

თეიმურაზ ფირცხალავა

მიწისქვეშა ავტოსადგომების კვამლისაგან დაცვა ხანძრის დროს

ანოტაცია. ნაშრომში გაანალიზებულია მიწისქვეშა ავტოსადგომების სავენტილაციო სისტემების დაპროექტებისას გადასაჭრელი სახანძრო, სანიტარულ-ჰიგიენური და ეკოლოგიური უსაფრთხოების მოთხოვნების დაცვის აქტუალური საკითხები. დადგენილია, რომ ევროპული სტანდარტების მიხედვით, კვამლის არინების სისტემები ჭავლური ვენტილატორების გამოყენებით მოქმედებენ ბევრად უფრო ეფექტურად, ვიდრე ჰაერსატარები. ჭავლური ვენტილატორები სწრაფად გამოაძევენ კვამლს და გამონაბოლქვ აირებს ავტოსადგომის ჰაერმიმღებ გისოსებისაკენ, საიდანაც ისინი გაიტყორცნებიან ღია ატმოსფეროში. სავენტილაციო სისტემის დიზაინი და პარამეტრები შეირჩევა მისი უნარის საფუძველზე, სწრაფად და უსაფრთხოდ უზრუნველყოს ადამიანების ევაკუაცია უკვამლო გასასვლელებით, ასევე უზრუნველყოს ავტოსადგომზე ჰაერის პარამეტრების მნიშვნელობები, რომლებიც აკმაყოფილებენ ვენტილაციის დიზაინისა და მონტაჟის მოთხოვნებს საქართველოს სამრეწველო რეგლამენტების შესაბამისად.

საკვანძო სიტყვები: მიწისქვეშა ავტოსადგომი; დაპროექტება; ვენტილაცია; ხანძარი; კვამლისაგან დაცვა; ევროპული სტანდარტები; საქართველოს სამრეწველო რეგლამენტები.

რეცენზენტი: სსიპ გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის ჰიბრიდული კომპოზიტების კვლევის ლაბორატორიის მთ. მეცნ. თან., ფიზიკა-მათემატიკის მეცნ. დოქტორი, ე. ჩაგელიშვილი.

შესავალი

ამჟამად თბილისის ცენტრალურ ნაწილში ავტომანქანების მოზღვავებულმა ნაკადმა ტროტუარებზე, საბავშვო მოედნებსა და დასვენებისათვის განკუთვნილ ზონებში შეაღწია. შექმნილი მძიმე სიტუაცია რეგულირებას ექვემდებარება. მრავალსართულიანი მიწისქვეშა ავტოსადგომები არსებული ქუჩების სტრუქტურის მოდერნიზაციის გარეშეც გააუმჯობესებენ ქალაქის ბირთვის ეკოლოგიურ მდგომარეობას, გამოირიცხავენ სატრანსპორტო ქსელის გადატვირთვას და მის პარალიზებას პიკის საათებში [1].

მიწისქვეშა ავტოსადგომზე მუდამ იმყოფებიან ავტომობილები ჩართული ძრავით, რის გამოც ისინი აღჭურვილი არიან სათანადო სავენტილაციო სისტემებით. მუდმივად არსებობს ხანძრის აღმოცენების მაღალი რისკი, რის გამოც ავტოსადგომს უნდა გააჩნდეს დამატებით კვამლსაწინააღმდეგ ვენტილაცია წვის პროდუქტების შენობა-ნაგებობიდან გამოსადეგნად ხანძარუსაფრთხოების ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად [2, 3, 4]. ევროპული ქვეყნების ნორმების თანახმად

მიწისქვეშა ავტოსადგომების სავენტილაციო სისტემებმა უნდა უზრუნველყონ მავნე ნივთიერებების განზავება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე ჩვეულებრივ რეჟიმში და ეფექტური კვამლის არინება ხანძრის დროს. ავტოსადგომის სავენტილაციო სისტემა უნდა შედგებოდეს სამი ნაწილისაგან: მომდენ-გამწოვი ვენტილაცია; კვამლსაწინალო ვენტილაცია; ჭავლური ვენტილაცია [5-11].

თბილისში მიწისქვეშა ავტოსადგომის დაპროექტებისას ხელმძღვანელობენ კანონების, ნორმების, წესების და სტანდარტების მოთხოვნების შესაბამისად, რომლებიც მოქმედებენ საქართველოს ტერიტორიაზე [12-17]. ავტოსადგომის ექსპლუატაციის პროცესში, როგორც წესი, დაპროექტების სტადიაზე გათვალისწინებული გარემოებების გამო, მოსალოდნელია ატმოსფერულ ჰაერში მომუშავე ავტომობილებიდან მავნე ნივთიერებების ემისიამ მნიშვნელოვნად გადააჭარბოს გაანგარიშებულს. მაგალითად, კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებების სრული ემისია დამოკიდებულია შემდეგ ფაქტორებზე: ავტომობილის მოძრაობის რეჟიმზე, გადაადგილების სიჩქარეზე, გარბენზე (ცვეთის ხარისხზე), ავტომობილის მასაზე, საწვავის ხარისხზე, ტემპერატურულ რეჟიმზე და სხვ. [18-22].

ძირითადი ნაწილი

ავტოსადგომის სავენტილაციო სისტემა უნდა შედგებოდეს სამი ნაწილიდან: მომდენ-გამწოვი ვენტილაცია; კვამლსაწინალო ვენტილაცია; ჭავლური ვენტილაცია. მომდენ-გამწოვი ვენტილაცია პასუხისმგებელია სუფთა ატმოსფერული ჰაერის მოწოდებაზე და დაბინძირებული ჰაერის გაწოვაზე ნაგებობიდან. თავის მხრივ ის შედგება ორი სისტემისაგან: გამწოვი ვენტილაცია და მომდენი ვენტილაცია. ხანძრის წარმოქმნისას მომდენ-გამწოვი ვენტილაცია უნდა გამოირთოს [23].

კვამლსაწინალო სავენტილაციო სისტემაში შედის გამწოვი ვენტილაცია კვამლსაწოვი ვენტილატორებით და მომდენი ვენტილაცია შემწოვი ვენტილატორებით. კვამლსაწინალო სავენტილაციო სისტემაში შემავალი ყველა ვენტილატორი უნდა მუშაობდნენ უავარიოდ 2 საათის განმავლობაში ნაგებობაში 400 °C-ით ტემპერატურის პირობებში. გამწოვი ვენტილაცია უნდა ჩაირთოს წინსწრებით, მომდენ ვენტილაცია კი მოგვიანებით. ავტოსადგომში წვის პროდუქტების ხარჯი, რომელიც გაიწოვება კვამლსაწინალო ვენტილაციით გაიანგარიშება კუთრი სახანძრო დატვირთვის, წვის პროდუქტების ტემპერატურის და ობიექტის მოცულობის გათვალისწინებით [24].

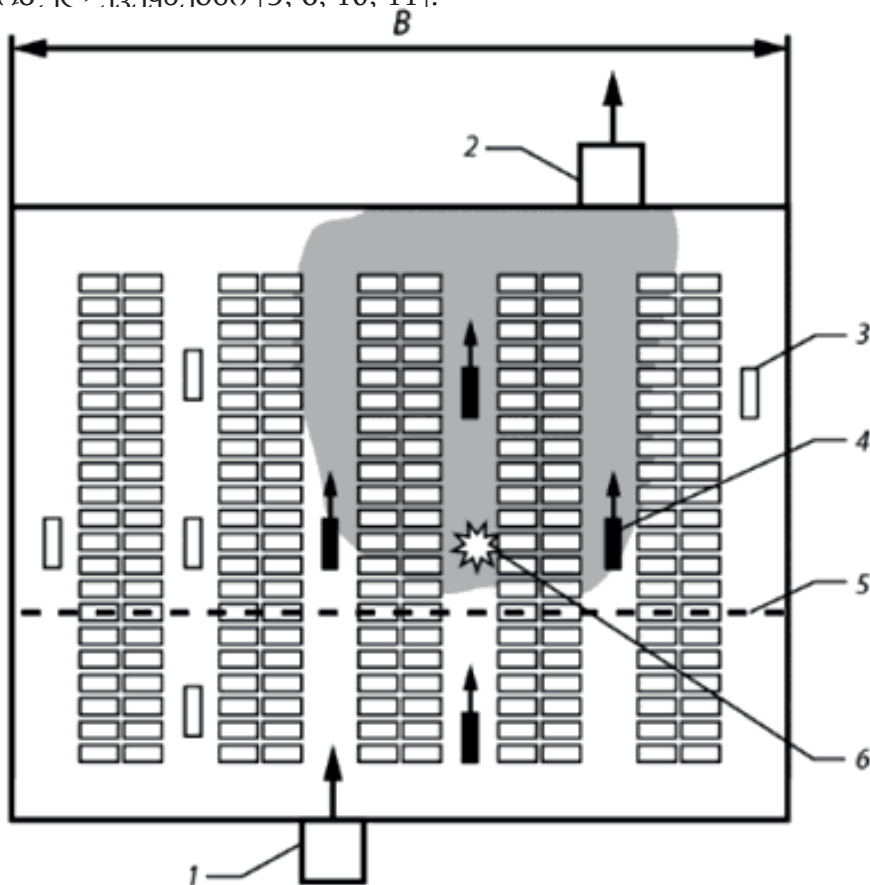
ცხრილი 1

ხანძრის კერის პარამეტრების შერჩევა ავტოსადგომის დაპროექტებისას [6, 8, 9, 10]

ხანძრის კერის პარამეტრები	ხანძარსაქრობი ავტომატური სისტემა	
	არის	არ არის
ხანძრის კერის გაბარიტები, მ	2 x 5	5 x 5
U_f - ხანძრის კერის პერიმეტრი, მ	14	20
Q_n - ხანძრის კერის სითბური სიმძლავრე, მვტ	4,0 (ერთი ავტომობილი)	8,0 (ორი ავტომობილი)

კვამლსაწინალო სისტემების მართვა უნდა განხორციელდეს ხანძარსაქრობი ავტომატური დანადგარით, დისტანციურად - ხანძარსაქრობი სისტემების ცენტრალური მართვის პულტიდან, აგრეთვე ხელითგამშვები მექანიკური მოწყობილობიდან, რომელიც დადგმულია ავტოსადგომის თითოეული სართულის შესასვლელში, სართულის კიბის მოედნებზე (სახანძრო ონკანის კარადებში) [25].

მიწისქვეშა ავტოსადგომების საპროექტო გადაწყვეტილებების შერჩევას (ცხრ. 1) მთავარ პრიორიტეტს წარმოადგენს უსართხობების საკითხები, როგორც ავარიულ სიტუაციებში ისე ჩვეულებრივი საექსპლუატაციო რეჟიმის პირობებში. რეაქტიული სავენტილაციო სისტემა თანამედროვე მიწისქვეშა ავტოსადგომების უსაფრთხოების თვალსაზრისით მიიჩნევა ყველაზე ოპტიმალურად [26]. უსაფრთხოების საკითხების პრიორიტეტი წარმოადგენს მთავარ არგუმენტს ავტოსადგომების სავენტილაციო სისტემის სახის შერჩევას გერმანიაში [7, 8, 9] და სხვა ევროპულ ქვეყნებში [5, 6, 10, 11].

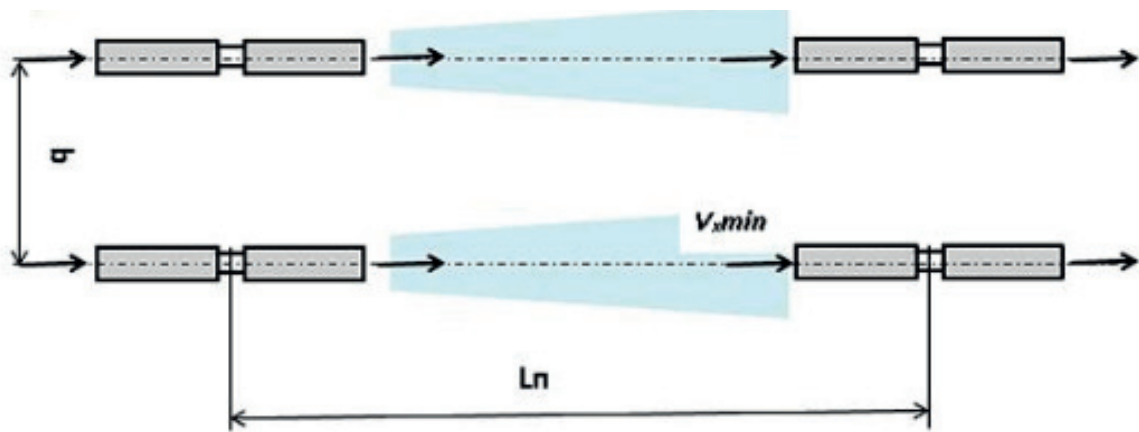


ნახ. 1. მიწისქვეშა ავტოსადგომის გრძივი კვამლსაწინალო ჭავლური ვენტილაციის მუშაობის სქემა: 1 - მომდენი კვამლსაწინალო ვენტილაციის სისტემა; 2 - გამწოვი კვამლსაწინალო ვენტილაციის სისტემა; 3 - გამორთული რეაქტიული (ჭავლური) ვენტილატორი; 4 - ჩართული ჭავლური ვენტილატორი; 5 - უკვამლო ზონის საზღვარი; 6 - ხანძრის კერა

რეაქტიული (ჭავლური) ვენტილაციის უპირატესობების რეალიზაცია მოითხოვს რეაქტიული ვენტილატორების მახასიათებლების სწორ შერჩევას და მათი რაციონალურ განლაგებას ავტოსადგომის ტერიტორიაზე. რეაქტიული ვენტილატორები უზრუნველყოფენ ავტოსადგომში, შექმნილი სიტუაციის შესაბამისად, ჰაერის ნაკადების გადანაწილებას, მაგალითად, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე. რეაქტიული ვენტილატორი ექვევითი ეფექტით, უზრუნველყოფს

მთლიანად ავტოსადგომის ნაგებობაში მყოფი ჰაერის მოძრაობაში მოყვანას, რომლის მოცულობა შეიძლება 10...15-ჯერ აღემატებოდეს საკუთრივ ვენტილატორის ჰაერის ნომინალურ ხარჯს.

რეაქტიული ვენტილატორების როაოდენობა, რომელიც საჭიროა ავტოსადგომის ვენტილაციისათვის განისაზღვრება ჰაერის ნაკადის შორსქმედებით და მათ მიერ გასანიავებელი ფართით. ჰაერის ნაკადის ღერძული სისწრაფის მინიმალური მნიშვნელობა შეადგენს დაახლოებით $v_{x\min} \approx 1$ მ/წმ მაქსიმალური სიმძლავრის რეჟიმში. ეს შეზღუდვა შესაძლებელს ხდის ჰავლური სავენტილაციო სისტემის შექმნისა (ნახ. 2) [26].

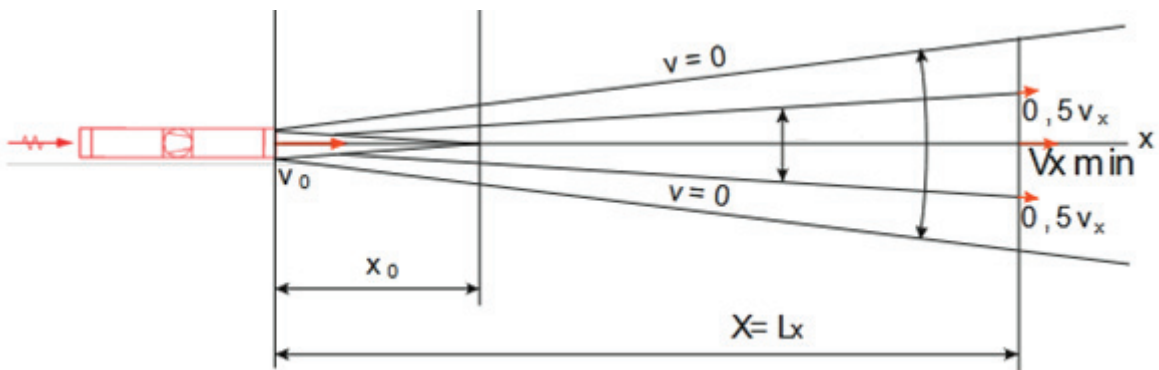


ნახ. 2. რეაქტიული (ჰავლური) ვენტილატორების თანაღერძული განლაგების სქემა

რეაქტიული ვენტილატორის თეორიული წევა F_f დანაკარგების გაუთვალისწინებლად, შეადგენს:

$$F_f = M_0 \cdot v_0 = A_0 \cdot \rho_0 \cdot v_0^2 \quad (1)$$

სადაც M_0 არის ჰაერის მასური სიჩქარე ვენტილატორის გამოსავალ კვეთში, კგ/წმ; v_0 - ჰაერის საშუალო სიჩქარე ვენტილატორის გამოსავალ კვეთში, მ/წმ; A_0 - ვენტილატორის გამოსავალი მილაკის კვეთის ფართი, მ²; ρ_0 - ჰაერის სიმკვრივე, კგ/მ³.



ნახ. 3. რეაქტიული (ჰავლური) ვენტილატორის მიერ შექმნილი ღერძსიმეტრიული თავისუფალი ჰაერის ნაკადის სქემა

რეაქტიული ვენტილატორის ნომინალური წნევა F_n არ უნდა აჭარბებდეს 60 ნ-ს [24]. ჭავლური ვენტილატორის შორსქმედების მანძილის L_n განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს ჰაერის ნაკადის მინიმალური სიჩქარე v_{xmin} (ნახ. 3), რომელიც საჭიროა ავტოსადგომის გასანიაველად. X - ღერძზე გადაზომილი მანძილი იანგარიშება ფორმულით:

$$L_n = v_0 \cdot k_w \sqrt{A_0 / v_{xmin}} \quad (2)$$

სადაც k_w არის თავისუფალი, ღერძსიმეტრიული, სუსტად იზოთერმული ჰაერის ნაკადის სიჩქარის ცვალებადობის კოეფიციენტი ($k_w = 6 \dots 7$).

დასკვნები

1. მიწისქვეშა ავტოსადგომის დაპროექტებისას გადაწყვეტილი უნდა იქნეს შემდეგი ამოცანები: ნაგებობის შიგნით ჰაერის ნორმატიული პარამეტრების უზრუნველყოფა; ხანძარ და აფეთქებაუსაფრთხოების უზრუნველყოფა; ღონისძიებების გატარება, რომლებიც მიმართულია გარემოს დაცვაზე;

2. მიწისქვეშა ავტოსადგომების სავენტილაციო სისტემები ასრულებენ შემდეგ ძირითად ფუნქციებს: უზრუნველყოფენ მავნე ნივთიერებების კონცენტრაციებს ზღვრულად დასაშვებ დონეზე; გამორიცხავენ ადვილადაალებადი აირების აფეთქებადსაშიში კონცენტრაციების წარმოქმნას;

3. მიწისქვეშა ავტოსადგომში უნდა დაპროექტდეს სახანძრო ავტომატიკის სისტემები, მათ შორის სახანძრო ჩამქრობი სისტემები, ევაკუაციის მაცნე და მართვის სისტემები, კვამლის არინების სისტემა, ავარიული ვენტილაციის სისტემა;

4. მიწისქვეშა ავტოსადგომზე ხანძრის გაჩენის შემთხვევაში ჩვეულებრივი კვამლის მავნე მინარევების ინგრედიენტებს ემატება ავტომობილის წვის შედეგად წარმოქმნილი სხვა მრავალი ტოქსიკური ნივთიერება (მაგალითად ფტორი, მარილმჟავა და სხვ.);

5. კვამლის არინების ვენტილატორების მწარმოებლურობა არის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი ადამიანის მიწისქვეშა ავტოსადგომის ნაგებობაში უსაფრთხო ყოფნის უზრუნველსაყოფად;

6. ვენტილაციის და კვამლსაწინააღმდეგო რეაგირების სისტემები, უპირველესყოვლისა მიმართულია, არა აალების წყაროს ჩაქრობაზე, არამედ ადამიანების უსაფრთხო და სწრაფი ევაკუაციის ორგანიზაციის განხორციელების შესაძლებლობაზე;

7. სამშენებლო ხარჯების შესამცირებლად და უფრო იაფი მოწყობილობის გამოყენების მიზნით კვამლსაწინააღმდეგო ვენტილაციისათვის ფართოდ გამოიყენებენ რეაქტიულ (ჭავლურ) ვენტილატორებს. ასეთი სისტემები გაცილებით უფრო ეფექტურია ვიდრე ჰაერსატარები, სწრაფად გამოდევნიან კვამლს და გამონაბოლქვ აირებს ჰაერმიმღები ცხაურებისაკენ, საიდანაც გამოიტყორცნებიან ღია ატმოსფეროში.

ლიტერატურა

1. თ. ფირცხალავა. მრავალდონიანი მიწისქვეშა ავტოსადგომების ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების ემისიის გაანგარიშება. სამთო ჟურნალი, #1(46), თბილისი, 2023. გვ. 109-113.
2. Вакилова Д.Л., Аксенов С.Г. Обеспечение пожарной безопасностью закрытых паркингов. «Инновационные научные исследования», №. 1 (12), Уфа, 2021. с. 41-43.
3. Садовская Т. И. Подземные автостоянки. АВОК. Вентиляция и противодымная защита при пожаре, № 5, Санкт-Петербург, 2006. с. 18–23.
4. Садохина Н.А. К вопросу о канальной и струйной системе вентиляции подземных автостоянок. «Современные научные исследования и инновации», 2019. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2019/04/89096>
5. Wojciech Vengzhinsky, Grzegorz Krajewski. Systemy wentylacji pożarowej garaże. Projektowanie, ocena, akceptacja / Systemy wentylacji pożarowej garaży. Projektowanie, ocena, odbior. Wytyczne // Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa, 2015. ISBN 987 -83 -249 -6792 - 6.
6. BS 7346–7:2013. Components for smoke and heat control systems Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks.
7. Виссник Й., Вогет К. Вентиляция в подземных гаражах. Опыт Германии. Мир строительства и недвижимости, № 43, Санкт-Петербург, 2012. с. 58-60.
8. NEN 6098:2010 Rookbcheersingssystemen voor mechanisch geventileerde parkeergarages.
9. NBN S 21–208–2 Brandbeveiliging in gcbouwen Ontwerp van rook — en warmteafvoersystemen (RWA) van gesloten parkeergebouwen.
10. BS 7346–7:2006 Components for smoke and heat control systems — Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smock and heat control systems for covered car park.
11. Karimkhodjaev N. Dependence of Reliability of Operation and Environmental Safety of Automotive Engines on Fuel Quality. « International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology», Vol. 7, Issue 10, 2020. P. 15201–15205.
12. „ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ“ საქართველოს კანონში ცვლილების შეტანის თაობაზე. თბილისი, 16 ივნისი 2023 წ., N3279-XIმს-Xმპ. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/5827654?publication=0>
13. საქართველოს კანონი “გარემოსდაცვითი შეფასების კოდექსი”. # 890-III, 01/06/2017, ვებგვერდი, 21/06/2017, 360160000.05.001.018492, ქ. თბილისი. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3691981?publication=13>
14. ტექნიკური რეგლამენტის „შენობა-ნაგებობის უსაფრთხოების წესების“ დამტკიცების თაობაზე“ საქართველოს მთავრობის 2016 წლის 28 იანვრის №41 დადგენილებაში ცვლილების შეტანის შესახებ. საქართველოს მთავრობის დადგენილება №318, 2019 წლის 5 ივლისი, ქ. თბილისი. <https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/4610074?publication=0>
15. საქართველოს კანონი “ სახანძრო უსაფრთხოების შესახებ”, 24/06/2016, <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/93748?publication=6>
16. ტექნიკური რეგლამენტი “სახანძრო უსაფრთხოების წესების და პირობების შესახებ”https://www.gov.ge/files/411_50680_818764_370-1.pdf
17. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბერის დადგენილება №408 „ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის

ნორმების გაანგარიშების ტექნიკური რეგლამენტი“. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2187592>

18. Пирцхалава Т.Г. О вентиляции подземных помещений для обслуживания транспортных средств. Горный журнал, № 10-11, Тбилиси, 2003. с. 44-46.
19. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომთა ჰაერმიმოცვლის გაანგარიშების შესახებ. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №10-12, თბილისი, 2003. გვ. 63-66.
20. Пирцхалава Т. Г. К определению расчетного значения газовой нагрузки подземных автостоянок. Горный журнал, № 1 (12), Тбилиси, 2004. с. 36-38.
21. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომებში აზოტისა და ნახშირბადის ჟანგეულთა გამოტყორცნის ინტენსივობის დაზუსტება ავტომობილების მოძრაობის რეჟიმის გათვალისწინებით. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №10-12, თბილისი, 2004. გვ. 63-67.
22. თ. ფირცხალავა. მიწისქვეშა ავტოსადგომთა ვენტილაციისათვის საჭირო დროში ცვალებადი ჰაერის რაოდენობის გაანგარიშების დაზუსტება. „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“, №7-9, თბილისი, 2007. გვ. 47-50.
23. Свердлов А. В., Волков А. П., Рыков С. В., Волков М. А. Эффективность системы общеобменной вентиляции автостоянок закрытого типа. «Вестник Международной академии холода», № 1, Санкт-Петербург, 2021. с. 3–10.
24. Гримитлин А. М., Волков А. П., Свердлов А. В. Метод масштабирования параметров пожара при испытаниях противодымной вентиляции закрытых автостоянок. «Приволжский научный журнал», № 1, Нижний Новгород, 2022. с. 111–122.
25. Таранцев А.А., Шидловский Г.Л., Поташев Д.А. Особенности распространения опасных факторов пожара в подземных стоянках автомобилей. Проблемы управления рисками в техносфере, № 1 (53), Санкт-Петербург, 2020. с. 43-52.
26. Свердлов А. В., Волков А. П., Рыков С. В., Климович М. В., Волков М. А. Расчетные методы проектирования продольных струйных систем вентиляции автостоянок закрытого типа. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование, № 4, Санкт-Петербург, 2016. с. 23–32.

PIRTSKHALAVA TEIMURAZ

SMOKE PROTECTION FOR UNDERGROUND CAR PARKS IN FIRE

ANNOTATION. The work examines current issues of fire, sanitary, hygienic and environmental safety of ventilation of underground parking lots. It has been established that, according to European standards, smoke removal systems with jet fans act much more efficiently than air ducts, quickly displacing smoke and exhaust gases towards the air intake grilles, from where and they come out. The design and parameters of the ventilation system are selected based on its ability to quickly and safely ensure the evacuation of people through smoke-free exits, as well as provide air parameters in the parking lot that meet the requirements of the design and installation of a ventilation unit in accordance with industry regulations of Georgia.

KEYWORDS: underground car parks; design; ventilation; fire; smoke removal; European standards; regulatory documents of Georgia.