

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნინო არუდაშვილი

სპეციალური ობიექტების სავენტრალაციო სისტემების
უსაფრთხოების ანალიზი ოპტიმალური პარამეტრების
დასადგენად

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარდგენილია
დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2016 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის,
შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო
სიტუაციების მართვის დეპარტამენტში

ხელმძღვანელი: ტმდ, პროფესორი ომარლანჩავა

რეცენზენტები:

პროფესორი ლ.მახარაძე

აკად.დოქტორი თ.გობეჯიშვილი

დაცვა შედგება 2016 წლის 7 ივლისს, 15.00 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური
ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის №55 სხდომაზე
კორპუსი III, აუდიტორია 209

მისამართი 0175, კოსტავას 77.

დოსეტრაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა, სტუ-ს ვებ გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,

ასოც. პროფესორი

დ. თევზაძე

გაეროს (UN) ევროპულიკომისის (ECE) ეკონომიკური ექსპერტების შეფასებებით სპეციალური ობიექტების - საავტომობილო გვირაბების უსაფრთხოება არსებითად დაიყვანება სახანძრო უსაფრთხოებამდე.ამგვარად, სპეციალური ობიექტები უნდა გავიგოთ როგორც სატრანსპორტო გვირაბები, ხოლოუსაფრთხოება უნდა გავიგოთ როგორც სახანძრო უსაფრთხოება.

სახანძრო უსაფრთხოება ჩვენ გვანტერესებს ხანძრის ვენტილაციაზე გავლენის თვალსაზრისით და პირიქით, ვენტილაციის ხანძარზე გავლენის თვალსაზრისით. მოქნილი სავენტილაციო სისტემა, ნიშნავს ხანძრის დროს ადამიანებისათვის სუფთა ჰაერის მიწოდების შესაძლებლობას მათი უსაფრთხო ევაკუაციის პირობით. უსაფრთხო სავენტილაციო სისტემას უნდა შეეძლოს გვირაბში მიწოდებული ჰაერის რაოდენობის ცვალებადობა ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსიურობის ან გამოყოფილი მავნე, ფეთქებადი ან ტოქსიკური აირების გამოყოფის შესაბამისად.

წინამდებარე ნაშრომში შესრულებულია ხანძრის გავლენის გათვალისწინებით გვირაბების სავენტილაციო სისტემების დაპროექტების, მშენებლობის, ექსპლუატაციისა და მოდერნიზაციის საერთაშორისო პრაქტიკის ანალიზი კვლევის თანამედროვე მეთოდებით და დასახულია რეკომენდაციები საქართველოს საავტომობილო გვირაბების მდგრადი და უსაფრთხო ექსპლუატაციის უზრუნველსაყოფად.

როგორც სარკინიგზო, ისე საავტომობილო გვირაბებში სახანძრო უსაფრთხოება რთული მისაღწევია მიწისქვეშა გარემოს სპეციფიკური თავისებურებების გამო, რაც ისაა, რომ ნორმალური ექსპლუატაციისათვის საჭიროა ჩვეულებრივი სავენტილაციო სისტემა, ხოლო ხანძრის შემთხვევაში - სავენტილაციო სისტემის ხანძართან მისადაგება, ან სპეციალური სახანძრო ვენტილაციის მოწყობა. ზემოაღნიშნულ სირთულეს კიდევ უფრო მეტად ამძაფრებს მოძრაობის ინტენსიურობის გაზრდა, შედარებით ახალი და უახლესი დიდი მასის ტრანსპორტის ფართოდ გავრცელება, ხანძარსაშიში ნივთიერებების კრიტიკულად დიდი მასის ტრანსპორტირება გვირაბში და

დიზელის საწვავის გამოყენების მატება, რომლის გავლენა ვენტილაციაზე ირიბი მაჩვენებლების მიხედვით ხდება, რადგან პირდაპირი გავლენა კარგად არ არის შესწავლილი.

ვენტილაციის სხვა სისტემებთან ერთად საქართველოს საავტომობილო გვირაბებში გამოყენებული არის ნახევრად განივი და გრძივი სავენტილაციო სისტემები, რომლებიც შესაბამისად გამოყენებულია რიკოთისა და ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში სისტემაში ჩართულია ჭავლური ვენტილატორები. ვენტილაციის ორივე სისტემები უზრუნველყოფენ საჭირო ჰაერის ნაკადს გვირაბის მთელ სიგრძეზე ჩვეულებრივი რეჟიმით ექსპლუატაციისას, ხოლო ხანძრის შემთხვევაში კვამლის გაწოვა ყოველთვის არ არის შესაძლებელი.

ხანძრის შემთხვევებმა მსოფლიოს გვირაბებში აჩვენა, რომ ხანძარს გვირაბში აქვს უფრო მაღალი ტემპერატურა და არის უფრო დამანგრეველი, ვიდრე ეს ზოგადად არის მოსალოდნელი ღია სივრცეში. გვირაბებში უკვე მომხდარი ხანძრის კერის სიახლოვეს ტემპერატურა აღწევდა 1300-დან 1650 K-მდე. აღნიშნული მნიშვნელოვნად ართულებს მაშველთა გუნდისა და მეხანძრეთა მუშაობის პირობებს.

შესრულებული კვლევების მნიშვნელობა

სხვა ქვეყნების ანალოგიურად, საქართველოს ეკონომიკის მდგრადობაც დიდადაა დამოკიდებული სატრანსპორტო სისტემის გამართულ მუშაობაზე. ამ სისტემაში გვირაბი საკვანძო ელემენტია, რადგან გზის ყველაზე უფრო რთული მონაკვეთის გადალახვა მისი მეშვეობით ხდება და სწრაფდება ტვირთბრუნვა. გვირაბი ზოგადად და განსაკუთრებით მაღალი გამტარებლობის პირობებში, იმავდროულად პრობლემური ელემენტიცაა, რადგან მასში მოსალოდნელია ხანძრის გაჩენა. როგორც უკვე აღინიშნა, გვირაბში ხანძარი ხასიათდება ძლიერიდამანგრეველი მოქმედებით და ამის გამო ხანგრძლივ უარყოფით გავლენას მოახდენს გვირაბის ნორმალურ ფუნქციონირებაზე.

გვირაბების ფუნქციონირების ხანგრძლივი პერიოდით მოშლა გამოიწვევს პირდაპირ ზარალს, შეაფერხებს ეკონომიკის განვითარებას და ქვეყანას უმძიმეს მდგომარეობაში ჩააყენებს.

ამის გამო გვირაბის უსაფრთხო ვენტილაციასთან დაკავშირებული საკითხების ახალი გადაწყვეტების შემოტანა მნიშვნელოვანია. გვირაბისა და მისი ინფრასტრუქტურის მწყობრიდან გამოყვანის შედეგად გამოწვეული პირდაპირი მატერიალური ზარალის შემცირებასთან ერთად, აღნიშნული აგვაცილებს ზარალს გვირაბების მოცდენისა და საერთაშორისო ტვირთების გადამისამართების გამო.

აღსანიშნავია, რომ რიკოთის გვირაბი მდებარეობს უძველესი დროიდან „აბრეშუმის გზის“ სახელით ცნობილი აღმოსავლეთ-დასავლეთი მიმართულების სატრანსპორტო არტერიაზე, რომლითაც ხდებოდა აბრეშუმის გადაზიდვა ჩინეთიდან დასავლეთ ევროპაში შავი ზღვის გამოყენებით ან იმ ტერიტორიის გავლით, რომელიც ახლანდელი თურქეთის შემადგენლობაში შედის და სხვა საერთაშორისო ტვირთების გადაზიდვა საპირისპირო მიმართულებით. საყურადღებოა, რომ ამ გვირაბით ახლაც ხდება საერთაშორისო ტვირთების გადაზიდვა როგორც შავ ზღვამდე, ისე თურქეთის ტერიტორიის გამოყენებით. გარდა ამისა, რიკოთის გვირაბი ერთმანეთთან აკავშირებს ქვეყნის ორ უმსხვილეს ეკონომიკურ რეგიონს - აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს. ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბები კი, სამხრეთ-დასავლეთის მიმართულებისაა იმავე „აბრეშუმის გზაზე“ და საქართველოსა და თურქეთის გზატკეცილებს აკავშირებს ერთმანეთთან.

თემის აქტუალურობა.

ცხადია, რომ ამ დიდი მნიშვნელობის პრობლემის გადაჭრა აქტუალურია ჩვენი ქვეყნისათვის და ეს მასშტაბი არანაირად არ აკნინებს პრობლემის მნიშვნელობას. თუმცა პრობლემა უფრო აქტუალური და უფრო დიდი მასშტაბისაა, რადგან არა მარტო საგზაო მოძრაობის მონაწილეები უშვებენ შეცდომებს ვენტილაციის შესაძლებლობებისა და ვითარების შეფასები-

სას ხანძრის შემთხვევაში, არამედ ძალიან მაღალი კვალიფიკაციის ალიარე-ბული ექსპერტებიც.

მსოფლიოს გვირაბებში უკვე მომხდარი ძლიერი ხანძრები ცხადად აყენებენ უბედურების აცილებისათვის მზადმყოფი სავენტილაციო სისტემის დამუშავების საკითხს სატრანსპორტო გვირაბისათვის. გვირაბების ნაწილში შემთხვევით გადარჩნენ ადამიანები, ხოლო მითითებული სენ-გოტარდის, აგრეთვე მონბლანისა და ფრეჟიუს გვირაბებში ადგილი ჰქონდა ადამიანების მსხვერპლს.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ხანძრის პირობებში უბედურების შესარბილებელი სავენტილაციო სისტემის დამუშავება რიკოთისა და ჩაქვი-მახინჯაურის გვირაბებისათვის, აქტუალურია როგორც მიწისქვეშა ნაგებობების ვენტილაციის სფეროსათვის, ისე საქართველოს ეკონომიკის მდგრადი განვითარებისათვის.

სამუშაოს მიზანი.

სამუშაოს მიზანი არის სიცოცხლის უფრო საიმედოდ გადარჩენა, მატერიალური ზარალის შემცირება და საგანგებო სიტუაციების ეფექტური მართვა რიკოთისა და ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში ხანძრების სავარაუდო სცენარებისათვის. სავარაუდო სცენარებში გათვალისწინებული იქნება ვენტილაციის სქემის, გვირაბების პროფილის, გრძივი გრადიენტის, ხანძრისა და ვენტილატორების სიმძლავრის, სითბოსა და ბოლის გენერაციისა და გავრცელების, სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრების ცვალებადობა.

მიზნის მიღწევის გზებია ხანძრის შემთხვევაში რიკოთისა და ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბების სავენტილაციო +სისტემის შესაძლებლობების კრიტიკული ანალიზი, მოსალოდნელი კოლაფსის განხილვა, მისი პერიოდის დადგენა კომპიუტერული მოდელირების გზით და მავნე გავლენის შესარბილებელი ღონისძიებების ადეკვატურად დამუშავება. აღნიშნულს საფუძვლად დაედება ნაკადის უკუდინების

გამომწვევი მიზეზები და მისი თავიდან აცილების, შესუსტების ანსასარგებლოდგამოყენებისგზები.

კვლევის ობიექტი და მეთოდები

ნატურული ექსპერიმენტული დაკვირვებები შესრულებულია რიკო-თისა და ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში. პირველი მათგანი არის ერთ-ერთი გრძელი გვირაბი (სიგრძე 1750 მ) საქართველოში, სადაც შესაძლებელია ექსპერიმენტული დაკვირვებების ჩატარება, რომელშიდაც გამოყენებულია ვენტილაციის კომბინირებული სისტემა. ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპი საავტომობილო გვირაბები მართალია დიდი სიგრძით არ გამოირჩევა (სიგრძე 670 მ), მაგრამ ერთ გვირაბში (მარჯვენაში) მოქმედებს გრძივი სავენტილაციო სისტემა, ხოლო მარცხენაში ვენტილაცია ხორციელდება ბუნებრივი წვეის ხარჯზე, რადგან მასში არ არის შესრულებული სათანადო საპროექტო და სამონტაჟო სამუშაოები.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ნატურული დაკვირვებების ფართო სპექტრის შესრულება არის შესაძლებელი და მათი შედარება მათემატიკური და კომპიუტერული მოდელირების შედეგებთან წარმოდგენილი ნაშრომის ძირითად დებულებებს უფრო მეტად დამაჯერებელს ხდის.

კვლევები შესრულებულია ნახევრად განივი და გრძივი სავენტილაციო სისტემების პირობებისათვის. სრულმასშტაბიანი ექსპერიმენტული დაკვირვებები ვენტილაციის პარამეტრების ცვალებადობის კანონზომიერების დადგენის მიზნით ჩატარდა მოცემულ გვირაბებში. აღნიშნული პარამეტრების ცვალებადობა აგრეთვე შესწავლილიამათემატიკურ და კომპიუტერულ მოდელებზე ხანძრის გავლენის გათვალისწინებით.

ძირითადი შედეგები

ნაშრომში დადგენილია, რომ ხანძარი, რომლის კერაზე ტემპერატურა იცვლება 1000-1500 °C ფარგლებში, აღძრავს წნევის ნაზარდს 10-20 კპა დიაპაზონში და იწვევს სავენტილაციო სისტემის კოლაფსს მცირე (700 მ-მდე) სიგრძის გვირაბებში.

ხანძრის განვითარების აღმავალი პერიოდი, სიმძლავრის პიკური მაჩვენებლის მიღწევამდე, 5-30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრებისათვის, საწვავის სახეობის მიხედვით, იცვლება 5-20 წთ-ის ფარგლებში, რომელიც შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს სიცოცხლის გადასარჩენად.

ნახშირბადისმონოოქსიდისა და კვამლის ფრონტის გავრცელების ხასიათი კომპიუტერული მოდელირების შედეგების მიხედვით ერთმანეთის იდენტურია. სიმძლავრის პიკის მიღწევიდან პირველი 5 წთ-ის განმვლობაში, კვამლის ფრონტის გავრცელების მაქსიმალური სიჩქარე 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის შეადგენს 2,2 მ, ხოლო 2,5 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის - 1,0 მ.

რიკოთისა და ჩაქვის-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბების სავენტილაციო სისტემები სახანძრო უსაფრთხოებით არ ხასიათდება, გვირაბების მომსახურე პერსონალისა და მაშველების კვალიფიკაციის ამაღლებისათვის რეკომენდებულია სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრების განვითარებისა და მიმდინარეობის კომპიუტერული მოდელირების მასალები.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე

თემაში დასმული თეორიული და პრაქტიკული შედეგების მისაღებად გამოყენებულია კვლევის ცნობილი და აპრობირებული მეთოდები, რომლებიც ძითადად ეფუძნებიან ექსპერიმენტებს, ნატურულ დაკვირვებებს და ანალიზს.

ხანძრის განვითარების სცენარები შესწავლილია კომპიუტერული მოდელირების მეთოდით, რომელიც ასეთი რთული და მრავალპარამეტრიანი ამოცანების ჯეროვნად შესაწავლად მეცნიერულად დასაბუთებულად უნდა მივიჩნიოთ, რადგან სამიებელი პარამეტრების ცვალებადობის შეფასებისა და მათი საკმარისად სარწმუნოდ განსაზღვრის საშუალებას იძლევა.

ნატურული დაკვირვებებისათვის გამოყენებულია წინამდებარე კვლევების შესრულებისათვის სპეციალურად შემენილი აირანალიზატორი „დრაგერი“. ეს უკანასკნელი სავენტილაციო ნაკადში ჰაერის ოთხი კომპონე-

ნტის გაზომვის საშუალებას იძლევა. აღნიშნული კომპონენტებია: CO , O_2 , CH_4 , H_2S .

კვლევის მეთოდების მეცნიერული დასაბუთება

დისერტაციაში არ მოგვყავს კომპიუტერული მოდელირების მეთოდიკა. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ეს არის რიცხვითი მეთოდებით ისეთი მრავალპარამეტრიანი განტოლებებისა და ამოცანების ამოხსნა, რომელთა ანალიზური ამოხსნა დიდ მათემატიკურ სირთულეებს აწყდება. მოვიტანთ ინტერნეტ-მისამართებს: www.thunderheadeng.com და www.pyrosim.ru. პირველი მათგანი ინგლისურენოვანია და ეკუთვნის პროგრამის დამმუშავებლებს, ხოლო მეორე რუსულენოვანია და ეკუთვნის პროგრამის დისტრიბუტორს პოსტსაბჭოთა სივრცეში. ორივე მისამართიდან არის შესაძლებელი 1-თვიანი ვადით პროგრამის გადმოწერა, რომელსაც ახლავს სასწავლო ტექსტი და ვიდეომასალა.

კომპიუტერული მოდელირების ხარვეზის - ნაკლები სიზუსტის ბალანსირება აღნიშნულ ამოცანებში განხორციელებულია მრავალი ცდით ტურბულენტურობის, ჰაერის სიმკვრივის, ხანძრის სიმძლავრის, მისი ლოკაციის ადგილის, გვირაბის გომეტრიის, ბუნებრივი წვევისა და სხვა მახასიათებელი პარამეტრების ცვალებადობის გზით. არსებითი ამ შემთხვევაში არის მეთოდის გამოყენების სიიაფე და ამის გამო მრავალი ცდის შესრულების შესაძლებლობა.

ნატურული ექსპერიმენტული დაკვირვებების ჩასატარებლად გამოყენებულია ფრთიანი ანემომეტრი, ასმანის ფსიქრომეტრი, ბარომეტრ-ანეროიდი.

შედეგების გამოყენების სფერო

რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სისტემა, რომლის ეფექტური ხანძარსაწინააღმდეგო მოქმედებისათვის საჭიროა ძირითადი და საგანგებო ვენტილატორების ამოქმედება პარალელურ რეჟიმში, ახლანდელი მუშაობის მიმდევრობითი რეჟიმის მაგვირად;

ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბების სავენტილაციო სისტემა, რომლის მარცხენა გვირაბში საჭიროა ჭავლურ პრინციპზე დაფუძნებული სავენტილაციო სისტემის დამონტაჟება და მისი ადაპტირება მარჯვენა გვირაბის არეზულ სავენტილაციო სისტემასთან;

ორივე გვირაბისათვის საჭიროა მამუშელებისა და სხვა პერსონალის სწავლება და კვალიფიკაციის ამაღლება ნაშრომში მიღებული ახალი შედეგების მიხედვით.

ნაშრომში აგრეთვე მოცემულია გვირაბებში ხანძრების შედეგად განვითარებული საგანგებო სიტუაციების შეფასებისა და მართვისათვის საჭირო კრიტერიუმები, რომლებიც ერთის მხრივ ახასიათებს ხანძრების დროს გვირაბის შეზღუდულ სივრცეში ადამიანის სასიცოცხლო გარემოს ტრანსფორმაციის სივრცით და დროით მასშტაბებს, ხოლო მეორეს მხრივ ეფექტურს გახდის საგანგებო სიტუაციების მართვას.

იმისათვის, რომ შევძლოთ გვირაბში ხანძრის შედეგად წარმოქმნილი საგანგებო სიტუაციის შეფასება და მართვა, ნაშრომში დამუშავებულია ხანძრის განვითარების სხვადასხვა შესაძლო ადეკვატური სცენარი მოცემული პირობებისათვის.

ნაშრომის მოცულობა და სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი შეიცავს შესავალს სამ თავს და დასკვნებს. სადისერტაციო ნაშრომი წარმოდგენილია 137 გვერდზე და შეიცავს 44 ნახაზსა და 11 ცხრილს.

1. გვირაბში ძლიერი ხანძრის მიერ გამოწვეული საფრთხის ანალიზი

იმისათვის, რომ შევძლოთ გვირაბში ხანძრის შედეგად წარმოქმნილი საგანგებო სიტუაციის შეფასება და მართვა, აუცილებელია დამუშავდეს ხანძრის განვითარების სხვადასხვა შესაძლო ადეკვატური სცენარი მოცემული პირობებისათვის.

გვირაბში ხანძრის განვითარების ფიზიკური მოდელის აუცილებელ კომპონენტებს წარმოადგენს ხანძრის სიმძლავრე, სივრცითი მასშტაბი და ხანგრძლივობა. საავტომობილო გვირაბებში გაჩენილი ხანძრის პოტენციური სიმძლავრე დამოკიდებულია აღმოდებულ ავტომობილთა სახეობასა და რაოდენობაზე.

ხანძრის კერის სივრცული მასშტაბის დადგენა ხდება გვირაბის გეომეტრიული ზომებით და ხანძრის ლოკალიზაციის პარამეტრებით.

ხანძრის ხანგრძლივობა განისაზღვრება მისი განვითარების სცენარით და შედგება 3 ფაზისაგან: ხანძრის აღმავალი ფაზა, პიკური ფაზა და მილევის ფაზა. ხანძრის ხანგრძლივობა განისაზღვრება ფორმულით:

$$T_F = t_{1F} + t_{2F} + t_{3F}, \quad (1)$$

სადაც t_{1F} არის ხანძრის ხანგრძლივობა აღმავალი განვითარების ფაზაში, წმ;

t_{2F} - ხანძრის ხანგრძლივობა პიკურ ფაზაში, წმ;

t_{3F} - ხანძრის ხანგრძლივობა მილევის ფაზაში, წმ;

აღნიშნული სიდიდეები ძირითადი სამოდულო ტექნიკური პარამეტრებია, რომელთა სარწმუნოდ დადგენაც შეადგენს გვირაბში ხანძრის შედეგად განვითარებული საგანგებო სიტუაციების შეფასებისა და მართვის ერთ-ერთ ძირითად საფუძველს.

აღამიანთა ევაკუაციისათვის საკმარისი დრო შემოფარგლულია ხანძრის განვითარების პირველი ფაზით და განისაზღვრება უტოლობიდან გამომდინარე:

$$t_{EV} \leq t_{1F}. \quad (2)$$

ყოველი სატრანსპორტო გვირაბი ხასიათდება ინდივიდუალური ტექნიკური, გეომეტრიული, ბუნებრივი და ტექნოლოგიური მახასიათებელი პარამეტრებით, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ხანძრის ხანგრძლივობაზე ყველა ფაზაში. გვირაბები, როგორც წესი, აღჭურვილია სხვადასხვა სავენტილაციო სისტემებით, რომლებიც ხანძრის წარმოქმნის დროს განსაკუთრებულ სამუშაო რეჟიმზე უნდა იქნას გადაყვანილი.

ძლიერი ხანძრის პირობებში სავენტილაციო სისტემისათვის მოსალოდნელია კოლაფსი ნაკადების ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების შემთხვევაში. აღსანიშნავია, რომ ჩვენს მიერ დამოძღვრებული 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის, რომლის ტემპერატურა შეადგენს 1300K, ხანძრის ხანგრძლივობა აღმავალი განვითარების ფაზაში $t_{1F} \approx 7$ წთ; ხანძრის ხანგრძლივობა პიკურ ფაზაში $t_{2F} \approx 5$ წთ; ხანძრის ხანგრძლივობა მილევივ ფაზაში $t_{3F} \approx 15$ წთ.

პროექტ „ევრიკას“ მონაცემების მიხედვით კი:

1. ხანძრის თბური სიმძლავრის პიკი მიიღწევა მისი დაწყებიდან 10-20 წთ-ის ფარგლებში;
2. რაც უფრო დიდია სიმძლავრე, მით უფრო გვიან ხდება პიკური მნიშვნელობის დადგომა;
3. პიკური მნიშვნელობის მიღწევის შემდეგ სიმძლავრის ზრდა ხდება წრფივთან მიახლოებული კანონზომიერებით დაახლოებით 4-5 წთ-ის განმავლობაში;
4. ხანძრის მილევა ხდება წრფივი კანონზომიერებით, 15-25 წთ-ის განმავლობაში.

გაეროს ევროპული ეკონომიკური კომისიის რეკომენდაციებით გვირაბების სავენტილაციო სისტემები გაანგარიშებული უნდა იქნეს 30 მგვტ ხანძრის პირობებში ფუნქციონირებისათვის, რომლის ტემპერატურაც შეადგენს 600K. ანალოგიური მიდგომით ხასიათდება გერმანული სტანდარტი RABT, რომლის მიხედვითაც მოხდა რიკოთის გვირაბის მოდერნიზაცია. ჩვენი შეფასებით, სავენტილაციო სისტემის კოლაფსი თავიდან ვერ იქნება აცილებული.

გვირაბში ძლიერი ხანძრისას აღმავალი ფაზის დამახასიათებელი დრო მნიშვნელოვნად შემცირებულია ღია გარემოში ანალოგიური სიმძლავრის ხანძართან შედარებით, რაც კიდევ უფრო ართულებს საგანგებო სიტუაციების მართვის პირობებს.

გვირაბებში ხანძრის გავრცელებისათვის ყველაზე არახელსაყრელი სცენარი არის იმ შემთხვევაში, როდესაც გვირაბში არ ფუნქციონირებს მექანიკური ვენტილაცია და არ არის ბუნებრივი წევა, ვინაიდან ამ დროს ხანძრის კერას მინიმალური ინტენსიურობით მიეწოდება ატმოსფერული ჟანგბადი. ზემოაღნიშნულის მიუხედავად, ხანძარი ბუნებრივად მოიპოვებს პრაქტიკულად სრული წვისათვის საკმარის ჟანგბადს, რადგან სათანადო ლიტერატურაში აღწერილი არ არის არასრული წვის ფაქტები, რომელსაც CO-ს 12,5 %-ზე უფრო მაღალ კონცენტრაციაზე დეტონაცია მოყვებოდა.

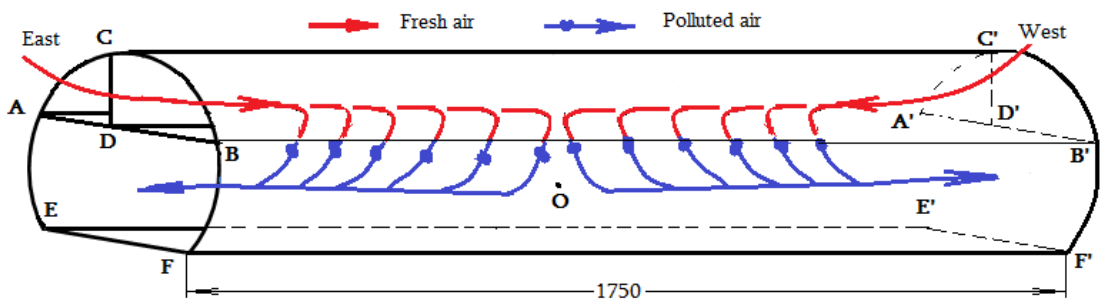
იმის გამო, რომ სახეზეა სხვადასხვა თერმოდინამიკური პარამეტრების მქონე ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების ნაკადების მოძრაობა, ნაკადების წარმოსახვით გამყოფ საზღვარზე ადგილი ექნება ტურბულენტური სასაზღვრო შრის ჩამოყალიბებას, სადაც ინტენსიური დიფუზური პროცესების გამო ძალზე სწრაფად მოხდება გვირაბში შემომდინარე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის დაბინძურება ტოქსიკური აირებით, რაც კიდევ უფრო შეამცირებს საევაკუაციო პერიოდს (t_{EV}).

2.რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სისტემის კრიტიკული ანალიზი

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია რიკოთის გვირაბის მოდერნიზებული ვენტილაციის სქემა მუშაობის ჩვეულებრივ რეჟიმში, ხოლო 2 -ზე ვენტილაციის სქემა სახანძრო რეჟიმში.

1 და 2 ნახაზებიდან ჩანს, რომ საგანგებო რეჟიმში, გვირაბის სატრანსპორტო ზონაში, ჰაერის ნაკადის მოძრაობის მიმართულება იცვლება ჩვეულებრივ სამუშაო რეჟიმთან შედარებით. არ არის სასურველი აღნიშნული იმ შემთხვევაში, თუ შესაძლებელია საგანგებო რეჟიმის ამოქმედება სავენტილაციო ნაკადის მოძრაობის მიმართულების შეცვლის გარეშე. გარდა ამისა, როგორც ცნობილია, ჩართვიდან მაქსიმუმ 180 წმ-ის განმავლობაში საგანგებო ვენტილაციის სისტემა უნდა გავიდეს სრულ ოპერატიულ რეჟიმზე.

ასე სწრაფად სრულ ოპერატიულ რეჟიმზე გასვლა პრაქტიკულად განუხორციელებელია, ჰაერის მცირე სიჩქარის გამო სატრანსპორტო ზონაში. 4,7 მ/წმ სიჩქარით მოძრავი მატერიალური წერტილი 180 წმ-ში მიაღწევს გვირაბის პორტალიდან O წერტილამდე (ნახ. 2), ხოლო ჰაერის ნაკადზე აღნიშნულის გავრცელება დაუშვებელია. ჰანოის უნივერსიტეტის კვლევებში აღნიშნულია, რომ, სავენტილაციო ჭავლის მოძრაობის უცვლელი მიმართულების პირობებში, 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის დროს, 1,45 კმ სიგრძის გვირაბში 15 წთ-ის განმავლობაში არ მოხდა გვირაბის სრული ვენტილაცია ჭავლური ვენტილატორების გამოყენებით.

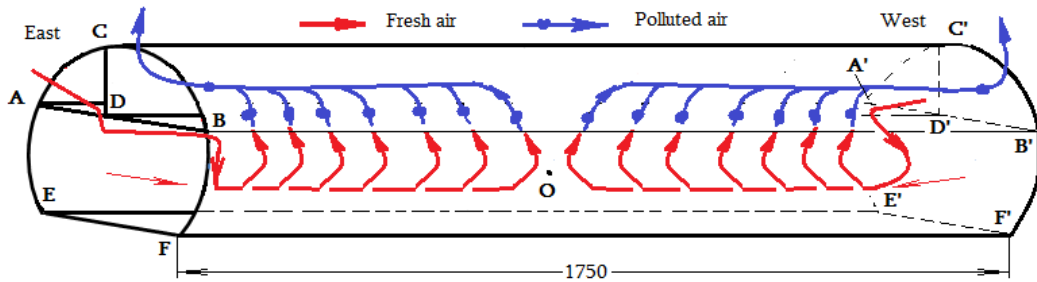


ნახ. 1. რიკოთის საავტომობილო გვირაბის ჩვეულებრივი სამუშაო რეჟიმის ნახევრად განივი მომდენი სავენტილაციო სისტემა: გვირაბის თაღური ნაწილი მთელ სიგრძეზე გაყოფილია $ACD-A'C'D'$ ჩვეულებრივი რეჟიმის და $DCB-D'C'B'$ საგანგებო რეჟიმის სავენტილაციო არხებად; $ACD-A'C'D'$ არხში აღმოსავლეთის და დასავლეთის პორტალებთან დამონტაჟებულია ჩვეულებრივი რეჟიმის ღერძული ვენტილატორები, რომლებიც თაღის გადახურვის 124 ცალი სავენტილაციო ღიობის მეშვეობით სუფთა ჰაერს აწვდიან სატრანსპორტო ზონაში, საიდანაც გაჭუჭყიანებული ჰაერი პორტალების მეშვეობით უბრუნდება ატმოსფეროს. ჩვეულებრივ სამუშაო რეჟიმში, გვირაბის სატრანსპორტო ზონაში, გაჭუჭყიანებული ჰაერის მდინარეა ხდება გვირაბის ცენტრიდან (O წერტილიდან) პორტალებისაკენ.

ამგვარად, რიკოთის გვირაბის სავენტილაციო სისტემის პირველი ხარვეზი არის საგანგებო ვენტილაციის ამოქმედების შემთხვევაში, სატრანსპორტო ზონაში ჰაერის ნაკადის მოძრაობის მიმართულების შეცვლის აუცილებლობა და საგანგებო ვენტილაციის სრულ ოპერატიულ რეჟიმზე გასვლის შეუძლებლობა 180 წმ-ის განმავლობაში.

მეორე ხარვეზი არის აშშ-ის NFPA 502 სტანდარტის დარღვევა, რომელიც ყველაზე უფრო სრულყოფილი სტანდარტია დღესდღეობით. კერძოდ,

სტანდარტი პირველ რიგში მოითხოვს საგანგებო სავენტილაციო სისტემისა და გვირაბის ექსპლუატაციის ისეთნაირ დაგეგმვას, რომ მაქსიმალურად იქნეს გამოყენებული გვირაბის ჩვეულებრივი რეჟიმის სავენტილაციო სისტემა, გვირაბში მომხდარი ხანძრის შედეგების, ნაშწვი და ტოქსიკური აირებისა და კვამლის კონტროლისა და გვირაბიდან არინებაზე.



ნახ. 2. რიკოთის საავტომობილო გვირაბის ნახევრად განივი ტრანსფორმირებული სავენტილაციო სისტემა საგანგებო რეჟიმში: სუფთა ჰაერის მიწოდება ხდება ACD-A'C'D' ჩვეულებრივი რეჟიმის სავენტილაციო არხის მეშვეობით პორტალებიდან 96 მ მანძილზე არსებული 8 მ² განივი კვეთის ფართობის ღიობებიდან პირდაპირ სატრანსპორტო ზონაში ACD და A'C'D' კვეთებში დამონტაჟებული ვენტილატორების მეშვეობით, გაჭუჭყიანებული ჰაერის გაწოვა ხდება DCB-D'C'B' საგანგებო რეჟიმის სავენტილაციო არხის მეშვეობით, რომელშიც ჰაერი მოხვდება 15 ცალი 8 მ² ფართობის იმ კონკრეტული ღიობებიდან, რომლებიც იქნება გაღებული ხანძრის კერის ადგილმდებარეობის მიხედვით.

რიკოთის გვირაბის პირობებში კი ჩვეულებრივი რეჟიმის სავენტილაციო სისტემა არ გამოიყენება სახანძრო საგანგებო რეჟიმის დროს. აღნიშნულის დასამტკიცებლად შევნიშნოთ, რომ ნებისმიერი პორტალის ჩვეულებრივი რეჟიმისა და საგანგებო ვენტილატორები ერთმანეთის მიმართ მიმდევრობით არიან სავენტილაციო ქსელში ჩართული.

რიკოთის საავტომობილო გვირაბის სავენტილაციო სისტემის მე-3 ხარვეზი გამომდინარეობს მეორედან. კერძოდ, იმის გამო რომ უკვე დამონტაჟებულია როგორც ძირითადი, ისე საგანგებო ვენტილატორები ორივე პორტალთან, გონივრულია შეიცვალოს მათი მუშაობის მიმდევრობითი სქემა. რიკოთის გვირაბი, ჩვენი დაკვირვებების თანახმად, მცირე აეროდინამიკური წინააღობით ხასიათდება. შესაბამისად, ძირითადი და საგანგებო ვენტილატორების პარალელურ რეჟიმში ჩართვა მაღალეფექტური იქნება.

ავტოსაგზაო გვირაბების მშენებლობისას კაპიტალური დანახჯების შემცირების მიზნით აგებენ ორმხრივი მოძრაობის ერთ გვირაბს, ხოლო გვირაბის თაღში, ან სავალი ნაწილის ქვემოთ აწყობენ სავენტილაციო არხს. ასეთი წესით არის აგებული რიკოთის გვირაბი, არხის კვეთი შეიქმნა ჰაერის ხარჯის მიხედვით, რომელზედაც დიდადაა დამოკიდებული საექსპლოატაციო დანახარჯები, რადგან სავენტილაციო ქსელის დეპრესია იზრდება ჰაერის ხარჯის კვადრატის, ხოლო ელექტრული ქსელიდან წაღებული სიმძლავრე - ჰაერის ხარჯის კუბის პროპორციულად.

3. ფატალური ხანძრების ანალიზი მცირე სიგრძის გვირაბებში

ჩვენს ქვეყანაში მოქმედი ნორმის მიხედვით, 150 მ-ზე ნაკლები სიგრძის გვირაბების ვენტილაცია უნდა მოხდეს ბუნებრივი წევით, 150-400 მ დიაპაზონში - ბუნებრივი წევით, რომლის სიდიდის საკმარისობა დასაბუთებული უნდა იყოს ანგარიშით. 400 მ-ზე მეტი სიგრძის გვირაბებში აუცილებლად უნდა დამონტაჟდეს ვენტილაციის მექანიკური სისტემა. ანალოგიური მდგომარეობაა ინგლისშიც - 400 მ-ზე უფრო ნაკლები სიგრძის გვირაბებისათვის საჭირო არაა მექანიკური ვენტილაციის მოწყობა, ხოლო გერმანული RABT სტანდარტით 350-700 მ დიაპაზონისა და უფრო ნაკლები სიგრძის გვირაბები არ საჭიროებენ მექანიკურ ვენტილაციას, რომლის მოწყობა სავალდებულოა 700 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბებისათვის.

პრობლემა არის 400 მ-ზე უფრო მოკლე გვირაბების ხანძარსაწინააღმდეგე, რადგან მასში, როგორც წესი, მოწყობილი არ არის მექანიკური სავენტილაციო სისტემა. გარდა ამისა, 700 მ-მდე სიგრძის გვირაბებში, ხანძრის მიერ აღძრული წევის გავლენით, ვენტილაციის სისტემის კოლაფსი უფრო მოსალოდნელია გრძელ გვირაბებთან შედარებით. ხანძრის წევას ამ შემთხვევაში ექნება ზრდადი ხასიათი გვირაბის მცირე აეროდინამიკური წინააღმდეგობისა და ამიტომ საწვავის სრული წვისათვის საკმარისი ჰაერით

ადვილად უზრუნველყოფის გამო, ხანძრის გაძლიერებასთან დაკავშირებით, ანალოგიური აზრი არის გატარებული ნაშრომებში.

აღსანიშნავია, რომ ფატალური ხანძარი შესაძლებელია მოხდეს მცირე სიგრძის გვირაბშიც, რომელშიც სტანდარტის შესაბამისად და ექსპლუატაციის პრაქტიკიდან გამომდინარე, მოწყობილი არ არის მექანიკური სავენტილაციო სისტემა. განსაკუთრებით გამახვილებული უნდა იქნეს ყურადღება მცირე სიგრძის გვირაბში მომხდარი ხანძრების მიმართ, რომლებსაც მოჰყვა მსხვერპლი.

ნიუჰოლის გასასვლელი გვირაბი (აშშ) ლოს-ანჯელესსა და სან-ფრანცისკოს შორის, სიგრძით 166 მ, ავარია მოხდა 2007 წლის 12 ოქტომბერს, სატვირთო ავტომობილი შეეჯახა გვერდით კედელს, რომელსაც დაეჯახა დიდი სიჩქარით მოძრავი სხვა სატვირთო მანქანა და მეყსეულად მოხდა დიდი ხანძარი, რომელსაც აძლიერებდა ქარის მიერ აღძრული ბუნებრივი წევა, 23 ადამიანი მძიმედ დაზიანდა, გვირაბის სიმოკლის მიუხედავად, მხოლოდ 24 საათის შემდეგ შეძლეს ხანძრის კონტროლზე აყვანა.

უსახელო გვირაბი 31 შოსეზე (გერმანია), 200 მ სიგრძე. ავარია მოხდა 2005 წლის შობა დღეს, მსუბუქი მანქანა შეეჯახა შემხვედრ ანალოგიურ მანქანას, მოხდა ხანძარი, რომლის დროს 18-23 წლის ასაკის ოთხი ახალგაზრდა დაიწვა, ხოლო სხვა ხუთი ტრავმებმა იმსხვერპლა.

ვაიმალის გვირაბი (შვეიცარია) 700 მ სიგრძისაა. ავარია მოხდა 2006 წლის 16 სექტემბერს, ერთმანეთს დაეჯახა ერთი ავტობუსი და ორი მსუბუქი მანქანა, მეყსეულად მოხდა ხანძარი, რომელშიც გაეხვა აგრეთვე ორი სხვა მანქანა, 9 ადამიანი დაიღუპა, ხოლო 5 მძიმედ დაშავდა.

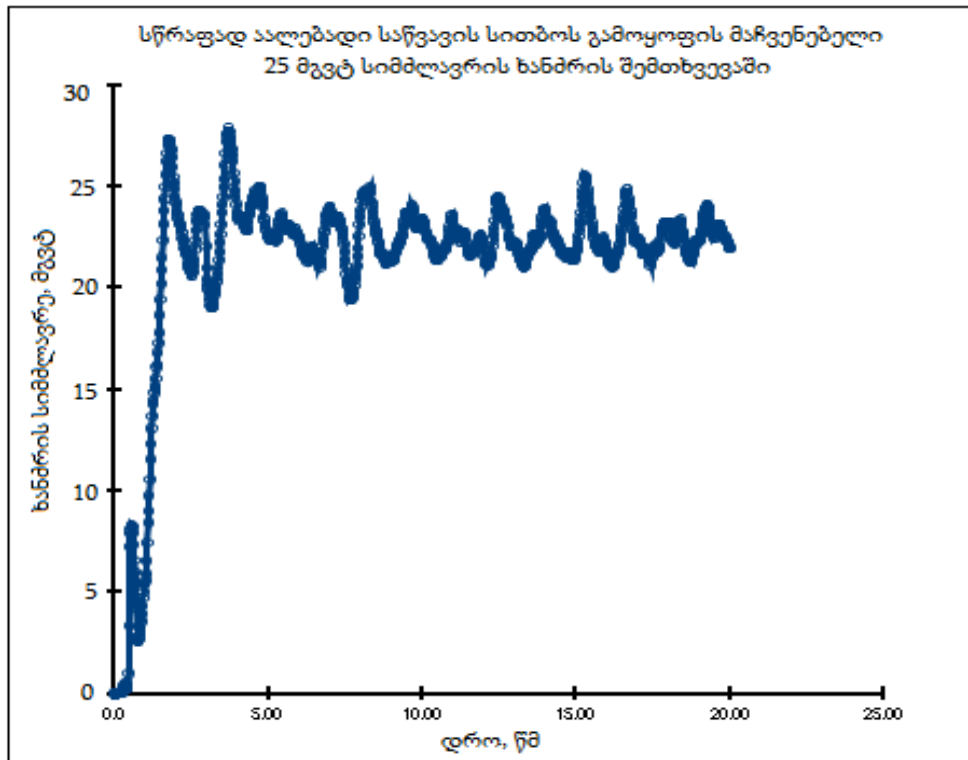
კაბინ კრიკის ჰესის გვირაბი(CabinCreekHydroPowerPlant, აშშ) 150 მ სიგრძისაა. 2007 წლის 2 ოქტომბერს მოხდა ქიმიური ნივთიერების თვითაღლევა, რომელიც გამოიწვია ღყლის გაწმენდის მიზნებისათვის. 5 ადამიანი დაიღუპა ტოქსიკური ნაერთების სუნთქვის შედეგად.

მითითებული მაგალითები იმის ვარაუდის საშუალებას მაინც იძლევა, რომ მცირე სიგრძის გვირაბებშიდაც საჭიროა საგანგებო ვენტილაცი-

ის მოწყობა, რომელსაც ექნება წვის პროდუქტების არინების შესაძლებლობა ევაკუაციის განსახორციელებლად და მაშველებზე დასახმარებლად. საგანგებო ვენტილაციის მოწყობის აუცილებლობის დასაბუთების მიზნით შესრულებულ იქნა სპეციალური კვლევები მათემატიკური მოდელირებით.

მხედველობაში მისაღებია, რომ მრავალი სტანდარტის, მათ შორის *RABT* - ის და *PIARC* - ის მიხედვით, სავენტილაციო სისტემის დაპროექტება უნდა მოხდეს 30 მგვ სიმძლავრის ხანძრისათვის. მცირე სიგრძის გვირაბებისათვის ორიენტირად მივიღეთ ხანძრის რეკომენდირებული სიმძლავრე. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ადვილად მისახვედრი გარკვეული რეზერვით, ჩვენს მიერ მოდელირებული იქნა სწრაფად წვადი საწვავის 25 მგვტ სიმძლავრის ხანძარი, რომლის შედეგებმაც აჩვენა, რომ ხანძარი სითბოს გამოყოფის მაქსიმალურ მაჩვენებელს აღწევს დაახლოებით 5 წმ-ში (ნახ. 3). თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ გვირაბებში ხანძრების უმრავლესობა ვენტილაციით კონტროლირებადია, რაც განსაკუთრებულად გამოკვეთილად გამოავლენს თავს მცირე სიგრძის გვირაბებში, გამოვთქვამთ ვარაუდს, რომ აღნიშნული სიმძლავრე შენარჩუნებული იქნება საწვავის პრაქტიკულად სრულ დაწვამდე.

მათემატიკური მოდელირების ანალოგიური შედეგებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია აღვნიშნოთ, რომ მცირე სიგრძის გვირაბებისათვის, ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებში, წვის შედეგად გენერირებული კვამლი და ტოქსიკური აირები პორტალებისაკენ ვრცელდება 2,5 მ/წმ სიჩქარით, რაც მიუთითებს მცირე სიგრძის მქონე გვირაბებში სახანძრო სავენტილაციო სისტემის არსებობის აუცილებლობაზე ზემოაღნიშნული სიმძლავრის ხანძრისათვის. უფრო მძლავრი ხანძრის პირობებში საგანგებო ვენტილაციის აუცილებლობა ეჭვს არ იწვევს.



ნახ. 3. 25 მგეტსიმძლავრის ხანძრის განვითარების დინამიკა

სავენტილაციო სისტემის არსებობა ანალოგიურ შემთხვევაში შესაძლებელს გახდის უფრო უკეთესი ხილვადობის უზრუნველყოფას ადამიანის სიმაღლის დონეზე მთელ გვირაბში, რადგან, როგორც წესი, ამ შემთხვევაში გამოყენებული უნდა იქნეს გრძივი სისტემა და ჭავლური ვენტილატორები, რომლებიც კვამლისა და წვის სხვა პროდუქტების არინებას მოახდენენ გვირაბის ჭერის გასწვრივ.

4.ნატურული აეროდინამიკური დაკვირვებების შედეგები

ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში

ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში გამოყენებული არის გრძივი სავენტილაციო სისტემა. მარჯვენა გვირაბის სავენტილაციო სისტემაში ჩართულია ჭავლური ვენტილატორები, ხოლო მარცხენაში ვენტილაცია არ ფუნქციონირებს, რადგან სათანადო სავენტილაციო სისტემა დაპროექტებულიც კი არ არის. მარჯვენა გვირაბის სავენტილაციო სისტემა უზრუნველყოფს საჭირო ჰაერის ნაკადს გვირაბის მთელ სიგრძეზე ტრანსპორტის

მოდრაობის არსებული სიხშირისათვის. შესაბამისად, მოცემულ გვირაბში პრაქტიკულად ყოველთვის სათანადო ხარისხის ჰაერია ჩვეულებრივი რეჟიმით ექსპლუატაციისას და სავარაუდოდ, შესაძლებელი იქნება კვამლის გაწოვა ხანძრის შემთხვევაში. მარცხენა გვირაბში კი, როგორც ქვემოთ მოცემული მასალიდან გამოჩნდება, ვენტილაციის ხარისხი არ არის დამაკმაყოფილებელი, ხოლო სახანძრო უსაფრთხოებაზე ყურადღების გამახვილება უადგილოა არარსებული ვენტილაციის პირობებში. აღნიშნული გარემოება დაღს ასვამს მარჯვენა გვირაბის სახანძრო უსაფრთხოებასაც, რადგან ეს უკანასკნელი მოითხოვს ორივე გვირაბის სავენტილაციო სისტემების შეხამებულ მოქმედებას ხანძრის შემთხვევაში.

ნატურული ექსპერიმენტული დაკვირვებები ორივე გვირაბში შესრულებულია ვენტილაციის მახასიათებელი პარამეტრების ცვალებადობის კანონზომიერების დადგენის მიზნით. გაზომილია ჰაერის ბარომეტრული წნევა, ტემპერატურა „მშრალი და „სველი“ თერმომეტრების მიხედვით, ჰაერის სიჩქარე, ნახშირბადის მონოქსიდის, გოგიდწყალბადის, ჟანგბადის, მეთანის შემცველობა სავენტილაციო ჰაერში. ჰაერის სიჩქარე და მისი შემადგენლობა იზომებოდა ორივე გვირაბის გასწვრივ ყოველ 50 მ მანძილზე, პიკეტების მაჩვენებლებთან, ხოლო ჰაერის წნევა და ტემპერატურა - მხოლოდ გვირაბის ცენტრალურ ნაწილში. გაზომვებისათვის გამოყენებული იყო ბარომეტრ-ანეროიდი, ასმანის ფსიქრომეტრი, ელექტრული ანამომეტრი „ჯტ-816“, გადასატანი აირანალიზატორი „დრაგერ 2500“.

აღსანიშნავია, რომ „აბრეშუმის გზის“ თანამედროვე სატრანსპორტო ნაკადებისათვის დამახასიათებელია ბათუმიდან თბილისას მიმართულებით დატვირთული, ხოლო საპირისპიროდ ცარიელი მანქანების უპირატესი მოძრაობა. ბათუმიდან მომავალი ავტომობილები მოძრაობენ აღმართზე და მარცხენა გვირაბში, რომელშიც, როგორც აღინიშნა, სავენტილაციო სისტემა არ არის, ადგილი აქვს ყველაზე უარეს პირობას ტოქსიკური გამონაბოლქვების რაოდენობის მიხედვით. აღნიშნულ პირობას კიდევ უფრო მეტად ამძიმებს ტრანსპორტის ნაკადის მიერ აღძრული და ჰაერის სიმ-

კვრივეთა განსხვავებულობით გამოწვეული ბუნებრივი წვევა, რომელთა რომელთა მიმართულება წელიწადის უმეტეს პერიოდში ერთმანეთის საპირისპიროა, რის გამოც მარცხენა გვირაბში ვენტილაციის თვალსაზრისითაც უარესი პირობაა. მარჯვენა გვირაბში კი, რომელშიდაც მოქმედებს სავენტილაციო სისტემა, ბუნებრივი ვენტილაციის თვალსაზრისით, უფრო უკეთესი მდგომარეობაა. ამგვარად, თუ დავუშვებთ, რომ ჩაქვი-მახინჯაურის მხოლოდ ერთ გვირაბში უნდა მოეწყოს ვენტილაცია და მეორეში არა, რაც მართალია არ შეესაბამება მოქმედ ნორმას, მაგრამ მაინც ავლნიშნავთ, რომ მაშინ ვენტილაცია უნდა მოეწყოს მარცხენა გვირაბში. რეალობაში კი ყველაფერი გაკეთებულია პირიქით, რაც განაპირობა მარჯვენა გვირაბის უფრო ადრე შესვლამ ექსპლუატაციაში. აღნიშნულიდან გამომდინარე, უპრიანია მარცხენა გვირაბში სავენტილაციო სისტემის სასწრაფოდ დაპროექტება და დამონტაჟება.

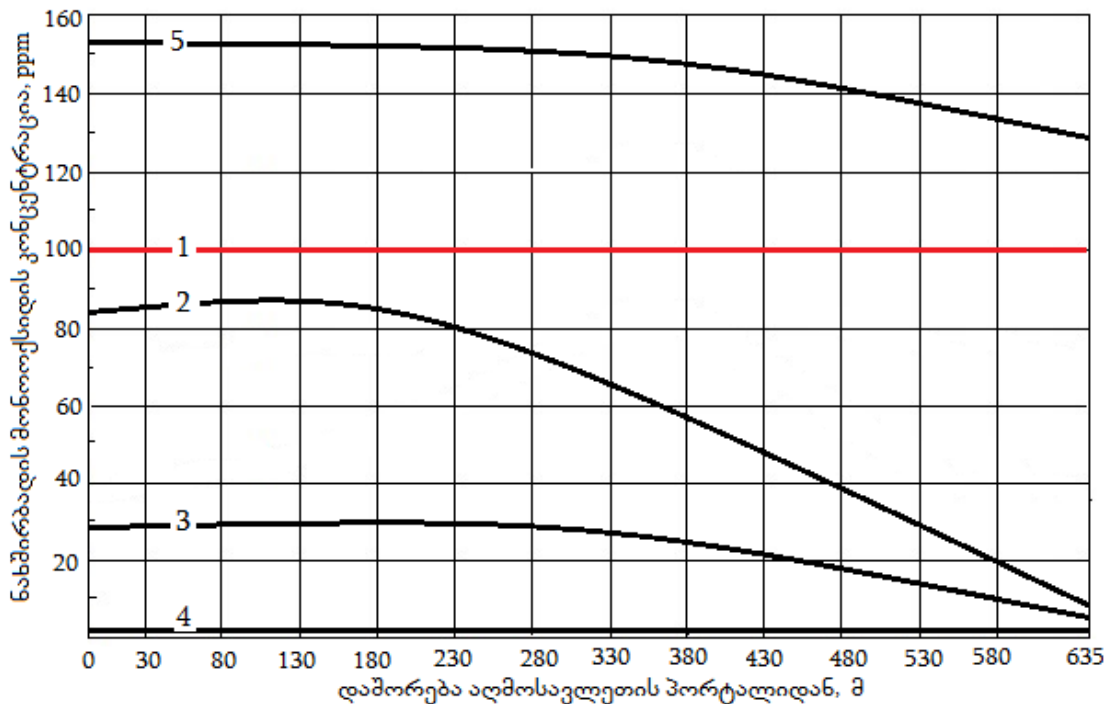
სავენტილაციო ჰაერის ტემპერატურისა და ფარდობითი ტენიანობის წლიური მსვლელობის ხასიათი ნატურული დაკვირვებების მიხედვით დადგინდა. ამ პარამეტრების გაზომვა მოხდა გვირაბის ცენტრალურ ნაწილში. აქვე აღვნიშნოთ, რომ ბარომეტრული წნევის გაზომვა ხდებოდა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრის სიზუსტის მიზნით. პრაქტიკულად ცვალებადობას ადგილი არ ჰქონია და შეგვიძლია მივიჩნიოთ, რომ ბარომეტრული წნევა ტყუპ გვირაბებში წლის განმავლობაში იცვლება 100-102 კპა-ის დიაპაზონში.

ჰაერის შედგენილობასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ მეთანისა და გოგირწყალბადის შემცველობა არცერთი გვირაბის სავენტილაციო ჭავლში გამზომ ხელსაწყოს არ დაუფიქსირებია, ისე, როგორც არ დაუფიქსირებია ჟანგადის კონცენტრაციის შემცირება.

იმ შემთხვევაში, თუ ჩაქვიდან მახინჯაურის (ბათუმის) მიმართულებით 2-3 მ/წმ ქარის სიჩქარე არ იქნება პულსირებული და გაგრძელდება რამდენიმე საათის განმავლობაში, გვირაბში ტოქსიკური გამონაბოლქვის კონ-

ცენტრაცია და შესაბამისად, ავტომობილით გადაადგილება, სიცოცხლისათვის საშიში იქნება.

გვირაბების დაპროექტების მოქმედი ნორმის „სამშენებლო კლიმატოლოგიის თანახმად, წლის განმავლობაში მოცემულ ადგილზე, ქარის შემთხვევათა 8 % მიმართულია ჩაქვიდან ბათუმის მიმართულებით, ხოლო უდიდესი და უმცირესი ქარის სიჩქარე იანვარში შეადგენს 3,5/1,4 მ/წმ, ხოლო ივნისში - 2,3/1,3 მ/წმ - ს.აქედან ცხადია, რომ ნახ. 4 -ზე მე-5 მრუდით გამოსახული და უფრო უარესი შემთხვევის დადგომის მოლოდინი მოცემულ გვირაბში რელისტურია და სავენტილაციო სისტემა მზადყოფნაში უნდა იყოს მისი მავნე გავლენის შესამცირებლად.



ნახ. 4. ნახშირბადის მონოქსიდის ცვალებადობის ხასიათი ტყუპ გვირაბებში ექპერიმენტული დაკვირვებების მიხედვით: 1 - დასაშვები დოზა; 2,3 - ცვალებადობის ძირითადი დიაპაზონი მარცხენა გვირაბში (მაქსიმუმი და მინიმუმი); 4 - ცვალებადობა მარჯვენა გვირაბში მექანიკური ვენტილაციისა და ბუნებრივი წვეის ერთობლივი მოქმედების შედეგად; 5 - შემთხვევა, როცა ჩაქვიდან მიმართული ქარის სიჩქარე იცვლება 2-3 მ/წმ-ის დიაპაზონში.

გვირაბების დაპროექტების მოქმედი ნორმის „სამშენებლო კლიმატოლოგიის თანახმად, წლის განმავლობაში მოცემულ ადგილზე, ქარის შემთხვევათა 8 % მიმართულია ჩაქვიდან ბათუმის მიმართულებით, ხოლო

უდიდესი და უმცირესი ქარის სიჩქარე იანვარში შეადგენს 3,5/1,4 მ/წმ, ხოლო ივნისში - 2,3/1,3 მ/წმ - ს.აქედან ცხადია, რომ ნახ. 4 -ზე მე-5 მრუდით გამოსახული და უფრო უარესი შემთხვევის დადგომის მოლოდინი მოცემულ გვირაბში რელისტურია და სავენტილაციო სისტემა მზადყოფნაში უნდა იყოს მისი მავნე გავლენის შესამცირებლად.

შესრულებული კვლევებისა და წარმოდგენილი მასალის საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბების მარცხენა გვირაბის სავენტილაციო სისტემა სასწრაფოდ უნდა დაპროექტეს, შესრულდეს სისტემის მონტაჟი და მოხდეს მისი მუშაობის შეხამება მარჯვენა გვირაბის სავენტილაციო სისტემასთან. აღნიშნული აგრეთვე გამომდინარეობს საქართველოში მოქმედი „სამშენებლო ნორმებისა და წესებიდან“, რომლის თანახმად 400 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბები აღჭურვილი უნდა იყოს მექანიკური სავენტილაციო სისტემით.

დასკვნები:

წარმოდგენილი კვლევების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ:

1. გვირაბში ხანძრის გავლენით განპირობებული კოლაფსის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელი არის ხანძრის მიერ აღძრული წევა, რომელიც დამოკიდებულია ხანძრის კერაზე თერმოგრავიტაციული ეფექტით გამოწვეული წნევის ნაზარდის სიდიდეზე. ხანძარი, რომლის კერაზე ტემპერატურა იცვლება 1000-1500 °C ფარგლებში, აღძრავს წნევის ნაზარდს 10-20 კპა დიაპაზონში და იწვევს სავენტილაციო სისტემის კილაფსს მცირე (700 მ-მდე) სიგრძის გვირაბებში.
2. ხანძრის განვითარების აღმავალი პერიოდი, სიმძლავრის პიკური მაჩვენებლის მიღწევამდე, 5-30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრებისათვის, საწვავის სახეობის მიხედვით, იცვლება 5-20 წთ-ის ფარგლებში,

რომელიც შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს სიცოცხლის გადასარჩენად.

3. ბენზინის წვას გვირაბში, კომპიუტერული მოდელირების შედეგების მიხედვით, აღმავალი პერიოდი არ ახასიათებს.
4. ნახშირბადის მონოოქსიდისა და კვამლის ფრონტის გავრცელების ხასიათი მოდელირების შედეგების მიხედვით ერთმანეთის იდენტურია. სიმძლავრის პიკის მიღწევიდან პირველი 5 წთ-ის განმვლობაში, კვამლის ფრონტის გავრცელების მაქსიმალური სიჩქარე 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის შეადგენს 2,2 მ, ხოლო 2,5 მგვტ სიმძლავრის ხანძრისათვის - 1,0 მ.
5. კომპიუტერული მოდელირების შედეგების მიხედვით, სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრები, სიმძლავრის მიხედვით, ნახშირბადის მონოოქსიდის შემდეგი კონცენტრაციებით ხასიათდებიან: ხანძრის კერაზე - 5 მგვტ - 800 მგ/მ³; 10 მგვტ - 1200 მგ/მ³; 20 მგვტ - 1500 მგ/მ³; 30 მგვტ - 1700 მგ/მ³. აღნიშნული კონცენტრაცია ხანძრის კერიდან დაშორების კვალობაზე განუხრელად მცირდება სუფთა ჰაერით განზავების შედეგად და 300 მ მანძილზე შეადგენს - 5 მგვტ - 50 მგ/მ³; 10 მგვტ - 70 მგ/მ³; 20 მგვტ - 400 მგ/მ³; 30 მგვტ - 450 მგ/მ³.
6. 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის ტემპერატურა კერაზე შეადგენს 650⁰ C , რომელიც გვირაბის გასწვრივ ინტენსიურად მცირდება სამთო მასივთან სითბოს გაცვლისა და სავენტილაციო ჰაერის ახალ ულუფებთან შერევის გამო და 300 მ მანძილზე, ხანძრის სრული სიმძლავრის მიღწევიდან 5 წუთის შემდეგ, მისი სიდიდე გარე ჰაერის ტემპერატურისაგან მხოლოდ 1-2 გრადუსით განსხვავდება.
7. გვირაბებში ხანძრით გამოწვეული საგანგებო სიტუაციის შეფასებისათვის შემოთავაზებული ადამიანების შესაძლო დაზიანების ხარისხის სივრცითი და დროითი კრიტერიუმები დაკავშირებულია დამაზიანებელი ფაქტორების სივრცითი და დროითი განაწილების დინამიკურ პროცესთან.

8. დამაზიანებელი ფაქტორების კლასიფიკაცია დამიღებული კრიტიკური უმები, გვირაბებში მიმდინარე ხანძრის სცენარების ადეკვატური მოდელირების შედეგების ხელმისაწვდომობის პირობით, შესაძლებელია საფუძვლად დაედოს შექმნილი საგანგებო სიტუაციის შეფასებასა და მართვას.
9. რიკოთისა და ჩაქვის-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბების სავენტილაციო სისტემები სახანძრო უსაფრთხოებით არ ხასიათდება.
10. რიკოთის გვირაბის ხანძარუსაფრთხოების გაუმჯობესება შესაძლებელია ძირითადი და საგანგებო ვენტილატორების პარალელურ რეჟიმში ამოქმედებით.
11. ჩაქვი-მახინჯაურის ტყუპი გვირაბების ხანძარუსაფრთხოების გაუმჯობესება შესაძლებელია მარცხენა გვირაბში ჭავლურ პრინციპზე დაფუძნებული სავენტილაციო სისტემის მონტაჟით და მარჯვენა გვირაბის ასრებულ სავენტილაციო სისტემასთან მისი ადაპტირების გზით.
12. რიკოთისა და ჩაქვი-მახინჯაურის გვირაბების მომსახურე პერსონალისა და მაშველების კვალიფიკაციის ამაღლებისათვის რეკომენდებულია წინამდებარე ნაშრომში შესრულებული სხვადასხვა სიმძლავრის ხანძრების განვითარებისა და მიმდინარეობის შედეგების გამოყენება.

აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი საკითხები მოხსენების სახით გაშუქდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე, თბილისი, 2016 წ. ასევე კოლოკვიუმსა და თემატურ სემინარებზე.

გამოქვეყნებული პუბლიკაციები:

1. ო. ლანჩავა, ნ. ბოჭორიშვილი, გ. ნოზაძე, მ. ჯანგიძე, ნ. არუდაშვილი, ს. დემეტრაშვილი. ხანძრით განპირობებული საგანგებო სიტუაციის მართვა ერთგვირაბიანი კომბინირებული სავენტილაციო სისტემის პირობებში. სამთო ჟურნალი, N2 (33), თბილისი, 2014, გვ. 43-47.
2. ო. ლანჩავა, გ. ნოზაძე, ნ. ბოჭორიშვილი, ზ. ლებანიძე, ნ. არუდაშვილი. საავტომობილო გვირაბში ძლიერი ხანძრის მიერ გამოწვეული საფრთხის ანალიზი. სამთო ჟურნალი, N1 (32), თბილისი, 2014, გვ. 86-89.
3. ო. ლანჩავა, გ. ნოზაძე, ი. ბოჭორიშვილი, ნ. არუდაშვილი. ნატურული აეროდინამიკური დაკვირვებების შედეგები ჩაქვი-მახინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში. სამთო ჟურნალი, N1 (36), თბილისი, 2016, გვ. 61-63.
4. A. Arudashvili. The results of computer modelled different powered fires. International Scientific-practical Conference on up-to-date of Georgia. Book of Abstracts. Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia. 2016. 11-13 p.
5. ო. ლანჩავა, გ. ნოზაძე, ნ. არუდაშვილი მოკლე საავტომობილო გვირაბებში ფატალური ხანძრების ანალიზი და პრევენციის ღონისძიებები. სამთო ჟურნალი N2(35), თბილისი, 2015, გვ. 85-89.

Abstract

Security analysis for defining optimum parameters of ventilation system of subterranean (underground) special objects

The thesis contains 44 drawings, 11 charts and there is used 49 literature, the content is given in 149 pages.

The key words, motorway tunnels, ventilation, fire, computer modeling, fluid dynamic, ascending phase of fire, generation of carbon monoxide, temperature fields, management criterion of emergency situation

Following to the international practice modernization in motorway tunnel designing, construction and operation is one of the basic levers of provision of security of above – mentioned objects. Minimization of fire threatening, that is accessible by improving tunnel ventilation systems according to the modern challenges adjusted to large cargo-capacity vehicles and increased traffic density.

The paper comprises of questions of the safe and stable operation of ventilation systems, which depend strongly on its proper operation and of its flexibility. The flexible ventilation system primarily means the possibility of feed for fresh air in an emergency situations, and also contribution to the implementation of the evacuation. In addition, the safe ventilation system should be regulated air supply, depending on traffic conditions.

In the work there is discussed one and two tunnel ventilation system functioning peculiarities considering fire influence and show that in order to process tunnel ventilation system it is important to fix its function capacities for managing emergency situation, at the starting point of fire and at its full-scale as well, there is implied main factors, that influence on evacuation period depended on fire power localization distance parameters and the ascending phase duration of its development.

Fire development screenplays in tunnels have been studied, by means of computer modeling and the last results are received according to natural experimental observing in Ricoti and Chakvi- Makhinjauri motorway tunnels, that in our opinion gives opportunity adequate prognosticating and merit rating of fast changing of situations with relatively less deface.

Measured analyzed and time table shaped given changes of ventilation flowing temperature, relative moisturing and air speed changing in time and area.

The concentration changing of carbon monoxide in ventilation flowing is measured throughout the tunnel length and given the results of natural observation and modeling in form of time-tables for analogical and comparable cases.

For the rating emergency situation has been suggested criterias based on scales of fire spreading in time and area, that show area zones changes according to time threatening people is life and health. The characteristic of threatening zones occur by heat, smoke and toxic substances generation and determine the very

zones take place by such factors as geometric characteristics of tunnel and ventilation and fire parameters.

Discussed the examples of the fires taken place in small length tunnels-outlined fire threatening for small length tunnels, where installing mechanic ventilation is not essential. By the examples of advanced, industrial countries to install emergency systems is valid. Planned preventive control for avoiding fire in short tunnels, among them is worth to mention modernization of tunnel infrastructure.

The necessity of emergency ventilation; intentioned preventive control of fire in short tunnels among which there is infrastructural modernization; equipping it with emergency ventilation system and measuring devices, to organize training tunnel personnel and rescues. The training will be carried out to improve such actions in case of emergency as evacuation and these actions have to support evacuation or rescue groups or both of them including supporting fire extinguishing.

It is fixed that by scale of emergency situation caused by fire the results of which are not beyond the object limits and liquidation is possible by inside service and sources relatively the results of mentioned thesis will be effective for tunnel direction and emergency situation management service for adequate planning of preventive control to rescue human lives. According to accomplished researches from elaborated practical recommendations signification:

1. For Rikoti tunnel to put in action basic and emergency ventilators in a parallel, instead of present working scheme.
2. For Chaqvi-Makhinjauri tunnels-in the left tunnel to build ventilation system based on flowing principles and its adoption to the existed ventilation system there.
3. For both of the tunnels training and qualification raising of personnel and rescue groups and improving qualification according to the results given from the thesis.