

THE NATURAL AERODYNAMIC OBSERVATION RESULTS OF THE CHAKVI-MAKHINJAURI ROAD TUNNELS

Authors LANCHAVA O.A, NOZADZE G.C., BOCHORISHVILI I.N., ARUDASHVILI N.N.

Publication date 2016

Journal Mining Journal

Description The work presents the natural aerodynamic experimental observation results of Chakvi-Makhinjauri road tunnels. The air flow of the ventilation systems is measured, analyzed and presented in the form of graphs according to the following options: temperature, humidity of the area and variability of the air flow velocity in particular period of time and spaces. Moreover, the concentration variability of carbon monoxide in the ventilation flow is defined and results are provided in the form of graphs. In addition, it is shown that at this location, 8 % of the wind (from the total quantity) incidence is directed towards Makhinjauri from Chakvi, which dramatically worsen the left tunnel's natural ventilation conditions.

According to this aspect as well as the demanded norms of the 'Construction rules and regulations' the design, construction and operation of the mechanical ventilation system of the left tunnel is justified in accordance with its operational necessity of the combination with the existing right tunnel ventilation system exploitation.

Volume 36

Issue 1

Pages 61-63

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

REFERENCES

1. Строительные нормы и правила. II-44-78. Москва, 1978.

საბთო

საავტონიერო

საინჟინერო

საინფორმაციო

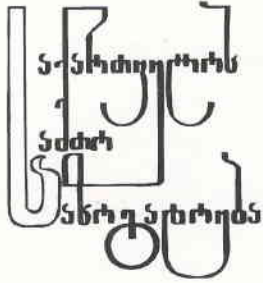
ანალიზური

კავშირირებადი

საბთო

1 (36) Mining Journal
Горный Журнал

2016



საქართველოს სამთო საზოგადოება
საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი
სსიპ გრიგოლ ვულპიძის
სამთო ინსტიტუტი

ГОРНОЕ ОБЩЕСТВО ГРУЗИИ
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЮЛПГ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ Г.А. ЦУЛУКИДZE

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

მთავარი რედაქტორი პროფ. ლ. მახარაძე
ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ПРОФ. Л. И. МАХАРАДZE
EDITOR-IN-CHIEF PROF. L. MAKHARADZE

სარედაქციო კოლეგია

პროფ. ა. ავთილავა, აკად. დოქტ. თ. ახვლედიანი, პროფ. ა. ბეჯანიშვილი, პროფ. ვ. ბურნაშკი (ბულგარეთი), პროფ. გ. გოგია, პროფ. ი. გუჯაბიძე (მთ. რედაქტორის მოადგილე), აკად. დოქტ. რ. ენაგელი, პროფ. ვ. ვარშალომიძე, პროფ. ვ. ვლასაკი (ჩეხეთის რესპუბლიკა), პროფ. ნ. ილიაშვილი (რუმინეთი), აკად. დოქტ. უკავთიაშვილი, პროფ. მ. კურლენია (რუსეთის ფედერაცია), აკად. დოქტ. თ. კურლენია (პასუხისმგებელი მდივანი), პროფ. თ. ლომინაძე, პროფ. გ. ლომსაძე, პროფ. ვ. მარკუისი (აშშ), აკად. დოქტ. დ. როგავა (მთ. რედაქტორის მოადგილე), პროფ. ი. სოგოვა (იტალია), პროფ. რ. სობოტა, პროფ. დ. ტალახაძე, პროფ. ნ. სტურუა, აკად. დოქტ. ნ. ენაგელი, პროფ. ვ. ჩანტურია (რუსეთის ფედერაცია), სპ. მშენ. მრ. აკად. ვმერ-პრ. ლ. ჯავახიძე

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ПРОФ. А.В.АВШИЛАВА, АКАД. ДОКТ. Т.О.АХВЛЕДИАНИ, ПРОФ. А.Г.БЕЖАНИШВИЛИ,
ПРОФ. Е. БУРНАШКИ (БОЛГАРИЯ), ПРОФ. Г.Х.ВАРШАЛОМИДZE, ПРОФ. П. ВЛАСАК (РЕСПУБЛИКА ЧЕХИЯ), ПРОФ. Г.К.ГОГИА,
ПРОФ. И.К.ГУДЖАБИДZE (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА), ЧЛЕН-КОР. НАЦ. АКАД. НАУКИ ГРУЗИИ Л.А.ДЖАПАРИДZE, ПРОФ. Н.ИЛЬЯШ
(РУМЫНИЯ), АКАД. ДОКТ. У.Н.КАВТИАШВИЛИ, АКАД. ДОКТ. Т.С.КУНЧУЛИЯ (ОТВ. СЕКРЕТАРЬ), ПРОФ. М.В.КУРЛЕНИЯ (RF),
ПРОФ. Т. А. ЛОМИНАДZE, ПРОФ. Г.Н.ЛОМСАДZE, ПРОФ. Ф.МАРКУИС (США), АКАД. ДОКТ. Д.В.РОГАВА (ЗАМ. ГЛ. РЕДАКТОРА),
ПРОФ. Р.И.СТУРУА, ПРОФ. И. СОБОТА (ПОЛЬША), ПРОФ. Д.Г.ТАЛАХАДZE, ПРОФ. Н.Г.ПОПОРАДZE,
ПРОФ. В.А.ЧАНТУРИЯ (RF), АКАД. ДОКТ. Н.М.ЧИХРАДZE, АКАД. ДОКТ. Р. П. ЭНАГЕЛИ

EDITORIAL BOARD

PROF. A.AVSHILAVA, AC.DOC. T.AKHVLEDIANI, PROF. A.BEZHANISHVILI, PROF. E. BOURNASKI (BULGARIA), PROF. V.CHANTURIA (RF), AC.DOC. M.CHIKHRADZE, AC. DOC. R. ENAGELI, PROF. G.GOGIA, PROF. GUJABIDZE(DEPUTY EDITOR-IN CHIEF), PROF. N.ILIAS (ROMANIA), CORR. MEMB. OF THE NAT. ACAD.SC. GEORGIA L.JAPARIDZE, AC.DOC. U.KAVTIASHVILI, PROF. KURLENIA (RF), AC.DOC. T.KUNCHULIA (RESPONSIBLE SECRETARY), PROF. T. LOMINADZE, PROF. G.LOMSADZE, PROF. F.MARQUIS (USA), AC.DOC. D.ROGAVA (DEPUTI EDITOR-IN-CHIEF), PROF. N.POPORADZE, PROF. D.TALAKHADZE, PROF. J. SOBOTA (POLAND), PROF. R.STURUA, PROF. G.VARSHALOMIDZE, PROF. P. VLASAK (CZECH REPUBLIC)

რედაქციის მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას ქ. 77
ტელ.: (995 32) 236 50 47 ფაქსი: (995 32) 2 32 59 90; ვებგვერდი: www.samtojournali.ge
E-mail: mining_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

АДРЕС РЕДАКЦИИ: 0175, ГРУЗИЯ, ТБИЛИСИ, УЛ. КОСТАВА, 77.
ТЕЛ.: (995 32) 236 50 47, ФАКС: (995 32) 2 32 59 90,
www.samtojournali.ge
E-mail: mining_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

EDITORIAL OFFICE: 77, KOSTAVA STR, TBILISI, 0175 GEORGIA.
TEL.: (995 32) 236 50 47, FAX: (995 32) 2 32 59 90,
www.samtojournali.ge
E-mail: mining_journal@posta.ge Imakharadze@rambler.ru

ტაძე. მიცნ. დოქტორი, პროფესორი ო. ლანჩავა, აკად. დოქტორი მ. ნოზაძე, აკად. დოქტორი ი. ზოჭრიშვილი, დოქტორანტი ნ. არუღაშვილი
ნატურული აეროდინამიკური დაკვირვებების შედეგები ჩაქვი-მანინ-ჯაურის საავტომობილო გვირაბებში

ნაშრომში განხილულია ჩაქვი-მანინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში ნატურული ექსპერიმენტული დაკვირვებების შედეგები. გაზომილი, განალიზებული და გრაფიკების სახით მოცემულია სავენტილაციო ნაკადის ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობისა და ჰაერის სიჩქარის ცვალებადობა დროსა და სივრცეში. გვირაბის მთელ სიგრძეზე განსაზღვრულია ნახშირბადის მონოოქსიდის კონცენტრაციის ცვალებადობა სავენტილაციო ჭავლში, რომელიც ასევე წარმოადგენდა გრაფიკების სახით. ამასთან ერთად ნაჩვენებია, რომ მოცემულ ადგილმდებარეობაზე, ჰაერის შემთხვევათა 8 %, მათი საერთო რაოდენობიდან, მიმართულია ჩაქვიდან მანინჯაურისაკენ, რაც მეკეთრად აუარესებს მარცხენა გვირაბის ბუნებრივი ვენტილაციის პირობებს.

შესაბამისად, როგორც ამ ნიშნის, ისე მოქმედი ნორმის – „სამშენებლო ნორმებისა და წესების“ მოთხოვნების მიხედვით დასაბუთებულია მარცხენა გვირაბში მექანიკური სავენტილაციო სისტემის დაპროექტების, მშენებლობისა და მარჯვენა გვირაბის არსებულ სავენტილაციო სისტემასთან მისი ექსპლუატაციის პირობების შერწყმის საჭიროება.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № AR/61/3-102/13 ფინანსური მხარდაჭერით

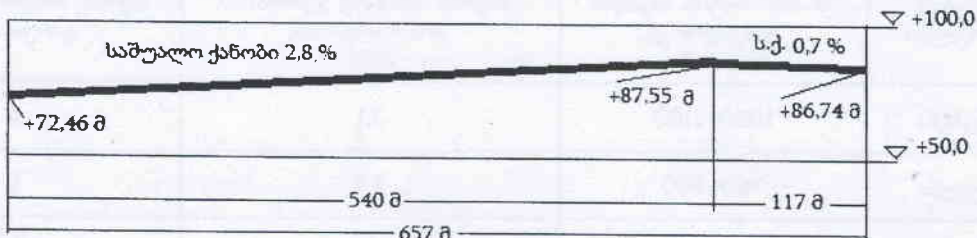
ჩაქვი-მანინჯაურის ტყუბი საავტომობილო გვირაბები ერთმანეთთან აკავშირებს საქართველოსა და თურქეთის გზატკეცილებს და მდებარეობს უძველესი დროიდან „აბრეშუმის გზის“ სახელით ცნობილი აღმოსავლეთ-დასავლეთი მიმართულების სატრანსპორტო არტერიასზე, რომლითაც ხდებოდა აბრეშუმის გადაზიდვა ჩინეთიდან დასავლეთ ევროპაში შავი ზღვის გამოყენებით ან იმ ტერიტორიის გავლით, რომელიც ახლანდელი თურქეთის შემადგენლობაში შედის. საყურადღებოა, რომ ამ გვირაბით ახლაც ხდება საერთაშორისო ტვირთების გადაზიდვა.

საქართველოს ეკონომიკის მდგრადობა დიდად არის დამოკიდებული სატრანსპორტო სისტემის გამართულ მუშაობაზე. ამ სისტემაში გვირაბი საკვანძო ელემენტია, რადგან გზის ყველაზე უფრო რთული მონაკვეთის გადალახვა მისი მეშვეობით ხდება და სწრაფდება ტვირთბრუნვა. გვირაბების ფუნქციონირების ხანგრძლივი პერიოდით მოშლა გამოიწვევს პირდაპირ ზარალს, შეაფერხებს ეკონომიკის განვითარებას და ქვეყანას უძძიმეს მდგომარეობაში ჩააყენებს.

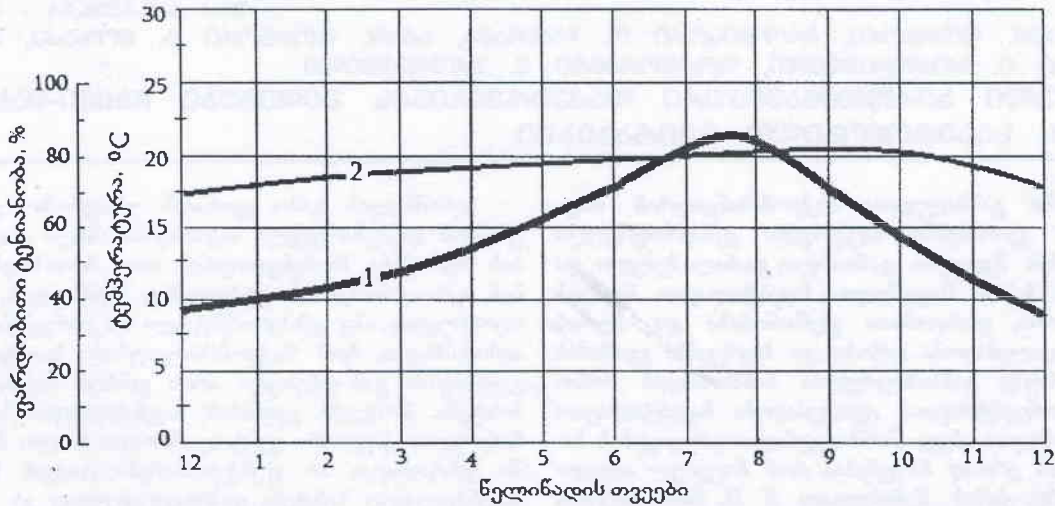
აღნიშნულის გამო, გვირაბის უსაფრთხო ვენტილაციასთან დაკავშირებული საკითხების ახალი გადაწყვეტების შემოტანა მნიშვნელოვანია, რაც მოითხოვს გვირაბის აეროდინამიკის საფუძვლიანად შესწავლას, როგორც თეორიულად, ისე ექსპერიმენტული დაკვირვებების გზით. აღსანიშნავია, რომ ჩაქვი-მანინჯაურის საავტომობილო გვირაბებში გამოყენებული 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 მოძრაობის 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 შენამებულ 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 მონოოქსიდის (CO), გოგირდწყალბადის (H₂S), ჟანგბადის (O₂), მეთანის (CH₄) შემცველობა სავენტილაციო ჰაერში. ჰაერის სიჩქარე და მისი შედგენილობა იზომებოდა ორივე გვირაბის გასწვრივ ყოველ 50 მ მანძილზე, პიკეტების მჩვენებლებთან, ხოლო ჰაერის წნევა და ტემპერატურა – მხოლოდ გვირაბის ცენტრალურ ნაწილში. გაზომვებისათვის გამოყენებული იყო ბარომეტრ-ანეროიდი, ასმანის ფსიქრომეტრი, ელექტრული ანემომეტრი „ჯტ-816“, გადასატანი აირანალიზატორი „დრაგერ 2500“.

ჩაქვი-მანინჯაურის ტყუბი საავტომობილო გვირაბების გრძივი პროფილი ერთნაირია და წარმოადგენდა ნახაზზე 1. აღსანიშნავია, რომ „აბრეშუმის გზის“ თანამედროვე



100 მ მასშტაბი; +50,0 ალტიტუდა, მ; +86,74 მ - აღმოსავლეთის პორტალი (ჩაქვი); +72,46 მ - დასავლეთის პორტალი (მანინჯაური, ბათუმი); — გზის პროფილი.
 ნახ. 1. ჩაქვი-მანინჯაურის ტყუბი გვირაბების პროფილი ალტიტუდების ჩვენებით



ნახ. 2. ჰაერის ტემპერატურისა და ფარლობითი ტენიანობის ცვალებადობა გვირაბში:
1 – ტემპერატურის ცვალებადობა; 2 – ფარლობითი ტენიანობის ცვალებადობა

სატრანსპორტო ნაკადებისათვის დამახასიათებელია ბათუმიდან თბილისის მიმართულებით დატვირთული, ხოლო საპირისპიროდ ცარიელი მანქანების უპირატესი მოძრაობა. ნახაზიდან ჩანს, რომ ბათუმიდან მომავალი ავტომობილები მოძრაობენ აღმართზე და მარცხენა გვირაბში, რომელშიც, როგორც აღინიშნა, სავენტილაციო სისტემა არ არის, ადგილი აქვს ყველაზე უარეს პირობას ტოქსიკური გამონახობლების რაოდენობის მიხედვით. აღნიშნულ პირობას კიდევ უფრო მეტად ამძიმებს ტრანსპორტის ნაკადის მიერ აღძრული და ჰაერის სიმკვრივეთა განსხვავებულობით გამოწვეული ბუნებრივი წვევა, 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 დაუფიქრებთ, რომ ჩაქვი-მახინჯაურის მხოლოდ ერთ გვირაბში უნდა მოეწყოს ვენტილაცია და მეორეში არა, რაც მართალია არ შეესაბამება მოქმედ ნორმას [1], მაგრამ მაინც აღვნიშნავთ, 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 ფარლობითი ტენიანობის წლიური მსვლელობის სასიათი ნატურული დაკვირვებების მიხედვით წარმოდგენილია ნახაზზე 2. როგორც აღინიშნა, ამ პარამეტრების გაზომვა მოხდა გვირაბის ცენტრალურ ნაწილში. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ბარომეტრული წნევის გაზომვა ხდებოდა ჰაერის ფარლობითი 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.

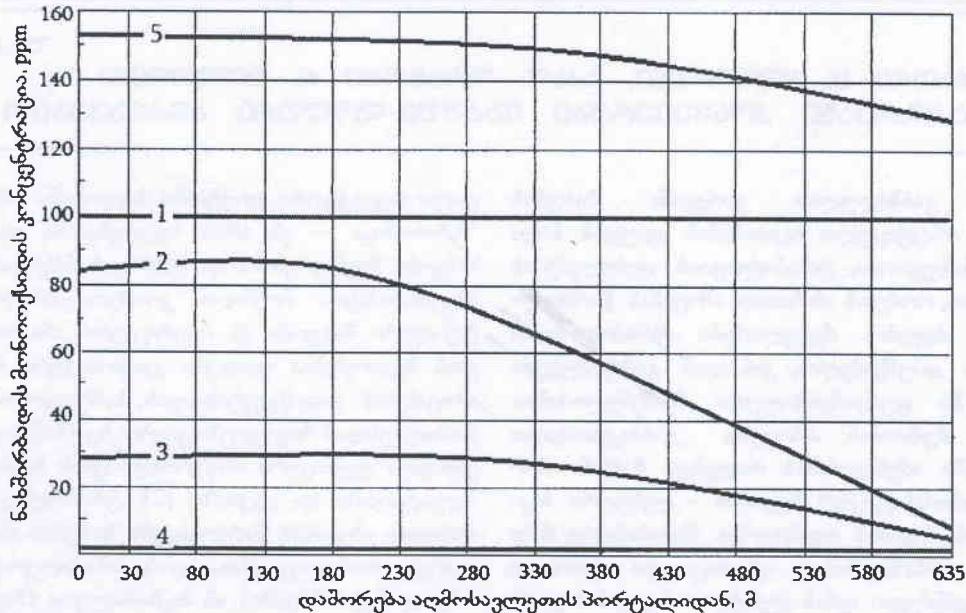
ჰაერის შედგენილობასთან დაკავშირებით აღვნიშნავთ, რომ მეთანისა და გოგირდწყალბადის შემცველობა არცერთი გვირაბის სავენტილაციო ჭავლში გამზომ ხელსაწყოს არ დაუფიქსირებია, ისე როგორც არ დაუფიქსირებია ფანგბადის კონცენტრაციის შემცირება, ხოლო ნახშირბადის მონოქსიდის ცვალებადობის სასიათი გვირაბის სიგრძის მიხედვით წარმოდგენილია ნახაზზე 3. სავენტილაციო ჰაერის სიჩქარის ცვალებადობაზე დაკვირვებები ხდებოდა 11-18 სთ-ის პერიოდში. დაკვირვების შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

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

ცხრილი 1

ჰაერის სიჩქარე ნატურული დაკვირვებების მიხედვით გვირაბში და გვირაბის გარეთ, როცა ვენტილაციის მექანიკური სისტემა გამორთულია

№	გვირაბის დასახელება	ტრანსპორტის ნაკადის სიმჭიდროვე, მანქანა/სთ	ჰაერის სიჩქარე გვირაბში, პორტალებთან, მ/წმ	ჰაერის სიჩქარე გვირაბის გარეთ, მ/წმ
1.	მარცხენა	1000-1100	3,1	0
2.	მარჯვენა	700-800	3,2	0
3.	მარცხენა	1000-1100	2,4	0,1 (მიმართულება ჩაქვისაკენ)
4.	მარჯვენა	700-800	1,7	0,1 (მიმართულება ჩაქვისაკენ)



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

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-ს, ხოლო ივნისში – 2,3/1,3 მ/წმ-ს. აქედან ცხადია, რომ ნახაზზე 3 მე-5 მრუდით გამოსახული და უფრო უარესი შემთხვევის დადგომის მოლოდინი მოცემულ გვირაბში რეალურია 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 დაპროექტდეს, შესრულდეს სისტემის მონტაჟი და მოხდეს მისი მუშაობის შენამება მარჯვენა გვირაბის სავენტილაციო სისტემასთან. აღნიშნული აგრეთვე გამოდინარეობს საქართველოში მოქმედი „სამშენებლო ნორმებისა და წესებიდან“, რომლის თანახმად 400 მ-ზე უფრო გრძელი გვირაბები აღჭურვილი უნდა იყოს მექანიკური სავენტილაციო სისტემით.

ლიტერატურა

1. Строительные нормы и правила. II-44-78. Москва, 1978. 22 с.

**ЛАНЧАВА О.А., НОЗАДЗЕ Г.Ч.,
БОЧОРИШВИЛИ И.Н., АРУДАШВИЛИ Н.Н.
РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ В АВТОДОРОЖНЫХ ТОННЕЛЯХ ЧАКВИ-МАХИНДЖАУРИ**

Рассмотрены результаты натуральных экспериментальных наблюдений в автодорожных тоннелях Чакви-Махинджаури, в частности: характер изменения температуры, относительной влажности и скорости вентиляционного потока во времени и в пространстве. Определены концентрации монооксида углерода в воздушной струе. Отмечается, что на данной местности, 8 % случаев ветра от их общего числа, направлен в сторону Махинджаури, что существенно ухудшает условия естественного проветривания левого тоннеля.

Следовательно, на основе этого признака и соответствующего требования СНиП II-44-78, в работе обосновывается необходимость проектирования и монтажа вентиляционной системы левого тоннеля, а также – согласования ее работы с условиями эксплуатации с существующей системой вентиляции правого тоннеля.

**LANCHAVA O., NOZADZE G.,
BOCHORISHVILI I., ARUDASHVILI N.
THE NATURAL AERODYNAMIC OBSERVATION RESULTS OF THE CHAKVI-MAKHINJAURI ROAD TUNNELS**

The work presents the natural aerodynamic experimental observation results of Chakvi-Makhinjauri road tunnels. The air flow of the ventilation systems are measured, analyzed and presented in the form of graphs according to the following options: temperature, humidity of the area and variability of the air flow velocity in particular period of time and spaces. Moreover, the concentration variability of carbon monoxide in the ventilation flow is defined and results are provided in the form of graphs. In addition it is shown that at this location, 8 % of the wind (from the total quantity) incidence is directed towards Makhinjauri from Chakvi, which dramatically worsens the left tunnel's natural ventilation conditions.

According this aspect as well as the demanded norms of the "Construction rules and regulations" the design, construction and operation of the mechanical ventilation system of the left tunnel is justified in accordance with its operational necessity of the combination with the existing right tunnel ventilation system exploitation.