

სიცოცხლის გადარჩენის პრობლემები საავტომობილო გვირაბებისათვის ხანძრის პირობებში

ომარ ლანჩავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

საქართველოს საავტომობილო გვირაბების საპროექტო გადაწყვეტების თანახმად, გვირაბების უსაფრთხო ექსპლუატაციის ერთ-ერთი ძირითადი რისკ-ფაქტორი არის ხანძრის გაჩენის შესაძლებლობა აქედან გამომდინარე უარყოფითი შედეგებით. მოხსენებაში განხილული იქნება მიწისქვეშ ხანძრის განვითარების სცენარები რიცხვითი მოდელირების შედეგების მიხედვით. აგრეთვე ხანძრის სიმძლავრის, გვირაბის გეომეტრიის, ადგილმდებარეობისა და სხვა მაჩვენებლების მიხედვით გვირაბის მომსახურე პერსონალისა და მაშველების სწავლებისა და ცნობიერების ამაღლების რეკომენდაციები, რაც გამოსაყენებელი იქნება სატრანსპორტო გვირაბების უსაფრთხო ექსპლუატაციისა და სიცოცხლის გადარჩენისათვის ხანძრის შემთხვევაში.

გვირაბებში ხანძრის პირობებში სიცოცხლის გადარჩენა აღიარებული საერთაშორისო პრობლემაა, რომლის გადაჭრაზე მრავალი მეცნიერი და ინჟინერი მუშაობს მთელ მსოფლიოში. სიცოცხლის გადარჩენაზე აქცენტირება განსაკუთრებით მას შემდეგ გაძლიერდა, რაც მასშტაბურ ხანძრებს მოჰყვა ადამიანთა მსხვერპლი. ალპების გვირაბებში მომხდარი ძლიერი ხანძრების შემდეგ ევროპის კომისიამ შეიმუშავა მინიმალური მოთხოვნები გვირაბების სახანძრო უსაფრთხოების შესახებ [1]. მოთხოვნები განიხილავს ადმინისტრაციულ, ორგანიზაციულ და ტექნიკურ ასპექტებს. განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება რისკის ანალიზს როგორც უსაფრთხოების კონტროლისა და უზრუნველყოფის მეთოდს. რისკის ანალიზის შედეგად საზოგადოებისათვის უფრო ხელშესახები გახდა აღნიშნული პრობლემა, რამაც განაპირობა რამდენიმე კვლევითი პროექტის დაფინანსება [2, 3].

აღსანიშნავია, რომ ტომასმა ჯერ კიდევ 1958 წელს გაამახვილა ყურადღება უკუდინებაზე. ეს ის შემთხვევაა, როცა ცხელი კვამლი მოძრაობს გვირაბის ჭერის გასწვრივ სუფთა ჰაერის ნაკადის საპირისპიროდ. მოგვიანებით, 1968 წელს ტომასმა შემოიტანა კრიტიკული სიჩქარის ცნება, რომელიც საჭიროა უკუდინების გამოსარიცხავად გვირაბის ხანძრების პირობებში. გვირაბების უმრავლესობისათვის კრიტიკული სიჩქარის მაქსიმუმი ინგასონის მიხედვით არის დაახლოებით 3 მ/წმ [3], რაც დადასტურებულია აგრეთვე უფრო მოგვიანებით გამოქვეყნებულ მისივე და სხვა მკვლევარების ნაშრომებში. ნაშრომში [4] აღნიშნულია, რომ ვენტილატორის სიმძლავრე უნდა გაიზარდოს ხანძრის ზომის ზრდასთან ერთად, ხოლო სიჩქარე 3 მ/წმ საკმარისი იქნება უკუდინების გამოსარიცხავად. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ის გარემოება, რომ მოცემული კრიტიკული სიჩქარე გამორიცხავს უკუდინებას, არ არის დაყენებული ექვეყნებში.

წინამდებარე მოხსენებაში დამაჯერებლად იქნება დასაბუთებული, რომ აღნიშნული კრიტიკული სიჩქარე არის კერძო შემთხვევა და ხანძრის უკლებლივ ყველა მოსალოდნელ

შემთხვევაში ის ვერ უზრუნველყოფს უკუდინების პრევენციას [5]. უკუდინების გამორიცხვა კი მეტად მნიშვნელოვანია შეზღუდულ მიწისქვეშა სივრცეში სიცოცხლის გადასარჩენად [6]. მოხსენებაში წარმოდგენილი ახალი შედეგების არსი მოძველებული სამეცნიერო დებულებების კრიტიკული ანალიზზე და ინტერდისციპლინურობაზე არის დაფუძნებული, მოხსენების ავტორის მიერ შემოღებული დებულება იმის შესახებ, რომ ძლიერი ხანძარი აღძრავს საგვირაბე ვენტილატორების სტატიკურ წნევაზე უფრო მეტ დინამიკურ წნევას ფართოდ გამოიყენება ამ ნაშრომის სადისკუსიო ნაწილში.

მოხსენებაში ნაჩვენებია იქნება კრიტიკული სიჩქარის შესახებ მონაცემების არასაკმარისობა სასურველი შედეგების მისაღებად დიდი სიმძლავრის ხანძრებისათვის მაღალი გრადიენტის მქონე გვირაბებში, ანუ მაშინ, როცა ყველაზე რთულ პრობლემას წარმოადგენს სიცოცხლის გადარჩენა [7-12]. აღსანიშნავია, რომ 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 მემწევობით ხდება და სწრაფდება ტვირთბრუნვა. გვირაბი ზოგადად და განსაკუთრებით მაღალი გამტარებლობის პირობებში, იმავდროულად პრობლემური ელემენტაცაა, რადგან მასში მოსალოდნელია ხანძრის გაჩენა. გვირაბში ხანძარი ხასიათდება ძლიერი დამანგრეველი მოქმედებით და ამის გამო ხანგრძლივ უარყოფით გავლენას მოახდენს გვირაბის ნორმალურ ფუნქციონირებაზე, რაც დამაჯერებლად არის განხილული მოხსენებაში პრევენციულ ღონისძიებებთან ერთად.

როგორც ცნობილია, 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. მათში გაანალიზებულია მსოფლიოს გვირაბებში მომხდარი რეზონანსული ხანძრების მიზეზები და შედეგები. უფრო რეალისტურად არის შეფასებული სავენტილაციო სისტემის შესაძლებლობები. განხილულია ვენტილაციის სისტემის მოსალოდნელი კოლაფსი და მავნე გავლენის შესამცირებელი ღონისძიებები შესაბამისად და ადეკვატურად არის დამუშავებული.

აქედან გამომდინარე, საქართველოს საავტომობილო გვირაბებში შესაძლებელი იქნება სიცოცხლის უფრო საიმედოდ გადარჩენა, აგრეთვე შესაძლებელი იქნება გვირაბების ხანგრძლივი პერიოდით მყოფრიდან გამოყვანის თავიდან აცილება. გვირაბისა და მისი ინფრასტრუქტურის მწყობრიდან გამოყვანის შედეგად გამოწვეული პირდაპირი მატერიალური ზარალის შემცირებასთან ერთად, აღნიშნული აგვაცილებს ზარალს გვირაბების მოცდენისა და საერთაშორისო ტვირთების გადამისამართების გამო. შემოთავაზებულ მოხსენებაში საკმარისი სისრულით განხილულია აღნიშნული საკითხები.

REFERENCES

1. EC (2004) Directive 2004/54/EC of the European parliament and of the council on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network. European Commission, Brussels.
2. Beard A, Cope D (2007) Assessment of the Safety of Tunnels - Study. Science and Technology Options Assessment. European Parliament, Brussels.
3. Ingason H, Lönnemark A (2012) Heat Release Rates in Tunnel Fires: A Summary. In: Beard A, Carvel R (eds) In the Handbook of Tunnel Fire Safety, 2nd end. ICE Publishing: 273–328.

4. Vaitkevicius A, Colella F, Carvel R (2014) Rediscovering the Throttling Effect. In: Ingason H, Lönnemark A (eds) Proceedings from the Sixth International Symposium on Tunnel Safety and Security (ISTSS 2014), Marseille, France. SP Technical Research Institute of Sweden: 373–378.
5. Lanchava O., Javakhishvili G. (2021) Impact of strong fires on a road tunnel ventilation system. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, Vol. 15 No4: 38-45.
6. Lanchava O. (2019) Analysis of critical air velocity for tunnel fires controlled by ventilation. *Mining Journal No 1*, Tbilisi: 126-132.
7. Lanchava O., Ilias N., Nozadze G., Radu S.M. (2019) Heat and hygroscopic mass exchange modeling for safety management in tunnels of metro. *Quality Access to Success* 20, S1.
8. Lanchava O., Ilias N., Nozadze G., Radu S.M., Moraru R.I., Khokerashvili Z., Arudashvili N. (2019) FDS Modelling of the Piston Effect in Subway Tunnels. *Environmental Engineering and Management Journal* 18 (4): 317-325.
9. Lanchava O., N. Ilias N. (2020) Calculation of railway tunnels ventilation. *Journal of Engineering Sciences and Innovation*, 5(1): 69-86.
10. Lanchava O., Abashidze G., Tsverava D. (2017) Securing fire safety for underground structures, *Quality Access to Success*, 18(S1): 47-50.
11. Lanchava O., Ilias N. (2018) Complex calculation method of temperature, mass transfer potential and relative humidity for ventilation flow. *Technical Sciences* 3 (1),:69-84.
12. Lanchava O.A. Heat and mass exchange in newly driven mine workings. Sov. Min. Sci. (Engl. Transl.); (United States) 21(5), 1986.

Life-saving problems during fire in road tunnels

Omar Lanchava

Georgian Technical University, Tbilisi

One of the main risk factors for the safe operation of tunnels, according to the design solutions of Georgian road tunnels, is the possibility of fire initiation with relevant negative consequences. The report will discuss the fire development scenarios under the ground based on the results of numerical modeling, as well as the recommendations for training and raising awareness of fire service personnel and rescuers depending on fire capacity, tunnel geometry, location and other factors, which will be applicable to the safe operation of transport tunnels and the survival of fire in the event of a fire.

Saving lives during tunnel fires is a well-known international issue that many scientists and engineers around the world are attempting to solve. The emphasis on life-saving has increased, particularly in the aftermath of large-scale fires that killed people. Following severe fires in Alpine tunnels, the European Commission developed minimum tunnel fire safety requirements [1]. Administrative, organizational, and technical aspects are all taken into account in the requirements. Risk analysis is given special consideration as a method of safety control and assurance. This problem became more visible to the public as a result of risk analysis, which resulted in the funding of several research projects [2, 3].

It is worth noting that Thomas began focusing on backlayering as early as 1958. Backlayering occurs when hot smoke flows along the tunnel ceiling in the opposite direction of a stream of fresh air. Later, in 1968, Thomas introduced the concept of critical velocity, which was required to eliminate backlayering in the event of tunnel fires. According to Ingason, the maximum critical speed for most tunnels is around 3 m/s [3], as evidenced by his and other researchers' later published works. According to paper [4,] fan capacity must be increased in proportion to increasing fire size, while a velocity of 3m/s will suffice to prevent backlayering. Given the foregoing, the fact that a given critical velocity precludes backlayering is unquestionable.

The present report will demonstrate convincingly that the aforementioned critical velocity is a private case failing to prevent backlayering for all fires [5]. Backlayering must be eliminated in order to save lives in a confined underground space [6]. The essence of the new findings presented in the report is based on a critical analysis of outdated scientific provisions and interdisciplinarity; the provision introduced by the report's author that strong fires induce dynamic pressure greater than static pressure in tunnel fans is widely used in the discussion of this paper.

The report will demonstrate the insufficiency of the critical velocity data to obtain the desired results in the case of strong fires in tunnels with high gradients, i.e., when saving lives is most difficult [7-12]. It should be noted that the sustainability of the Georgian economy, like that of other countries, is heavily reliant on the proper operation of the transportation system. A tunnel is an important component in this system because it crosses the most difficult road sections and speeds up cargo turnover. A tunnel is a problematic element in general, but especially when it comes to high conductivity because of the possibility of fires in it. The tunnel fire is destructive and consequently, has a long-term negative impact on the trouble-free operation of the tunnel, as convincingly discussed in the report along with preventive measures.

Long tunnel inactivation, as is well known, will cause direct damage, impede economic development, and place the country in a difficult situation. This is why it is critical to develop new solutions to tunnel ventilation problems. They investigate the causes and consequences of resonant fires in world tunnels, assess the ventilation system's capabilities more realistically, consider the ventilation system's expected collapse, and duly develop relevant measures to reduce harmful impacts.

Therefore, it will be possible to save lives more reliably in the road tunnels of Georgia, as well as prevent long tunnel failures. This will help avoid losses caused by tunnel idling and the diversion of international shipments, in addition to reducing direct material damage caused by the tunnel failure and its infrastructure. The proposed report goes into sufficient detail on these issues.

Acknowledgements

This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation (SRNSF) [Grant number AR-19-1936, Project title “*Development and testing of transformable system to save life in road tunnel in case of fire*”].

მოხსენდა კონფერენციას „ტექნიკურ მეცნიერებათა პრობლემები“ ერევანში 2022 წლის 22 მაისს.