებით, ასეთ განიავებას მექანიკური ანუ ხელოვნური ვენტილაცია ეწოდება. თუ სათავსში ჰაერის მიწოდება ხორციელდება შიგა და გარე ჰაერის ტემპერატურათა სხვაობის ანუ ჰაერის მოცულობითი წონების სხვაობის ხარჯზე, ასეთ განიავებას ბუნებრივი ვენტილაცია ეწოდება. ბუნებრივი ვენტილაციის შედეგად სათავსში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობის რეგულირებას **აერაცია** ეწოდება.

ბუნებრივი განიავება ხორციელდება გრავიტაციული ძალებით და ქარის ზემოქმედების შედეგად. როდესაც შენობა იმყოფება ქარის ზემოქმედების ქვეშ, იმ მხრიდან, საიდანაც შენობას ხვდება ქარი, ხდება ჰაერის ნაკადის დამუხრუჭება, ე.ი. ქარის კინეტიკური ენერგია გადადის წნევის პოტენციალურ ენერგიაში, რის გამოც შენობის შუბლურ მხარეზე წნევა გაცილებით მეტია, ვიდრე გვერდებზე და მის მოპირდაპირე მხარეზე. თუ შენობას აქვს ღიობები ან ხვრელები, ჰაერი ქარის ზემოქმედების მხრიდან შედის შენობაში და მეორე

მხრიდან გამოდის, ამგვარად მყარდება ჰაერის მოძრაობა მაღალი წნევიდან დაბალი წნევისაკენ.

როდესაც განიავება წარმოებს დაჭირხვნაზე მომუშავე ვენტილატორით, ასეთ ვენტილაციას დამჭირხნი ვენტილაცია ეწოდება. ამ შემთხვევაში სავენტილაციო დანადგარი და ვენტილაციის სქემა (ნახ. 18.4) შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: 1. ჰაერის მიმღები; 2. ჰაერის დამამუშავებელი კამერა (ჰაერის გათბობა, გაცივება, დანამუშავება, გაშრობა); 3. დაჭირხვნაზე მომუშავე ვენტილატორი; 4. სავენტილაციო მილების ქსელი; 5. ჰაერის მიმწოდებლები; 6. ჰაერის რაოდენობის მარეგულირებელი ფანჯრები.

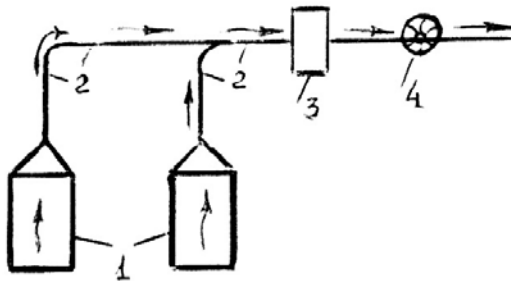


ნახ. 18.4

სათავსში მისაწოდებელი ჰაერი, უმეტეს შემთხვევაში, მოითხოვს დამუშავებას. მაგალითად, წლის ცივ პერიოდში – გათბობას, რაც ხორციელდება კალორიფერების საშუალებით; ზაფხულის პერიოდში ზოგჯერ საჭიროება მოითხოვს მისაწოდებელი ჰაერის გაგრილებას, რაც ძირითადად წარმოებს წყლითა და მფრქვევანებით.

ჰაერის დამამუშავებელ დანადგარებს, რომლებიც თავმოყრილია ერთ კამერაში, სადაც ავტომატურად ხდება ჰაერის გაწმენდა, გათბობა, გაცივება, დანამვა ან გაშრობა კონდიციონერები ეწოდებათ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც შენობის განივება ხორციელდება მექანიკური ვენტილაციით და ჰაერის გაწოვა წარმოებს შეწოვაზე მომუშავე ვენტილატორით, ვენტილაციას შემწოვი ან გამწოვი ვენტილაცია ეწოდება. ამ დროს სავენტილატორო დანადგარი და ვენტილაციის სქემა (ნახ.18.5) შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: 1. ადგილობრივი გამწოვები; 2. სავენტილაციო მილების ქსელი; 3. ფილტრი; 4. შეწოვაზე მომუშავე ვენტილატორი.



ნახ. 18.5

18.3. სათავსებში მავნეობის განსაზღვრის მეთოდი

საერთო ჰაერცლითი ვენტილაციის გამოყენებისას აუცილებელია ვიცოდეთ დროის ერთეულში გამოყოფილი მავნეობების რაოდენობა, რისთვისაც საჭიროა გავზომოთ 1 სთ-ის

განმავლობაში სათავსში გამავალი ჰაერის რაოდენობა, ჰაერის ტემპერატურა და მავნეობის კონცენტრაცია სათავსში შემავალ და სათავსიდან გამომავალ ჰაერის ჭავლში.

დავუშვათ სათავსში შედის L კვ/სთ ან L მ³/სთ ჰაერის რაოდენობა. თუ სათავსში შემავალი ჰაერის ტემპერატურას აღვნიშნავთ t_1 -ით, მავნეობის კონცენტრაციას K_1 -ით და სათავსიდან გამომავალ ჰაერის ჭავლისათვის შესაბამისად t_2 და K_2 , მაშინ სითბოს ან მავნეობის ჭარბი რაოდენობა იანგარიშება ფორმულებით

$$Q=0,24L(t_2-t_1), \quad \text{კკალ/სთ,}$$

$$K=L(K_2-K_1), \quad \text{კვ/სთ.}$$

როდესაც განიავების ანგარიში წარმოებს სათავსში გამოყოფილი სითბოს მიხედვით, საჭიროა ვიცოდეთ ყველა ის წყარო, რომელიც გამოყოფს ან შთანთქავს სითბოს. ჩვეულებრივი ანგარიშისას ვღებულობთ, რომ სათავსში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა ტოლია შთანთქმული სითბოს რაოდენობისა. სათავსის თბური ბალანსი შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგნაირად.

$$Q=Q_1+Q_2+Q_3\pm Q_4-Q_5, \quad \text{კკალ/სთ,}$$

სადაც Q_1 არის საწარმოო პროცესების შედეგად გამოყოფილი სითბო; Q_2 – ხელოვნური განათების წყაროების მიერ გამოყოფილი სითბო; Q_3 – ხალხის მიერ გამოყოფილი სითბო; Q_4 – შემოდინების კონსტრუქციების მიერ გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბო; Q_5 – სათავსში შემოსული ტრანსპორტის (ვაგონი ან მანქანა) გასათბობად დახარჯული სითბო.

გახურებული ზედაპირებიდან გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q'=F \cdot \alpha \cdot \Delta t, \quad \text{კკალ/სთ,}$$

სადაც F არის სითბოს გამომყოფი ზედაპირის ფართი, მ²; α – სითბოს გაცემის კოეფიციენტი, კკალ/მ² სთ გრად.; Δt – გახურებული ზედაპირისა და გარემოს ჰაერის ტემპერატურებს შორის სხვაობა, გრად.

დადგენილია, რომ დაზგების მუშაობისას ხახუნზე დახარჯული სიმძლავრე თითქმის მთლიანად გადადის სითბოში. მაგალითად, 1 ცხ.ბ. ექვივალენტურია 632 კკალ/სთ და 1 კვტ – 860 კკალ/სთ. აქედან გამომდინარე ელექტროძრავების მუშაობისას გამოყოფილი სითბო იანგარიშება ფორმულით

$$Q''=860N(1-\eta), \quad \text{კკალ/სთ.}$$

სადაც N არის ელექტროძრავების დადგმული სიმძლავრე, კვტ; η – ძრავების მ.ქ.კ.

ხელონური განათების წყაროებით გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$Q=860N, \quad \text{კკალ/სთ,}$$

სადაც N არის განათების წყაროების ჯამური სიმძლავრე, კვტ.

ხალხის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია ფიზიკური მუშაობის ინტენსივობაზე. მშვიდ მდგომარეობაში ყოფნისას ადამიანი გამოყოფს 100 კკალ/სთ, ინტენსიური მუშაობისას კი – 300-400 კკალ/სთ.

18.4. ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა ჰარბი სითბოს მიხედვით

სათავსის გასანიავებლად საჭირო მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა ჰარბი სითბოს მიხედვით განისაზღვრება ფორმულით

$$L = \frac{Q_{\text{Warb}}}{C(t_{\text{am}} - t_{\text{Sem}})}, \text{ კვ/სთ,} \quad (18.1)$$

სადაც C არის მშრალი ჰაერის თბოტევადობა, $C=0,24$ კკალ/კგ.გრად; t_{am} – შენობიდან ამომავალი ჰაერის ტემპერატურა; $t_{\text{ჟგ}}$ – შენობაში შემაველი ჰაერის ტემპერატურა.

როგორც (18.1) ფორმულიდან ჩანს, რაც მეტია სხვაობა მნიშვნელში, ე.ი. რაც მეტია სხვაობა შემაველ და ამომავალ ჰაერის ტემპერატურებს შორის, მით ნაკლები ჰაერია საჭირო სათავსის გასანიავებლად.

ჩვენ ხელოვნურად შეგვიძლია ვარეგულიროთ შემაველი ჰაერის ტემპერატურა ($t_{\text{ჟგ}}$), რაც შეეხება სათავსიდან გამომავალ ჰაერის ტემპერატურას, იგი დამოკიდებულია სათავსის შიგნით ჰაერცვლის ჯერადობაზე და განისაზღვრება ფორმულით

$$t_{\text{am}} = t_{\text{Sem}} + \frac{Q_{\text{Wr}}}{C \cdot LL}$$

წლის ცივ პერიოდში, ზოგჯერ საჭიროა სათავსში მისაწოდებელი ჰაერის გათბობა. სითბოს რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ჰაერის გასათბობად, განისაზღვრება ფორმულით

$$Q=L(I_2-I_1), \text{ კკაღ/სთ}$$

საღაც L არის გასათბობი ჰაერის რაოდენობა, კგ/სთ; I_1 და I_2 – ჰაერის თბოშემცველობა გათბობის დასაწყისში და გათბობის ბოლოს, კკაღ/კგ.

18.5. საერთო მექანიკური ვენტილაცია

საერთო ან საერთოცვლითი მექანიკური ვენტილაცია გამოიყენება ყველა შემთხვევაში, როდესაც ადგილობრივი გამწოვი ვენტილაციის გამოყენება არახელსაყრელია, ან შეუძლებელი. საერთო მექანიკურ ვენტილაციას იყენებენ როგორც სამრეწველო, ასევე საცხოვრებელ შენობებში.

თუ შენობაში გამოიყოფა სხვადასხვა სახის მავნეობა, მაშინ გასანიავებლად საჭირო ჰაერის საანგარიშო რაოდენობა განისაზღვრება იმ მავნეობის მიხედვით, რომელიც მოითხოვს ჰაერის მეტ რაოდენობას და იგი განისაზღვრება ფორმულით

1. გამოყოფილი ჭარბი სითბოს მიხედვით:

$$L = \frac{Q_{\text{Wart}}}{C(t_{\text{am}} - t_{\text{Sem}})}, \quad \text{კგ/სთ};$$

2. გამოყოფილი აირების მიხედვით;

$$L = \frac{K \cdot \gamma}{K_{\text{am}} - K_{\text{Sem}}}, \quad \text{კგ/სთ},$$

საღაც K არის მავნეობის საერთო რაოდენობა მუშა ზონაში; K_{am} – სათავსიდან ამომავალ ჰაერის ჭავლში აირების კონცენტრაცია, გ/მ³; $K_{\text{ჟგ}}$ – აირების კონცენტრაცია შენობაში შემა-

ვალ ჰაერის ჭავლში, გ/მ³; γ – ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³.

სათავსებში, რომლებშიც გამოიყოფა ჭარბი სითბო, მანვინობების მაღალ კონცენტრაციებს ადგილი აქვს შენობის ზედა ნაწილში, მაშინაც კი, როდესაც აირები ჰაერზე მძიმეა. დადგენილია, რომ ჰაერის ერთი გრადუსით გათბობა 1 მ³ ჰაერის წონას ამცირებს 3 გრამით. ამიტომ თუ აირი ან ორთქლი მძიმეა ჰაერზე და ეხება გახურებულ ზედაპირს, იგი ოდნავ მაინც თბება და მიისწრაფის ზედა ნაწილისაკენ. შენობის ქვედა სირცვეში ასეთი აირები და ორთქლი შეიძლება იმყოფებოდეს მხოლოდ მაშინ, თუ არ არსებობს გახურებული ზედაპირი.

18.6. ზოგადი ცნობები აერაციის შესახებ

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ბუნებრივი განიავეების შედეგად საწარმოო სათავსებში მიწოდებული ჰაერის რეგულირებას აერაცია ეწოდება. ბუნებრივი განიავეების დადებითი მხარე მდგომარეობს მასში, რომ ყოველგვარი ენერჯის ხარჯვის გარეშე საწარმოო სათავსებში შეგვიძლია მივაწოდოთ მილიონობით მ³ ჰაერი.

წლის თბილ პერიოდში ბუნებრივი განიავება ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა შენობის გასანიავებლად. ბუნებრივი განიავება შეიძლება გამოვიყენოთ ზამთრის პერიოდშიც, თუ სათავსში ადგილი აქვს ჭარბი სითბოს გამოყოფას. ამ შემთხვევაში შენობაში სუფთა ჰაერის მიწოდება ხორციელდება იატაკიდან 6-7 მ-ის სიმაღლეზე მოთავსებული ხერხლების სა-

შუალებით, იმ ვარაუდით, რომ ვიდრე ჰაერი მიაღწევდეს მუშა ზონას, იგი უნდა შეერიოს სათავის შიგნით მყოფ თბილ ჰაერს და მუშა ზონის ღონეზე მიიღოს სანიტარული ნორმებით დასაშვები ტემპერატურა.

ხშირ შემთხვევაში სათავებში ადგილი აქვს ე.წ. ნაკეტილ ცირკულაციას, ე.ი. როდესაც ჰაერი ეხება სითბოს წყაროს, თბება, გამთბარი ჰაერი მიისწრაფვის ზევით, იშლება ჭერის მთელ ფართზე, რის გამოც ნაწილობრივ ცივდება, ცივი ჰაერი კი უბრუნდება სითბოს წყაროს, ისევ თბება და ა.შ. თუ სათავს აქვს ღიობები (ხვრელები), ნაწილი გამთბარი ჰაერისა გადის შენობის გარეთ და იმდენივე ჰაერი შემოდის შენობაში.

18.7. ქარის ზემოქმედებით გამოწვეული ჰაერის მოძრაობა

ქარის წარმოშობა გამოწვეულია სხვადასხვა განედზე მზის სხივებით დედამიწის ზედაპირის არათანაბარი გათბობის შედეგად. მიწასთან ახლომყოფ ატმოსფერულ შრეებში ტემპერატურა სხვადასხვაა, რაც იწვევს წონასწორობის დარღვევას და ჰაერის მოძრაობას: თბილი ჰაერი ადის ზევით და მის მაგივრად შედარებით ცივი ადგილებიდან მოედინება ახალი ჰაერის ნაკადი. ქარი წარმოადგენს დედამიწის ზედაპირის გასწვრივ ჰაერის ტურბულენტურ მოძრაობას.

ჩვენ უკვე ავლნიშნეთ, რომ თუ შენობა იმყოფება ქარის ზემოქმედების ქვეშ, შენობის შუბლურ მხარეზე ადგილი აქვს ნაკადის დამუხრუჭებას, რაც წარმოშობს ჭარბ წნევას, ხოლო

შენობის მოპირდაპირე მხარეზე წარმოიშობა გაიშვიათება. თუ ამ დროს, შენობას შუბლური მხრიდან აქვს ღიობები (ხვრელები). ამ მხრიდან ჰაერი შევა შენობაში, ხოლო მეორე მხრიდან კი – გამოვა.

როდესაც სათავსის შიგნით ჰაერის ტემპერატურა მეტია სათავსის გარეთ არსებულ ჰაერის ტემპერატურაზე, ადგილი აქვს ჰაერის ბუნებრივ მოძრაობას, ე.ი. ჰაერი შედის შენობის ქვედა ნაწილში არსებული ხვრელების საშუალებით და გამოდის შენობიდან გარეთ, ზევით განლაგებული ხვრელების ან ფანჯრების საშუალებით. ამ შემთხვევაში მამოძრავებელ ძალას წარმოადგენს გრავიტაციული ძალა.

$$\Delta P = H(\gamma_{\text{გარ}} - \gamma_{\text{შიგ}}), \quad \text{კგ/მ}^2,$$

სადაც H არის ზედა და ქვედა ხვრელებს შორის მანძილი, მ; $\gamma_{\text{შიგ}}$ – სათავსის შიგა ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³; $\gamma_{\text{გარ}}$ – გარე ჰაერის მოცულობითი წონა, კგ/მ³.

აღნიშნული სხვაობა იხარჯება იმ წინაღობის გადასახად, რომლებიც ჰაერს ხვდება მისი მოძრაობის დროს ქვედა ხვრელიდან ზედა ხვრელამდე. თუ ქარის წნევას შენობაში შემავალ ხვრელში ავღნიშნავთ P_1 -ით, ხოლო ჰაერის წნევას შენობიდან გამომავალ ხვრელში – P_2 -ით, მაშინ ჰაერის მოძრაობის გამომწვევი წნევათა სხვაობა იქნება

$$\Delta P = P_1 - P_2, \quad \text{კგ/მ}^2$$

როდესაც ქარი და გრავიტაციული ძალები მოქმედებენ ერთდროულად, მათ მიერ ერთობლივად წარმოქმნილი წნევათა სხვაობა ტოლი იქნება

$$\Delta P = H(\gamma_{\text{გარ}} - \gamma_{\text{შიგ}}) + (P_1 - P_2), \quad \text{კგ/მ}^2$$

18.8. აერაციის ანგარიშის ძირითადი დებულებანი

1. სათავსში შესული ჰაერის წონითი რაოდენობა ტოლი უნდა იყოს სათავსიდან ამომავალი ჰაერის რაოდენობისა იმავე დროის განმავლობაში:

$$\sum L_{\text{Sem}} = \sum L_{\text{am}};$$

2. გარედან მიწოდებული ჰაერისა და სათავსში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობათა ჯამი ტოლი უნდა იყოს სათავსიდან ამომავალი ჰაერის სითბოს რაოდენობისა:

$$\sum L \cdot Q_{\text{Sem}} + \sum Q_{\text{War}} = \sum L \cdot Q_{\text{am}};$$

3. სხვადასხვა მავნეობებისათვის საჭიროა დამყარდეს შემდეგი ბალანსი:

$$\sum L \cdot K_{\text{Sem}} + \sum K_{\text{War}} = \sum L \cdot K_{\text{am}};$$

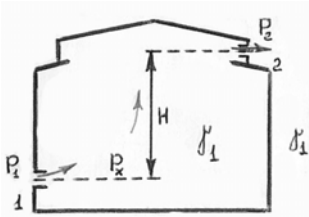
რომელიმე F , მ² ხერეულში გამავალ ჰაერის რაოდენობასა და შენობის შიგა და გარე ჰაერის წნევათა სხვაობას შორის დამოკიდებულება გამოისახება ფორმულით

$$L = \mu F \sqrt{2g\gamma\Delta P} = F \sqrt{\frac{2g\gamma\Delta P}{\Psi}}, \quad \text{კმ/წმ}$$

სადაც μ არის ხარჯის კოეფიციენტი; Ψ – ადგილობრივი წინაღობის კოეფიციენტი; ΔP – შენობის გარე და შიგა ჰაერის წნევათა სხვაობა.

ეხლა განვსაზღვროთ ჭარბი წნევა შენობაში რომელიმე დონეზე. ავიღოთ ყველაზე მარტივი შემთხვევა, როდესაც შე-

ნობა იმყოფება ქარის ზემოქმედების ქვეშ და შენობაში სიბოლწე ვწარო არ არსებობს (ნახ. 18.6).



ნახ.18.6

1-ლ და მე-2 სერელებს შორის სიმაღლე ავლიწნოთ H -ით, ჰაერის მოცულობითი წონა სათავსში და მის გარეთ γ_1 -ით. საწყისი დონე ავილოთ 1-ლი სერელის შუაზე და დავუშვათ აქ ჰარბი წნევა იყოს ნულის ტოლი, 1-ლ

სერელში წნევა - P_1 -ით; მე-2 სერელში - P_2 -ით. შიგა ჰარბი წნევა 1-ლი სერელის დონეზე ავლიწნოთ P_x -ით, მაშინ საწყის დონეზე გარე წნევა იქნება (P_1+0), ხოლო წნევათა სხვაობა 1-ლ სერელში იქნება:

$$\Delta P_1 = P_1 + 0 - P_x = P_1 - P_x$$

მე-2 სერელში შიგა წნევა იქნება ($P_x - H\gamma_1$), ხოლო გარე წნევა ($0 - H\gamma_1 + P_2$), მაშინ წნევათა სხვაობა მე-2 სერელში იქნება:

$$\Delta P_2 = (P_x - H\gamma_1) - (0 - H\gamma_1 + P_2) = P_x - P_2$$

დავწეროთ ჰაერცულის ბალანსის განტოლება ($L_1 = L_2$) 1-ლი და მე-2 სერელებისათვის გაშლილი სახით

$$\mu_1 F_1 \sqrt{2 g \gamma_1 (P_1 - P_x)} = \mu_2 F_2 \sqrt{2 g \gamma_1 (P_x - P_2)}$$

მივიღოთ, რომ $\mu_1 = \mu_2$ და გავყოთ მიღებული ტოლობის ორივე მხარე ($\mu_1 \sqrt{2 g \gamma_1}$)-ზე და განვსაზღვროთ P_x

$$P_x = \frac{F_1^2 P_1 + F_2^2 P_2}{F_1^2 + F_2^2} \quad (18.2)$$

(18.2) გამოსახულების მრიცხველი და მნიშვნელი გაყოთ

F_1^2 -ზე და ავლნიშნოთ $\frac{F_2}{F_1} = n$, მაშინ

$$P_x = \frac{P_1 + n^2 P_2}{1 + n^2} \quad (18.3)$$

(18.3) გამოსახულებით ჩვენ შეგვიძლია განვსაზღვროთ ჭარბი წნევა P_x რაღაც დონეზე, რომელიც მდებარეობს 1-ლ და მე-2 ხერელებს შორის.

ამ შემთხვევაში (ნახ. 18.6) შეიძლება გვექონდეს შემდეგი ვარიანტები:

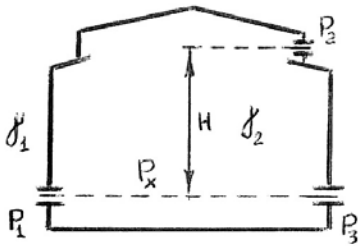
1. თუ მე-2 ხერელს დაგვეტავთ, ე.ი. როდესაც $F_2=0$, მაშინ $P_x=P_1$;

2. თუ 1-ლ ხერელს დაგვეტავთ, ე.ი. როდესაც $F_1=0$, მაშინ $P_x=P_2$;

3. როდესაც $F_1=F_2$, მაშინ $P_x = \frac{P_1 + P_2}{2}$

როგორც ამ მსჯელობიდან და ფორმულებიდან გამომდინარეობს, თუ ვიცით წნევები 1-ლ და მე-2 ხერელებში, რომელიც დონეზე საწყისი ჭარბი წნევა P_x დამოკიდებულია ამ ხერელების ფართობთა ფარდობის კვადრატზე (n^2) და P_x -მა შეიძლება მიიღოს ყველა რიცხვითი მნიშვნელობა P_1 -დან P_2 -მდე.

ესლა განვიხილოთ ზოგადი შემთხვევა, როდესაც შენობა გარემოსთან დაკავშირებულია არა ორი, არამედ სამი ხერელით (ნახ. 18.7). ამ შემთხვევაში ანალოგიური მსჯელობით შეგვიძლია განვიხილოთ შემდეგი ვარიანტები:



ნახ.18.7

1. თუ დავხურავთ მე-2 და მე-3 ხვრელებს, მაშინ $P_x=P_1$;

2. თუ დავხურავთ 1-ლ და მე-3 ხვრელებს, მაშინ $P_x=P_2$;

3. თუ დავხურავთ 1-ლ და მე-2 ხვრელებს, მაშინ $P_x=P_3$;

დავამტკიცოთ, რომ მიღებული

პასუხები P_x -ის მიმართ სამართლიანია მაშინაც, როდესაც შენობა იმყოფება ქარის ზემოქმედების ქვეშ და სათავსში ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფას.

1-ლ ხვრელში წნევათა სხვაობა $\Delta P_1=P_1-P_x$; მეორე ხვრელში შიგა წნევა იქნება $(P_x-H\gamma_1)$, ხოლო გარე წნევა $(0-H\gamma_1+P_2)$, მაშინ წნევათა სხვაობა მე-2 ხვრელში იქნება

$$\Delta P_2=(P_x-H\gamma_2)-(-H\gamma_1+P_2)=P_x-H\gamma_2+H\gamma_1-P_2=P_x+H(\gamma_1-\gamma_2)-P_2$$

ეს განტოლება გადავწეროთ შემდეგნაირად:

$$\Delta P_2=P_x-[-H(\gamma_1-\gamma_2)+P_2] \quad (18.4)$$

(18.4)-ში კვადრატულ ფრჩხილებში მოთავსებული გამოსახულება ავლნიშნოთ P_2^ϕ -ით, ე.ი.

$$\Delta P_2=P_x-P_2^\phi \quad (18.5)$$

ანალოგიური გამოსახულება ჩვენ მივიღეთ მაშინაც, როდესაც შენობა იმყოფებოდა ქარის ზემოქმედების ქვეშ და სათავსში არ გვქონდა სითბოს გამოყოფი ვყარო, ამიტომ P_2^ϕ -ს უწოდებენ ქარის ზემოქმედების შედეგად გამოწვეულ ფიქტიურ წნევას და ნებისმიერი i ხვრელისათვის, რომელიც იმყოფება საწყისი დონის ზევით შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით

$$P_2^\phi = P_i - H_i(\gamma_1 - \gamma_2),$$

ხოლო, როდესაც სვრელი იმყოფება საწყისი დონის ქვევით

$$P_2^\phi = P_i + H_i(\gamma_1 - \gamma_2)$$

თუ სვრელების კვეთებს ვარგეულირებთ, ჩვენ შეგვიძლია მივიღოთ P_x -ის ისეთი მნიშვნელობა, რომ შენობაში (ნახ. 18.7) ჰაერი შევიდეს არამარტო 1-ლი სვრელით, არამედ მე-3 სვრელითაც. ასეთი განიავება იქნება ყველაზე ხელსაყრელი. სხვანაირი რეგულირების შემთხვევაში მე-3 სვრელმა შეიძლება იმუშაოს გაწოვაზე, რაც არახელსაყრელია, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც მავნეობის გამყოფი წყარო მოთავსებულია 1-ლ და მე-3 სვრელებს შორის.

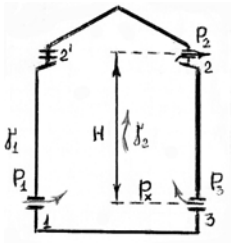
აერაციის ანგარიშის დროს ჩვენ ვხვდებით ძირითადად ორ შემთხვევას:

1. მოცემულია ჰაერის რაოდენობა L და ვეძებთ სვრელის განივი კვეთის ფართს F ;

2. მოცემული გვაქვს სვრელის ფართი F და ვეძებთ მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობას L .

განვიხილოთ პირველი შემთხვევა. მონაცემები ასეთია: ტემპერატურა დღის ყველაზე ცხელ პერიოდში t^0C ; აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტები სვრელებში შესაბამისად არის K_1, K_2 და K_3 ; ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე არის V , მ/წმ; სვრელების კვეთები F_1, F_2 და F_3 (ნახ. 18.8)

თუ დავუშვებთ, რომ შენობის ქვედა ნაწილში 1-ლი და მე-3 სვრელები ღიაა, ხოლო სარკმელში ღიაა მე-2 სვრელი და



ნახ.18.8

დაკეტილია 2' სვრელი (ის არ შეიძლება იყოს ღია, რადგან ქარის ზემოქმედებით მოხდება ჭავლის გადაყირავება და გაჭუჭყიანება. მაგრამ ამავე დროს, 2' სვრელი, მე-2 სვრელის ტოლი ფართობით აუცილებლად უნდა იყოს მოწყობილი სარკმელში. მას გამოვიყენებთ მაშინ, როდესაც ქარი შეიცვლის მიმართულებას).

1-ლ სვრელში წნევათა სხვაობა იქნება $(P_1 - P_x)$, მე-2 სვრელში $-(P_x - P_2^\phi)$, ხოლო მე-3 სვრელში კი $-(P_3 - P_x)$. ვინაიდან მე-3 სვრელი მუშაობს შეწოვაზე, ყოველთვის დაცულია პირობა:

$$P_3 > P_x > P_2$$

დავუშვათ ჰაერი ისე გვსურს გავანაწილოთ, რომ

$$L_1 = L_3 \text{ და } L_2 = L_1 + L_3;$$

შეგვიძლია დავწეროთ:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu_1 \cdot \sqrt{2g\gamma_1(P_1 - P_x)}};$$

$$F_2 = \frac{L_2}{\mu_2 \cdot \sqrt{2g\gamma_2(P_x - P_2^\phi)}};$$

$$F_3 = \frac{L_3}{\mu_3 \cdot \sqrt{2g\gamma_1(P_3 - P_x)}};$$

$$L_2 = F_2 \mu_2 \sqrt{2g\gamma_2(P - P_2^\phi)}; \quad (18.6)$$

$$L_3 = L_1 = F_3 \mu_3 \sqrt{2g\gamma_1(P_3 - P_x)}; \quad (18.7)$$

გავეოთ (18.6) გამოსახულება, (18.7) გამოსახულებაზე და ავღნიშნოთ

$$L_2/L_3 = \alpha; \quad F_2/F_3 = \beta;$$

გარდა ამისა მივიღოთ, რომ $\mu_2 = \mu_3$ და $\gamma_1 = \gamma_2$, მაშინ:

$$\alpha^2 = \beta^2 \frac{P_x - P_2^\varphi}{P_3 - P_x},$$

აქედან:

$$P_x = \frac{\alpha^2 P_3 + \beta^2 P_2^\varphi}{\alpha^2 + \beta^2}$$

განვიხილოთ რიცხვითი მაგალითი. ვიანგარიშოთ 1-ლი, მე-2 და მე-3 სერელების კვეთები (ნახ. 18.8) შემდეგი პირობებისათვის: $H=10$ მ; $Q_{\text{ჰარ}}=500000$ კკაღ/სთ; ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე $v=4,0$ მ/წმ; აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტები $K_1=0,6$; $K_2=0,4$; $K_3=0,2$; $t_{\text{გარ}}=20^\circ\text{C}$; $t_{\text{სიგ}}=33,8^\circ\text{C}$.

1. განვსაზღვროთ საანგარიშო ჰაერცვლა:

$$L_1 + L_3 = L_2 = \frac{500000}{0,24 \cdot (33,8 - 20)} = 151000 \text{ კგ/სთ} = 42,0 \text{ კგ/წმ}$$

მიღებული ჰაერის რაოდენობა თანაბრად გავანაწილოთ 1-ლ და მე-3 სერელებში:

$$L_1 = L_3 = \frac{L_2}{2} = 21,0 \text{ კგ/წმ}$$

2. ქარის დინამიური წნევა:

$$P_{\text{qar}} = \left(\frac{\nu}{4}\right)^2 = \left(\frac{4}{4}\right)^2 = 1,0 \quad \text{კგ/მ}^2$$

3. ქარის წნევა ცალკეულ სერელში:

$$P_1 = K_1 \cdot P_{\text{ქარ}} = 0,6 \cdot 1,0 = 0,6 \quad \text{კგ/მ}^2$$

$$P_2 = K_2 \cdot P_{\text{ქარ}} = -0,4 \cdot 1,0 = -0,4 \quad \text{კგ/მ}^2$$

$$P_3 = K_3 \cdot P_{\text{ქარ}} = -0,2 \cdot 1,0 = -0,2 \quad \text{კგ/მ}^2$$

4. გრავიტაციული წნევა:

$$H(\gamma_1 - \gamma_{\text{საშ}}) = 10(1,205 - 1,177) = 0,28 \quad \text{კგ/მ}^2$$

5. მე-2 სერელში ფიქტიური წნევა:

$$P_2^\phi = P_2 - H(\gamma_1 - \gamma_{\text{საშ}}) = -0,4 - 0,28 = -0,68 \quad \text{კგ/მ}^2$$

დაუშვათ

$$\beta = F_2/F_3 = 0,5 \quad \text{და, ვინაიდან } L_2/L_3 = 2,0,$$

$$P_x = \frac{\alpha^2 P_3 + \beta^2 P_2^\phi}{\alpha^2 + \beta^2} = \frac{4 \cdot (-0,2) + 0,25(-0,68)}{4 + 0,25} = -0,228 \quad \text{კგ/მ}^2$$

6. განვსაზღვროთ წნევათა სხვაობა თითოეულ სერელში:

$$\Delta P_1 = P_1 - P_x = 0,6 - (-0,228) = 0,828 \quad \text{კგ/მ}^2$$

$$\Delta P_2 = P_x - P_2^\phi = (-0,228) - (-0,68) = 0,452 \quad \text{კგ/მ}^2$$

$$\Delta P^3 = P_3 - P_x = -0,2 - (-0,228) = 0,028 \quad \text{კგ/მ}^2$$

ვინაიდან სათავსში შემაველი ჰაერის მოცულობითი წონა და სათავსიდან ამომავალი ჰაერის მოცულობითი წონა უმნიშვნელოდ განსხვავდება ერთმანეთისაგან, შეგვიძლია მივიღოთ, რომ $\mu \cdot \sqrt{2g\gamma} = 2,91$

7. განვსაზღვროთ სერელების კვეთები:

$$F_1 = \frac{L_1}{\mu \cdot \sqrt{2g\gamma_{\text{gar}} \cdot \sqrt{\Delta P_1}}} = \frac{21}{2,91\sqrt{0,828}} = 8,0 \text{ მ}^2;$$

$$F_2 = \frac{42}{2,91\sqrt{0,452}} = 21,4 \text{ მ}^2;$$

$$F_3 = \frac{21}{2,91\sqrt{0,028}} = 43,2 \text{ მ}^2;$$

ასეთი კვეთის სვრელები უნდა იყოს ნახ. 18.8-ზე მოცემულ სათავსში, რომ იგი ნორმალურად განიავდეს.

ნაწილი IV. სამთო საწარმოთა ვენტილაციის დაპროექტება

19. მაღაროების განიავების სქემისა და ხერხის დადგენა

19.1. ზოგადი ცნობები

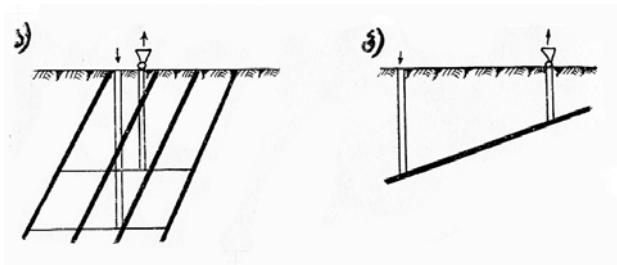
მაღაროს განიავების სქემის შედგენისას უნდა გაითვალისწინოთ შემდეგი საკითხები: 1. პირველ რიგში უნდა შევირჩიოთ მთავარი განიავების ვენტილატორის დაყენების ადგილი, რომელიც განსაზღვრავს მაღაროში ჰაერის მოძრაობის მიმართულებას; 2. ყველა აირიან მაღაროში აუცილებლად უნდა გამოვიყენოთ ხელოვნური განიავება, ვენტილატორს კი ვაყენებთ მიწის ზედაპირზე; 3. აირიან მაღაროში როგორც წესი, ვენტილატორს ვამუშავებთ შეწოვაზე. დამჭირხნი განიავება გამოიყენება: მადნეულ საბადოზე, უაირო ნახშირის საბადოებსა და ნებისმიერი კატეგორიის მაღაროებში პირველი სართულის დამუშავების დროს; 4. განიავების სქემის შედგენის დროს, საჭიროა სავენტილაციო კარებების, ფანჯრებისა და კროსინგების რაოდენობა შევამციროთ მინიმუმამდე, რათა შემცირდეს ჰაერის დანაკარგები და მაღაროს აეროდინამიკური წინაღობა; 5. არ უნდა გამოვიყენოთ ისეთი სქემები, რომლებშიც სუფთა და გატუჭყიანებული ჰაერის ჭავლები ახლოს იმყოფებიან ერთმანეთთან და მათ მიერ შექმნილი დეპრესია კი დიდია; 6. მტვრის მხრივ საშიშ მაღაროებში, რომლებშიც მონგრეული

ნახშირის ზიდვა წარმოებს სკიპებით, დაუშვებელია სუფთა ჰაერის ჩაშვება სასკიპე ჭაურებში, აგრეთვე დაუშვებელია სუფთა ჰაერის ჩაშვება დახრილ ჭაურებში, თუ მათში ნახშირის ზიდვა წარმოებს ლენტური კონვეიერებით; 7. ყველა საწმენდი სანგრევი აუცილებელია ნიავედბოდეს საერთო საშახტო დეპრესიის ხარჯზე, დამხმარე ვენტილატორების გამოყენების გარეშე.

19.2. მადაროს განიავების სქემები

ჭაურების ურთიერთგანლაგების მიხედვით განიავების სქემა შეიძლება იყოს ცენტრალური, ფლანგური და კომბინირებული.

1. ცენტრალური განიავება. არსებობს ცენტრალური განიავების ორი სახე: ცენტრალურ-შეწყვილებული ჭაურებით (ნახ. 19.1 ა)) და ცენტრალურ-განცალკავებული ჭაურებით (ნახ. 19.1 ბ)).



ნახ. 19.1

ნახ. 19.1 ა)-ზე გამოსახულია შემთხვევა, როდესაც ჭაურები განლაგებულია დასამუშავებელი ველის ცენტრში და ჭა-

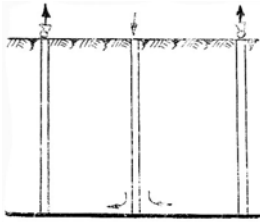
ურებს შორის მანძილი ცვალებადობს 30-100 მ ფარგლებში. ასეთი სქემები გამოიყენება დიდ სიღრმეებზე დამუშავების დროს (>200 მ).

ნახ. 19.1 ბ)-ზე მოცემულია შემთხვევა, როდესაც ჭაურები ფენის გავრცელების მიმართულებით განლაგებულია შახტის ველის ცენტრში, მაგრამ ფენის დაქანების მიმართულებით დაშორებულია ერთმანეთისაგან საკმაოდ დიდი მანძილით. ასეთი სქემები გამოიყენება ფენების ზედა ნაწილის დამუშავების დროს.

ცენტრალური განიავების სქემების დადებითი მხარეებია: მაღაროს ადრე შესვლა ექსპლუატაციაში, ნაკლები კაპიტალური დანახარჯები, სასარგებლო წიაღისეულის მცირე დანაკარგები, ზედაპირულ ნაგებობათა კონცენტრაცია, ვენტილატორების ადვილი მომსახურება და ადვილი ენერგომომარაგება. ამ სქემების უარყოფითი მხარეებია: ჰაერის დიდი დანაკარგები (მაღაროს ეზოში და მაღაროს ეზოდან ამოსადებ უბნებამდე), მიწისქვეშა ხანძრების გაჩენის საშიშროება, დიდი და არამდგრადი დეპრესია, მიწის ზედაპირზე ორი ამოსასვლელი ნაცვლად სამისა ფლანგური განიავების დროს.

2. ფლანგური განიავება გამოიყენება მაშინ, როდესაც შახტის ველი გახსნილია ცენტრში და მის საზღვრებზე (ნახ. 19.2). როგორც ნახაზიდან ჩანს დასამუშავებელი ველის ცენტრში გაყვანილია ერთი ჭაური, ხოლო ველის საზღვრებზე ფლანგური ჭაურები. სუფთა ჰაერი ჩადის ცენტრალური ჭაურით, ხოლო გატუჭყიანებული ჰაერი ზედაპირზე ამოდის ფლანგური ჭაურებით.

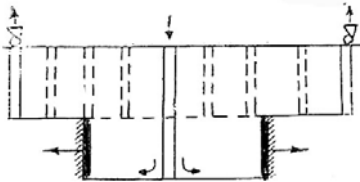
ზედა სართულების (იარუსების) დამუშავების დროს შე-



იძლება გაეყვანოს ფლანგური შურფები და მათზე დაყვანოს ვენტილატორები. ასეთ შურფებს ეწოდებათ დროებითი შურფები, რადგან საწმენდი სანგრევეების

ნახ. 19.2

წინწაწევასთან ერთად ყოველ 100-300 მ-ში ხდება ახალი შურფის გაყვანა და ვენტილატორის გადატანა (ნახ. 19.3). ეს სქემა უფრო პროგრესულია, რადგან ამ

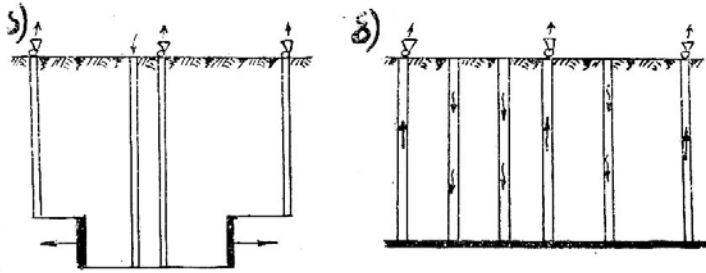


ნახ. 19.3

შემთხვევაში მაღარო უფრო ადრე შედის ექსპლუატაციაში, ვინაიდან არ არის საჭირო გვირაბების გაყვანა შახტის ველის საზღვრებამდე. ფლანგური განიავების დადებითი მხარეებია: ჰაერის მიმწოდებელი ჭაურიდან საწმენდ სანგრევეებამდე ჰაერის დანაკარგები უფრო მცირეა, შემცირებულია აგრეთვე ჰაერის დანაკარგები ფლანგური ჭაურების ზედაპირულ შენობებში ვინაიდან ისინი სატრანსპორტოდ ნაკლებად არიან გამოყენებულები, შემცირებულია მაღაროს საერთო დეპრესია, ვინაიდან შემცირებულია ჰაერის მიერ გასავლელი გზა, ამ დროს არ არის საჭირო სავენტილაციო პორიზონტის გვირაბების შენახვა შახტის ველის სრულად გამომუშავებამდე. ამ სქემების უარყოფითი მხარეებია: დიდი კაპიტალური დანახარჯები ძირითადი პორიზონტის გვირაბების გაყვანაზე.

ექსპლუატაციის გვიან დაწყება, სასარგებლო წიაღისეულის დიდი დანაკარგები, ვინაიდან ჭაურების რაოდენობა დიდია, დიდი რაოდენობით ვენტილატორების გამოყენება რაც ართულებს მათ მართვას, მომსახურებასა და ენერგომომარაგებას, ავარიის შემთხვევაში გართულებულია ჰაერის ჭავლის რევერსირება.

3. კომბინირებული განიავება. განიავების კომბინირებული სქემის გამოყენებისას, მიუხედავად იმისა, ამოსაღები უბანი იმყოფება ცენტრში თუ საზღვარზე, მაღაროში სუფთა ჰაერის მიწოდება ხორციელდება ცენტრალური ჭაურით, ხოლო გაჭუჭყიანებული ჰაერის ამოსვლა მიწის ზედაპირზე შეიძლება განვახორციელოთ როგორც ცენტრალური, ასევე ფლანგური ჭაურებით (ნახ. 19.4 ა). იმ შემთხვევაში, როდესაც დასამუშავებელი ველი განიავების თვალსაზრისით უმჯობესია დავეოთ ცალკეულ უბნებად – სექციებად, საჭიროა გამოვიყენოთ განიავების კომბინირებული – სექციური სქემა (ნახ. 19.4 ბ)). როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს დასამუშავებელი ველის ცენტრში გაყვანილია ორი ჭაური: ერთ მათგანში ჩადის სუფთა ჰაერი, რომელმაც უნდა გაანიაგოს ველის ცენტრში არსებული უბან-სექციები, გაჭუჭყიანებული ჰაერი კი ველის ცენტრში არსებული უბნებიდან ამოდის ზედაპირზე ცენტრალური სასკიპე ჭაურით, ხოლო ველის საზღვრებთან განლაგებულ სექციებს ემსახურება თავისი ჰაერმიწოდებელი და აგრეთვე თავისივე ჰაერმომცილებელი ჭაურები. განიავების ასეთი სქემა გამოიყენება დიდი მწარმოებლურობის მქონე მაღაროებში.



ნახ. 19.4

განიავების სექციური სქემის დადებითი მხარეებია: ვინა-
იდან ამოსაღები ველის ზომები დიდია, ხოლო გვირაბები
მრავალრიცხოვანი, ამიტომ ცალკეული უბან-სექციების დეპრე-
სიები გამოდის მცირე რაც ამარტივებს ცალკეული სექციების
განიავებას, გამარტივებულია აგრეთვე ცალკეული სექციების
შიგნით ჰაერის რეგულირების საკითხები, გაზრდილია მიწის
ზედაპირზე გამოსასვლელი გვირაბების რაოდენობა. ამ სქემის
უარყოფითი მხარეებია: განიავების მეტად რთული სქემა, ვენ-
ტილატორების დიდი რაოდენობა (ზოგჯერ 10-ზე მეტი), დიდია
კაპიტალური დანახარჯები, გართულებულია მთლიანად ჰაერის
რეგულირების საკითხები.

19.3. მთავარი განიავების ვენტილატორების განლაგება მიწისქვეშ და მიწის ზედაპირზე

უსაფრთხოების წესების მოთხოვნების თანახმად აუცი-
ლებელია მთავარი განიავების ვენტილატორები განვალაგოთ
მიწის ზედაპირზე. ამას საფუძვლად უდევს შემდეგი დადებითი

მხარეები: ზედაპირზე დადგმული ვენტილატორის მომსახურება გაცილებით მოხერხებულა და ელექტროენერჯის მიყვანაც გაადვილებულია; ხანძრების ან აფეთქების შემთხვევაში ვენტილატორი შეიძლება დარჩეს დაუზიანებელი ან ნაკლებად დაზიანდეს.

მიუხედავად აღნიშნული დადებითი მხარეებისა და უსაფრთხოების მოთხოვნებისა, პრაქტიკაში გვხვდება შემთხვევები, როდესაც მთავარი განიავეების ვენტილატორის განლაგება მიწის ქვეშ უფრო გამართლებულია. ეს ხდება იმ დროს, როდესაც ზედაპირის რელიეფი არ იძლევა სავენტილატორო დანადგარის შენობის აშენების საშუალებას, ან როდესაც ჭაურის პირთან ახლომდებარე ტერიტორია მოიცავს მცოცავ ქანებს, რის გამოც ვენტილატორის დამონტაჟება შეუძლებელია.

მთავარი განიავეების ვენტილატორის მიწის ქვეშ დაყენების დადებითი მხარეებია: 1. ლიკვიდირებულია ჰაერის შემოწოვები ჭაურის პირიდან და ვენტილატორის არხიდან; 2. მოთხოვს შედარებით მცირე ხარჯებს სავენტილაციო ნაგებობების მოწყობაზე; 3. დამჭირხნი განიავეების შემთხვევაში არ მოთხოვს ზედაპირული შენობის ჰერმეტიზაციას.

19.4. შემწოვი და დამჭირხნი განიავება

უსაფრთხოების წესების მოთხოვნების შესაბამისად ყველა ნახშირის მადაროში, გარდა გამოყოფილი მეთანის მიხედვით I კატეგორიისაა, გამოყენებული უნდა იყოს შემწოვი განი-

აგება. ამ მოთხოვნას საფუძვლად უდევს შემდეგი დადებითი მხარე, როდესაც ვენტილატორი მუშაობს შეწოვაზე, გვირაბებში ჰაერის წნევა ნაკლებია ბარომეტრულ წნევაზე, ამიტომ თუ რაიმე მიზეზის გამო საჭირო გახდა მთავარი განიავეების ვენტილატორის გამორთვა, გვირაბებში ჰაერის წნევა იზრდება, რის გამოც გამომუშავებული სივრცეებიდან, ბზარებიდან და ფენის გაშიშვლებული ზედაპირიდან აირის გამოყოფის პროცესი წყდება მოკლე დროის განმავლობაში და არ ხდება გვირაბების დაგაზიანება.

აირიან მადაროებში დამჭირხნი განიავეების გამოყენებისას კი ადგილი აქვს საწინააღმდეგო შემთხვევას, რაც დამჭირხნი განიავეების უარყოფით მხარეს წარმოადგენს.

დამჭირხნი განიავებას გააჩნია შემდეგი დადებითი მხარეები: 1. ვენტილატორში გადის სუფთა ატმოსფერული ჰაერი, რომელიც არ შეიცავს მტვერსა და მომწამლავ და ფეთქებად აირებს, რაც უზრუნველყოფს ვენტილატორის ხანგრძლივ და უსაფრთხო მუშაობას; 2. ბზარებში და ჩამონგრეულ სივრცეებში ადგილი არა აქვს ჰაერის შემოწოვას მიწის ზედაპირიდან, ხოლო გამომუშავებულ სივრცეებსა და ძველ გვირაბებში დაგროვილი აირები ჰაერის დანაკარგებს ამოაქვთ მიწის ზედაპირზე.

20. ნახშირის მადაროების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშება

20.1. ზოგადი ცნობები

ნახშირის მადაროების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის ანგარიში წარმოებს შემდეგი თანმიმდევრობით: პირველად ვანგარიშობთ საწმენდი სანგრევეების, მოსამზადებელი სანგრევეების და ამოსაღები უბნების გასანიავებელ ჰაერის რაოდენობას, შემდეგ ამოსაღები უბნის გარეთ არსებული მოსამზადებელი სანგრევეებისა და კამერების გასანიავებელ ჰაერის რაოდენობას. მიღებულ ჰაერის რაოდენობებს ვაჯამებთ და ვამატებთ ჰაერის დანაკარგებს მადაროს ეზოდან საწმენდ სანგრევეებამდე. თუ ჰაერის მიღებულ რაოდენობას დაუმატებთ ჰაერის დანაკარგებს მადაროს ეზოში, ვენტილატორის არხსა და შახტის ზედაპირულ შენობაში, მივიღებთ ვენტილატორის მიერ შახტაში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობას.

ვიდრე უშუალოდ ჰაერის რაოდენობის ანგარიშს შევუდგებოდეთ, საჭიროა ვიანგარიშოთ შემდეგი მონაცემები:

1. ფენის ნაყოფიერება

$$P=m \cdot \gamma,$$

სადაც m არის დასამუშავებელი ფენის სისქე, γ – ნახშირის მოცულობითი წონა.

2. სართულის სიმაღლე

$$h = \frac{A}{2 \sum P \cdot L \cdot C}, \quad \text{მ},$$

სადაც A არის შახტის დღე-ღამური მწარმოებლურობა; $\sum P$ – დასამუშავებელი ნახშირის ფენების ჯამური ნაყოფიერება; L – საწმენდი სანგრევეების დღე-ღამური წინწაწვევა; C – ნახშირის ამოღების კოეფიციენტი.

ციცაბო ფენების შემთხვევაში, წინასწარ მოცემულია სართულის სიმაღლე h და საჭიროა ვიანგარიშით შახტის დღე-ღამური მწარმოებლურობა:

$$A = 2 \cdot \sum P \cdot L \cdot C \cdot h, \quad \text{ტ/დღ.}$$

3. სართულების (იარუსების) რაოდენობა

$$n = a/h,$$

სადაც a არის ფენის ზომა დაქანებით.

ასეთი წესით ნაანგარიშე სართულების რაოდენობას გამრგვალებთ მთელ რიცხვამდე და შემდეგ ვანგარიშობთ სართულის დაზუსტებულ სიმაღლეს

$$h_{\text{daz}} = a/n, \quad \text{მ.}$$

4. ჭაურის სიღრმე

$$H_{\text{ჭ}} = a_{\text{საბრ.ვ}} \cdot \sin \alpha, \quad \text{მ}$$

სადაც $a_{\text{საბრ.ვ}}$ არის საბრემსბერგო ველის ზომა დაქანებით; α – ფენის დახრის კუთხე.

ციცაბო ფენების შემთხვევაში $a_{\text{საბრ.ვ}}$ -ის ნაცვლად აიღება შახტის ველის მთლიანი ზომა დაქანებით – a , და ვთვლით, რომ ჭაური გაყვანილია სულ ქვედა სართულემდე.

20.2. საწმენდი სანგრევების გასანიავებელი ჰაერის გაანგარიშება

ჰაერის რაოდენობა საწმენდი სანგრევის გასანიავებლად იანგარიშება სხვადასხვა მეთოდით:

1. ჰაერის რაოდენობა გამოყოფილი მეთანისა და ნახშირორჟანგის მიხედვით:

$$Q_{\text{wm.s}} = \frac{0,07 \cdot q_l \cdot K_{\text{UT}} \cdot A_l}{d}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}$$

აბ

$$Q_{\text{wm.s}} = \frac{I_{\text{abs}} \cdot 100}{d}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}$$

სადაც q_l არის ფარდობითი აირსიუხვე ლავის მუშა სივრცეში მეთანის ან ნახშირორჟანგის მიხედვით, მ³/ტ (ლავის ფარდობითი აირსიუხვე არის გამოყოფილი მეთანის ან ნახშირორჟანგის რაოდენობა დღე-ღამეში მონგრეულ ყოველ ტონა ნახშირზე); K_{UT} – ლავში აირის გამოყოფის უთანაბრობის კოეფიციენტი; A_l – საწმენდი სანგრევის საანგარიშო დღე-ღამური მწარმოებლურობა, ტ/დღ; d – საწმენდი სანგრევის ამომავალ ჰაერის ჭავლში აირის მაქსიმალურად დასაშვები პროცენტული რაოდენობა (უსაფრთხოების წესების შესაბამისად $d=1\%$); I_{abs} – ლავის მუშა სივრცის აბსოლუტური აირსიუხვე მ³/წთ.

2. ჰაერის რაოდენობა ფეთქებადი მასალის რაოდენობის მიხედვით:

– ლავისებური საწმენდი სანგრევებისათვის

$$Q_1 = \frac{34}{t} \cdot \sqrt{B \cdot V}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

– კამერისებური საწმენდი სანგრევებისათვის

$$Q_{\text{kam}} = \frac{11}{K_t \cdot t} \cdot \sqrt[3]{B \cdot V}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}$$

სადაც t არის აფეთქების შემდეგ საწმენდი სანგრევის განი-
აეების დრო (უსაფრთხოების წესების თანახმად $t=30$ წთ); B –
ერთდროულად ასაფეთქებელი ფეთქებადი მასალა, კგ; V –
საწმენდი სანგრევის გასანიავებელი მოცულობა, მ³; $K_\delta=0,4$
არის თავისუფალი ჭავლის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფი-
ციენტი.

3. ჰაერის რაოდენობა მომუშავეთა რაოდენობის მიხედვით:

$$Q_{\text{ჰა.ს}} = n, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც n არის სუფთა ჰაერის მისაწოდებელი ნორმა ერთ
ადამიანზე, მ³/წთ; n – საწმენდ სანგრევში ერთდროულად
მომუშავეთა რაოდენობა, იგი განისაზღვრება:

$$n = \frac{A_{\text{cv}}}{M_{\text{cv}}},$$

სადაც A_{cv} არის ცვლის განმავლობაში საწმენდ სანგრევში მო-
ნგრეული ნახშირის რაოდენობა, ტ; M_{cv} – თითოეული მუშის
საშუალო მწარმოებლურობა ცვლაში, ტ.

4. ჰაერის რაოდენობა საწმენდ სანგრევში გამოყოფილი
მტერის მიხედვით:

$$Q_{\text{ჰა.ს}} = S \cdot V_{\text{თ.}}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც S არის საწმენდი სანგრევის განივი კვეთი, მ²; V – ჰაერის მოძრაობის ოპტიმალური სინქარე, რომლის დროსაც ყველაზე ეფექტურად ხდება მტვრის ნაწილაკების საწმენდი სანგრევიდან გამოტანა. იგი ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის განისაზღვრება ექსპერიმენტალურად.

როდესაც საწმენდი სანგრევის გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობას ვიანგარიშებთ ყველა აღნიშნული მეთოდით, საბოლოოდ საანგარიშოდ ვიღებთ მიღებული შედეგებიდან მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

ამასთან უნდა გვახსოვდეს, რომ სარეზერვო ღავეში საჭიროა მიწოდებულ იქნეს მოქმედი საწმენდი სანგრევისათვის ნაანგარიშევი ჰაერის რაოდენობის 50%.

20.3. მოსამზადებელი სანგრევის გასანიავებელი ჰაერის გაანგარიშება

მოსამზადებელ სანგრევეში მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა სანგრევეში გამოყოფილი აირის მიხედვით იანგარიშება ფორმულით:

$$Q_{mos.s} = \frac{I_s \cdot 100}{d - d_0}, \text{ მ}^3/\text{წთ}$$

სადაც I_s არის სანგრევეში გამოყოფილი აირის მაქსიმალური რაოდენობა, მ³/წთ (I_s -ს საანგარიშოდ საჭიროა განვსაზღვროთ სანგრევის გაყვანისას მონგრეული ნახშირისა და ფუჭი ქანის მასა და მათი ფარდობითი აირსიუხვის მიხედვით გავიგოთ სანგრევეში გამოყოფილი აირის მაქსიმალური რაოდენობა, მ³/წთ);

$d=1$ და არის სანგრევიდან ამოძვალ ჭავლში აირის მაქსიმალური დასაშვები პროცენტული შემცველობა; $d_0=0$, არის სანგრევში მისაწოდებელ ჰაერში აირის პროცენტული შემცველობა.

2. ჰაერის რაოდენობა ფეთქებადი მასალის ხარჯის მიხედვით

$$Q_{\text{mos.s}} = 2,25 \frac{S}{t} \sqrt[3]{\frac{\varphi \cdot B \cdot b}{K_d \cdot S} \cdot L^2}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}$$

სადაც S არის მოსამზადებელი სანგრევის კვეთი, მ^2 ; $t=30$ წთ, არის უსაფრთხოების წესების თანახმად აფეთქების შემდეგ სანგრევის განიავეების დრო; φ – გვირაბის წყლიანობის კოეფიციენტი; B – ერთდროულად ასაფეთქებელი მასალის რაოდენობა; b – 1 კგ ფეთქებადი მასალის აფეთქებისას გამოყოფილი აირების რაოდენობა, ლ (ფუჭი ქანისათვის ტოლია 40 ლ, ნახშირისათვის – 100 ლ); K_d – ჰაერსადენში ჰაერის დანაკარგების კოეფიციენტი; L – გვირაბის გასანიავებელი სიგრძე (50-100 მ), მ.

გრძელი გვირაბების შემთხვევაში ფორმულაში L -ის ნაცვლად უნდა ჩაესვას გვირაბის კრიტიკული სიგრძე L_{kr} , რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$$L_{kr} = 12,5 \frac{B \cdot b \cdot K_t}{S}, \quad \text{მ};$$

სადაც $K_t=0,4$ არის თავისუფალი ჭავლის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი.

3. ჰაერის რაოდენობა მომუშავეთა რაოდენობის მიხედვით

$$Q_{\text{მოს.ს}} = n \cdot \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც 6 მ³/წთ არის ჰაერის მისაწოდებელი ნორმა ერთ ადამიანზე; n – მოსამზადებელ სანგრევეში ერთდროულად მომუშავეთა მაქსიმალური რაოდენობა.

როდესაც მოსამზადებელი სანგრევის გასანიაველად საჭირო ჰაერის რაოდენობას ვიანგარიშებთ ყველა აღნიშნული მეთოდით, საბოლოოდ საანგარიშოდ ვიღებთ მიღებული შედეგებიდან მაქსიმალურ მნიშვნელობას.

20.4. ამოსაღები უბნის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა

იმ უბნებში, რომლებშიც აირის მუდმივ გამოყოფას აქვს ადგილი, მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით;

$$Q_{ub} = K_1 \sum Q_{wm.s} + \sum Q_{mos.s} + \sum Q_{dan}, \quad \text{მ}^3/\text{წმ};$$

სადაც K_1 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ამოსაღები უბნის გამომუშავებულ სივრცეში ჰაერის დანაკარგებს;

$\sum Q_{wm.s}$ – უბანში არსებული საწმენდი სანგრევეების გასანიაველად საჭირო ჰაერის ჯამური რაოდენობა; $\sum Q_{mos.s}$ – უბანში არსებული მოსამზადებელი სანგრევეების გასანიაველად საჭირო ჰაერის ჯამური რაოდენობა; $\sum Q_{dan}$ – ჰაერის დანაკარგები ამოსაღები უბანში არსებულ სავენტილაციო ნაგებობებში და იგი განისაზღვრება ფორმულით:

$$\sum Q_{\text{dan}} = K_2 + K_3, \quad \text{მ}^3/\text{წმ},$$

სადაც K_2 არის ჰაერის დანაკარგები ამოსაღებ უბანში არსებულ ყრუდ ჩაკეტილ ტიხრებში; K_3 – ჰაერის დანაკარგები ამოსაღებ უბანში არსებულ სავენტილაციო კარებებში.

20.5 სხვადასხვა კამერების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა

1. ფეთქებადი მასალის საწყობის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა:

$$Q_{\text{ფ.ნ.}} = 0,07 \cdot V, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც V არის ფეთქითი ნივთიერების საწყობის კამერების ჯამური მოცულობა, მ^3 ; 0,07 – კოეფიციენტი, რომელიც უზრუნველყოფს კამერაში ყოველ საათში ჰაერის ოთხჯერად ცვლას.

2. კამერები, რომლებშიც განლაგებულია ელექტრო-დანადგარები:

$$Q_{\text{ელ.დან.კამ}} = 10 \cdot N \cdot (1 - \eta) \cdot K_{\text{დ}}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც N არის კამერაში განლაგებული დანადგარების ჯამური სიმძლავრე, კვტ; η – დანადგარების მ.კ.ე; $K_{\text{დ}}$ – დანადგარების დღე-ღამური დატვირთვის კოეფიციენტი.

3. დასამუხტი კამერების გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობა:

$$Q_{\text{დას.კამ}} = 30 \cdot K_{\text{გ}} \cdot n_{\text{გ}}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ},$$

სადაც K_g არის კოეფიციენტი, რომელიც შეირჩევა დასამუხტი აკუმულატორის ტიპის მიხედვით; n_g – ერთდროულად დასამუხტი აკუმულატორის ბატარეების რაოდენობა.

20.6. შახტის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა და ვენტილატორის მიერ შეწოვილი ჰაერის რაოდენობა

მთელი შახტის გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$Q_{Saxt} = 1,1 \left(\sum Q_{ub} + \sum Q_{mos.gv} + \sum Q_{kam} + \sum Q_{dan} \right), \text{ მ}^3/\text{წმ},$$

სადაც 1,1 არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს გვირაბებში ჰაერის არათანაბარ განაწილებას: $\sum Q_{ub}$ – ამოსაღები უბნების გასანიავებლად საჭირო ჰაერის ჯამური რაოდენობა; $\sum Q_{mos.gv}$ – ამოსაღები უბნების გარეთ არსებული მოსამზადებელი გვირაბების სანგრევეების გასანიავებლად საჭირო ჰაერის ჯამური რაოდენობა; $\sum Q_{kam}$ – კამერების გასანიავებლად საჭირო ჰაერის ჯამური რაოდენობა; $\sum Q_{dan}$ – ჰაერის დანაკარგები მდაროს ეზოდან ამოსაღები უბნამდე არსებულ სავენტილაციო ნაგებობებში.

ვენტილატორის მიერ შეწოვილი ჰაერის რაოდენობა შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$Q_{vent} = Q_{Saxt} + \sum Q_{gar.dan}, \text{ მ}^3/\text{წმ},$$

სადაც $Q_{შახ}$ არის შახტის გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობა; $\sum Q_{gar.dan}$ – ჰაერის გარეგანი დანაკარგები და იგი განისაღვრება ტოლობით:

$$\sum Q_{gar.dan} = K_5 + K_6, \quad \text{მ}^3/\text{წმ},$$

სადაც K_5 არის ჰაერის დანაკარგები ვერტიკალური ჭაურების ზედაპირულ შენობებში, რომელშიც მოწყობილია ამჟებ დანადგარები; K_6 – ჰაერის დანაკარგები ვენტილატორის არხში.

ასეთნაირად ნაანგარიშევი ჰაერის რაოდენობა საჭიროა განაწილდეს შახტის ვენტილაციის სქემაზე და შემდეგ უნდა ვიანგარიშოთ თითოეული გზის დეპრესია. ამის შემდეგ თუ საჭიროა უნდა მოვახდინოთ ჰაერის რეგულირება სავენტილაციო ფანჯრებით. შემდეგ ვანგარიშობთ მაქსიმალური დეპრესიის გზაზე მინიმალური გზის დეპრესიას, შახტის მთლიან მაქსიმალურ და მინიმალურ წინაღობას, აგრეთვე ექვივალენტური ხერელის მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობებს.

20.7. მადნეულ საბადოთა მადარობის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშება

მადნეულ საბადოთა მადარობის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშება წარმოებს ფეთქებადი მასალის, გამოყოფილი მომწამლავი და ფეთქებადი აირების, გამოყოფილი მტერისა და მომუშავეთა რაოდენობის მიხედვით.

1. მომუშავეთა რაოდენობის მიხედვით გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Q_{maR} = q \cdot n \cdot Z, \quad \text{მ}^3/\text{წთ}.$$

სადაც q არის ერთ ადამიანზე მისაწოდებელი ჰაერის ნორმა ($q=6,0$ მ³/წთ); n – ხალხის მაქსიმალური რაოდენობა მაღაროში; Z – ჰაერის მარაგის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ყველა სახის დანაკარგებს $Z=1,3-1,6$.

2. მაღაროში გამოყოფილი აირების მიხედვით (მეთანი, წყალბადი), მაღაროს გასანიავებლად საჭირო ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$Q_{\text{maR}} = q_n \cdot A \cdot Z, \quad \text{მ}^3/\text{წთ.}$$

სადაც q_n არის საშუალო დღე-ღამური მწარმოებლურობის 1 მ³-ზე მისაწოდებელი ჰაერის ნორმა, მ³/წთ (ცხრ. 20.1); A – მაღაროს საშუალო დღე-ღამური მწარმოებლურობა, მ³.

ცხრილი 20.1

მაღაროს კატეგორია ფარდობითი აირსიუხვის მიხედვით	აირის რაოდენობა (მეთანი, წყალბადი), რომელიც გამოიყოფა 1მ ³ დღეღამურ მწარმოებლურობაზე, მ ³	q_n , მ ³ /წთ მ ³ -ზე
I	7-მდე	1,40
II	7-14	1,75
III	14-21	2,10
ზეკატეგორია	21-ზე მეტი	ზეკატეგორიის მაღაროებში ჰაერის რაოდენობა უნდა იყოს იმდენი, რომ საერთო ამომავალ ჭავლში აირების შემცველობა არ აღემატებოდეს 0,75%, მაგრამ არანაკლები 2,1 მ ³ /წთ ყოველ მ ³ საშუალო დღეღამურ მწარმოებლურობაზე

3. ფეთქებადი მასალის ხარჯის მიხედვით მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება რამდენიმე მეთოდით. იმ შემთხვევაში, როდესაც მასიურ აფეთქებას არა აქვს ადგილი, საწმენდი სანგრევებისათვის ჰაერს ვანგარიშობთ ფორმულით

$$Q_{\text{saw.s}} = 25,5 \frac{S}{t} \sqrt{BSl}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ.}$$

მთლიანად მაღაროსათვის

$$Q_{\text{maR}} = \frac{B \cdot b}{t} \cdot \frac{100}{d} Z, \quad \text{მ}^3/\text{წთ.}$$

სადაც S არის საწმენდი სანგრევის განივი კვეთი, მ²; t=30 წთ და არის აფეთქების შემდეგ საწმენდი სანგრევის განიავების დრო, წთ; B – ერთდროულად აფეთქებული ფეთქითი ნივთიერების მაქსიმალური რაოდენობა, კგ; l – საწმენდი სანგრევის სიგრძე აფეთქების ადგილიდან სავენტილაციო შტრეკამდე, მ; b – 1 კგ ფეთქითი ნივთიერების აფეთქების შედეგად გამოყოფილი აირების რაოდენობა, მ³/კგ; d – ნახშირუანგის მაქსიმალურად დასაშვები პროცენტული რაოდენობა (d≤0,008% იმ პირობით, რომ განუწყვეტელი განიავების შედეგად ნახშირუანგის შემცველობა ჰაერში 2 სთ-ის განმავლობაში დაიწევს 0,0024%-მდე).

მასიური აფეთქებების დროს, იმ გვირაბებისათვის, რომლებიც განლაგებულია საწმენდი ბლოკებიდან მდნის გამოსაშვებ პორიზონტზე, ჰაერის რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$Q_{\text{gv}} = \frac{\varphi}{t} \sqrt{iBV_{\text{d.g.}}}, \quad \text{მ}^3/\text{წთ.}$$

სადაც $V_{დ.გ.}$ არის დაგაზიანებული გვირაბის მოცულობა, მ³; φ და i – ექსპერიმენტული კოეფიციენტები.

კამერებისათვის, რომლებიც ნიავეებიან გამჭოლი ჭავლით, მისაწოდებელი ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$Q_{kam} = 2,3 \frac{V}{K_t \cdot t} \lg \frac{100Bb}{Vd}, \text{ მ}^3/\text{წთ.}$$

სადაც V არის კამერის გასანიავებელი მოცულობა, მ³; K_{δ} – თავისუფალი ჭავლის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი.

4. ჰაერის რაოდენობა საწმენდ სანგრევეში მტვრის განუწყვეტელი გამოყოფის შემთხვევაში იანგარიშება მარტივი ფორმულით

$$Q = \frac{I}{K_t (d - d_0)}, \text{ მ}^3/\text{წთ.}$$

სადაც I არის საწმენდ სანგრევეში (გვირაბში) მტვრის წარმოშობის ინტენსივობა, მგ/წთ; K_{δ} – თავისუფალი ჭავლის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი; d – ჰაერში მტვრის დასაშვები მაქსიმალური კონცენტრაცია; d_0 – გვირაბებში შემაჯავალ ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია.

21. პარიერების განიავების დაპროექტება

21.1. კარიერის განიავებაზე მოქმედი ბუნებრივი პირობების ზეგავლენა

კარიერების განიავებაზე მოქმედი ბუნებრივი ფაქტორებია კლიმატი, გარემოს რელიეფი და რაიონის მცენარეული საფარი.

კლიმატური ფაქტორებიდან საჭიროა პირველყოფლისა გავითვალისწინოთ ქარის მიმართულება და სიჩქარე, უქარობის პერიოდები, წლის განმავლობაში ტემპერატურის ცვალებადობა, ნალექების რაოდენობა და ხასიათი, აგრეთვე მზის რადიაციის სიდიდე.

ქარის სიჩქარის დღე-ღამური და წლიური ცვლილებები, აგრეთვე ინვერსიის ცვლილებების მონაცემები, რომელიც საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ კარიერში ჰაერცვლის დარღვევის პერიოდები, უქარობის ან ქარის მცირე სიჩქარეების პერიოდის ხანგრძლივობის შეფასება საშუალებას გვაძლევს უკვე პროექტირების საწყის სტადიაზე გავითვალისწინოთ მოთხოვნები კარიერის ტექნოლოგიისა და მექანიზაციისადმი, აგრეთვე მოთხოვნები კარიერის განლაგებისა და გეომეტრიული პარამეტრებისადმი. კარიერის განლაგების რაიონში ქარის ქროლის გაბატონებული მიმართულების ცოდნა საშუალებას გვაძლევს კარიერის ღერძი მივმართოთ ამ მიმართულების თანხვედრილად, გარდა ამისა ამ მიმართულების გათვალისწინებით აუცილებელია მანევრების გამომყოფი გარეგანი წყაროები განლაგდნენ კარიერის მიმართ ქარზურგა მხრიდან.

კარიერის განლაგების რაიონში ჰაერის ტემპერატურის ცვლილებისა და ნალექების შესახებ მონაცემთა ცოდნა საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ წინასწარი დასკვნა მტვრიანობის მდგომარეობის შესახებ. უმნიშვნელო რაოდენობის ნალექები, აგრეთვე ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილებები ხელს უწყობს მტვერწარმოქმნას როგორც კარიერის შიგნით, ისე ზედაპირზე. უარყოფითი ტემპერატურების მქონე ხანგრძლივი პერიოდები მნიშვნელოვნად ზღუდავენ მტვერთან ბრძლის სველი მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობას.

მზის რადიაცია, ერთი მხრივ, განსაზღვრავს კარიერებში ქანებისა და ჰაერის ტემპერატურას რითაც მოქმედებს მტვრის წარმოქმნაზე, ხოლო მეორეს მხრივ იგი განსაზღვრავს კარიერში ატმოსფეროს მდგრადობასა და ჰაერცვლას. მზის რადიაციის გაზრდა ხელს უწყობს ჰაერცვლას, ხოლო მისი შემცირება პირიქით – ხელს უშლის ჰაერცვლას.

გარემოს რელიეფი განსაზღვრავს ჰორიზონტის ჩაკეტილობას, ხოლო ჩაკეტილობაზე დამოკიდებულია კარიერის ზედაპირზე ქარის შემცირება. ჰორიზონტის ჩაკეტილობის ხარისხი განისაზღვრება კარიერის საწყისი დონის მიმართ რელიეფის უსწორმასწორობის ამადლების H შეფარდებით კარიერიდან უსწორმასწორობამდე მანძილთან L.

ცხრილში 21.1 მოყვანილია ქარის შესუსტების ხარისხი ჰორიზონტის ჩაკეტილობის ხარისხის მიხედვით.

პარამეტრები	ჰორიზონტის ჩაკეტილობა, გრადუსი				
	0	5	10	15	>15
შეფარდება H/L	0	0,09	0,18	0,27	>0,27
ჰაერის ნაკადის შემცირების ხარისხი	0	0,1	0,2	0,3	უკუნაკადების წარმოქმნა

კარიერის განლაგების რაიონში მცენარეული საფარის შესახებ მონაცემები მნიშვნელოვანია მტვრის წარმოქმნის და ზედაპირზე ქარის ნაკადის შემცირების შესაფასებლად. ტყეები და მყარი მცენარეული საფარი ამცირებენ ზედაპირზე მტვერ-წარმოქმნას და ამავე დროს, ტყეები მკვეთრად ამცირებენ ქარის სიმძლავრეს.

21.2. გენტილაციის ფაქტორების გათვალისწინებით ღია სამთო სამუშაოების ტექნოლოგიური საფუძვლების შერჩევა

ღია სამთო სამუშაოების ტექნოლოგიების პროექტირების საფუძვლებში ჩადებულია სასარგებლო წიაღისეულის ამა თუ იმ საბადოს თავისებურებანი, მისი განლაგება, თვისებები და სხვა ბუნებრივი ფაქტორები. იმ შემთხვევაში, როდესაც დამუშავების პირობები საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ტექნოლოგიების რამდენიმე ვარიანტი, უპირატესობა უნდა მიენიჭოს იმ ვარიანტებს, რომლებიც მინიმალურ უარყოფით ზეგავლენას

ახდენენ კარიერის მეტეოროლოგიურ პირობებზე. კარიერში ატმოსფერული პირობების განმსაზღვრელი ძირითადი ტექნოლოგიური ფაქტორებია საბადოს ტიპი, კარიერის ველის ფორმა და ზომები, სამუშაოთა ფრონტი, დამუშავების სისტემა და საბადოს გადახსნის ხერხი.

საბადოს ტიპი განისაზღვრება სასარგებლო წიაღისეულის ჩაწოლის პირობებით და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ძირითადად კარიერის განიავებაზე. მიღებული კლასიფიკაციის შესაბამისად არსებობს საბადოს შემდეგი ტიპები: ზედაპირული, სიღრმეული, მთიანი, მთიან-სიღრმეული და წყალქვეშა.

ბუნებრივი განიავების თვალსაზრისით ყველაზე ხელსაყრელია საბადოს მთიანი ტიპი, როდესაც სასარგებლო წიაღისეულის საბადო განლაგებულია გარშემომყოფი ზედაპირის დონის ზევით. ამავე დროს, ამ შემთხვევებში შესაძლებელია, რომ განიავების პირობები მთიანი კარიერის შიგნით გართულდეს, რის მიზეზიცაა მეზობლად მდებარე მთების სიახლოვე.

საბადოს ზედაპირული ტიპი, რომელიც ხასიათდება სასარგებლო წიაღისეულის პორიზონტალური ან დამრეცი ჩაწოლითა და ჩაწოლის შედარებით მცირე სიღრმით, განიავების თვალსაზრისით ასევე არ იწვევს არაერთარ გართულებას.

ბუნებრივი განიავების ეფექტურობა განსაკუთრებით შემცირებულია საბადოს სიღრმეული ტიპის დროს. ვინაიდან ამ შემთხვევაში წარმოებს კარიერის სიღრმის განუწყვეტელი ზრდა, შესაძლებელია ჰაერის ნაკადების სიჩქარის შემცირება და განსაზღვრულ პირობებში, კარიერის ატმოსფეროში მანვლო-

ბების დასაშვებ რაოდენობაზე მეტი რაოდენობით თავმოყრა. ამის გამო, ასეთი ტიპის კარიერებისათვის საჭიროა უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ დამუშავების სხვადასხვა ხერხის გამოყენება. ხოლო განსაზღვრულ პირობებში აუცილებლად უნდა გამოვიყენოთ ხელოვნური ვენტილაცია.

კარიერის ველის ფორმა და ზომები ასევე მოქმედებენ კარიერის განიავებაზე. კარიერის ფორმა შეიძლება იყოს წაგრძელებული, როდესაც კარიერის სიგრძის ფარდობა მის სიგანესთან შეადგენს ოთხს და მეტს, მომრგვალებული, როდესაც კარიერის სიგანე უახლოვდება მის სიგრძეს. კარიერის ფორმა საშუალებას გვაძლევს ვცვალოთ ჰაერის ნაკადების მიმართულება დამომუშავებულ სივრცეში.

კარიერის განიავებაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს მისი გეომეტრული ზომები. ამავე დროს სიღრმე და ზოგიერთ შემთხვევებში ზედაპირული ტიპის საბადოების შემთხვევებში განმსაზღვრელია კარიერის სიგრძისა და სიგანის შეფარდება მის სიღრმესთან. ამ ფარდობის შესაბამისად ქარის ენერჯით განიავების ხერხის მიხედვით გამოიყოფა შემდეგი ჯგუფები: კარგად გასანიავებელი (როდესაც აღნიშნული ფარდობა მეტია 10-ზე); სუსტად გასანიავებელი (ფარდობა არის 6-10) და ძნელად გასანიავებელი (ფარდობა ნაკლებია 6-ზე).

ამავე დროს მიზანშეწონილია, რომ საბადოს დამუშავება და კარიერის განვითარება წარემართოთ ისეთნაირად, რომ კარიერის მუშა ფერდი განლაგებული იყოს გაბატონებული ქარების მხარეს. განიავების რეციკულაციური სქემებისათვის, კა-

რიერის ფსკერის ზომების შემცირება იწვევს უკუნაკადების შეფარდებითი მოცულობის ზრდას.

პრაქტიკაში მიღებული კარიერების ზომების მიხედვით კლასიფიკაციის შესაბამისად კარიერი შეიძლება იყოს ძალიან მცირე, საშუალო, დიდი და ძალიან დიდი. ძალიან მცირე კარიერი არის ისეთი კარერი რომლის ფართი გეგმაში არის 0,4 კმ²-მდე და სიღრმე – 100 მ-მდე. ასეთი კარიერები, თუ მათში გამოყენებულია მავნეობების წინააღმდეგ ბრძოლის ადგილობრივი საშუალებები, არ წარმოადგენენ საფრთხეს ატმოსფეროს გატუჭყიანებისათვის. სიღრმეული ტიპის დანარჩენი კარიერები მოითხოვენ ბუნებრივი განიავების განსაზღვრულ შესაძლებლობებს, განსაკუთრებით აირებისა და მტერის წინააღმდეგ ბრძოლის არაეფექტური საშუალებების გამოყენებისას.

სამთო სამუშაოების წარმართვის ფრონტი ახდენს გარკვეულ ზემოქმედებას სამუშაო ადგილებზე ჰაერის მტერიალობასა და დაგაზიანებაზე. ფრონტის მიმართულება საშუალებას იძლევა შეიცვალოს მოწყობილობების ურთიერთგანლაგება და კონცენტრაცია, ჰაერის ნაკადების გადაადგილების მიმართ. ამავე დროს შესაძლებელია სამუშაო ადგილებზე ატმოსფეროს გატუჭყიანების მნიშვნელოვანი გაზრდა. გარდა ამისა, თუ ფრონტის გადაადგილების მიმართულება თანხვედნილია კარიერის გრძელი ღერძისა და ეს ორივე მიმართულება ერთხვევა გაბატონებული ქარის მიმართულებას, მეტად იზრდება ბუნებრივი განიავების ეფექტურობა.

საფეხურზე სამთო მასის მონგრევის წესი განსაზღვრავს ჰაერის ნაკადების ფორმირებას სამთო მანქანების სანგრევებში.

ამ მხრივ ბუნებრივი განიავებისათვის ყველაზე კარგი პირობები იქმნება საფეხურის ან ბლოკის ზედა მოედნის გასწვრივ თხელი შრეებით გამოღების დროს. რამდენადმე უარესდება განიავება, როდესაც გამოღებას ვახდენთ თხელი შრეებით ფერდის გასწვრივ, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც ქარის მიმართულება პერპენდიკულარულია ფრონტის მიმართ. ყველაზე რთული ატმოსფერული პირობები იქმნება ტრანშეის გაყვანისას ჩიხურ სანგრევებში.

მონგრეული სამთო მასის დატვირთვა გარკვეულწილად განსაზღვრავს მტვერწარმოქმნის ინტენსივობას ექსკავაციის დროს. ამ შემთხვევაში ყველაზე ნაკლები მტვრიანობა იქმნება როდესაც სამთო მასის დატვირთვა ხორციელდება იმავე ჰორიზონტზე განლაგებული მომგრევ-დამტვირთავი მოწყობილობების საშუალებით. მტვრის გამოყოფა უფრო ინტენსიურია, როდესაც დატვირთვა ხორციელდება ზედა დატვირთვით, ანუ როდესაც სატვირთო ჭურჭელი განლაგებულია უფრო მაღალი სიჩქარის მქონე საპაერო ნაკადებში. მტვერწარმოქმნის ყველაზე მაღალი ინტენსივობა იქმნება ექსკავატორული გადატვირთვების დროს, როდესაც მონგრეული სამთო მასა გადაიტანება ექსკავატორით ორჯერ და უფრო მეტჯერ.

ექსკავატორით აღჭურვილ სანგრევეში მტვერწარმოქმნის ინტენსივობაზე მოქმედებს საფეხურის სიმაღლეც. ამის გამო, არ არის დაშვებული ექსკავატორის აჩამჩვის სიმაღლეზე მაღალი საფეხურების გამოყენება, განსაკუთრებით მშრალი ქანების მონგრევის დროს.

საფეხურის გასწვრივ სამთო მასის გადაადგილების რიგი მოქმედებს ატმოსფეროს მდგომარეობაზე საავტომობილო ტრანსპორტის გამოყენების დროს. ავტოტრანსპორტის გამჭოლი მოძრაობისას, საშუალება გვაქვს შევამციროთ მანქანების თავმოყრა, განსაკუთრებით ტრანშეებში და ამით მნიშვნელოვნად შევამციროთ ჰაერის დაგაზიანება, მანქანების ჩიხური სქემით გადაადგილებასთან შედარებით.

ღია წესით დამუშავების სისტემა. დამუშავების სისტემა მთლიანად განიავებაზე მოქმედებს შემდეგნაირად:

მტერისა და მანევ აირების ფაქტორების შესაბამისად ყველაზე საშიშს წარმოადგენს ცვალებადი სამუშაო ზონის მქონე დამუშავების სისტემები, რომლებიც გამოიყენება დახრილი და ციცაბო საბადოების დამუშავებისას. ამ ჯგუფში თავის მხრივ ყველაზე საშიშია გეგმაში განვიად ერთბორტიანი და ორბორტიანი მონგრევის მიმართულების მქონე სისტემები.

ნაკლებად სახიფათოა დამუშავების სისტემები მუდმივი სამუშაო ზონით. ამ შემთხვევებში, თუ სანაყაროები განლაგებული არიან კარიერის ზედა საზღვრიდან საკმაო მანძილზე, მათი განიავება ძირითადად ხორციელდება პირდაპირი დინებითი სქემით.

იმ შემთხვევებში, როდესაც სანაყაროები განლაგებული არიან შედარებით მცირე მანძილზე კარიერის ზედა საზღვრიდან, სანაყაროს სიმაღლის გაზრდა იწვევს გამომუშავებული სივრცის განიავების გაუარესებას. განიავების პირობებიდან გამომდინარე მინიმალური მანძილი კარიერის ზედა საზღვრიდან სანაყარომდე არ უნდა იყოს სანაყაროს სიმაღლის

10-მაგ სიდიდეზე ნაკლები. იმ შემთხვევაში, როდესაც სანაყაროზე განთავსებულია თვითწვადი ქანები, ეს მანძილი უნდა გულისხმობდეს აირების გავრცელებას.

საბადოს გადახსნის ხერხიც თავისებურად მოქმედებს კარიერის ატმოსფეროს მდგომარეობაზე. გაბატონებული ქარების მიმართულების გათვალისწინებით გაყვანილი გარე ტრანშეა საშუალებას გვაძლევს შევამციროთ უკუნაკადების მოქმედების ზონები ბორტების ციცაბოდ დახრის შემთხვევაშიც კი, განსაკუთრებით საბადოს წყვილი ტრანშეებით გახსნის დროს. ამ უკანასკნელის გამოყენებისას ხდება აგრეთვე მტვრისა და მავნე აირების გამომყოფი წყაროების დაშორიშორება.

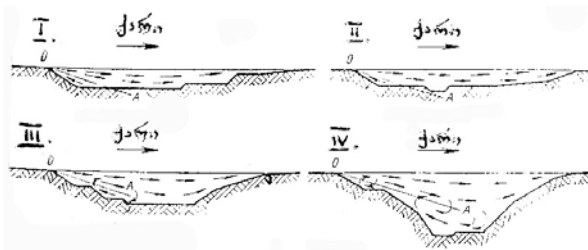
საბადოს მიწისქვეშა გვირაბებით გახსნისას იქმნება შესაძლებლობა, რომ მკვდარ ზონებში ხელოვნურად მივაწოდოთ ჰაერი. ეს ხერხი არის განიავების ადგილობრივი საშუალება, რადგან გვირაბი საშუალებას იძლევა გავატაროთ ჰაერის ძლიერ შეზღუდული მოცულობა.

კარიერის ატმოსფეროს დამტვერიანებასა და დაგაზიანებაზე დიდ გავლენას ახდენს მისი საწარმოო სიმძლავრეები. იდენტურ პირობებში ერთი და იგივე სახის სამთო და სატრანსპორტო მოწყობილობების გამოყენებისას ატმოსფეროს დამტვერიანება და დაგაზიანება საშუალოდ პროპორციულად იზრდება კარიერის საწარმოო სიმძლავრის გაზრდასთან ერთად. გარდა ამისა, სამთო სამუშაოების ინტენსიფიკაცია და კონცენტრაცია ხელს უწყობს კარიერის ზონების ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მომატებას.

21.3. კარიერების ბუნებრივი განიავების პარამეტრების განსაზღვრა

პროექტირების ამ ეტაპის ძირითადი შინაარსი მდგომარეობს კარიერის განიავების სქემის განსაზღვრაში მისი განვითარების სხვადასხვა პერიოდში და კარიერის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშებაში.

კარიერის ექსპლუატაციის მთელი პერიოდის განმავლობაში განისაზღვრება პერიოდები, რომლებშიც კარიერს გაანია სხვადასხვა მნიშვნელობის შემდეგი პარამეტრები: ბორტების დახრის კუთხეები, კარიერის სიღრმის ფარდობა მის სიგრძესა და სიგანესთან, მაგნიტობების გამოყოფის ადგილები და მათი გამოყოფის ინტენსივობა, აგრეთვე ბუნებრივი განიავების ეფექტურობაზე მოქმედი სხვა მახასიათებლები. ამ პერიოდებისათვის გამოისახება კარიერის გეგმა და მისი დამახასიათებელი პროფილები (ვერტიკალური სიბრტყით კვეთები) ქარის ქროლვის ძირითადი მიმართულებებისათვის. ამავე დროს კვეთების რაოდენობა და მათი ორიენტაცია საკმარისი უნდა იყოს კარიერში ჰაერის მოძრაობის სივრცობრივი სურათის მისაღებად (ნახ. 21.1)



ნახ. 21.1

ნახ. 21.1-ზე მოცემულია კარიერის გამომუშავების ოთხი სხვადასხვა პერიოდის პროფილი ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში. ყოველი პერიოდისათვის კარიერის შერჩეული დამახასიათებელი კვებებისათვის წარმოებს ჰაერის ბუნებრივი მოძრაობის სქემების განსაზღვრა სხვადასხვა მეტეოროლოგიური პირობების გათვალისწინებით და პირველ რიგში ზედაპირზე ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გათვალისწინებით.

ყოველივე ამის შედეგად, თითოეული პერიოდისათვის განისაზღვრება წლის პერიოდები, რომელთა დროსაც ჭარბობენ ვენტილაციის ქარით გამოწვეული ან თერმული სქემები, ხოლო ამ უკანასკნელებში უნდა განისაზღვროს მათი სახესხვაობები.

ასე, მაგალითად, ნახ. 21.1-დან ჩანს, რომ კარიერის გამომუშავების 1-ლ და მე-2 პერიოდებში, ქარის საკმარისი ძალისა და მისი მიღებული მიმართულების დროს პრაქტიკულად მთელი კარიერი განიავდება პირდაპირი დინებითი სქემით. ამ პერიოდებში უმნიშვნელოა თავისუფალი ჭაველის AO საზღვრის ქვევით მდებარე რეცირკულაციის ზონები. თუ ამ დროს, ძირითადი სამთო სამუშაოები იწარმოება კარიერის მარჯვენა, ქარპირა ბორტზე და თუ გავითვალისწინებთ, რომ კარიერის სიგრძის შეფარდება მის სიღრმესთან საკმაოდ დიდია, ნათელია, რომ განხილულ პერიოდებში კარიერის განიავების პროცესში არავითარი სიძნელეები არ იქმნება. გამონაკლის შემთხვევებში, სიძნელეები შეიქმნება უქარობის და ტემპერატურული ინვერსიების პერიოდებში.

მე-3 პერიოდში რეცირკულაციის ზონების მოცულობა იზრდება და განიავების სქემა ხდება რეცირკულაციურ-პირდა-

პირდინებიანი. მდგომარეობა უფრო რთულდება მე-4 პერიოდში, როდესაც განიავების სქემა მოლიანად გარდაიქმნება რეცირკულაციურ სქემად, ხოლო კარიერის სიგრძის მის სიღრმესთან შეფარდების შემცირება იწვევს კარიერის ფსკერისპირა ნაწილში ქარის მიერ გამოწვეული მოძრაობის მნიშვნელოვან შესუსტებას. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს კარიერის ამ ნაწილში ჰაერის მოძრაობის თერმული სქემების განვითარების მიზეზს.

კარიერის განიავების სქემებისა და რეცირკულაციის ზონების განსაზღვრა შესაძლებელია მოდელირების საშუალებით, რომლის დროსაც კარიერის შემცირებული მოდელის გამოცდა ხდება სპეციალურ აეროდინამიკურ მილში.

21.4. კარიერის ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაცია და მისი ატმოსფეროს გამაჯანსაღებელი ტექნოლოგიური ღონისძიებები

ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაცია აფართოებს განიავების შესაძლებლობებს და ამით ამცირებს იმ პერიოდებს, როდესაც აუცილებელია ხელოვნური ვენტილაციის საშუალებების გამოყენება. კარიერების ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაციის საშუალებებია: გაბატონებული ქარების მიმართ კარიერის ორიენტაციის გაუმჯობესება, ბორტების დახრის კუთხეების შემცირება, გაბატონებული ქარის მიმართულებით კარიერის სიგრძის გაზრდა, ზედაპირზე ნაგებობებისა და სანაყაროების შესაბამისი განლაგება.

ზედაპირული ნაგებობებისა და გარე სანაყაროების რაციონალური განლაგება შედარებით მარტივი ამოცანაა. მაგრამ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ეს ღონისძიება ეფექტურია მხოლოდ გაბატონებული მიმართულებით ქარის ქროლვისას. ქარის ქროლვის მიმართულების შეცვლისას ზედაპირულმა ნაგებობებმა და გარე სანაყაროებმა შესაძლებელია, პირიქით, გააუარესოს კარიერის ბუნებრივი განიავება ეკრანული ზემოქმედების გამო. ამავე დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ ღონისძიებები რათა თავიდან იქნეს აცილებული გარე სანაყაროებიდან კარიერში მტვრის შეტანა.

მეცნიერული გამოკვლევები და დაკვირვებები გვჩვენებს, რომ კარიერების ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაციისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ კარიერის ზედა კიდესთან, ზედაპირიდან რაღაც სიმაღლეზე მიმმართველი ჰორიზონტალური ფარების განლაგება. აღნიშნული ფარები შეიძლება გადაადგილდნენ კარიერის კონტურის გასწვრივ ქარის მიმართულების მიხედვით. ეს ფარები მიმართავენ რა კარიერის შიგნით საჰაერო ნაკადს, ხელს უწყობენ რეცირკულაციის ზონების შემცირებას.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბუნებრივი განიავების ინტენსივობა არასაკმარისია, საჭიროა განვიხილოთ კარიერში ტექნოლოგიის, მექანიზაციისა და მუშაობის ორგანიზაციის შეცვლის საკითხი, რომლის დროსაც მცირდება კარიერის ატმოსფეროში მავნეობების გამოყოფა. ასე, მაგალითად, კარიერში გამოვიყენოთ უფრო ჰიგიენური ტრანსპორტის სახეები (ელექტრო-ტრანსპორტი, საკონვეიერო და ჰიდროტრანსპორტი); ისეთი

ავტოვითმცდელების გამოყენება, რომლებიც გამოყოფენ მინიმალური რაოდენობის მანეჟ აირებს; სამუშაოთა წარმართვა ძირითადად ქარპირა ბორტებზე; აფეთქებითი სამუშაოების წარმართვა დღე-ღამის იმ პერიოდებში, როდესაც კარიერში ჰაერცვლა მაქსიმალურია; კარიერში სამუშაოს ისეთი ორგანიზაციის გამოყენება, როდესაც მანეჟობების გამომყოფი წყაროების განუწყვეტელი მუშაობის დრო უფრო ნაკლებია იმ დროზე, როდესაც კარიერის ატმოსფეროში მანეჟობების კონცენტრაცია გადააჭარბებს მათ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს.

21.5. კარიერის ხელოვნური ვენტილაციის საშუალებების გამოყენების პერიოდებისა და მასშტაბების განსაზღვრა

კარიერის ბუნებრივი განიაგების ეფექტურობის შეფასებისას აუცილებელია ქარის სინქარის კრიტიკული მნიშვნელობების დადგენა, რომლის ქვევითაც პრაქტიკულად ნულის ტოლია კარიერებში ბუნებრივი ჰაერცვლა, ამის საშუალებით განისაზღვრება ის პერიოდები, როდესაც აუცილებელია გამოიყენოთ ხელოვნური ვენტილაციის საშუალებები.

ჰაერცვლის დარღვევის პერიოდების შეფასებისას ყოველთვის უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ქარის სინქარის ცვლილებების საშუალო სტატისტიკური მონაცემები ყოველთვის შეიძლება განსხვავდებოდეს ფაქტიური მონაცემებიდან კარიერის გამომუშავების ამა თუ იმ პერიოდისათვის. კარიერში

ჰაერცვლის დარღვევის პერიოდების შეფასებისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ მეტეოროლოგების მიერ მოწოდებული სპეციალური მონაცემები ტემპერატურების ინვერსიებისა და წყნარი ამინდების შესახებ.

ხელოვნური ვენტილაციის საშუალებების გამოყენება აუცილებელია მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როდესაც ჰაერცვლის დარღვევის პერიოდების ხანგრძლივობა აღემატება იმ პერიოდის ხანგრძლივობას, რომლის დროსაც ატმოსფეროში მანევრების კონცენტრაცია გადააჭარბებს მათ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს.

ხელოვნური ვენტილაციის მასშტაბები განისაზღვრება იმ ზონების მოცულობებით, რომლებშიც მანევობათა შემცველობა აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციების დონეებს.

განიაგების პირდაპირი დინების სქემისა და მანევობების გამომყოფი წყაროების კარიერის ქარზურგა ბორტებზე განლაგების დროს წარმოებს კარიერის მთლიანი სივრცის დაგაზიანება. დაგაზიანებული სივრცის მოცულობა თანდათან შემცირდება მანევობების გამომყოფი წყაროების ქარპირა ბორტისაკენ გადაადგილების დროს.

განიაგების რეცირკულაციური სქემის გამოყენებისას დაგაზიანების ზონის მოცულობად მიიღება რეცირკულაციის ზონის მოცულობა და დაგაზიანების დონის განსაზღვრისათვის უნდა გავითვალისწინოთ მხოლოდ რეცირკულაციის ზონაში განლაგებული მანევობების გამომყოფი წყაროები.

**21.6. კარიერის ვენტილაციისათვის აუცილებელი
ჰაერის რაოდენობისა და სავენტილატორო
დანადგარების რიცხვის განსაზღვრა**

კარიერში გამოყოფილი მავნეობების განზავებისათვის აუცილებელი ჰაერის რაოდენობა განისაზღვრება ფორმულით

$$q = \frac{v}{t} \left(0,01661g \frac{C_0}{C_d} - 0,0022 \right), \text{ მ}^3/\text{წმ}, \quad (21.1)$$

სადაც v არის კარიერის დაგაზიანებული სივრცის მოცულობა, მ^3 ; t – განიავების დრო, წმ; C_0 – კარიერში მისაწოდებელ ჰაერში მავნეობების შემცველობა, %; C_d – კარიერის ჰაერში მავნეობების ზღვრულად დასაშვები შემცველობა, %.

იგივე ჰაერის რაოდენობა შესაძლებელია აგრეთვე განისაზღვროს ფორმულით

$$q = \frac{b \cdot v}{t} \sqrt{\ln \frac{C_0}{C_d}}, \text{ მ}^3/\text{წმ}, \quad (21.2)$$

სადაც b არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სავენტილატორო დანადგარების რიცხვს, განლაგების ადგილსა და სავენტილაციო მიღების დიამეტრს ($b=0,087-0,130$).

იმ შემთხვევაში, როდესაც კარიერის სივრცეში მუდმივად გამოიყოფა მავნეობები ინტენსივობით G , დროის ერთეულში კარიერში მისაწოდებელი ჰაერის აუცილებელი რაოდენობა იანგარიშება ფორმულით

$$q = \frac{G}{K(C_d - C_0)}, \quad \text{მ}^3/\text{წმ}, \quad (21.3)$$

სადაც K არის თავისუფალი ჭავლის ტურბულენტური დიფუზიის კოეფიციენტი.

მსხვილი თანამედროვე კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის პრაქტიკა და გაანგარიშება გვიჩვენებს, რომ მათი ეფექტური განიავებისათვის აირების განზავებისათვის საჭირო ჰაერის რაოდენობა შეადგენს $60\ 000$ მ³/წმ, ხოლო მტვრის ფაქტორის მიხედვით – $10\ 000$ - $15\ 000$ მ³/წმ.

სავენტილატორო დანაგდარების რიცხვი, მათი პარალელური ან მარაოსებური მუშაობის დროს, მიახლოებით შეიძლება განისაზღვროს ფორმულით

$$N = \frac{B}{b}, \quad (21.4)$$

სადაც B არის სავენტილაციო ჭავლის მოქმედების მართობულად განლაგებულ სიბრტყეში დაგაზიანებული ზონის სიგანე; b – ერთი სავენტილატორო დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის სიგანე; ამ დროს მიზანშეწონილია სავენტილატორო დანადგარი განვაღაგოთ გასანიავებელი ზონიდან დაახლოებით $l \approx 2,5 \cdot b$ მანძილზე.

ვენტილატორების მიმდევრობითი მუშაობის დროს, სავენტილატორო დანადგარების მიახლოებითი რაოდენობა განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით

$$N = \frac{L}{l_{\text{saS}}}, \quad (21.5)$$

სადაც L არის ჭუჭყიანი ჰაერის მოძრაობის ტრაექტორიის საერთო სიგრძე პირველი სავენტილატორო დანადგარის განლაგების ადგილიდან კარიერიდან ჰაერის მოცილების ადგილამდე;

l_{sas} – ერთი სავენტილატორო დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის საშუალო სიგრძე.

საერთოდ დადგენილია, რომ სავენტილატორო დანადგარების რიცხვი დამოკიდებულია განიავეების მიღებულ დროზე. გარდა ამისა, სავენტილატორო დანადგარების რიცხვი შესაძლებელია განვსაზღვროთ ფორმულით

$$N = \frac{Q}{q \cdot t}, \quad (21.6)$$

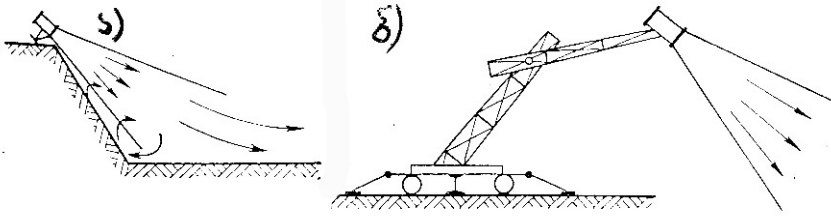
სადაც Q არის ჰაერის საერთო რაოდენობა, მ³; q – ერთი სავენტილატორო დანადგარის მწარმოებლურობა, მ³/წმ; t – განიავეების მიღებული დრო, წმ.

21.7. სავენტილატორო დანადგარების, მათი განლაგების ადგილებისა და ერთობლივი მუშაობის სქემების შერჩევა

სავენტილატორო დანადგარების შერჩევა პირველ რიგში განპირობებული უნდა იყოს კარიერის მოსალოდნელი გაჭუჭყიანების მასშტაბებით. რაც უფრო მეტია გაჭუჭყიანებული ზონის მოცულობა, მით უფრო მძლავრი უნდა იყოს შერჩეული სავენტილატორო დანადგარი.

ცალკეული სამუშაო ადგილების განიავეებისათვის (ადგილობრივი ვენტილაცია), როდესაც კარიერის საერთო ატმოს-

ფეროს მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელია, შესაძლებელია გამოვიყენოთ შესაბამისი სიმძლავრის გადასაადგებელი ვენტილატორები. ეს ვენტილატორი შეიძლება განლაგდეს სამუშაო მოედნის დონეზე, ზედა საფეხურებზე ან სპეციალურ სადგამებზე (ნახ. 21.2, ა) და ბ).



ნახ. 21.2

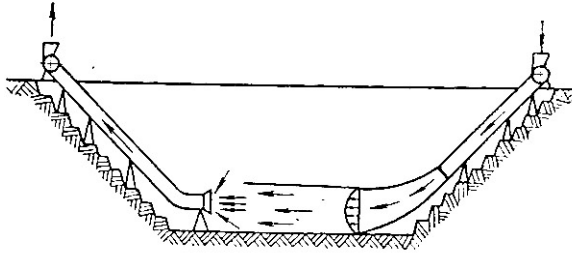
ამ მეთოდის გამოყენებისას საერთო მოთხოვნას წარმოადგენს, რომ განსაზღვრულ ზონაში ვენტილატორის მიერ უნდა მიეწოდოს სუფთა ჰაერი, რისთვისაც ვენტილატორი უნდა განლაგდეს გაჭუჭყიანებული ზონის ფარგლებს გარეთ. თუ ამ პირობის შესრულება შეუძლებელია ვენტილატორის მიერ შექმნილი თავისუფალი ჭაელის შეზღუდული სიგრძის გამო, აუცილებელია სუფთა ჰაერის ასაღებად გამოვიყენოთ სავენტილაციო მილები.

ადგილობრივი განიავებისათვის გამოყენებული ვენტილატორის განლაგებისას საჭიროა გამოირიცხოს ან მინიმუმამდე შემცირდეს გაჭუჭყიანებული ჰაერის რეცირკულაცია, რისთვისაც უნდა გავითვალისწინოთ ქარის მიმართულება და ძალა.

სავენტილაციო დანადგარის განლაგების ადგილი დამოკიდებულია კარიერის ვენტილაციის სქემაზე, ქარის ქროლვის მიმართულებაზე, კარიერის ფორმაზე, ატმოსფეროს გაჭუჭყია-

ნების ხარისხსა და ხასიათზე, აგრეთვე ერთობლივად მომუშავე სავენტილატორო დანადგარების რაოდენობაზე. სავენტილატორო დანადგარი შეიძლება იყოს სტაციონარული და გადასაადგილებელი. კარიერში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ გადასაადგილებელი დანადგარები. მათი მუშაობა უფრო ადვილად უთავსდება ქარის ქროლვის მიმართულებას, აგრეთვე დანადგარი შეიძლება იქ გადავიტანოთ, სადაც მიმდინარეობს ძირითადი სამუშაოები და მაქსიმალური გავხადოთ მისი ეფექტურობა. ჩვეულებრივ, გადასაადგილებელი დანადგარების საჭირო რაოდენობა ყოველთვის უფრო მცირეა, ვიდრე სტაციონარული დანადგარებისა. სტაციონარული დანადგარები შეიძლება გამოვიყენოთ მხოლოდ მცირე ზომის კარიერებში.

მაგნეობების ადგილობრივი დაგროვების მნიშვნელოვანი მოცულობის მქონე ზონების წარმოქმნისას საჭიროა გამოვიყენოთ ადგილობრივი განიავეების მძლავრი სავენტილატორო დანადგარები (ნახ. 21.3), რომელთაგან ერთი მუშაობს სუფთა ჰაერის დაჭირხენაზე, ხოლო მეორე განზავებული ჰაერის შეწოვაზე. პრაქტიკაში განიავეების აღნიშნული სქემის გამოყენებით შესაძლებელი შეიქმნა ინვერსიის პერიოდში 25 მილიონი მ³ მოცულობისა და 100 მ სიღრმის მქონე გაჭუჭყიანებული ზონის მთლიანად გასუფთავება 45 წუთის განმავლობაში.



ნახ. 213

სავენტილატორო დანადგარის განლაგების ადგილი უნდა უზრუნველყოფდეს მის მიერ შექმნილი ჰაერის ჭავლის ყველაზე უფრო სრულყოფილ განვითარებას. ეს ნიშნავს, რომ ვენტილაციისათვის უნდა გამოვიყენოთ ჭავლები, რომელთა საშუალო სიგრძე და ჰაერის ხარჯი მაქსიმალური ან მასთან მიახლოებულია, ხოლო ჭავლის ენერჯის კარგვა კარიერის გარეთ მინიმალურია.

21.8. კარიერების ხელოვნური განიავების სქემები

არსებობს კარიერების ხელოვნური განიავების შედეგი სქემები:

1. განიავება ცალკეული სავენტილატორო დანადგარების გამოყენებით, რომლებიც განლაგებულნი არიან ზედაპირზე, შუალედურ სავენტილაციო ბერმაზე ან კარიერის ძირზე;

2. განიავება რამდენიმე სავენტილატორო დანადგარის გამოყენებით, რომლებიც მუშაობენ მიმდევრობით, პარალელურად, მარაოსებურად ან კომბინირებულად.

განიავების სქემები ცალკეული დანადგარებით გამოიყენება კარიერის უმნიშვნელო ზომების დროს, ტრანშეების გაყვანისას, ან გაჭუჭყიანების ზონების უმნიშვნელო მოცულობის შემთხვევებში.

მიწის ზედაპირზე სავენტილატორო დაადგარი ეწყობა მცირე სიღრმის კარიერების შემთხვევაში (ნახ. 214, ა)



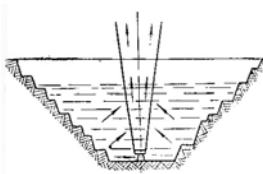
ნახ. 214

ეს სქემა რაციონალურია მაშინ, როდესაც კარიერის ზომა სავენტილაციო ჭავლის მოქმედების მიმართულებით არ აღემატება დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის სიგრძეს, რაც უზრუნველყოფს მიწის ზედაპირზე მანევრების ამოტანას. მიწის ზედაპირზე ქარის მიმართულება ნაჩვენებია ისრით.

უფრო დრმა კარიერების შემთხვევაში მიზანშეწონილია სავენტილატორო დანადგარი მოვათავსოთ შუალედურ სავენტილაციო ბერმაზე, რათა უზრუნველყოთ კარიერის ქვედა ნაწილის განიავება (ნახ. 214, ბ და გ). ბ) შემთხვევაში მოცემულია კარიერის განიავების რეცირკულაციური სქემა. ამ შემთხვევაში ვენტილატორი უნდა განლაგდეს ან რეცირკულაციური ზონის ზევით, ან რეცირკულაციური ზონის ზედა ნაწილში მაინც, სადაც ჰაერი შედარებით სუფთაა, ხოლო მისი მუშაობის მიმართულება უნდა ემთხვეოდეს ჰაერის მოძრაობის მიმართულებას რეცირკულაციის ზონაში (ანუ მიწის ზედაპირზე ქარის ქროლვის მიმართულების საწინააღმდეგოდ).

ნახ. 214, გ) შემთხვევაში მოცემულია კარიერის განიავების პირდაპირი დინებითი სქემა, როდესაც სავენტილატორო დანადგარის მუშაობის მიმართულება თანხვედრილია მიწის ზედაპირზე ქარის ქროლვის მიმართულებისა.

იმ შემთხვევებში, როდესაც კარიერი ღრმაა და ამავე დროს სიგრძე-სიგანეში მცირედ გავრცობილი, სავენტილატორო დანადგარი უნდა განლაგდეს კარიერის ძირზე (ნახ.21.5). ამ



ნახ.21.5

შემთხვევაში საჭიროა, რომ დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის სიმძლავრე იყოს ისეთი, რომ უზრუნველყოფილი იყოს გაჭუჭყიანებული ჰაერის ამოტანა მიწის ზედაპირზე. გაჭუჭყიანებული ჰაერის მოცილებასთან ერთად გაჭუჭყიანების დონე

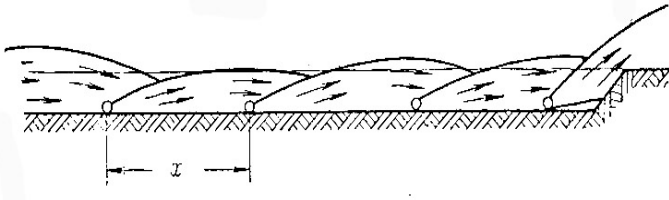
მცირდება და სიგრძე მათ ზევით ივსება სუფთა ჰაერით.

აუცილებელია, რომ მუშა ჰორიზონტებზე ჰაერის ჰორიზონტალური გადაადგილების სიჩქარე იყოს საკმარისი (მაგალითად, 0,15-0,25 მ/წმ) მაგნიტობების გადასატანად. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა გამოვიყენოთ განიავების სქემები რამდენიმე დანადგარის ერთობლივი მუშაობით.

განიავეების სქემები რამდენიმე დანადგარის ერთობლივი მუშაობით გამოიყენება გაჭუჭყიანების ზონების დიდი მოცულობების დროს, როდესაც ცალკეული დანადგარი ვერ უზრუნველყოფს მათ განიავებას მოკლე დროის განმავლობაში.

სავენტილატორო დანადგარების მიმდევრობითი ანუ კასკადური მუშაობა გამოიყენება ვიწრო, ღრეჩოსმაგვარი კარიერებისა და ტრანშეების განიავების დროს (ნახ. 21.6). ამ შემ-

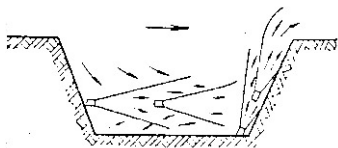
თხვევაში დანადგარები ქმნიან ჰაერის მოძრაობას კარიერის გრძელი ღერძის გასწვრივ. ისინი, გარდა პირველი დანადგარისა განლაგებულნი არიან კარიერის ძირზე. პირველი სავენტილატორო დანადგარი მიზანშეწონილია განლაგდეს სავენტილაციო ბერმაზე. კარიერიდან მანვებობის უკეთესად გამოტანისათვის კასკადში ბოლო დანადგარი უნდა ქმნიდეს აღმავალ ჰაერის ჭავლს.



ნახ. 21.6

განიავების დაპროექტების დროს, პირველ რიგში მიზანშეწონილია შევამოწმოთ ვიწრო და სიგრძეში გაწეილი კარიერებისა და ტრანშეების განიავების შესაძლებლობა ერთი სავენტილატორო დანადგარით, რაც კარგად ხდება როდესაც კარიერის საშუალო სიგანის ფარდობა მის სიგრძესთან არ აღემატება 3,5-ს. თუ შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ განიავება ერთი დანადგარით არაეფექტურია, საჭიროა გამოვიყენოთ განიავების მიმდევრობითი ანუ კასკადური სქემა.

აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ კასკადში ბოლო



საავენტიატორო დანადგარის მიერ შექმნილ აღმავალ ჰაერის ჭავლს, კარიერიდან გამო-

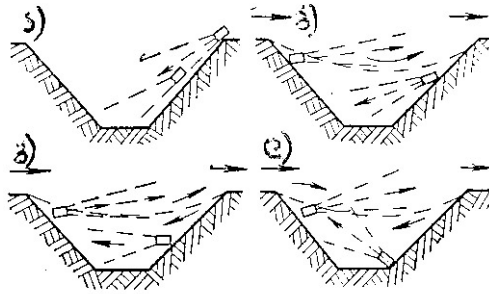
სვლისას უნდა ჰქონდეს სიჩქარე არანაკლები 0,5 მ/წმ, რათა მოხდეს

ნახ.21.7

ჰაერში განზავებული მავნეობების კარიერის გარეთ გატყორცნა, რის გამოც შესაძლებელია საჭირო გახდეს კარიერის ბორტზე დანადგარების კასკადური განლაგება (ნახ. 21.7). გარდა ამისა, მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ ზედაპირზე მქროლავი ქარის მიმართულების 180⁰-ით შეცვლისას, რომ არ მოხდეს კარიერიდან გარეთ გამოტანილი მავნეობების უკან დაბრუნება კარიერის სივრცეში, აუცილებელია, აღმავალი ჭავლის შემქმნელი დანადგარები გადავიტანოთ კარიერის მოპირდაპირე ბორტზე და პორიზონტალური ნაკადების შემქმნელი დანადგარების მუშაობის მიმართულება შევცვალოთ 180⁰-ით.

ნახ. 21.8-ზე ნაჩვენებია ღრმა კარიერში ორი სავენტილატორო დანადგარის მიმდევრობითი მუშაობის სქემა. ამ ნახაზზე ა) შემთხვევაში ნაჩვენებია სუფთა ჰაერის მიწოდება ზედაპირიდან, როდესაც ზედაპირზე ქარი არა ქრის, ხოლო დანარჩენ შემთხვევებში ნაჩვენებია ზედაპირზე ქარის ქროლვისას რეცირკულაციის ზონაში ჰაერცვლის ინტენსიფიკაცია. როგორც ამ ნახაზიდან ჩანს რეცირკულაციის ზონაში განლაგებული დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლის მიმართულება თანხვედრილია ამ ზონაში ჰაერის მოძრაობის მიმართულებასთან. იმ შემთხვევაში, როდესაც კარიერს გააჩნია მნიშვნელოვანი ზო-

მები, საჭიროა გავზარდოთ სავენტილატორო დანადგარების რიცხვი.

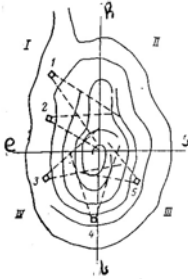


ნახ. 21.8

სავენტილატორო დანადგარების პარალელური და მაროსეხური მუშაობა გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც გაჭუჭყიანების ზონების ზომები გეგმაში მნიშვნელოვნად აღემატება დანადგარის მიერ შექმნილი ჭავლების განივ ზომებს. ამ დროს დანადგარის განლაგებისას ისე უნდა შეირჩეს მათი დადგმის ადგილები, რომ არ დაუშვათ ჭავლების შერწყმა ან უზრუნველყოფილ იქნას ჭავლების რაც შეიძლება დიდ მანძილზე განვითარება მათ ურთიერთშერწყმამდე.

სავენტილატორო დანადგარების მაროსეხური განლაგებისას მათ მიერ შექმნილი ჭავლების ღერძებს შორის კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს 40° -ს. საერთოდ, ნებისმერ შემთხვევაში, სავენტილატორო დანადგარის მიერ შექმნილ ჭავლსა და ქარის ნაკადს შორის კუთხე უნდა იყოს 90° -ზე ნაკლები და აუცილებელია ეს ნაკადები მიმართული იყოს ერთიდაიმავე მიმართულებით.

ნახ. 21.9-ზე მოყვანილია მარაოსებური სქემით რამდენიმე სავენტილატორო დანადგარის მუშაობის მაგალითი. ამ ნახაზის მიხედვით I მეოთხედში ქარის დროს მუშაობენ 1-ლი, მე-2 და მე-3 დანადგარები; II მეოთხედში ქარის შემთხვევაში – 1-ლი, მე-2 და მე-5; III მეოთხედში ქარის დროს – მე-3, მე-4 და მე-5; ხოლო IV მეოთხედში ქარის

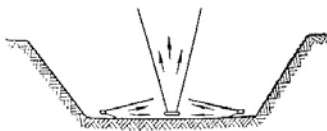


ნახ.21.9 დროს – მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5.

ქარის ქროლვის მიმართულების შესაბამისად, თითოეულ მეოთხედში ნაჩვენებია სავენტილატორო დანადგარებიდან ზოგიერთები შესაძლოა არ გამოეშაოს (მაგალითად, ჩრდილოეთის მიმართულებასთან მიახლოებული ქარის დროს, აშკარაა, რომ არ უნდა იქნას გამოყენებული მე-3 სავენტილატორო დანადგარი).

სავენტილატორო დანადგარების კომბინირებული მუშაობა

გამოიყენება მაშინ, როდესაც არ არის უზრუნველყოფილი კარიერის ეფექტური განიაგება მხოლოდ მიმდევრობითი ან მხოლოდ პარალელური მუშაობის სქემების გამოყენების დროს. მაგალითად, შესაძლებელია მძლავრი ვერტიკალური ჭაგლისა

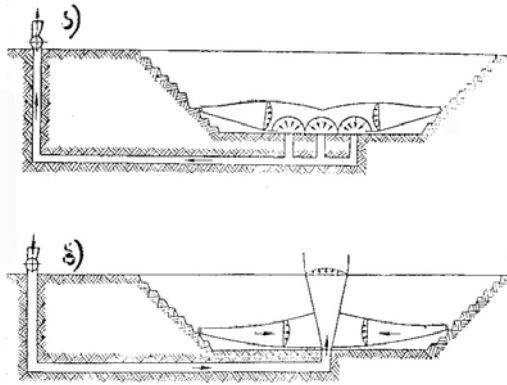


ნახ.21.10

და რამდენიმე ნაკლებად მძლავრი ჰორიზონტალური ჭაგლების კომბინაცია (ნახ. 21.10). ჰორიზონტალური ჭაგლები იქმნებიან იმ მიზნით, რომ უფრო ინტენსიურად მოხდეს მანევრების თავმოყრა ვერტიკალური ჭაგლის წარმომქმნელი დანადგარის სიახლოვეს.

გარდა ამისა შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სავენტო-ლატორო დანადგარების სხვა კომბინაციებიც.

იმ შემთხვევაში, როდესაც კარიერს გააჩნია მიწისქვეშა გვირაბები, შესაძლებელია მათი გამოყენება კარიერის გასანიაველად. ამ შემთხვევაში განიავების ზოგიერთი სქემები მოცემულია ნახ. 21.11-ზე. ამ სქემებს შორის უფრო ეფექტურია დაჭირხვნაზე მომუშავე ვენტოლატორის გამოყენება.



ნახ. 21.11

ამ შემთხვევაში მიწისქვეშა გვირაბიდან კარიერის სივრცეში გამოსული ჰაერის მიერ შექმნილ თავისუფალ ჭავლს (ნახ. 21.11, ბ)), რაც უფრო სცილდება გვირაბის პირს და ზრდის თავის ხარჯს, შესაძლებლობა გააჩნია შეითვისოს და განაზავოს მნიშვნელოვნად მეტი გატუჭყიანებული ჰაერი, ვიდრე შეწოვაზე მომუშავე მიწისქვეშა გვირაბებს (ნახ. 21.11 ა)). განიავების ამ მეთოდების უარყოფითი მხარეებია ის, რომ შეუძლებელია მიწისქვეშა გვირაბების საშუალებით ჰაერის დიდი რაოდენობით მიწოდება.

ლიტერატურა

1. ვ. კაშიბაძე მაღაროს აეროლოგია. გამომცემლობა “განათლება”, თბილისი, 1978.
2. თ. კუნჭულია, მ. ქიტოშვილი სამთო საწარმოთა აეროლოგია (მეთოდური მითითებები ლაბორატორიული სამუშაოების შესასრულებლად). გამომცემლობა “ტექნიკური უნივერსიტეტი”, თბილისი, 2007.
3. ა.ქსენოფონტოვა ამოცანათა კრებული მაღაროს ვენტილაციაში (საანგარიშო მონაცემები, მაგალითები ამოხსნით და ამოცანები პასუხებით). spi-ს გამომცემლობა, თბილისი, 1960.
4. Аэрология горных предприятий К.З.Ушаков, А.С.Бурчаков и др., М.: «Недра», 1987.
5. К.З.Ушаков, В.А.Михаилов Аэрология карьеров, М.: «Недра», 1975.
6. Рудничная и промышленная аэрология, А.Ф.Милетич, И.М.Яровой и др., М.: «Недра», 1972.
7. А.И. Мустель Вентиляция шахт, М.: Металлургиздат, 1957.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი.....3

ნაწილი I სამთო საწარმოთა ატმოსფერო.....6

1. სამთო საწარმოების ჰაერი6

1.1. ატმოსფერული ჰაერის შემადგენელი ნაწილები.....6

1.2. ჰაერის შემადგენლობის ცვლილება მისი გვირაბებში
მოძრაობისას.....12

1.3. შახტის აირსიუხვე.....14

1.4. სამთო საწარმოთა ჰაერში შემავალი ფეთქებადი და
მომწამლავე აირები.....16

1.5. ჰაერში აირების შემცველობის გაზომვის სერსები.....22

2. მეთანი.....25

2.1. მეთანის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები.....25

2.2. მეთანის გამოყოფის სახეები.....27

2.3. ნახშირისა და აირის უეცარი გამოსროლის საწინააღმდეგო
ზომები.....28

2.4. ნახშირის ფენებისა და ქანების მეთანშემცველობა და
მეთანსიუხვე.....30

2.5. მეთანის საშიში რაოდენობით დაგროვების საწინააღმდეგო
ზომები.....32

2.6. ნახშირის ფენების დეგაზაცია.....34

2.7. კარიერის მიკროკლიმატის ძირითადი მახასიათებლები.....37

2.8. კარიერის ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების წყაროები.....40

3. სამთო საწარმოების მტვერი.....43

3.1. ზოგადი ცნობები.....43

3.2. ნახშირის მტვერის წვადობა და ფეთქებადობა.....	44
3.3. ფაქტორები, რომლებზედაც დამოკიდებულია ნახშირის მტვერის აფეთქება.....	46
3.4. ნახშირის მტვერის აფეთქების საწინააღმდეგო ზომები.....	48
3.5. გვირაბების მოფიქვალეა და მორწყვა.....	49
3.6. კარიერების ატმოსფეროში მტვერის გამოყოფის შემცირების მეთოდები და საშუალებები.....	51
4. კლიმატური პირობები სამთო საწარმოებში.....	52
4.1. ადამიანის ორგანიზმზე კლიმატური პირობების ზემოქმედება.....	52
4.2. კლიმატური პირობების ნორმები შახტებსა და კარიერებში.....	54
4.3. შახტებში ჰაერის გამაცივებელი დანადგარები.....	57
4.4. შახტის ჰაერის გათბობა.....	58
ნაწილი II. საშახტო ამრომქანობა.....	59
5. წინასწარი ბანმარტმბანი და ბანსაზღვრბბბბი.....	59
5.1. იდეალური და რეალური სითხე ან აირი.....	59
5.2. ჰიდრომექანიკური წნევა და მისი თვისება.....	60
5.3. ჰაერის ფიზიკური თვისებები.....	61
6. ტმმპრატურის, ტმნიანობის, წნევის, წნეპათა სხვარბისა და ჰვარის მოძრაობის სინქარის ბაზომვა და საზომი ხელსაწყობი.....	68
6.1. მადაროს ჰაერისა და სამთო ქანების ტემპერატურის გაზომვა.....	68
6.2. ჰაერის ტენიანობის გაზომვა.....	69
6.3. წნევისა და წნევათა სხვაობის საზომი ხელსაწყობები.....	70

6.4. დებრესიისა და სიჩქარითი დაწნევის გაზომვა.....	74
6.5. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის საზომი ხელსაწყოები და გაზომვის ხერხები.....	77
6.5.1. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ანემომეტრით გაზომვის ხერხები.....	78
6.5.2. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვა ანემომეტრით და ჰაერმზომი მილაკითა და მიკრომანომეტრით.....	81
7. აეროსტატიკა.....	83
7.1. აეროსტატიკის ძირითადი განტოლება.....	83
7.2. წნევის საანგარიშო ფორმულები სიღრმის ცვლილებების მიხედვით.....	86
8. მაღაროში ჰაერის მოძრაობის ძირითადი კანონები.....	88
8.1. იდეალური სითხის ან აირის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები.....	88
8.2. ბერნულის განტოლება იდეალური სითხისათვის.....	89
8.3. ბერნულის განტოლება რეალური სითხისათვის.....	93
8.4. ბერნულის განტოლება ჰორიზონტალური გვირაბებისათვის.....	97
8.5. ჰაერის ნაკადთა ტიპები. ლამინარული და ტურბულენტური მოძრაობა.....	99
9. ბვირაბების აეროდინამიკური წინაღობები.....	102
9.1. ხახუნის წინაღობა.....	102
9.2. სხვადასხვა სახის გვირაბების აეროდინამიკური წინაღობის კოეფიციენტის საანგარიშო ფორმულები.....	105
9.3. შუბლური წინაღობა.....	107
9.4. ადგილობრივი წინაღობები და მათი შემცირების	

საშუალებები.....	109
9.5. წინაღობის ერთეულები.....	111
9.6. ექვივალენტური ხვრელი.....	112
9.7. მაღაროს ან შახტის მახასიათებელი.....	114
10. მაღაროს სავმნტილაციო ქსელების და ბვირაბების შეერთების სახეობა.....	115
10.1. გვირაბების მიმდევრობითი შეერთება.....	115
10.2. გვირაბების პარალელური შეერთება.....	116
10.3. პარალელური განშტოების საერთო წინაღობის საანგარიშო ფორმულა.....	117
10.4. პარალელურ ფრთებზე გამავალი ჰაერის რაოდენობის საანგარიშო ფორმულები.....	119
10.5. მოკლე შერთვა.....	120
10.6. გვირაბების დიაგონალური შეერთება.....	121
11. სამთო საწარმოების ბუნებრივი ბანიავება.....	122
11.1. მაღაროების ბუნებრივი განიავება.....	122
11.2. ბუნებრივი დეპრესიის გაზომვა და ანგარიში.....	124
11.3. ფაქტორები, რომლებზედაც დამოკიდებულია ბუნებრივი წვეის სიდიდე.....	126
11.4. კარიერების განიავება ქარის ენერგიით.....	127
11.5. კარიერების განიავება თერმული ძალების ენერგიით.....	133
12. ჰამრის რემპლირება.....	139
12.1. ჰაერის რეგულირება სავმნტილაციო ფანჯრების საშუალებით (უარყოფითი რეგულირება).....	139
12.2. ჰაერის რეგულირება წინაღობის შემცირებით იმ ფრთაზე, რომელზეც გვსურს გავადილოთ ჰაერის	

რაოდენობა (დადებითი რეგულირება).....	143
12.3. ჰაერის რეგულირება დამხმარე ვენტილატორების საშუალებით.....	146
13. ჰაერის დანაკარგები მაღაროებში.....	147
13.1. ჰაერის ადგილობრივი დანაკარგები.....	147
13.2. გვირაბების მთელ სიგრძეზე არსებული ჰაერის უწყვეტი დანაკარგები.....	150
13.3. ჰაერის დანაკარგების შესამცირებელი ღონისძიებები.....	151
ნაწილი III. სამთო საწარმოთა ვენტილაცია.....	152
14. საწმენდი და მოსამზადებელი სანგრევეების განიავება.....	152
14.1. გამომუშაებულ სივრცეებთან ჰაერის შეხების ვარიანტები დამუშავების სისტემების მიხედვით.....	152
14.2. მოსამზადებელი სანგრევეების განიავება.....	154
14.3. ყრუ სანგრევეების განიავება გრძივი ტისრებით.....	155
14.4. ყრუ სანგრევეების განიავება პარალელური გვირაბებით.....	155
14.5. ყრუ სანგრევეების განიავება გვირაბების ფართე სვლით გაყვანის დროს.....	157
14.6. ყრუ სანგრევეების განიავება სავენტილაციო მილებით.....	158
14.7. ჭაურების სანგრევეების განიავება მათი გაყვანის პროცესში.....	159
14.8. ყრუ სანგრევეების განიავება დამხმარე ვენტილატორებით.....	161
15. სავენტილაციო ნაბეზობანი.....	164
16. განიავების კონტროლი და დეკონსოლიდირება.....	166
16.1. ჰაერის რაოდენობის და მისი მოძრაობის სიჩქარის კონტროლი.....	167

16.2. მაღაროს ჰაერის შემადგენლობის კონტროლი.....	168
16.3. დეპრესიული აგეგმა.....	170
16.4. შახტის მთლიანი დეპრესიის გაანგარიშება.....	171
16.5. შახტის მაქსიმალური და მინიმალური ექვივალენტური სვრელების ანგარიში.....	173
17. კარიერების ხელოვნური ვენტილაცია.....	174
17.1. კარიერების ხელოვნური ვენტილაციის ხერხები.....	174
17.2. კარიერებში ბუნებრივი ჰაერცვლის ინტენსიფიკაცია.....	175
17.3. კარიერების განიავება მიღებისა და გვირაბების საშუალებით.....	179
17.4. კარიერების განიავება იზოთერმული ნაკადებით.....	181
17.5. საავიაციო რეაქტიული ძრავებით შექმნილი არაიზოთერმული ჭავლებით კარიერების განიავების სქემები.....	185
17.6. სითბოს ხელოვნური წყაროებით შექმნილი კონვექციური ჭავლებით კარიერების განიავება.....	187
18. მამფიდრებელი და საბრიკვტო უაბრიკვტოს ბანიავება...	189
18.1. სამრეწველო ვენტილაციის დანიშნულება, მისი მეთოდები და საშუალებები.....	189
18.2. მექანიკური და ბუნებრივი ვენტილაციის ზოგადი ცნობები.....	192
18.3. სათავსში მავნეობის განსაზღვრის მეთოდი.....	194
18.4. ჰაერის რაოდენობის განსაზღვრა ჭარბი სითბოს მიხედვით.....	197
18.5. საერთო მექანიკური ვენტილაცია.....	198
18.6. ზოგადი ცნობები აერაციის შესახებ.....	199

18.7. ქარის ზემოქმედებით გამოწვეული ჰაერის მოძრაობა.....	200
18.8. აერაციის ანგარიშის ძირითადი დებულებანი.....	202
ნაწილი IV. სამთო საწარმოთა ვენტილაციის	
ღაპრომქტება.....	
19. მაღაროების განიავების სქემისა და ხერხის დადგენა.....	211
19.1. ზოგადი ცნობები.....	211
19.2. მაღაროს განიავების სქემები.....	212
19.3. მთავარი განიავების ვენტილატორების განლაგება მიწისქვეშ და მიწის ზედაპირზე.....	216
19.4. შემწოვი და დამჭირხნი განიავება.....	217
20. ნახშირის მაღაროების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის ბაანგარიშება.....	219
20.1. ზოგადი ცნობები.....	219
20.2. საწმენდი სანგრევეების გასანიავებელი ჰაერის გაანგარიშება.....	221
20.3. მოსამზადებელი სანგრევის გასანიავებელი ჰაერის გაანგარიშება.....	223
20.4. ამოსაღები უბნის გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა.....	225
20.5. სხვადასხვა კამერების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობა.....	226
20.6. შახტის გასანიავებელი და ვენტილატორის მიერ შეწოვილი ჰაერის რაოდენობა.....	227
20.7. მადნეულ საბადოთა მაღაროების გასანიავებელი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშება.....	228
21. კარიერების განიავების ღაპრომქტება.....	232

21.1. კარიერის განიავებაზე მოქმედი ბუნებრივი პირობების ზეგავლენა.....	232
21.2. ვენტილაციის ფაქტორების გათვალისწინებით ღია სამთო სამუშაოების ტექნოლოგიური საფუძვლების შერჩევა.....	234
21.3. კარიერების ბუნებრივი განიავების პარამეტრების განსაზღვრა.....	241
21.4. კარიერის ბუნებრივი განიავების ინტენსიფიკაცია და მისი ატმოსფეროს გამაჯანსაღებელი ტექნოლოგიური ღონისძიებები.....	243
21.5. კარიერის ხელოვნური ვენტილაციის საშუალებების გამოყენების პერიოდებისა და მასშტაბების განსაზღვრა.....	245
21.6. კარიერის ვენტილაციისათვის აუცილებელი ჰაერის რაოდენობისა და სავენტილატორო დანადგარების რიცხვის განსაზღვრა.....	247
21.7. სავენტილატორო დანადგარების, მათი განლაგების ადგილისა და ერთობლივი მუშაობის სქემების შერჩევა.....	249
21.8. კარიერების ხელოვნური განიავების სქემები.....	252
ლიტერატურა.....	260

იბეჭდება ავტორის მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 01.05.2008. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 08.05.2008. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 16,5. ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,
კოსტავას 77

