

FIRE SAFETY ANALYSIS OF VENTILATING SYSTEMS OF ROAD TUNNELS

Author Lanchava O.

Publication date 2010

Journal Mining Journal

Description Summary. With method of mathematic modeling was analyzed to influence of strong and of very strong fire towards the ventilation systems of road tunnels for establish the period of ventilation systems collapse. The models were reformed for longitudinal ventilation system using jet fans and for semi-transverse exhaust ventilation system that are adopted in tunnels of Georgia. On the models, temperature of fire was changed in the range 300-1000 °C and magnitude of fire was changed in the range 30-100 MW. At the temperature 1000 °C to establish of period of collapse for the semi-transverse exhaust ventilation system is change in the range 0.5-2.5 min subject to magnitude of fire. Approximately same amount has mentioned period for the longitudinal ventilation system using jet fans. Both systems lose control of emergency situation by strong and by very strong fire. In this time the basic measure to save live and infrastructure is a prompt division of the tunnel into short isolated sections with sluice or with transformable system.

Volume 24

Issue 1

Pages 100-104

Publisher GEORGIAN MINING SOCIETY, GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY, LEPL G. TSULUKIDZE MINING INSTITUTE

REFERENCES

1. The White Book 2001, Published in April 24, 2001, Sweet & Maxwell Ltd, ISBN 10: 0421745800, ISBN 13:9780421745803.
2. D. Theologitis. Eurotransport, 2005, # 3. pp. 16 – 22.
3. O. Lanchava, E. Medzmariashvili, N. Ilias, G. Khitalishvili, Z. Lebanidze. Prospects of usage of transforming systems for extinguishing fire in tunnels. International Scientific Conference “Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas”, Tbilisi, 2009. pp. 301-308.
4. O. Lanchava. TO THE MATTER OF MODERNIZATION OF VENTILATION SYSTEM OF THE RIKOTI ROAD-TRANSPORT TUNNEL. Mining Journal, No 1-2 (16-17), Tbilisi, 2006, pp. 57-59.
5. O. Lanchava, N. Ilias, I. Andras, R. Moraru, I. Neag. On the Ventilation of Transport Tunnels in the Presence of a Strong (Heavy) Fire. Annals of the University of Petrosani, Petrosani (Romania), 2007, Vol. 9 (XXXVI), Part 1. pp. 219-227.
6. О.А.Ланчава, З.Б.Лебанидзе. По поводу коллапса системы вентиляции тоннеля при сильном пожаре. Журнал «Транспорт», №3-4 (31-32), Тбилиси, 2008. с. 29-31.
7. О.А.Ланчава. Моделирование теплопереноса в горном массиве на интеграторе БУСЭ. Процессы горного производства, №7 (319). Изд. ГПИ, Тбилиси, 1987. с. 33-38.
8. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, *Report TRANS/AC.7/9*, 2001. p. 59.
9. A. Beard, R. Carvel. Handbook of tunnel fire safety. Technology & Engineering. Thomas Telford Ltd, London, 2005. p. 514.

ISSN 1512-407X

საბთო

საბეხნიერო

საინჟინრო

საინფორმაციო

ანალიზური

ინჟინერული

1(24)

Mining Journal
Горный Журнал

2010

ტაძნ. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი ო.ლანჩავა
საავტომობილო გვირაბების სავინტილაციო სისტემების ხან-
ძარუსაფრთხოების ანალიზი

მათემატიკური მოდელების მეთოდით განხილულია ძლიერი და ძალზე ძლიერი ხანძრის გავლენა საავტომობილო გვირაბების სავინტილაციო სისტემებზე მათი კოლაფსის დადგომის პერიოდის დადგენის მიზნით. მოდელები შესრულებულია გრძივი სისტემისათვის ჰავლური ვენტილატორების გამოყენებით და ნახევრად განივი გამწოვი სავინტილაციო სისტემისათვის, რომლებიც ადაპტირებულია საქართველოში. მოდელებზე ხანძრის ტემპერატურა იცვლება 300–1000°C-ის, ხოლო ხანძრის სიმძლავრე 30–100 მგეტ-ის ფარგლებში. 1000°C ტემპერატურაზე, ნახევრად განივი გამწოვი სავინტილაციო სისტემისათვის კოლაფსის დადგომის პერიოდი იცვლება 0,5–2,5 წთ-ის ფარგლებში ხანძრის სიმძლავრის მიხედვით. დაახლოებით იმავე სიდიდისაა აღნიშნული პერიოდი გრძივი სისტემისათვისაც. საგანგებო სიტუაციების მართვის თვალსაზრისით არცერთი სისტემა არ ხასიათდება ეფექტურობით ძლიერი და ძალზე ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში. ამ დროს სიცოცხლისა და ინფრასტრუქტურის გადარჩენის ერთ-ერთი ძირითადი გზაა გვირაბის ოპერატიული დაყოფა მცირე სიგრძის მონაკვეთებად მოძრავი ზღუდარებით ან მსგავსი მოწყობილობებით, რომლებიც შეაფერხებენ ან სრულად აღკვეთენ ტოქსიკური აირებისა და ჭარბი სითბოს უკონტროლო გავრცელებას მიწისქვეშა სივრცეში.

საგანგებო სიტუაციების მართვის თვალსაზრისით თანამედროვე სატრანსპორტო გვირაბებს მაღალი მოთხოვნები წაყენებათ. კერძოდ, 2007 წელს დასრულებულ ალპების 34,6 კმ სიგრძის სარკინიგზო გვირაბს აქვს დაცვის სამი დონე: საევაკუაციო მატარებელი, სპეციალური მინიატურ-ბუსები და ზღუდარები გვირაბის ყოველ 300 მ მანძილზე. პირველი ორი მხოლოდ ადამიანების სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნებას ემსახურება, ხოლო ბოლო მათგან სიცოცხლის გადარჩენასთან ერთად შეუძლია საგანგებო სიტუაციის აღმგვრელი მიზეზის (ხანძრის, ფეთქებადი, ტოქსიკური, მავნე აირების და სხვათა) ლოკალიზება მთელი გვირაბის ინფრასტრუქტურის მწყობრიდან გამოსვლის ასაცილებლად. ინფრასტრუქტურაში აქ იგულისხმება როგორც სავინტილაციო, დაკვირვების, შეტყობინების, გან-

ათების სისტემები, ისე სხვა ელექტრომექანიკური მოწყობილობები და გვირაბის კონსტრუქციები.

ადგილი მისაწვდრია, რომ ზღუდარები მოძრავი უნდა იყოს, რათა საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად მოახდინონ გვირაბის დაყოფა მცირე სიგრძის მონაკვეთებად, რითაც მოხდება საგანგებო სიტუაციის აღმგვრელი მიზეზის მავნე გავლენის შერბილება.

ევროკავშირი განსაკუთრებით ამასვილებს ყურადღებას ტრანსევროპულ ქსელზე (TEN), რომლის ფარგლებში არსებულ და ასაშენებელი გვირაბების უსაფრთხოება პირველი პრიორიტეტია. გზების ინფრასტრუქტურაში გვირაბებს გამორჩეული ადგილი უკავიათ. ისინი გაყვანილია ყველაზე რთულ მონაკვეთებზე და უზრუნველყოფენ მთელი წლის განმავლობაში შეუფერხებელ გადაადგილებას. სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, გვირაბებში შედარებით იშვიათია ავარიები, ხოლო მომხდარ ავარიებს უფრო მძიმე შედეგები აქვს ღია ტრასასთან შედარებით.

გაეროს ევროპული კომისიის მიერ მომზადებულ და 2001 წელს გამოცემულ „თეთრ წიგნში“ [1] ხაზგასმულია გვირაბების ექსპლუატაციის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული ეროვნული სტანდარტების ჰარმონიზაციის საჭიროება მაღალი დონის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად. სტანდარტებისა და სათანადო ნიშნების ჰარმონიზაციის აუცილებლობას ისიც განაპირობებს, რომ გვირაბებში მომხდარი ავარიებისა და აღძრული საგანგებო სიტუაციების სტატისტიკის თანახმად, მაღალი რისკის მატარებლები არიან „ჩამოსული“ მძღოლები. იმავე ტრანსევროპული ქსელის 500 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბებისათვის 2004 წელს ევროპის პარლამენტმა და ევროპის საბჭომ გამოსცა დირექტივა EC 2004/54 უსაფრთხოების აუცილებელი მინიმალური დონის შესახებ. ევროკავშირის ქვეყნებში ასეთი გვირაბების ჯამური სიგრძე 1000 კმ-ზე მეტია, რომელთა დიდი ნაწილი TEN-ის ფარგლებშია. ევროკავშირის ქვეყნებს მიეცათ რეკომენდაცია, რომ დირექტივის მოთხოვნები გაავრცელონ ისეთ გვირაბებზეც, რომლებიც არ შედიან TEN-ის ფარგლებში. მინიმალური დონე ფაქტობრივად გვირაბებზე წაყენებული საორგანიზაციო და ტექნიკური მოთხოვნებია.

უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ძვირადღირებული დონისძიებაა, ხოლო ხარჯების სტრუქტურა კი შემდეგია: საექსპლუატაციო, რეკონსტრუქციის, ტექნიკური გადაიარაღებისა და მოძრაობის შეფერხებით გამოწვეული. ამათგან ყველაზე კაპიტალტევადია გვირაბების რეკონსტრუქცია

დირექტივის მოთხოვნების შესაბამისად. დახლოებით 2,6-6,3 მლრდ ევროს ფარგლებშია მითითებული დირექტივის შესრულებისათვის გასაწევი ხარჯები ევროკავშირის ქვეყნებისათვის [2]. 2,6 მლრდ-ის შესაბამისია უსაფრთხოების დონის ამაღლება ვენტილაციისა და განათების სისტემების მოდერნიზაციით, აგრეთვე მოძრაობის ახლებური ორგანიზებით და ზოგიერთი სახეობის ტვირთის გადაზიდვის შეზღუდვით. ექსპლუატაციაში აღრე მიღებული გვირაბებისათვის, რომლებშიც მითითებული მოძრავი ზღუდარების მოწყობა ტექნიკურ და ეკონომიკურ სირთულეებთანა დაკავშირებული, შეთავაზებული იქნა ტრანსფორმირებადი სისტემების გამოყენება [3]. ასეთი სისტემები სათანადოდ დამუშავების შემდეგ, საჭიროების შემთხვევაში, ოპერატიულად შეძლებენ გვირაბის მოკლე უბნებზე დაყოფას.

აღნიშნული შეთავაზება განაპირობა არა იმდენად იმ ფაქტმა, რომ გრძელ გვირაბებში აწყობენ მოძრავე ზღუდარებს, არამედ უფრო იმან, რომ ძლიერი ხანძრისას სავენტილაციო სისტემა ვეღარ ასრულებს თავის ფუნქციებს [4, 5, 6] და საჭიროა სავენტილაციო სისტემების ხელახალი გაანალიზება მათი ხანძარუსაფრთხოების დაზუსტების მიზნით.

აღნიშნულთან დაკავშირებით, უნივერსალურ ბლოკურ ინტეგრატორზე მათემატიკური მოდელირების გზით შესწავლული იქნა ხანძრის სიმძლავრისა და ტემპერატურის გავლენა სავენტილაციო სისტემებზე. განხილული იქნა გრძივი სავენტილაციო სისტემა ჭავლეური ვენტილატორების გამოყენებით და ნახევრად განივი გამწოვი სისტემა. მოდელირების მეთოდითა და მონაცემების აღების ტექნიკა დაწვრილებითაა აღწერილი [7]. ხანძრის თბოენერგეტიკული სიმძლავრე აღებულ იქნა 30-100 მგვტ-ის ფარგლებში. 30 მგვტ რეკომენდებულია გაეროს ეკონომიკური და სოციალური საბჭოს, ევროპის ეკონომიკური კომისიის ექსპერტთა სპეციალური ჯგუფის TRANSAC 7/09 რეკომენდაციებით [8]. ამასთან, ტვირთი უნდა იყოს ძნელადწვადი, როდესაც სრული სიმძლავრე ვითარდება 10 წთ-ის შემდეგ, გამოყოფილი ბოლის ხარჯია 80 მ³/წმ, ხანძრის ხანგრძლივობა - 60 წთ, ხოლო ხანძრის ტემპერატურა მითითებული არაა. ამასთან დაკავშირებით გვაქვს შენიშვნა.

ხანძრის ტემპერატურა, აღნიშნული რეკომენდაციების მონაცემებზე დაფუძნებით, პირველი მიახლოებით შესაძლებელია გაანგარიშებული იქნეს შემდეგი ფორმულით

$$t = \frac{Q}{q\rho c_p}, \quad (1)$$

სადაც Q არის ხანძრის შედეგად აღძრული თბური ნაკადი, 30 000 კვ/წმ (30 მგვტ); q, ρ, c_p - შესაბამისად კვამლის ხარჯი, მისი სიმკვრივე და იზობარული თბოტევადობა. q = 80 მ³/წმ; ρ = 1,2 კგ/მ³; c_p = 1,0 კვ/(კგ.გრად). ამ ფორმულ-

იდან მიიღება, რომ t ≈ 300°C. იმავე რეკომენდაციებს გვთავაზობს გერმანული სტანდარტი RABT ხანძრის თბოენერგეტიკულ სიმძლავრესთან დაკავშირებით, რომელიც იმავედროულად არის ჩვენს ქვეყანაში მოქმედი ნორმა.

აღსანიშნავია, რომ ხანძრის აღნიშნული ტემპერატურა მომხდარი ხანძრების სტატისტიკურ მონაცემებს არ შეესაბამება [9]. მაგალითად, 1979 წელს ნიხოძაკას გვირაბში (სიგრძე დაახლოებით 2 კმ), რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ტოკიოსა და ნაგოიას, პორტალიდან 400 მ-ში მოხდა ხანძარი, რომლის ტემპერატურა 1000°C გავრცელდა 1122 მ მანძილზე. ტემპერატურა აგრეთვე 1000°C აღწევდა მონრეალის მეტროში მომხდარი ხანძრის დროს. 1984 წელს სამიტის გვირაბში (დიდი ბრიტანეთი) მომხდარი ხანძრის დროს ტემპერატურა აღწევდა 1500, ხოლო აგურის სამაგრი 10-15 მმ სისქის მდნარი მასით დაიფარა.

მონბლანის საავტომობილო გვირაბში 1999 წელს მომხდარი ხანძრისას 1 წთ-ის შემდეგ გვირაბში აღარ იყო სუფთა ჰაერი, ხანძრის სიმძლავრე იყო დაახლოებით 190 მგვტ, ხოლო ტემპერატურა აღწევდა 1000°C, 39 ადამიანი, მათ შორის 1 მეხანძრე, დაიღუპა. აღნიშნული ხანძარი მოცემულ გვირაბში იყო ყველაზე მძლავრი, ხოლო მანამდე, გვირაბის გახსნიდან (1965 წ.), სულ მოხდა შედარებით მცირე მასშტაბის 17 ხანძარი. უკანასკნელი ხანძრის მიზეზი იყო პოლიეთილენით გადატვირთული ტრაილერი, რომლის ძარაზე საბურავის ხახუნის შედეგად მოხდა აალება. ცეცხლი ადვილად გადავიდა პოლიეთილენზე, ხოლო შემდეგ ხანძარი მოედო ფქვილითა და მარგარინით დატვირთულ სხვა დიდ მანქანებსაც.

1982 წ. ოკლენდში (აშშ), კალდეკოტის გვირაბში მოხდა ინციდენტი მთვრალი მძღოლის მიზეზით. იგი გადავიდა საპირისპირო მხარეზე, შეეჯახა ბენზინმზიდს, გადააბრუნა და მოხდა ძლიერი ხანძარი, რომელმაც დააღწო ალუმინის ძარა, ხოლო 7 ადამიანი დაიღუპა [9].

ხანძრის ტემპერატურასთან დაკავშირებით აღსანიშნავია, რომ ძნელადწვადი ტვირთი, რაც რეკომენდაციებშია მითითებული, პირდაპირ არ ნიშნავს დაბალ ტემპერატურაზე წვას. მაგალითად, ძნელადწვადია ტიტანი, რომლის წვის ტემპერატურაა 3000°C, ხოლო ადვილადწვადია პოლიმერები, რომელთა აალება იწყება 150°C-ზე. ჩვენს ქვეყანაში მოქმედი სხვა (ნიდერლანდების RWS) სტანდარტით ხანძრის ტემპერატურა გვირაბში არ უნდა აღემატებოდეს 380°C-ს ბეტონის ატკეჩის ასაცილებლად, ხოლო არმატურასთან ახლოს ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 250°C-ს, სამაგრის კოლაფსის ასაცილებლად [9].

მამასადამე, სტანდარტების მოთხოვნები უფრო ნაკლებ ტემპერატურაზეა ორიენტირებული რეალურად მომხდარი ხანძრებთან შედარებით.

მოდელზე საბაზისოდ აღებული იქნა ხანძრის ტემ-

პერატურა 1000°C, ხოლო ცალკეული მოდელები აგებული იქნა 300°C ტემპერატურისათვისაც.

ხანძრის სცენარი დაფუძნებული იყო პროექტ „ვერიკაში“ მიღებულ შედეგებზე [10]. კერძოდ: 1. აალებიდან პირველი 10–20 წთ-ის განმავლობაში არის თბური სიმძლავრის პიკი. რაც უფრო მეტია სიმძლავრე, ანუ რაც უფრო დიდი ან მეტი სატრანსპორტო საშუალება იწვის, მით უფრო გვიან დგება პიკური მომენტი, მაგრამ იგი არ აღემატება 20 წთ-ს; 2. პიკის მიღწევამდე ხანძრის სიმძლავრის მატება ხდება წრფივი ან მასთან მიახლოებული კანონზომიერებით; 3. პიკური მომენტის ხანგრძლივობა 30 მეგვტ ხანძრისათვის შეადგენს დაახლოებით 4–5 წთ-ს, სრული სიმძლავრის ასაკრებად 10 წთ-ია საჭირო, ხოლო ხანძრის სიმძლავრე შემდეგ წრფივად მცირდება.

ვენტილაციის განგარიშების, დამზადების, გამოცდის და ექსპლუატაციის პირობებში გათვალისწინებულია ჰაერის სტანდარტული სიმკვრივე $\rho = 1,2$ კგ/მ³, რომელიც იანგარიშება ფორმულით, რაც აგრეთვე ავიღეთ საბაზისოდ ამ ნაშრომში

$$\rho = \frac{P}{RT}, \quad (2)$$

სადაც P არის ატმოსფერული წნევა ზღვის დონეზე, $P=101325$ პა ($\approx 0,1$ მეგპა); R – ჰაერის კუთრი მუდმივა, $R=287$ ჯ/(კგ·K); T – აბსოლუტური ტემპერატურა, $T=293K$. ამ პირობებისათვის $\rho = 1,2$ კგ/მ³.

აღნიშნული ფორმულა მიღებულია იდეალური აირის კლასიკური განტოლებიდან, რომელსაც აქვს სახე

$$PV = RT, \quad (3)$$

სადაც განმარტებული სიდიდეების გარდა V არის აირის კუთრი მოცულობა ($V=1/\rho$), მ³/კგ.

კლასიკური განტოლებით გვირახებში ხანძრის შემთხ-

ვევისათვის შესაძლებელია სარწმუნო შედეგების მიღება ატმოსფერულთან მიახლოებული სტატიკური წნევებისათვის. ცხადია, რომ გვირახებში სტატიკური წნევის მნიშვნელოვანი ზრდა ხანძრის გამო არ მოხდება, რადგან გვირახების ორივე პორტალი ღიაა და შესაბამისად, ჰარბი წნევა საერთო წნევის დინამიკურ მდგენელს გაზრდის და მოხმარდება ჰაერის სიჩქარის მომატებას.

ენრიკო ფერმი თავის ნაშრომში [11] აღნიშნავს კლასიკური განტოლების მაღალი სიზუსტის შესახებ დაბალი წნევებისა და მაღალი ტემპერატურის პირობებში. აღსანიშნავია, რომ მისი გამოყენება საარტილერიო იარაღის კამორასა და ლულაში განვითარებული წნევის გაანგარიშებისას, სადაც წნევა იცვლება 200–450 მეგპა დიაპაზონში, იძლევა 12,5% ცდომილებას [12].

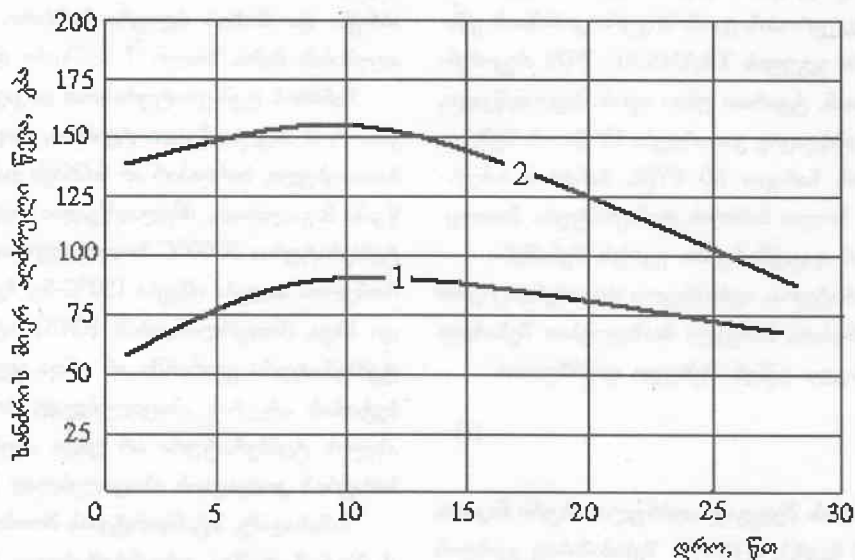
მაშასადამე, აპრობირებული ტექნოლოგიით შეფასებული კლასიკური განტოლება და უკიდურეს შემთხვევაში (ატმოსფერულზე 2000–4500-ჯერ უფრო ჰარბი წნევისას) მოსალოდნელია 12,5% ცდომილების დაშვება.

ფორმულიდან (3) მიიღება ხანძრის მიერ აღძრული წნევის საანგარიშო ფორმულა, რომელიც როგორც აღნიშნა, დინამიკური მდგენელის მატებას მოხმარდება

$$P = \rho RT. \quad (4)$$

ცხადია, რომ ხანძრის მიერ აღძრული წნევის სიდიდე, მისი ტემპერატურის გარდა, დამოკიდებულია საწვავის მასაზე, რომელიც გარკვეული კანონზომიერებით დაკავშირებულია ნაშვით აირების m მასასთან. (3) განტოლების ორივე მხარის გამრავლებით აღნიშნულ სიდიდეზე მიიღება

$$PW = mRT, \quad (5)$$



ნახ. 1. ხანძრის მიერ აღძრული წნევის ცვალებადობის ხასიათი ხანძრის სიმძლავრისა და ტემპერატურის მიხედვით: 1 – სიმძლავრე 30 მეგვტ, ტემპერატურა 1000°C; 2 – სიმძლავრე 100 მეგვტ, ტემპერატურა 1000°C

სადაც W არის ჰაერის მოცულობა, რომელიც მონაწილეობს წვის პროცესში, m^3 ; m – ნამწვი აირების მასა, კგ.

ეს უკანასკნელი პირველი მიახლოებით აღებული იქნა რეკომენდაციებით [8] გათვალისწინებული კვამლის მოცულობის ტოლად, კვამლის პროგრესირების წრფივი ხასიათი დროში პროექტ „ვერიკის“ მიხედვით [10] იქნა დამოდეგებული, ჰაერის ხარჯის ასაღებად CO -ს დასაშვები ლიმიტი აღებული იქნა 100 პრომილი, რასაც ითვალისწინებს სტანდარტი RABT.

მოდელირების გასაშუალებელი შედეგები მოცემულია ნახაზზე 1, საიდანაც ჩანს, რომ ხანძრის დაწყებიდან პირველივე წუთებში ამ უკანასკნელის მიერ განვითარებული წვევა მინიმუმ ერთი რიგით მაინც აღემატება ვენტილატორების მიერ განვითარებულ წვევას. შესაბამისად, ამ დროის შემდეგ ჰაერის ხარჯისა და მოძრაობის მიმართულების განმსაზღვრელი იქნება ხანძრის წვევა. შესაბამისად, ამ პერიოდთან იწყება სავენტილაციო სისტემის კოლაფსი, რაც ყოველთვის ნიშნავს გვირაბში სასუნთქად ვარგისი ჰაერის უკმარობას, ხოლო ზოგჯერ – სავენტილაციო ჰაერის ხარჯის ზრდას და მისი მოძრაობის მიმართულების შეცვლას.

ნახევრად განივი სისტემის შემთხვევაში კოლაფსის დადგომის პერიოდის ხანგრძლივობა $1000^{\circ}C$ -ის პირობებში, იცვლება 0,5–2,5 წთ-ის ფარგლებში ხანძრის სიმძლავრის მიხედვით, ხოლო თვით სისტემა გრძელთან მიახლოებული ხდება ხანძრის გავლენით. იმ პორტალის ყველა ღიობიდან, საიდანაც მიმართულია ბუნებრივი წვევა, სავენტილაციო ნაკადი იმოძრაებს მეორე პორტალისაკენ. გრძივი სისტემის შემთხვევაში კოლაფსის დადგომის პერიოდი პრაქტიკულად იმავე სიდიდებით ხასიათდება. აღსანიშნავია, რომ მხოლოდ მცირე სიმძლავრის ხანძრისათვისაა უფრო ეფექტური ნახევრად განივი სისტემა გრძივ სისტემასთან შედარებით, ხოლო ძლიერი ხანძრისას არცერთი მათგანი აღარაა ეფექტური.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ძლიერი ხანძრის შემთხვევაში გვირაბების ოპერატიული დაყოფა მცირე სიგრძის მონაკვეთებად სიცოცხლისა და ინფრასტრუქტურის გადარჩენის ერთ-ერთი ძირითადი გზაა.

მონბლანის გვირაბში 1999 წელს მომხდარი ხანძარი, რომელიც აღწერილია [9] ლიტერატურაში, ამ ნაშრომში მიღებულ შედეგს ადასტურებს, როგორც აღწერით, ისე ფაქტობრივად. სავენტილაციო სისტემის კოლაფსს აგრეთვე ფაქტობრივად ადასტურებს სენ-გოტარდის გვირაბში 2001 წელს მომხდარი ხანძარიც, თუმცა მისი აღწერიდან აღნიშნული არ გამოდინარეობს [13], რაც სავარაუდოდ მცდარი ანალიზის მიზეზია. კერძოდ, მითითებული წყაროს მე-9 პუნქტში აღნიშნულია იმის შესახებ, რომ „ხანძრის კერი-

დან 1–2 კმ მანძილზე აღმოჩენილი იქნა 11 დაღუპული ადამიანი. არცერთ მათგანს არ ჰქონდა ფიზიკური ტრავმის ნიშნები. ყველა მათგანი გარდაიცვალა ტოქსიკური კვამლით მოწამვლის შედეგად“. მე-8 პუნქტში კი აღნიშნულია, რომ ვენტილაციის სისტემა ფუნქციონირებდა გამართულად და ეფექტურად.

გასათვალისწინებელია, რომ ხანძრის მიერ წარმოქმნილი წვევა და ვენტილატორის მიერ შექმნილი დეპრესიები ალგებრულად აიჯამება. ხანძრის წვევა მოქმედებს ბუნებრივი წვევის ანალოგიურად: მიმართულების თანხვედრისას მიწოდება იზრდება, საპირისპირო მიმართულებისას მცირდება, ხოლო როცა ხანძრის წვევა პრევალირებს, მაშინ ვენტილატორის „მიწოდება“ უარყოფითი ხდება. მაშასადამე, ვენტილატორის მუშა თვალი ბრუნავს, მაგრამ სავენტილაციო ქსელს ჰაერს ვეღარ აწვდის. როგორც ეტყობა, ასეთ შემთხვევასთან უნდა გვქონოდა საქმე სენ-გოტარდის გვირაბშიც, რადგან ანალიზის გარეშედაც ცხადია, რომ ვენტილაცია გვირაბში ეფექტური არ იყო, რადგან მოხდა ადამიანების გაგუღვა.

შესრულებული ანალიზის შედეგად მიღებული დასკვნები შემდეგია:

- ნორმებში მითითებული ხანძრის ტემპერატურა და სიმძლავრე გაცილებით ნაკლებია რეალურად მომხდარ ხანძრებთან შედარებით;
- ხანძრის საწყის სტადიაზე ვენტილატორები საფრთხის პრევენციისათვის კვამლის მოსაცილებლად უფრო ეფექტურია სითბოს არინებასთან შედარებით;
- 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძარიც საკმარისია სავენტილაციო სისტემის კოლაფსისათვის პირველივე წუთებში ხანძრის დაწყებიდან;
- კოლაფსის აცილების ერთ-ერთი გზაა გვირაბის ოპერატიულად დაყოფა მცირე სიგრძის მონაკვეთებად.

ლიტერატურა:

1. The White Book 2001, Published in April 24, 2001, Sweet & Maxwell Ltd, ISBN 10: 0421745800, ISBN 13:9780421745803.
2. D. Theologitis. Eurotransport, 2005, № 3. pp. 16 – 22.
3. O. Lanchava, E. Medzmariashvili, N. Ilias, G.Khitalishvili, Z. Lebanidze. Prospects of usage of transforming systems for extinguishing fire in tunnels. International Scientific Conference “Advanced Lightweight Structures and Reflector Antennas”, Tbilisi, 2009. pp. 301-308.
4. თ. ლანჩავა. რიკოთის სავტომობილო გვირაბის სავენტილაციო სისტემის მოდერნიზაციის საკითხისათვის.

„საბით ქუჩნალი“, №1-2, (16-17), თბილისი, 2006. გვ. 57-59.

5. O.Lanchava, N.Ilias, I. Andras, R.Moraru, I.Neag. On the Ventilation of Transport Tunnels in the Presence of a Strong (Heavy) Fire. Annals of the University of Petrosani, Petrosani (Romania), 2007, Vol. 9 (XXX-VI), Part 1. pp. 219-227.

6. Ланчава О.А., Лебанидзе З.Б. По поводу коллапса системы вентиляции тоннеля при сильном пожаре. Журнал «Транспорт», №3-4 (31-32), Тбилиси, 2008. с. 29-31.

7. Ланчава О.А. Моделирование теплопереноса в горном массиве на интеграторе БУСЭ. Процессы горного производства, №7 (319). Изд.ГПИ, Тбилиси, 1987. с. 33-38.

8. UN, Economic and Social Council, Economic

Commission for Europe, *Report TRANS/AC.7/9*, 2001. p. 59.

9. A.Beard, R.Carvel. Handbook of tunnel fire safety. Technology & Engineering. Thomas Telford Ltd, London, 2005. p. 514.

10. A.Наак. Fire Protection in Traffic Tunnels: General Aspects and Results of the EUREKA Project, TUNNELING AND UNDERGROUND SPACE TECHNOLOGY, 1998, Volume 13, № 2. pp. 377-381.

11. E. Fermi. Thermodynamics, New York, Prentice-Hall Inc, 1937. 140 p.

12. М.Е.Серебряков. Внутренняя баллистика. Москва, Оборонгиз, 1949. 670 с.

13. UN, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, *Report TRANS/AC.7/11*, 2002. p. 6.

ЛАНЧАВА О.А.

АНАЛИЗ ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЕЙ

Методом математического моделирования проанализировано влияние сильного и очень сильного пожара на вентиляционные системы автодорожных тоннелей с целью установления периода их коллапса. Модели выполнены для продольной системы вентиляции с применением струйных вентиляторов и для полупоперечной отсасывающей системы проветривания, которые адаптированы в Грузии. На моделях температура пожара менялась в пределах 300-1000°C, а его тепловая мощность - 30-100 МВт. При температуре 1000°C для полупоперечной отсасывающей системы период наступления коллапса изменяется в пределах 0,5-2,5 мин в зависимости от тепловой мощности пожара. Примерно такой же величиной характеризуется и продольная система вентиляции с применением струйных вентиляторов. С точки зрения управления чрезвычайными ситуациями при сильном и очень сильном пожаре ни одна из рассмотренных систем не характеризуется эффективностью. В этом случае для спасения жизни и инфраструктуры одним из основных методов является оперативное разделение тоннеля на короткие участки с помощью раздвигающихся перемычек, которые будут препятствовать бесконтрольному распределению токсических газов и избыточного тепла в подземном пространстве.

LANCHAVA O.

FIRE SAFETY ANALYSIS OF VENTILATING SYSTEMS OF ROAD TUNNELS

The method of mathematical modeling analyses influence of strong and very strong fire on ventilating systems of road tunnels with the purpose of an establishment of the period of their collapse and management of extreme situations. Models are executed for longitudinal ventilation system with using jet fans and for semi-cross-section sucking away system of airing which are adapted in Georgia. On models the temperature of a fire varied within the limits of 300-1000, and its thermal capacity - 30-100 MW. At temperature 1000 for semi-transverse exhaust ventilation system the period of approach of a collapse changes within the limits of 0.5-2.5 mines depending on thermal capacity of a fire. About the same size the longitudinal system of ventilation with application of jet fans is characterized also. From the point of view of management of emergency situations at strong and very strong fire any of the considered systems is not characterized by efficiency. In this case for rescue of a life and an infrastructure one of the basic methods is operative division of a tunnel into short sites by means of moved apart crosspieces who will interfere with uncontrolled distribution of toxic gases and superfluous heat in underground space.