

აეროდინამიკურ მილში ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა ველის განსაზღვრა პიტოს მილის საშუალებით

ბ. მაზანიშვილი, ა. სვიანაძე, ვ. კელიხაშვილი

საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი, ქეთევან დედოფლის გამზირი №16, თბილისი, 0103, საქართველო

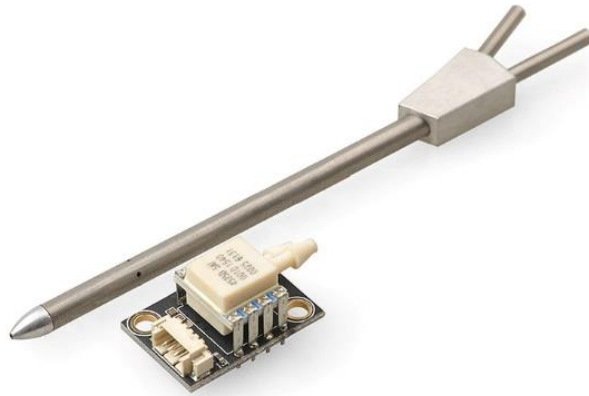
ანოტაცია

სტატიაში ექსპერიმენტულად შესწავლილია აეროდინამიკურ მილში ჰაერის ნაკადის სიჩქარეების ცვლილება მილის კედელთან სასაზღვრო ზონაში პიტოს მილის გამოყენებით. მეთოდის ითვალისწინებს ჰაერის ნაკადის სიჩქარის ზუსტ და წერტილოვან გაზომვებს აეროდინამიკური მილის სატესტო ზონის როგორც ცენტრალურ, ასევე პერიფერიულ უბნებში X, Y და Z კოორდინატების მიმართულებით. **საკვანძო სიტყვები:** აეროდინამიკური მილი, პიტოს მილი, ჰაერის ნაკადის სიჩქარე, სატესტო ზონა

აეროდინამიკურ მილში (ადმ) მოდელების გამოცდისას საჭიროა მისი სამუშაო ზონის ზღვრების ზუსტი ცოდნა, რადგან ცნობილია, რომ ჰაერის ნაკადის სიჩქარე პერიფერიებთან მიახლოებისას კლებულობს. აეროდინამიკური გამოცდებისას საჭიროა ამ ზონაში ჰაერის ნაკადის სითანაბრე, რათა გამოსაცდელი მოდელის გარშემო იყოს ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა თანაბარი, ჰომოგენური ველი. როგორც წესი, ცნობილ ფორმებში ადმ ტექნიკური შემოწმებისას ასეთ გაზომვებს სპეციალური საატესტაციო გამზომი ლაბორატორიები აწარმოებენ.

სსუ-ის ადმ-თვის ამ საკითხის წარმატებით გადასაწყვეტად შედგენილ იქნა ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა ველის სივრცითი განაწილების გაზომვის მეთოდის და შეიქმნა სათანადო სიზუსტის გამზომი აპარატურა. მეთოდის ითვალისწინებს ჰაერის ნაკადის სიჩქარის ზუსტ და წერტილოვან გაზომვებს აეროდინამიკური მილის სატესტო ზონის როგორც ცენტრალურ, ასევე პერიფერიულ უბნებში X, Y და Z კოორდინატების მიმართულებით.

ჰაერის ნაკადის სიჩქარის წერტილოვანი გაზომვებისთვის მოძიებული იქნა ლაბორატორიული ციფრული პიტოს მილი (ნახ.1), რომლის საშუალებით შესაძლებელია სატესტო ზონის განსაზღვრული კოორდინატების წერტილებში სანტიმეტრის გრადაციით გაიზომოს მისი მნიშვნელობები ციფრული სახით და შემდგომ დადგინდეს ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა ველის სივრცითი სურათი 3-32 მ/წმ-ის დიაპაზონში.



ნახ. 1. პიტოს მილი წნევის ციფრული დიფერენციალური MEMS სენსორით

ექსპერიმენტული სამუშაოების საწყის ეტაპზე, სიჩქარეთა სრულ დიაპაზონში, მოხდა პიტოს მილის ე.წ. დაკალიბრება უფრო ზუსტი, ტურბინული ანემომეტრის (ნახ.2) საშუალებით.



ნახ. 2. ტურბინული ანემომეტრი

მინიატურული პიტოს მილი შედგება უშუალოდ ლაბორატორიული, მცირე გაზარიტების მქონე პიტოს მილისგან და ელექტრონული ბლოკისგან. თვით ელექტრონული ბლოკი, რომელშიც მოთავსებულია წნევის დიფერენციალური მინიატურული MEMS სენსორი, აღჭურვილია 24 ბიტის ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელით. ამოტომაა, რომ იგი გამოირჩევა ელექტრულ სიგნალთა გაზომვის მაღალი სიზუსტით. გამომავალი სიგნალი მიემართება ადმ-ის პარამეტრთა გაზომვის კომპიუტერული სისტემის (DAQ) კონტროლერში, ხოლო შემდგომ ექსპრეს მონიტორზე,

სადაც ეს პარამეტრი წარმოდგება ციფრული სახით.

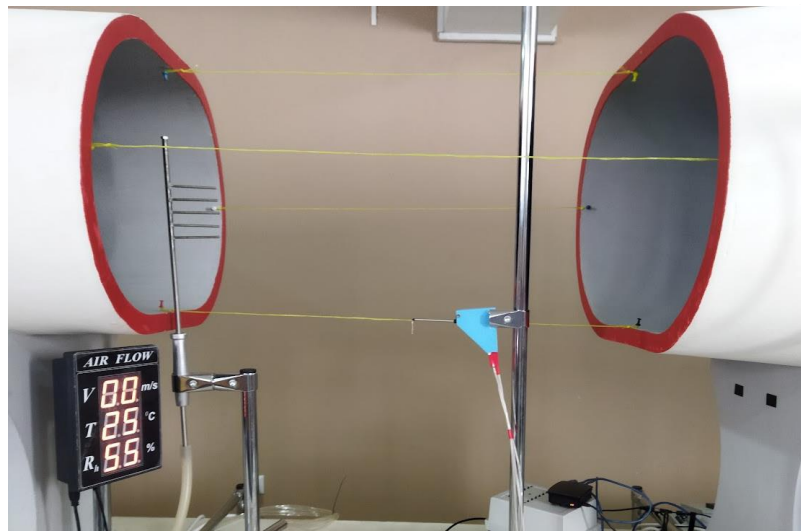
უშუალოდ ტურბინული ანემომეტრით შეუძლებელია სამუშაო ზონის კიდებთან ახლოს ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა წერტილოვანი მნიშვნელობების განსაზღვრა მისი დიდი გაბარიტების გამო, რის გამოც ძირითადი გაზომვები ჩატარდა პიტოს მილის საშუალებით.

მეორეს მხრივ პასპორტში მითითებულია, რომ პიტოს მილით გაზომილი ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა მნიშვნელობები 0-3 მ/წმ-მდე არ გამოირჩევა დიდი სიზუსტით. ჰაერის ნაკადის 3 მ/წმ სიჩქარის ზევით პიტოს მილის მიერ გაზომვის სიზუსტეები შეადგენს $\pm 0,5$ მ/წმ, რაც სავსებით აკმაყოფილებს გაზომვის სიზუსტის მოთხოვნებს. ნახ. 3-ზე მაგალითისთვის ნაჩვენებია ანემომეტრისა და პიტოს მილით გაზომილი ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა ჩვენებები დაახლოებით 20 მ/წმ სიჩქარისას.



ნახ.3: ტურბინული ანემომეტრის ჩვენებაა 20,1 მ/წმ, ხოლო პიტოს მილის 20 მ/წმ

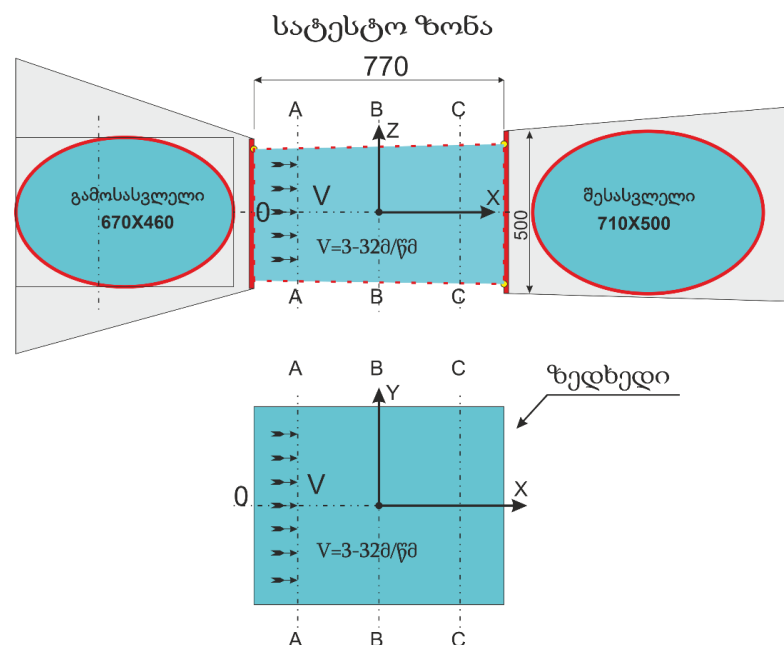
გაზომვების პროცედურის სიზუსტის უზრუნველსაყოფად ადმ-ის დიფუზორისა და კონფუზორის ტუჩების შიგა მხრიდან გაჭიმული იქნა გაბარიტული ზონარები გვერდებზე, ზემოთ და ქვემოთ (ნახ.4).



ნახ. 4: ადმ-ის ტუჩების შიგნით გაჭიმული, გაბარიტული ზღვრების აღმნიშვნელი ყვითელი ფერის ზონარები

მათი დახმარებით, შემდგომში, ადვილად მოხერხდა პიტოს მილის ზუსტი დაფიქსირება საზღვრებთან მიახლოვებისას, უშუალოდ კიდეებთან.

სამუშაო ზონა X ღერძის გასწვრივ პირობითად დაიყო 3 სახასიათო სიბრტყედ, ცენტრალური B-B, სადაც კოორდინატა სათავეა ანუ ადმ-ის ცენტრში, 25 სმ-ით წინ - A-A და ცენტრიდან 25 სმ-ით უკან - C-C.



ნახ.4 ჰაერის ნაკადის სიქარეების გაზომვის სიბრტყეები და კოორდინატა ღერძების განლაგება აეროდინამიკური მილის სატესტო ზონაში.

გაზომვის მეთოდის შესაბამისად, წინასწარ განსაზღვრულ კოორდინატებში,

მოხდა ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა მნიშვნელობების გაზომვა. გაზომვა იწყებოდა ადმ-ის სამუშაო ზონის ცენტრიდან და შემდეგ სრულდებოდა მის პერიფერიებზე X, Y და Z მიმართულებით. ჰაერის ნაკადის სიჩქარეების გაზომვის სიბრტყეები და კოორდინატთა ღერძების განლაგება ნახ.4-ზე.

ჰაერის ნაკადის სიჩქარეების მრავალჯერადმა გაზომვებმა აჩვენა, რომ მათი მნიშვნელობები სატესტო ზონის მთელ არეში, საკმად თანაბარმნიშვნელოვანია და მხოლოდ კიდეებთან, უშუალოდ 1-2 სმ-ით მიახლოვებისას უცებ ვარდება ნულამდე, ანუ ყველა კიდეებთან მიახლოვებისას X, Y და Z მიმართულებით გაზომვის შედეგები იდენტურია.

გაზომვის შედეგებიდან გამომდინარე დასკვნის სახით უნდა ითქვას, რომ სსუ მოდერნიზებული ადმ-ის სატესტო ზონის სიჩქარეთა სივრცითი ველის მახასიათებელი საკმაოდ თანაბარია და მცირდება მხოლოდ უშუალოდ მის კიდეებთან 1-2 სმ-ით მიახლოვებისას.

დასკვნა

ასეთი მეთოდით ადმ-ის სატესტო ზონაში ჰაერის ნაკადის სიჩქარეთა სივრცითი ველის გაზომვა საშუალებას იძლევა, რომ სსუ ადმ დახვეწილი ტექნიკური მახასიათებლების გამო მივიჩნიოთ, როგორც ნატიფი ტექნიკური მოწყობილობა. ფაქტიურად დადგინდა სატესტო ზონის ზუსტი ზღვრები, რომლის შიგა არეშიც შეიძლება გამოიცადოს სხვადასხვა ფორმისა და ზომის აეროდინამიკური მოდელები. ტექნიკურ მონაცემებში უკვე შესაძლებელია მიეთითოს გამოსაცდელი მოდელების რეკომენდებული მაქსიმალური დასაშვები გაბარიტების მნიშვნელობები:

სიგრძე $X=55-65$ სმ; სიგანე $Y=55-65$ სმ; სიმაღლე $Z=35-40$ სმ.

Abstract

The article experimentally studies the change of air flow velocities in an wind tunnel in the border zone of the tube wall using a pitot tube. The methodology provides accurate and spot measurements of air flow velocity in both the central and peripheral areas of the test zone of the wind tunnel in the direction of X, Y and Z coordinates.

Keywords: aerodynamic tube, pitot tube, air flow rate, test area.

ლიტერატურა:

[1] Differential PITOT https://www.amazon.com/gp/product/B01J7NCML0/ref=ppx_yo_dt_b_asin_title_o03_s00?ie=UTF8&th=1

[2] <https://ssu.edu.ge/2021/10/22/აეროდინამიკური-მილი/>

[3] <https://www.aerolab.com/products/>