

ხანძრის ფიზიკური მოდელირება ჰორიზონტალური და დახრილი საავტომობილო გვირაბების მოდელებზე

ო. ლანჩავა^{1,2}, ლ. მახარაძე^{1,2}, დ. ცანავა¹, მ. ჯანგიძე¹, ს. სებისკვერაძე³

¹გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

² საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, საქართველო

³ შპს „ლოჭინი“, თბილისი, საქართველო

საავტომობილო გვირაბების სხვადასხვა მასშტაბის ფიზიკურ მოდელებზე დაგეგმილი გვაქვს ვენტილაციის მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური პარამეტრების შესწავლა ხანძრის პირობებში. მოდელირება შესრულდება გ. წულუკიძის სამთო ინსტიტუტსა და საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში. აღნიშნული მოდელები შეავსებენ ერთმანეთს და დაგვებმარებიან კრიტიკული სიჩქარის, უკუდინების სიგრძისა და გრადიენტ-ფაქტორის რიცხვითი სიდიდეების ცვალებადობათა კანონზომიერებების დადგენაში. ფიზიკური მოდელირებით მიღებული შედეგები შედარდება სრულმასშტაბიანი თანამედროვე საინჟინრო პროგრამული პაკეტების Pyrosim და Fluent-ის გამოყენებით მიღებულ რიცხვითი მოდელირების შედეგებს იმ მიზნით, რომ ახალი შედეგების გამოყენება შესაძლებელი გახდეს კონკრეტული გვირაბის გეომეტრიის, ადგილმდებარეობისა და ტოპოლოგიისათვის.

კრიტიკული სიჩქარე განიმარტება როგორც გრძივი ვენტილაციის მინიმალური სიჩქარე, რომელიც გამორიცხავს კვამლის უკუნაყადის წარმოქმნას. უკუდინების სიგრძე არის ის მანძილი, რომელზედაც დაღმავალ სუფთა ჰაერის ნაკადში ვრცელდება კვამლი და წვის ტოქსიკური პროდუქტები. გრადიენტ-ფაქტორი განიმარტება როგორც გვირაბის დახრილობის მიხედვით კრიტიკული სიჩქარისა და უკუდინების სიგრძის ზრდის პროპორციულობის კოეფიციენტი.

მოხსენებაში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული გვირაბების პროექტები, აგრეთვე ექსპერიმენტების ჩატარებისა და მიღებული შედეგების ანალიზის მეთოდები [1, 2]. ექსპერიმენტული გვირაბების საკონტროლო მაჩვენებლები მოცემულია ცხრილებში 1-3.

მოდელირების მასშტაბებიდან გამომდინარე (1:40; 1:60) ნაანგარიშები ხანძრის სიმძლავრე ნატურაში და მოდელზე, აგრეთვე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა და ბუნებრივი აირის ხარჯი მოცემულია ცხრილში 1.

ხანძრის სიმძლავრე ნატურაში და მოდელზე

ხანძრის სიმძლავრე, ხაზოვანი მასშტაბის 1:40 (1:60) მიხედვით		ბუნებრივი აირის ხარ-ჯი, მ ³ /სთ	გამოყოფილი სითბო მოდელზე, მეგა-ჯ/სთ
ნატურაში, მეგა-ჯ/სთ	მოდელზე, კვტ	[ლ/სთ]	
5 (5)	0.494 (0.179)	0.05313 [53.13] (0.01928 [19.3])	1.778 (0.646)

ნატურაში ჰაერის სიჩქარის ცვალებადობის დიაპაზონია 0.2-6.0 მ/წმ, 0.2 მ/წმ არის გვირაბში ტურბულენტურობის უზრუნველსაყოფი მინიმალური სიჩქარე, ხოლო 6.0 მ/წმ - მაქსიმალური დასაშვები სიჩქარე სამშენებლო ნორმებისა და წესების თანახმად. სიჩქარეთა ცვალებადობა მოდელების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 2.

ხანძრის სიმძლავრე ნატურაში 5 მეგა-ჯტ

მასშტაბი 1:40 (1:60)				
ჰაერის სიჩქარე ნატურაში, მ/წმ	ჰაერის სიჩქარე მოდელზე, მ/წმ	გვირაბის კვეთი მოდელზე [ნატურაში], მ ²	ჰაერის ხარჯი მოდელზე, მ ³ /სთ	ჰაერის ტემპერატურის ნაზარდი მოდელზე, °C
6.0 (6.0)	0.949 (0.780)	0.04 [64] (0.027 [95.7])	136.6 (74.2)	96.4 (8.9)
3.0 (3.0)	0.474 (0.390)	0.04 [64] (0.027 [95.7])	68.3 (37.1)	192.8 (17.8)
1.0 (1.0)	0.158 (0.130)	0.04 [64] (0.027 [95.7])	22.8 (12.4)	578.6 (53.4)
0.5 (0.5)	0.079 (0.065)	0.04 [64] (0.027 [95.7])	11.4 (6.2)	1157.2 (106.8)

ხანძრის სიმძლავრე ნატურაში 30 მეგა-ჯტ

ჰაერის სიჩქარე, მასშტაბი 1:60		გვირაბის კვეთი მოდელზე [ნატურაში], მ ²	ჰაერის ხარჯი მოდელზე, მ ³ /სთ	ჰაერის ტემპერატურის ნაზარდი მოდელზე, °C
ნატურაში, მ/წმ	მოდელზე, მ/წმ			
6.0	0.780	0.027 [95.7]	74.2	53.4
3.0	0.390	0.027 [95.7]	37.1	106.8
1.0	0.130	0.027 [95.7]	12.4	320.4
0.5	0.065	0.027 [95.7]	6.2	640.8

ხანძრის სიმძლავრე და ჰაერის სიჩქარე მოდელზე და ნატურაში შესაბამისად გაანგარიშებულია ფორმულებით

$$\frac{Q_m}{Q_n} = \left(\frac{l_m}{l_n}\right)^{2.5}, \quad (1)$$

$$\frac{U_m}{U_n} = \left(\frac{l_m}{l_n}\right)^{0.5}, \quad (2)$$

ფორმულებში m ინდექსი შეესაბამება მოდელს; n - ნატურას; Q - სითბოს გამოყოფის მაჩვენებელი, მგვტ, კვტ; l - სიგრძე, მ; U - ჰაერის სიჩქარე, მ/წმ; $l_m=12$ მ; $l_n=480$ მ მასშტაბისათვის 1:40; $l_m=12$ მ და $l_n=720$ მ მასშტაბისათვის 1:60. დანარჩენი სიდიდეები ჩანს ცხრილებიდან 1-3.

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*”].

1. O. Lanchava. Analysis of critical air velocity for tunnel fires controlled by ventilation. Mining Journal N1(42), Tbilisi, 2019, pp. 126-132 (in Georgian).
2. O. Lanchava, N. Ilias. Critical velocity analysis for safety management in case of tunnel fire. MATEC Web of Conferences 305, 2020, <https://doi.org/10.1051/mateconf/202030500023>.