

ტექნიკური დავალება



გვირაბის მოდელის საერთო ხედი

გვირაბის მოდელსა და მონაცემთა შეგროვების სისტემასთან დაკავშირებული მომსახურების სამუშაოების აღწერილობა

შესავალი

საგრანტო პროექტის AR-19-1936 „ტრანსფორმირებადი სისტემების დამუშავება და გამოცდა საავტომობილო გვირაბში სიცოცხლის გადასარჩენად ხანძრის პირობებში“ მიზანია ჩატარდეს პრაქტიკული დაკვირვებები და ცდები მოდელირებულ გვირაბში, რათა შემუშავდეს მექანიზმები, უბედური შემთხვევების დროს მისი უსაფრთხოების გაზრდის მიზნით. აღნიშნული ცდების ჩასატარებლად დამკვეთის საკუთრებაშია მონაცემთა შეგროვების ცენტრალური მოდული, კანადური კომპანია თერმოფიშერის წარმოების 48 ანალოგურ არხიანი DT85, სხვადასხვა ტიპის თერმო-წყვილები, ავსტრიული წარმოების „ე+ე ელექტრონიქსის“ ჰაერის სიჩქარის გამზომი ხელსაწყო EE650 და ამერიკული წარმოების „ომეგა ენჯინიირინგის“ გაზის მასური/მოცულო-ბითი ნაკადის გამზომ/მარეგულირებელი ხელსაწყო FMA-2619A-I.

შესყიდვის საგანი

შესყიდვის საგანია მომსახურების შეძენა, რომელიც სამეცნიერო კვლევით ჯგუფს მისცემს საშუალებას არსებული ტექნიკური საშუალებები და გამზომი ხელსაწყოები მოარგონ მათ ამოცანებს. სამეცნიერო კვლევითი მიზნებიდან გამომდინარე, მომსახურების მიმწოდებელმა, არსებული სისტემის ტექნიკური შესაძლებლობების გათვალისწინებით და სამეცნიერო კვლევითი გუნდის მიერ ცდებისთვის შემუშავებული სცენარების მიხედვით, უნდა მოახდინოს სისტემის ამოცანაზე მორგება, მონტაჟი, დემონტაჟი, გამართვა, გაშვება, კონფიგურირება, ექსპლოატაცია და სხვა ინტელექტუალური ანდა ფიზიკური მომსახურების გაწევა, რომელიც სამეცნიერო კვლევითი ცდების ჩატარების მიზნებისთვის იქნება აუცილებელი და დაკავშირებული იქნება სისტემის საკვანძო კომპონენტების ნუსხაში მოცემულ აპარატურის მონტაჟთან, გამართვა/ექსპლოატაციასთან და მიღებული შედეგების დამუშავება ვიზუალიზაციასთან.

ცდების ჩატარების ობიექტი

ცდები და დაკვირვებები ჩატარდება მოდელირებულ გვირაბზე (მასშტაბი 1:40), რომელზეც უნდა მოხდეს სისტემის საკვანძო კომპონენტების მონტაჟი მისი სპეციფიკის გათვალისწინებით, ისე, რომ მოხდეს სანდო და სწორი მონაცემების შეგროვება, მისი შემდგომი დამუშავების, ანალიზის, ვიზუალიზაციის და საჭიროების შემთხვევაში ცდების სცენარებში შესაბამისი შესწორებების შეტანისთვის.

სისტემის საკვანძო კომპონენტების ნუსხა

N	დასახელება	განზომილება	რაოდენობა
1	მონაცემთა შეგროვების მოდული DT85	ცალი	1
2	K ტიპის თერმო-წყვილი ღია აღმქმელით	ცალი	40
3	K ტიპის თერმო-წყვილი დამიწებული აღმქმელით	ცალი	2
4	გაზის მასური და მოცულობითი რეგულატორ/აღმრიცხველი FMA-2619A-I	ცალი	1
5	ჰაერის სიჩქარის გადამცემი EE650	ცალი	1

ჩასატარებელი დაკვირვებების საერთო რიცხვი

ფიზიკური მოდელირება დადებითი ნაკადებისათვის (0-10⁰ დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის გარეშე - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება უარყოფითი ნაკადებისათვის (0-10⁰ დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის გარეშე - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება დადებითი ნაკადებისათვის (0-10⁰ დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის ჩართვით - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება უარყოფითი ნაკადებისათვის (0-10⁰ დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის ჩართვით - სულ 10 მოდელი.

ჯამში შესრულებული უნდა იქნეს 40 მოდელი. მიღებული შედეგები მოცემულია უნდა იქნეს ცხრილებისა და გრაფიკების სახით. დამკვეთის მოთხოვნის შესაბამისად შესაძლებელია წერილობითი განმარტებების წარმოდგენა ცალკეულ ცხრილებსა და გრაფიკებზე.

კონფიდენციალურობა და ინტელექტუალური საკუთრება

ცდების შედეგები, მასთან დაკავშირებული აღმოჩენები და სხვა ნებისმიერი ინფორმაცია, ნოუჰაუ, დაკავშირებული სამეცნიერო კვლევებთან, მის მიზნებთან და შედეგებთან, რომელსაც მომსახურების მიმწოდებელი მიიღებს სამუშაოს შესრულების, დაგეგმვის, კვალიფიკაციის დადასტურების ან დამკვეთთან სხვა ნებისმიერი ინფორმაციის მიმოცვლის და მასთან თანამშრომლობის პროცესში, წარმოადგენს შემსყიდველის კონფიდენციალურ ინტელექტუალურ საკუთრებას, რომლის გამჟღავნება, მესამე პირზე ნებისმიერი პირდაპირი თუ ირიბი გზით ან ფორმით მიწოდება, თავის ინტერესებში, ანდა რაიმე სხვა სახით და ფორმით გამოყენება დაუშვებელია.

მიმწოდებელი ვალდებულია, სათანადო პასუხისმგებლობით მოეპყრას მიღებულ კონფიდენციალურ ინფორმაციას, გაუფრთხილდეს და დაიცვას იმ სტანდარტებით და წესებით, როგორც იგი იცავს მის საკუთრებაში არსებულ კონფიდენციალურ ინფორმაციას. არცერთ შემთხვევაში არ არის დაშვებული კონფიდენციალური ინფორმაციის გამჟღავნება, გარდა საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი შემთხვევებისა. მომსახურების მიმწოდებელს, არცერთ შემთხვევაში არ შეუძლია გამოთქვას პრეტენზია, დამკვეთის და შემსრულებლის თანამშრომლობის პერიოდში ანდა მის შედეგად შემუშავებულ ინტელექტუალურ საკუთრებაზე.

ფიზიკურ მოდელებზე შესასწავლი საკითხები

პროექტში დაგეგმილია ექსპერიმენტული სერიების შესრულება ფიზიკურ მოდელებზე. შესწავლილი იქნება ხანძრის გავლენა გრძივი ვენტილაციის პირობებში კრიტიკულ სიჩქარეზე, უკუდინების სიგრძეზე და ვენტილაციის კოლაფსის მოსალოდნელობაზე ტრანსფორმირებადი ელემენტებისა და ტრანსსპორტის ჩართვით მოდელებზე და მათ გარეშე. ტრანსფორმირებადი ელემენტით გვირაბის კვეთის გადაფარვის მაჩვენებელი იქნება 0-100 %. გვირაბის მოდელი დამზადებულია 1 მმ სისქის უჟანგავი ფოლადის ფურცლებისაგან. ყველა მოდელისათვის საერთოა ცენტრალურ ნაწილში მოთავსებული ორი სახის ტრანსპორტი: Nissan Patrol 2014, რომლის ზომებია ნატურაში: 5160X1995X1938 მმ და „ევროტენტი“, რომლის ზომებია 13600X2450X2450 მოდელების ხაზოვანი მასშტაბის მხედველობაში მიღებით მოდელებზე ტრანსპორტის ზომები იქნება: Nissan Patrol 2014-სათვის 130X50X50 მმ, „ევროტენტისათვის“ 340X60X60 მმ. ტრანსპორტი გვირაბში განლაგებული იქნება სიმეტრიულად. ტრანსპორტის ფსკერსა და გვირაბის იატაკს შორის მანძილი მოდელებზე იქნება 0.02 მ (20 მმ), რაც ნატურაში შეესაბამება 0.8 მ (800 მმ). ხანძრის კერიდან ორივე მხარეზე 3.25 მ მანძილზე განლაგდება ტრანსფორმირებადი ელემენტი, რაც ნატურაში შეესაბამება მათ შორის 300 მ მანძილს.

გვირაბში სტაბილური ტურბულენტურობის უზრუნველსაყოფად გამოყენებული იქნება სტატიკური წნევის კამერა, სიგრძით 1 მ, სიგანით 0.5 მ და სიმაღლით 0.5 მ, რომელშიც ჰაერის მიწოდება მოხდება არხული ვენტილატორის მეშვეობით, რომლის ხარჯი იქნება 20-150 მ³/სთ-ის ფარგლებში A ტიპის მოდელისათვის, ხოლო მაქსიმალური სტატიკური წნევა - 150 პა-მდე. ცეცხლის წყარო იქნება ფოროვანი სანთურები ზედაპირის ფართობით 130X50 მმ და 340X60 მმ. ცეცხლის წყაროს ზედაპირი იქნება გვირაბის იატაკის დონეზე. სათბობად გამოყენებული იქნება ბუნებრივი აირი, რომლის ხარჯის გაზომვა მოხდება 1 % სიზუსტით. გვირაბის კვეთში დაგეგმილია თითო და ორ-ორი ფოროვანი სანთურების განთავსება. მოდელებზე სითბოს გამოყოფის მაჩვენებლის გაანგარიშება მოხდება აირის ხარჯის მიხედვით. გვირაბში ჰაერის ხარჯის გაზომვა მოხდება ხარჯის საზომით, რომლის სიზუსტე იქნება აგრეთვე 1 %, ხოლო ჰაერის ხარჯი - 20-150 მ³/სთ-ში. ჰაერის სიჩქარე გაიზომება ანემომეტრით, მოხდება აგრეთვე მისი გამოთვლა ჰაერის ხარჯისა და გვირაბის განივი კვეთის მიხედვით.

მოდელის სწორკუთხა განივი კვეთი აღებულია ტრანსფორმირებადი ელემენტით გვირაბის გადაფარვის პროცენტის შედარებით ზუსტი განსაზღვრისათვის. შესაბამისად, გვირაბის ფორმის გავლენა საძიებელ სიდიდეებზე: კრიტიკულ სიჩქარესა და უკუდინების სიგრძეზე, ფიზიკური ექსპერიმენტებით გათვალისწინებული არაა.

მოდელისა და ნატურის ხაზოვანი ზომები გვირაბისათვის, განივი კვეთის ფართობებთან ერთად შეტანილია ცხრილში N1.

ცხრილი 1

მოდელისა (მ) და ნატურის (ნ) ხაზოვანი ზომები

დასახელება	სიგრძე, მ (მმ)	სიგანე, მ (მმ)	სიმაღლე, მ (მმ)	განივი კვეთი, მ ²	შენიშვნა
გვირაბი (ნ)	480 (480,000)	8.0 (8,000)	6.0 (6,000)	48.0	-
გვირაბი (მ)	12(12,000)	0.20 (200)	0.15 (150)	0.03	-
ტრანსპორტი (ნ)	13.6 (13,600)	2.45 (2,450)	2.45 (2,450)	6.0	„ევროტენტი“
ტრანსპორტი (მ)	0.34 (340)	0.0613 (613)	0.0613 (613)	0.00375	„ევროტენტი“
ტრანსპორტი (ნ)	5.16 (5,160)	1.995 (1,955)	1.938 (1,938)	3.87	Nissan Patrol 2014
ტრანსპორტი (მ)	0.13 (130)	0.05(50)	0.05(50)	0.0025	Nissan Patrol 2014

1.1. გვირაბის გვერდების თანაფარდობის მაჩვენებელი

გვირაბის სიგანის ფარდობა გვირაბის სიმაღლესთან არის 1.33.

1.2. ტრანსპორტით გვირაბის შევსების კოეფიციენტი

ტრანსპორტით გვირაბის შევსების კოეფიციენტი α სხვადასხვა ტიპის მოდელისათვის იანგარიშება ფორმულით

$$\alpha = \frac{F}{f},$$

სადაც F არის ტრანსპორტის განივი კვეთი, მ²; f - გვირაბის განივი კვეთი, მ².

ტრანსპორტით გვირაბის შევსების კოეფიციენტის ცვალებადობის ფარგლები დაგეგმილი ექსპერიმენტების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

გვირაბის შევსების α კოეფიციენტის რიცხვითი სიდიდეები

გვირაბის მოდელის ტიპი	α -ს რიცხვითი სიდიდეები ტრანსპორტის რიცხვის მიხედვით გვირაბის მოდელის კვეთში, %		
	1 Nissan Patrol 2014	1 „ევროტენტი“	2 „ევროტენტი“
<i>A</i>	8.3	12.5	25.0
<i>B</i>	6.3	9.4	18.8
<i>C</i>	12.50	18.75	37.50

A ტიპის გვირაბისათვის შევსების კოეფიციენტი $\alpha = 12.5-25.0$ %; *B* ტიპის გვირაბისათვის $\alpha = 9.0-18.0$ % და *C* ტიპის გვირაბისათვის $\alpha = 18.75-37.50$ %.

ამგვარად, ტრანსპორტით გვირაბის შევსების კოეფიციენტის ცვალებადობის ფარგლები დაგეგმილ ექსპერიმენტებში იქნება 6.3-37.50 %.

1.3. ჰაერის სიჩქარეები მოდელზე და ნატურაში

გვირაბისათვის ჰაერის ხარჯი იქნება 20-150 მ³/სთ ფარგლებში.

A ტიპის გვირაბისათვის 20 მ³/სთ ჰაერის ხარჯის შემთხვევაში მოდელზე სიჩქარე იქნება $u_m = 0.185$ მ/წმ; რასაც შეესაბამება სიჩქარე ნატურაში $u_n = 1.2$ მ/წმ; 150 მ³/სთ ჰაერის ხარჯის შემთხვევაში მოდელზე სიჩქარე იქნება $u_m = 1.389$ მ/წმ; რასაც შეესაბამება სიჩქარე ნატურაში $u_n = 8.8$ მ/წმ.

კრებსითი მონაცემები შეტანილია ცხრილში 3.

ცხრილი 3

ჰაერის სიჩქარის რიცხვითი სიდიდეების ცვალებადობის ფარგლები მოდელზე და ნატურაში

გვირაბის მოდელის ტიპი	ჰაერის ხარჯი, მ ³ /სთ	ჰაერის სიჩქარე მოდელზე, მ/წმ	ჰაერის სიჩქარე ნატურაში, მ/წმ
<i>A</i>	20-150	0.185-1.389	1.2-8.8
<i>B</i>	20-150	0.139-1.041	0.9-6.6
<i>C</i>	20-100	0.278-1.389	1.8-8.8

მოდელზე დაბალი სიჩქარეებით ნატურაში გაცილებით უფრო მაღალი სიჩქარეების უზრუნველყოფას განაპირობებს ფრუდის რიცხვი, რომელიც ამ მხრივ რადიკალურად განსხვავდება რეინოლდსის რიცხვისაგან.

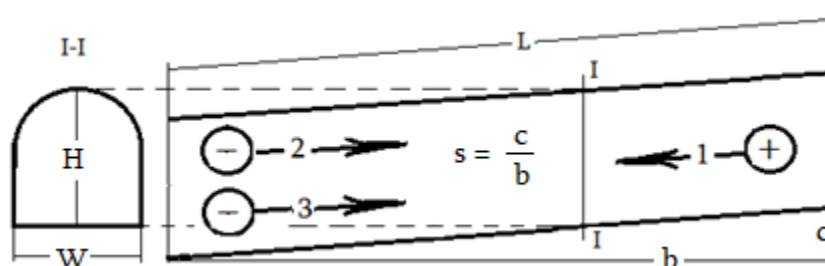
1.4. სითბოს გამოყოფის მაჩვენებელი მოდელზე და ნატურაში

განსაკუთრებით გამოკვეთილია ფრუდის რიცხვით დამოძღვრების მოსახერხებლობა სითბოს გამოყოფის მაჩვენებლის მოდელური და ნატურული სიდიდეების შედარების შემთხვევაში. კერძოდ, პიარკის რეკომენდაციების შესაბამისად, საავტომობილო გვირაბების სავენტილაციო სისტემები დაპროექტებული უნდა იყოს 30 მგვტ სიმძლავრის ხანძრის პროდუქტების განეიტრალებიდან გამომდინარე. ფრუდის რიცხვის გამოყენებით 30 000 კვტ ხანძრის დამოძღვრებას, ზემოთ მითითებული სათანადო მასშტაბის $Mr = 0.0000988$ თანახმად, მოდელზე ესაჭიროება მხოლოდ 2.964 კვტ სიმძლავრე.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ვენტილაციის უფრო მეტი სიჩქარისა და ხანძრის უფრო მეტი სიმძლავრის დამოძღვრების სიმართლევით და ოპერატიულად განხორციელების შესაძლებლობა, საჭიროების შემთხვევაში, დამაჯერებელი არის დაგეგმილი ექსპერიმენტის შესაბამისად.

1.5. ვენტილაციის დადებითი და უარყოფითი მიმართულება

იმის გამო, რომ ხანძრის მიერ აღძრული დეპრესია და ვენტილატორის დეპრესია ალგებრულად იკრიბება, შესაძლებელია კანონზომიერი ხასიათი მიეცეს დახრილ გვირაბებში სავენტილაციო ნაკადის მოძრაობის დადებით და უარყოფით მიმართულებების შერჩევის საკითხს.



ფიგ. 1. სუფთა ჰაერისა და წვის პროდუქტების მოძრაობის მიმართულებები გვირაბის გრადიენტის მიხედვით: 1 - სუფთა ჰაერის მოძრაობის დადებითი მიმართულება (დაღმავალი); 2 - სუფთა ჰაერის მოძრაობის უარყოფითი მიმართულება (აღმავალი); 3 - წვის პროდუქტების მოძრაობის ბუნებრივი მიმართულება (უარყოფითი, აღმავალი); L - გვირაბის სიგრძე, მ; W - გვირაბის სიგანე, მ; H - გვირაბის სიმაღლე, მ; b - გვირაბის სიგრძის ჰორიზონტალური პროექცია, მ; c - დახრილობის ვერტიკალური სიმაღლე, მ; s - გვირაბის დახრილობა, %

ვინაიდან ხანძრის მოვლენა უარყოფითია საზოგადოდ, ამიტომ ხანძრის მიერ აღძრული წვევის მიმართულება უარყოფითად უნდა ჩაითვალოს. შესაბამისად, ვენტილაციის დადებითი მიმართულება იქნება საპირისპირო, ანუ მაშინ, თუ სუფთა ჰაერის შემოსასვლელი ჰიფსომეტრიულად უფრო მაღლაა განლაგებული, ვიდრე ხანძრის კერა. მაშასადამე, სუფთა ჰაერის მოძრაობის დადებითი მიმართულება არის დაღმავალი, ხოლო უარყოფითი მიმართულება - აღმავალი. წვის პროდუქტების მოძრაობის ბუნებრივი მიმართულება ყოველთვის არის აღმავალი და უარყოფითი (იხ. ფიგ. 1).

სხვადასხვა სამეცნიერო ლიტერატურაში სავენტილაციო ნაკადის მოძრაობის დადებით და უარყოფითი მიმართულებად, პირობითად, მიღებულია როგორც აღმავალი, ისე დაღმავალი ნაკადები.

1.6. გვირაბის დახრილობის უზრუნველყოფა

გვირაბის დახრილობის ფარგლებია $-10^\circ < s < 10^\circ$, ყოველი გრადუსი იძლევა 1.75 % დახრილობას. დახრილობის უზრუნველყოფა მოხდება ასაწევ-დასაწევი მოწყობილობით.

მოდელის თავისუფალ ბოლოს ექნება შვერილი, რომელიც მოთავსდება და დაფიქსირდება სათანადო ბუდეში. ჰორიზონტალური სიბრტყიდან მოდელის გადახრა გრადუსების მიხედვით მოცემულია ცხრილში 4.

ცხრილი 4

მოდელის ვერტიკალური გადახრა ჰორიზონტალური სიბრტყიდან $-10^\circ < s < 10^\circ$

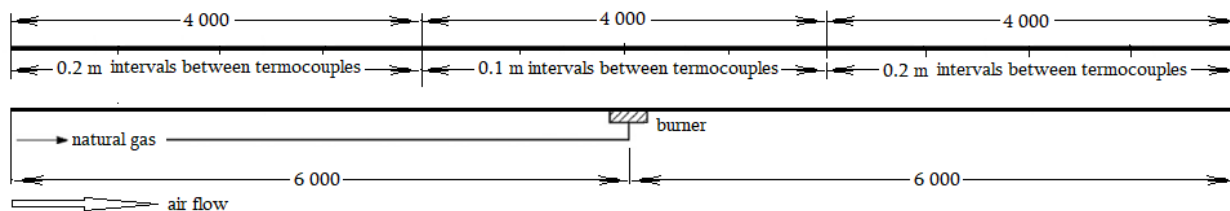
დახრილობის უზრუნველსაყოფად

დახრის კუთხე, გრადუსი	ვერტ. მანძილი, მ	დახრის კუთხე, გრადუსი	ვერტ. მანძილი, მ	დახრის კუთხე, გრადუსი	ვერტ. მანძილი, მ	დახრის კუთხე, გრადუსი	ვერტ. მანძილი, მ
-1	-0.21	-6	-1.25	1	0.21	6	1.25
-2	-0.42	-7	-1.46	2	0.42	7	1.46
-3	-0.63	-8	-1.67	3	0.63	8	1.67
-4	-0.84	-9	-1.88	4	0.84	9	1.88
-5	-1.05	-10	-2.08	5	1.05	10	2.08

1.7. უკუდინების განსაზღვრა

უკუდინების განსაზღვრა მოხდება ტემპერატურის მიხედვით, უჟანგავი ფოლადის k ტიპის თერმოწყვილებით. თერმოწყვილების განლაგების სქემა მოცემულია ფიგ. 2-ზე. კრიტიკული სიჩქარე განისაზღვრება უკუდინების სიგრძის ანალიზის გზით, სათანადო მრუდის ექსტრაპოლაციით. ყველა მოდელურ გვირაბში თერმოწყვილები დამონტაჟებული იქნება ჭერს ქვემოთ 20 მმ დაშორებით როგორც აღმავალი, ისე დადმავალი ნაკადის მთელ სიგრძეზე. გვირაბის ცენტრიდან ორივე მხარეზე 2-2 მ სიგრძის მონაკვეთზე (სულ 4 მ სიგრძეზე) დამონტაჟდება 40 ცალი თერმოწყვილი ისე, რომ მათ ღერძებს შორის მანძილი იქნება 0.1 მ. მოდელური გვირაბის დანარჩენ სიგრძეზე აგრეთვე დამონტაჟდება თერმოწყვილები, რომელთა შორის მანძილი იქნება 0.2 მ. სულ თერმოწყვილების რიცხვი ერთი რომელიმე ტიპის მოდელისათვის შეადგენს 80 ცალს.

ანათვლების აღება თერმოწყვილებიდან მოხდება დაკვირვებების ონლაინ-სისტემით.



ფიგ. 2. თერმოწყვილების განლაგება ექსპერიმენტული დანადგარის სიგრძის მიხედვით

1. გვირაბში ხანძრის პირობებში, როცა მასში არ არის ტრანსპორტი; 2. როცა მასში იმყოფება ტრანსპორტი და გვირაბის შევსების კოეფიციენტი იცვლება ფარგლებში 12.5-25.0 %.

ექსპერიმენტების მიზანი არის გვირაბის ტრანსპორტით ჩახერგვისა და ტრანსფორმირებადი სისტემების გავლენის შესწავლა კრიტიკული სიჩქარისა და უკუდინების სიგრძის რიცხვითი სიდიდეების ცვალებადობაზე, სათანადო კორელაციების დამუშავება. ხანძარი ტრანსპორტის მოდელის შიგნით კი არ იქნება დამოძღვებული, არამედ გარეთ, მოდელის ქვემოთ და ალი გარს შემოუვლის სატრანსპორტო საშუალების მოდელის მთელ გარე პერიმეტრს ან მის ნაწილს დაგეგმილი ამოცანების მიხედვით.

კრიტიკული სიჩქარე დახრილ გვირაბში შესწავლილი იქნება აქ აღწერილი ნატურული ექსპერიმენტებისა და რიცხვითი ექსპერიმენტების (კომპიუტერული მოდელირების) მიხედვით. აღნიშნული გაკეთდება ნატურული ექსპერიმენტებისა და რიცხვითი ექსპერიმენტების ვალიდაციისა და სათანადო დასკვნების გაკეთების მიზნით. დახრილობა ექსპერიმენტული გვირაბისა იქნება 10 გრადუსამდე.

1.8. ჩასატარებელი დაკვირვებების საერთო რიცხვი

ფიზიკური მოდელირება დადებითი ნაკადებისათვის (0-10° დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის გარეშე - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება უარყოფითი ნაკადებისათვის (0-10° დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის გარეშე - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება დადებითი ნაკადებისათვის (0-10° დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის ჩართვით - სულ 10 მოდელი.

ფიზიკური მოდელირება უარყოფითი ნაკადებისათვის (0-10° დახრილობა) ერთ გრადუსიანი ბიჯით ტრანსფორმირებადი სისტემებისა და ტრანსპორტის ჩართვით - სულ 10 მოდელი.

ჯამში შესრულებული უნდა იქნეს 40 მოდელი. მიღებული შედეგები მოცემულია უნდა იქნეს ცხრილებისა და გრაფიკების სახით. შემსყიდველის მოთხოვნის შესაბამისად შესაძლებელია წერილობითი განმარტებების წარმოდგენა ცალკეულ ცხრილებსა და გრაფიკებზე.