

დრონის პრაქტიკის ფრინველთან შეჯახებისგან დამცავი ბადისა და ფიჭა-კონუსის მასალების კვლევა

ბ. მაზანიშვილი¹, რ. ხაჩიძე², ნ. ბლიაძე³, დ. გვენცაძე⁴

^{1,2,3} საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი,

ქეთევან დედოფლის გამზირი №16, 0103 თბილისი

⁴ რ. აგლაძის არაორგანული და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

რეზიუმე: ფრინველთან შეჯახება სერიოზული საფრთხეა ავიაციის უსაფრთხოებისთვის. ასეთმა შემთხვევებმა შეიძლება გამოიწვიოს საფრენი აპარატის დაზიანება, ძრავის გაჩერება, უარეს შემთხვევაში კატასტროფა. ამიტომ, ამ პრობლემის შესწავლა და პრევენციის მეთოდების შემუშავება ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ავიაციის სფეროში. საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტის სამეცნიერო ცენტრში დამუშავდა დრონებისა და საჰაერო ტექსის პრაქტიკის ფრინველთან შეჯახებისგან დამცავი ბადეებისა და ფიჭას ტიპის კონუსის კონსტრუქციები. ასეთი შეჯახების შედეგების პრევენციის მიზნით დამცავი ბადეების გამოყენება საპასუხისმგებლო ამოცანაა. იგი მოითხოვს კონსტრუქციული მასალების ყურადღებით შერჩევას და გამოცდას ექსპლუატაციის ნორმალურ და ექსტრემალურ პირობებში.

საკვანძო სიტყვები: საფრენი აპარატების უსაფრთხოება, დამცავი ბადეები, მაღალი სიმტკიცის ბოჭკოები, დარტყმამდეგი პლასტიკები, კარბონის ბოჭკოთი არმირებული პოლიამიდი

შესავალი

საფრენ აპარატებზე დაყენებული დღემდე ცნობილი დამცავი ბადეები ძირითადად მზადდებოდა მეტალის დაწნული მავთულებისგან, ან მტკიცე მეტალური კონსტრუქციებისგან, რომლებიც შედარებით მძიმეა. ფრინველთან შეჯახებისას მოსალოდნელია მათი ლითონური ნაწილების ძრავში მოხვედრის ალბათობა რაც ძრავისთვის კატასტროფული შეიძლება გახდეს.

მეორეს მხრივ, დღეისათვის მსოფლიოში უკვე არსებობს მაღალი სიმტკიცის პოლიმერული მასალები, რომელთა ბოჭკოებისგან დამზადებული თოკების სიმტკიცე უფრო მეტია იგივე დიამეტრის მეტალის ანალოგებზე. ამავ დროს, ისინი წარმატებით პასუხობს ავიაციის ისეთ მკაცრ მოთხოვნებს როგორცაა საფრენი აპარატების ნაწილების სიმსუბუქე. ისინი 7-8-ჯერ უფრო მსუბუქია, არსებულთან შედარებით, კარგად უძლებენ მათზე მოსულ ხანგრძლივ სტატიკურ და დინამიკურ დატვირთვებს. ასეთივე წარმატებული გამოდგა ახალი, 3D ტექნოლოგიების გამოყენება ავიაციის სფეროში. მნიშვნელოვნად ამაღლდა 3D ბეჭდვისას გამოყენებული პლასტიკურ მასალათა სიმტკიცის მაჩასიათებლები, რისთვისაც არმირების მიზნით მათ ფილამენტებში შეყვანილია მინაბოჭკოს და კარბონის ბოჭკოს ძაფის ნაწილაკები. ძირითადად ფილამენტის მასალად იყენებენ პოლიამიდის, პოლიკარბონატის, ნეილონის და სხვა პლასტიკებს.

პოლიმერული ბოჭკოს თოკების შერჩევა და დახასიათება

სპეციალური სამეცნიერო-ტექნიკურ ინფორმაციის ბაზაზე დაყრდნობით, დამცავი ბადეების მასალად შეირჩა დღეისათვის მსოფლიოში საყოველთაოდ აღიარებული ულტრა მაღალი სიმტკიცის პოლიმერული ბოჭკოებისგან (მსპ) დამზადებული მრავალწვერა, დაწნული თოკები, რომლებიც თავიანთი მექანიკური მახასიათებლებით მნიშვნელოვნად აღემატება ტრადიციულ მტკიცე პოლიმერული მასალის თოკებს, ლითონის მავთულებს და კაბელებს.

შერჩეული თოკების ჩამონათვალი ასეთია:

- UHMWPE: უღრმადალ მოლეკულური წონის პოლეთილენი;
- Dyneema (DSM-ჰოლანდა) და Spectra (Honeywell-აშშ),
- Zylon (Toyobo MC Corporation, იაპონია),
- VECTAN (Kuraray-იაპონია)
- Kevlar (DuPont-აშშ)

ყველა მათგანი არის მაღალი სიმტკიცის და მსუბუქი წონის სინთეტიკური მასალა, რომლებიც გამოირჩევა განსაკუთრებული მექანიკური თვისებებით. მათი სიმტკიცე, სიმსუბუქე და სხვადასხვა გარემო პირობებისადმი მდგრადობა ამ ბოჭკოებს უნიკალურ მასალებად წარმოაჩენს.

ზემოაღნიშნულ მასალების კვლევისათვის გადაწყდა, რომ შერჩეული თოკების დიამეტრი, ყოფილიყო $\Phi=1-3$ მმ-ის ფარგლებში, რადგან იგი იმ ოპტიმალური, სასურველი ზომების დიაპაზონშია, რომელიც დადგენილ იქნა საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტის წინა წლებში სხვადასხვა ბოჭკოებზე ჩატარებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შედეგად.

ჩვენს მიერ გამოსაცდელად შერჩეული Dyneema-ს თოკის დიამეტრი არის 1,4 მმ, თუმცა ეს არ ნიშნავს თვითონ მრავალბოჭკოიანი დაინამას ძაფებისგან დაწნული თოკის ზუსტ დიამეტრს, არამედ იგი არის ქარხნული მარკირება.

უნდა აღინიშნოს, რომ თოკის სიმტკიცე თითქმის არასოდეს არის მისი ცალკეული ძაფების სიმტკიცეთა ჯამი და ყოველთვის მნიშვნელოვნად ნაკლებია ამ მნიშვნელობაზე, რადგან თოკის დამზადებისას შეუძლებელია დაგრეხვისას ყველა ძაფში ერთნაირი გაჭიმვის მიღწევა. დაგრეხვისას კლებულობს მასალის სიმტკიცის მოდულიც. მსპ-ის თოკების მექანიკური მახასიათებლების ასეთი მნიშვნელოვანი ცვლილება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე:

ქარხანა დამამზადებლის მიერ გამოყენებულ მასალის მარკაზე, სისუფთავესა და დამზადების ტექნოლოგიაზე;

„დენიზე“ და თოკში ძაფების რაოდენობაზე („დენიე“ - სპეციალური ტერმინია ბოჭკოების დასახასიათებლად. დენიე არის ბოჭკოების ან ძაფების წრფივი სიმკვრივის არასისტემური ერთეული, დენ = $0,05$ გ/450 მ, ანუ მისი დიამეტრი, როცა 1 გრამი მასალა გაჭიმულია 9 კილომეტრზე). რაც უფრო მცირეა ბოჭკოების დიამეტრი მით უფრო მაღალია მათი სიმტკიცე.

მნიშვნელოვანია, თუ რა სახის წნულია გამოყენებული დამზადების პროცესში. მასზე ბევრი რამაა დამოკიდებული, რადგან წნულის ტიპი თოკს სძენს სხვადასხვა მექანიკურ თვისებებს.

თოკს შესაძლოა ჩაწნული ჰქონდეს სხვა ტიპის ერთი ან რამოდენიმე ბოჭკო სხვადასვა მიზნებისთვის, ტექნოლოგიური ან ზოგიერთი თვისების ხაზგასასმელად.

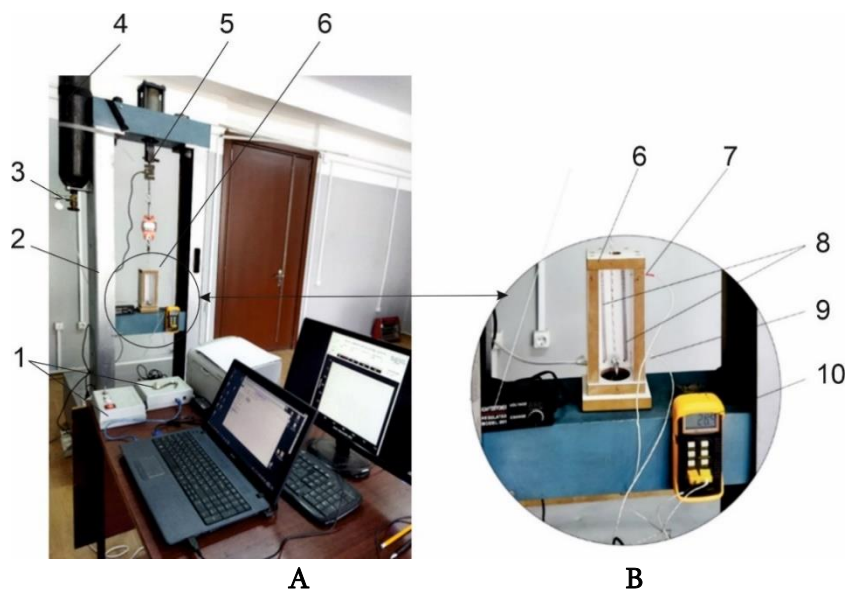
გარედან შესაძლოა ჰქონდეს სხვა მასალის დამცველი ნაქსოვი, გარსაცმი, მაგალითად ანტიფრიქციული ან ულტრაიისფერი სხივებისგან დასაცავად და სხვ.

შესაძლოა თოკი დაფარული ან გაჟღენთილი იყოს სპეციალური დამცავი ნივთიერებით ზოგიერთი თვისების გასაძლიერებლად: მზის ულტრაიისფერი სხივებისგან, ტენიანობისგან, მავნე გარემოსგან, გაცვეთისგან და სხვა მრავალი.

ზოგიერთი ეს ნიშან-თვისება შესაძლოა იყოს ფირმა-დამამზადებლის ტექნოლოგიური Know-how.

პოლიმერული თოკების ნიმუშების სიმტკიცის მახასიათებლების დადგენა უგმ UTM-M-ზე ნორმალურ და ექსტრემალურ პირობებში

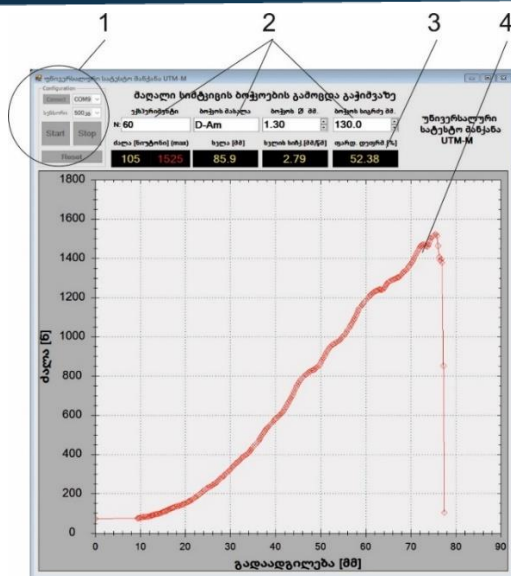
ნორმალურ და ექსტრემალურ ტემპერატურულ გარემოში მაღალი სიმტკიცის ბოჭკოების თოკების გაჭიმვის მახასიათებლების დასადგენად გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ მოდერნიზებული უნივერსალური გამჭიმავი მანქანა UTM-M, რომელიც სხვადასხვა ტიპის მასალების ფართო სპექტრის გამოსაცდელი სტენდია. მისი პრინციპული სქემა ნაჩვენებია ნახ.1-ზე



ნახ. 1: უნივერსალური გამჭიმავი მანქანა (უგმ UTM-M) გამზომი აპარატურით

A- პარამეტრების კომპიუტერული გაზომვის სისტემა და B-გათბობისა და გაცივების თერმო-კრიო კამერა. 1-ნოუთბუქი გაჭიმვის სიჩქარის და ტენზო USB კონტროლერით ; 2- უნივერსალური გამჭიმავი მანქანა; 3-რედუქტორი ონკანით; 4-თხევადი ნახშირორჟანგის ბალონი; 5-დატვირთვის 500 კგ ტენზო სენსორი; 6- თერმო-კრიო კამერა; 7-9-თერმოწყვილები; 8-გამათბობელი ელექტროსპირალები; 10-ორარხიანი თერმოკონტროლერი.

ექსპერიმენტების მაღალი სიზუსტეების უზრუნველსაყოფად შეიქმნა მონაცემთა გაზომვის და შეგროვების კომპიუტერული სისტემა (DAQ).



ნახ. 2: მსკზ გაჭიმვის პარამეტრების კომპიუტერული გაზომვის და შეგროვების სისტემის პროგრამული ინტერფეისი: 1-პროგრამის სტარტის ველები; 2-მონაცემთა ველები; 3-გაზომილ პარამეტრთა ფანჯრები: მყისიერი ძალა, მაქსიმალური ძალა, სვლა [მმ], სვლის სიჩქარე [მმ/წმ], ფარდობითი დეფორმაცია [%]; 4-გაჭიმვის ძალა [ნ]

გამჭიმავი სტენდის უნივერსალური თერმო-კრიო კამერა

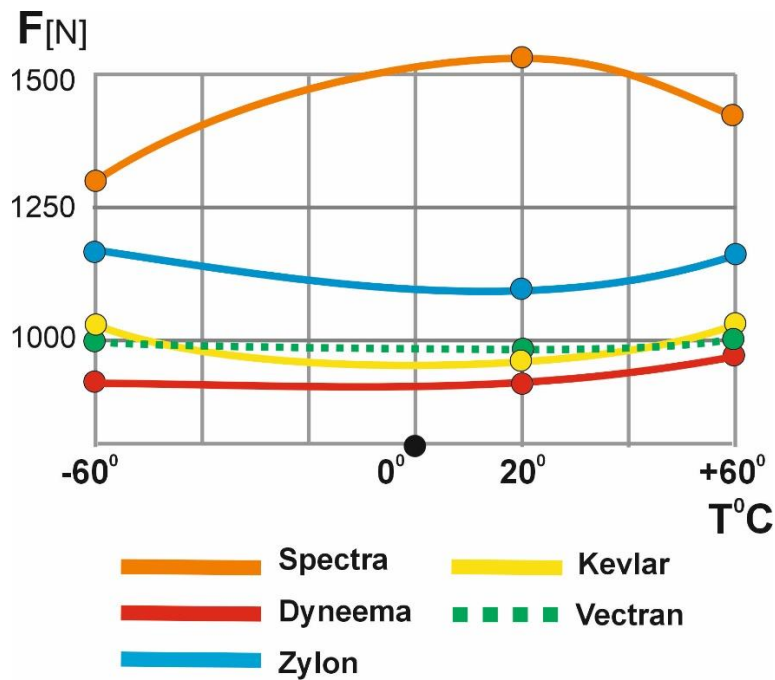
ცნობილია, რომ საფრენი აპარატების ფრენის ექსტრემალური ტემპერატურები იცვლება -60°C-დან +60°C ტემპერატურამდე. შერჩეული მსკზ-ის თოკების ასეთ ექსტრემალურ ტემპერატურულ პირობებში გამოცდების მიზნით უგმ UTM-M-თვის დაპროექტდა, დამზადდა და გამოიცადა სპეციალური თერმო-კრიო კამერა. მასში შესაძლებელია -60°C-დან +60°C-მდე ტემპერატურული დიაპაზონის გარემო პირობების შექმნა და ყველა საჭირო კვლევითი სამუშაოების ჩატარება. მისი საშუალებით რეალურად განხორციელდა საავიაციო ძრავას უცხო სხეულებისაგან, მათ შორის ფრინველებისაგან, დამცავი ბადის ძირითადი მუშა ელემენტის, მაღალი სიმტკიცის მქონე ბოჭკოებისგან დამზადებული თოკების, ექპერიმენტული გამოცდები გაჭიმვაზე.

ნორმალურ პირობებში მსკზ თოკების გამოცდის შედეგებიდან ჩანს, რომ გაჭიმვაზე მსკზ თოკებიდან ყველაზე მეტი სიმტკიცე აქვს Spectra-ს, Dyneema-ს და Zylon-ის ბოჭკოსაგან დამზადებულ თოკებს, მაგრამ 1 კვ. მილიმეტრზე მოსული გაგლეჯვის ძალის სიდიდით თითქმის თანატოლნი არიან იხ. ცხრილი №2

ცხრილი N2

მსპ ბ თოკი	ქარხნის მარკირება Φ [მმ]	რეალუ რი კვეთის ფართი [მმ ²]	F _{ა.} [კგ]	F _ბ	სიმტკი ცე გაჭიმ. [GPa]
Zyl on	1.3	1.1	10	1	1.0
Spe ctra	1.3	1.69	53	1	1,1
Dy neema	1.4	0.96	1	9	1,0
Kev lar	1.6	1.26	6	9	0.8
Vec tran	1.6	1,27	7	9	0,8

ქვემოთ ნაჩვენებია, მსპბ-გან დამზადებული თოკების ნორმალურ და ექსტრემალურ ტემპერატურულ პირობებში ჩატარებული ექსპერიმენტების ერთიანი, გამჟღავნებულ მნიშვნელობათა გრაფიკი.



ნახ. 3 მსპბ თოკების დაინამას, სპექტრას, კევლარის, ზაილონის და ვექტრანის თოკის გაგლეჯვაზე ნიმუშების სიმტკიცის მახასიათებლები

შედეგები:

მსპბ-ს თოკების ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები და სხვა შესაძლო დამატებითი ფაქტორების ზეგავლენის ანალიზი

სპეციალურ უნივერსალურ გამჭიმავ მანქანაზე გამოიცადა მსოფლიოში დღეისათვის ყველაზე მტკიცე ოთხი სხვადასხვა ტიპის მსპბ მასალისგან (დაინემა, სპექტრა, კველარი, ვექტრანი და ზაილონი) დამზადებული თოკები. აღნიშნული მსპბ თოკები ასევე გამოიცადა საფრენი აპარატების ფრენის რეალურ ექსტრემალურ საექსპლუატაციო პირობებში -60°C -დან $+60^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე.

ლაბორატორიული ექსპერიმენტული გამოცდების შედეგები სპეციალურ გამჭიმავ სტენდზე და ექსტრემალური ტემპერატურის გარემოს შემქმნელ თერმო-კრიო კამერაში აჩვენებს, რომ ზემოთ აღნიშნულ ტემპერატურულ დიაპაზონში ყველა სახის მსპბ თოკი შესანიშნავად მუშაობს და პრაქტიკულად სტაბილურია, მხოლოდ Spectra-ს თოკია, რომელიც ტემპერატურული ცვლილებისას უმნიშვნელოდ იცვლის მექანიკურ მახასიათებლებს.

რაც შეეხება მათ მაქსიმალურ დატვირთვის მახასიათებლებს, აქ ლიდერია სპექტრას, ზაილონისა და დაინემას მსპბ თოკები.

ტენშემცველობის როლი პოლიმერული თოკების ესტრემალურ პირობებში ექსპლუატაციისას:

ციკლური გაყინვა-გაღობა: მუდმივი გაყინვა-გაღობის პროცესი ბოჭკოს სტრუქტურაში მიკროსკოპულ ნაპრალებს გამოიწვევს, რაც დროთა განმავლობაში დაასუსტებს მასალას.

ზაილონის მასალისთვის ტენშემცველობა 0.6-3.5% აღწევს, ამის გამო მასში პერიოდულად მოხდება მის შემადგენლობაში შემავალი წყლის ციკლური გაყინვისა და გაღობის მავნე პროცესების ზემოქმედება, რაც უარყოფითად აისახება მის მახასიათებლებზე და მნიშვნელოვნად შეამცირებს მის რესურსს.

მიუხედავად იმისა, რომ Zylon ძალიან მაღალი სიმტკიცის და სითბოსადმი მდგრადი ბოჭკოა, ტენშემცველობა შეიძლება სერიოზული პრობლემა გახდეს ექსტრემალურ ტემპერატურულ და ტენის შემცველ პირობებში გამოყენებისას.

დაინემას, იზანასის და სპექტრას შემთხვევაში ტენშემცველობის მახასიათებელი მითითებულია 0.0%, ამიტომ მასში ტენის ზეგავლენა ამ მასალების მექანიკურ მახასიათებლებზე საერთოდ არ აისახება.

რაც შეეხება ვექტრანისა და კველარის მსპბ-ის თოკებს, მათი მახასიათებლები გაჭიმვაზე დაინემასა და სპექტრას თოკებთან შედარებით ისედაც 20-25%-ით მცირეა, ამიტომ დაინემას, იზანასისა და სპექტრას ბოჭკოსგან დამზადებული თოკები **ლიდერები** არიან.

ულტრაიისფერი სხივების ზეგავლენა პოლიმერული თოკების სიმტკიცეზე

UHMWPE ბოჭკის მასალები სხვა მასალებთან შედარებით არის უფრო მკვრივი მოლეკულური სტრუქტურის და ნაკლებად მგრძნობიარეა ულტრაიისფერი გამოსხივების მიმართ. მიუხედავად იმისა, ხანგრძლივი და ინტენსიური ულტრაიისფერი გამოსხივების ზემოქმედება მათ სიმტკიცეს ოდნავ მაინც შეამცირებს.

აღნიშნული მასალის თოკების მზის ულტრაიისფერი სხივების მავნე ზემოქმედების დასაცავად გამოიყენება შემდეგი ცნობილი ტექნიკური საშუალებები: მასალის მოდიფიკაციის ულტრაიისფერი **სტაბილიზატორები**, რომლებიც ამცირებენ მასალის მგრძნობელობას მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მიმართ. **დამატებითი საფარი:** ბადის ზედაპირზე დაიტანება

სპეციალური დამცავი ფენა. ის შეიძლება იყოს ორგანული ან არაორგანული, მაგალითად, PTFE (ტეფლონი).

დასკვნები:

განალიზდა პოლიმერული თოკების სასტენდო გამოცდების შედეგები, როგორც ნორმალურ, ასევე ექსტრემალურ გარემო პირობებში და ასევე თითქმის ყველა შესაძლო მოქმედი ფაქტორის ზეგავლენა, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს ამ თოკების მახასიათებლების გაუარესება ექსტრემალურ გარემოში.

მოპოვებულ ინფორმაციაზე და ექსპერიმენტულ შედეგებზე დაყრდნობით შესაძლოა ითქვას, რომ დამცავი ბადის თოკის შერჩეულ საუკეთესო მასალათა შორის ლიდერია UHMWPE ბოჭკოსგან (Dyneema, Spectra, Iznas) დამზადებული თოკები, რადგან ისინი თავისი ტექნიკური პარამეტრებით პასუხობენ მათდამი წაყენებულ თითქმის ყველა მოთხოვნას:

მაღალი მექანიკური მახასიათებლებით იგი ერთ-ერთი საუკეთესო მასალაა დამცავი ბადეების შესაქმნელად. მისი მაღალი გაჭიმვის უნარი საშუალებას აძლევს შთანთქმოს შეჯახების ენერჯის რაღაც ნაწილი და შეამციროს დინამიკური დატვირთვები შეჯახებისას. შეუძლია გაუმკლავდეს სწრაფ დეფორმაციებს მაღალი დატვირთვის დროს;

ერთნაირად კარგად მუშაობს როგორც ნორმალურ ასევე ექსტრემალურ საექსპლუატაციო პირობებში, -60°C -დან $+60^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის დიაპაზონში;

სხვა მასალებისაგან განსხვავებით, მასში ტენის არარსებობის გამო, გარემოს ექსტრემალურ ტემპერატურულ პირობებში, არ ხდება წყლის ხშირი, ციკლური გაყინვა-გაღობის მავნე ზეგავლენა მის სტრუქტურაზე, რაც გამოც მისი მახასიათებლები საკმაოდ სტაბილურია.

არის უფრო მკვირივი მოლეკულური სტრუქტურის მქონე და ამის გამო ნაკლებად მგრძობიარეა მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების მიმართ.

რადგან მათი დნობის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად მცირეა (147°C) და ადვილად იწვის, ბადის დაზიანების ან გაწყვეტის შემთხვევაში, მისი ძრავში მოხვედრა კრიტიკული არ იქნება.

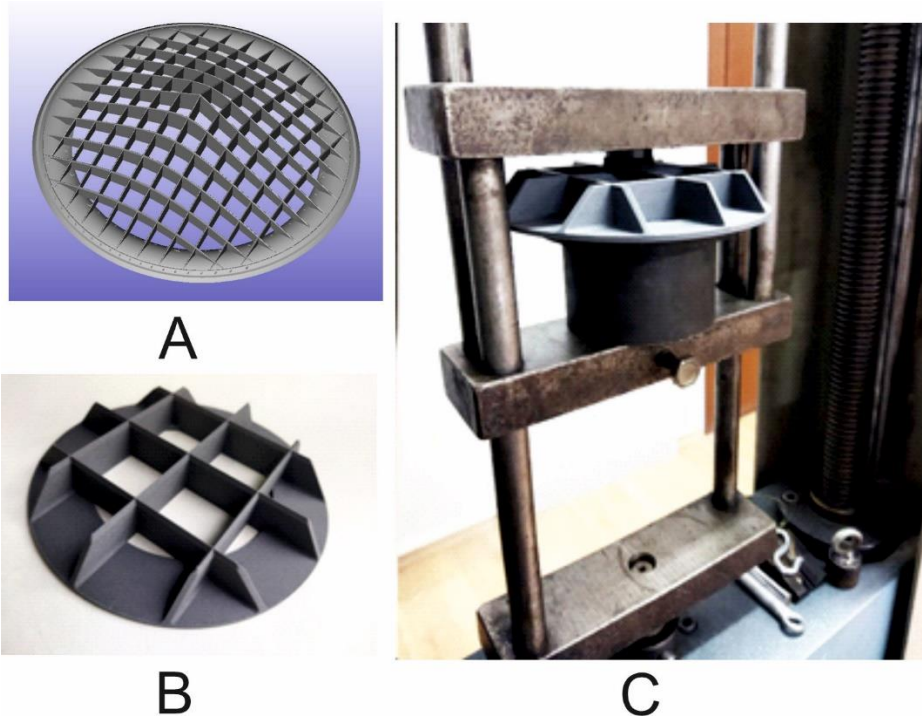
მიღებული შედეგებისა და მათი ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დანამდვილებით ითქვას, რომ მსკბ დაინამას თოკი დამცავი ბადეებისთვის ზუსტად შერჩეული და მის ტექნიკურ მოთხოვნებზე გათვლილი მასალაა, რაც ნამდვილად დადასტურდა ბადეების კვლევის შემდგომი ეტაპის დინამიკური გამოცდებით.

დრონის ძრავების ფრინველთა შეჯახებისგან დამცავი ფიჭა-კონუსის კონსტრუქციები

ისევე, როგორც დამცავი ბადეებისათვის, დამცავი ფიჭა-კონუსის ფუნქციაა თავის თავზე პირველმა მიიღოს შეჯახება, მოახდინოს ფრინველის სხეულის დაჭრა-დაქუცმაცება, შთანთქმოს 100-200 კმ/სთ სიჩქარით შეჯახებული ფრინველის კინეტიკური ენერჯის გარკვეული ნაწილი. ამით შემცირდება შეჯახებით გამოწვეული ძრავას დაზიანების კრიტიკული შედეგები და შესაბამისად გაიზრდება ფრენის უსაფრთხოება.

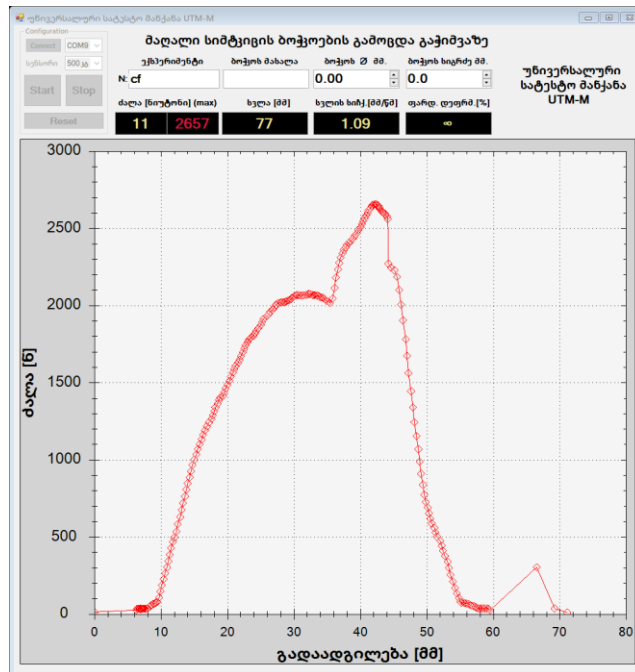
ექსპერიმენტების ჩასატარებლად დაპროექტდა და შერჩეული იქნა დამცავი ფიჭური კონუსის კონსტრუქცია კვადრატული ფორმის ოპტიმალური ზომების 40x40 მმ უჯრებით, კედლის სისქე და სიმაღლე 3x20მმ. აღნიშნული დამცავი კონუსის კუმშვაზე სიმტკიცის მახასიათებლის დასადგენად გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ მოდერნიზებული უნივერსალური

გამჭიმავი მანქანა UTM-1M, პარამეტრთა კომპიუტერული გაზომვის სისტემით, რომლის ტექნიკური შესაძლებლობები მიმდინარე სტატიაში ზემოთაა მოყვანილი. დამცავი კონუსის 3D ესკიზი, მისი რეალური ზომის გამოსაცდელი ფრაგმენტის და სტენდზე გამოცდის ფოტოები ქვემოთაა წარმოდგენილი ნახ. 4-ზე.



ნახ.4: A-დამცავი ფიჭა კონსტრუქციის კონუსი კვადრატული ფორმის უჯრედებით; B-დამცავი კონუსის რეალური ზომის ფრაგმენტი, C-გამოცდა უნივერსალურ სატესტო დანადგარ UTM-1M -ზე

კუმშვაზე გამოცდის კომპიუტერული გაზომვის შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 5-ზე ნაჩვენებ გრაფიკზე.



ნახ. 5: კარბონის ბოჭკოთი არმირებული პოლიამიდის PA6+CF მასალით დაბეჭდილი, 1:1 მასშტაბის ზომების დამცავი კონუსის ფრაგმენტის გამოცდის კუმშვის მახასიათებელი: $F_{max}=2657$ ნიუტონი

გამოცდის გრაფიკიდან ჩანს, რომ დეფორმაციის ძალის $F_{max}=2657$ დატვირთვისას უკვე რეალურად დაიწყო ფიჭა კონუსის შესამჩნევი პლასტიკური დეფორმაცია. ეს მნიშვნელობა თითქმის 2-ჯერ მეტია ბადეების მაღალი სიმტკიცის თოკების გაწყვეტისას მიღებულ ძალების მნიშვნელობაზე.

აღმოჩნდა, რომ ასეთი უახლესი, 3D ბეჭდვითი ტექნოლოგიებით და თანამედროვე არმირებული მაღალი სიმტკიცისა და დარტყმითი სიბლანტის მქონე პლასტიკის მასალებით შექმნილი დამცავი კონუსის კონსტრუქციები მტკიცე და საკმაოდ საიმედოა არიან.

დამცავი ბადეებისა და კონუსების ზემოთ განხილული ტექნიკური გადაწყვეტები, ფრინველთა შეჯახებისგან დასაცავად ჩატარებული რეალური დინამიური გამოცდების მერე, წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული დრონებისა და საჰაერო ტექსტების პერსპექტიულ მოდელებში, ფრენის უსაფრთხოების ასამაღლებლად.

References:

- [1] - Experimental investigation of the influence of dynamic multiaxial transverse loading on ultrahigh molecular weight polyethylene single fiber failure; Frank David Thomas a b, Stephen L. Alexander c, Tusit Weerasooriya d, Subramani Sockalingam a b; Volume 142, March 2021;
- [2] - Statistical dynamic tensile strength of UHMWPE-fibers, Author links open overlay panel Wen Huang, Yang Wang, Yuanming Xia;
- [3] - R.H. Zee *et al.* Energy absorption processes in fibrous composites Mater Sci Engng A (1998);
- [4] - <https://www.kuraray.com/products/vectran> ;
- [5] - <https://www.dupont.com/brands/kevlar.html>;
- [6] - <https://www.dyneema.com/>;
- [7] - <https://advancedmaterials.honeywell.com/us/en/products/spectra-fibers/industrial-grade-fiber/s-1000/spectra-75-denier-s-1000>;
- [8] <https://matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=4481722d60e54cc3b3c112eb3d4b9d02>;
- [9] - <https://www.toyobo-mc.jp/products/zylon/>;
- [10] - <https://matweb.com/search/QuickText.aspx?SearchText=zylon>;
- [11] - <https://www.toyobo-mc.jp/products/izanas/>.

Research on Materials for Protective Nets and Honeycomb-Cones Shielding Drone Engines from Bird Strikes

B. Mazanishvili¹, N. Tabatadze², N. Bliadze³, D. Gventsadze⁴

^{1, 2, 3}Georgian Aviation University

Tbilisi, Ketevan Dedoplis Avenue № 16, 0103 Georgia

⁴R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

Abstract

A bird strike poses a serious threat to aviation safety. Such incidents can cause damage to the aircraft, engine failure, or, in the worst-case scenario, a disaster. Therefore, studying this issue and developing prevention methods is one of the most important tasks in the field of aviation. The Scientific Center of the Georgian Aviation University has developed protective nets and honeycomb-type cone structures to shield the engines of drones and air taxis from bird strikes. Using protective nets to prevent the consequences of such collisions is a critical task. It requires the careful selection of construction materials and testing under both normal and extreme operational conditions.