

სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი

სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა
მექანიკის ინსტიტუტის დირექტორი

----- თ. ნატრიაშვილი

„----“ ----- 2022 წ.

ინსტიტუტის მიერ 2021 წელს
გაწეული სამეცნიერო-კვლევითი საქმიანობის
ანგარიში

სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა
მექანიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო
საბჭოს თავმჯდომარე

-----რ. ქავთარაძე

„----“ ----- 2022 წ.

თბილისი

2022

შინაარსი

შესავალი	3
...	
1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები	4
...	
პროექტი 1. გადარიბებული ნარევით მომუშავე წყალბადის ძრავას ეფექტური და ეკოლოგიური მახასიათებლების პროგნოზირება ნავიე-სტოქსის ტიპის განტოლებებზე დაფუძნებული 3D მათემატიკური მოდელით (2021-2023 წწ.). .	4
პროექტი 2. როტაციულ-სოლურ-რადიალური საჭედი მანქანის დაპროექტება (2021 წწ.).	10
...	
პროექტი 3. ბუჩქოვანი მცენარეების ფესვთა სისტემის დამქუცმაცებელი მანქანის დამუშავება (2020–2021 წწ.)	17
...	
პროექტი 4. საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით მობილური ტექნიკის საგამოცდო პროგრამებისა და მეთოდიკე ის დამუშავება (2021 წ.).	22
...	
პროექტი 5. დიდ ამპლიტუდურ გრეხით რხევებზე მომუშავე ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის ციფრული მოდელირება და კვლევა (2020-2021 წწ.).	23
...	
პროექტი 6. ადგილობრივი მინერალური რესურსების ბაზაზე სუპერტბოსაიზოლაციო ვაკუუმ-პანელების (VIP) წარმოების სამრეწველო ტექნოლოგიების მოდელირება და აპრობაცია ლაბორატორიულ პირობებში (2021 წ.).	31
...	
პროექტი 7. პოლიმერული საწარმოო ნარჩენებისა და ხის ფქვილის ბაზაზე მაღალი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ახალი პოლიმერული კომპოზიტების მიღება (2020-2021 წწ.).	34
...	
2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები.	40
...	
3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები	44
.	
4. უცხოური გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები	45
...	
5. პატენტები	47
.	
6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში.	47
...	

7. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში.....	51
..	
8. სამეცნიერო ფორუმებში მონაწილეობა	53
.	

შესავალი

2021 წელს ინსტიტუტის სამტაქტო განრიგი ითვალისწინებდა 58 თანამშრომელს, რომელთაგან 28 მეცნიერია, მათ შორის: 10 მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, 10 უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, 8 მეცნიერი თანამშრომელი. პერსონალს შორის 27 დოქტორია, მათგან 8 პროფესორი. საანგარიშო პერიოდში ინსტიტუტში აგრეთვე მუშაობდა 7 ინჟინერი, 5 ტექნიკოსი და 2 ლაბორანტი.

ინსტიტუტის თანამშრომლებიდან: ერთი საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსია, 3 საინჟინრო აკადემიის ნამდვილი წევრი და 2 წევრ-კორესპონდენტი, ერთი პეკინის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის (Beijing Institute of Technology (BIT)) მიწვეული პროფესორი.

ინსტიტუტში ფუნქციონირებს ოთხი სამეცნიერო და ერთი დამხმარე განყოფილება:

1. თბოენერგეტიკული დანადგარების განყოფილება;
2. მობილური მანქანების განყოფილება;
3. მანქანათმშენებლობის განყოფილება;
4. მანქანათა დინამიკის განყოფილება;
5. საინჟინრო-ტექნიკური განყოფილება.

2021 საანგარიშო წელს საბიუჯეტო დაფინანსების პირობებში კვლევები მიმდინარეობდა ერთი პრიორიტეტული პრობლემის (როგორც ფუნდამენტური, ასევე გამოყენებითი) ფარგლებში: **„ინოვაციური ტექნოლოგიების დამუშავება მანქანათმშენებლობასა და სატრანსპორტო საშუალებებში“**. პრობლემა მოიცავდა 9 სამეცნიერო პროექტს, რომლის კოორდინატორია ინსტიტუტის დირექტორი აკადემიკოსი თამაზ ნატრიაშვილი.

ინსტიტუტში 2021 წელს შესრულდა:

- საბიუჯეტო დაფინანსებით - 9 სამეცნიერო პროექტი (მათ შორის 2 გრიფით „საიდუმლო“)

- საგრანტო დაფინანსებით - 4 სამეცნიერო პროექტი (ერთი შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო დაფინანსებით, 3 მსოფლიო ბანკის დაფინანსებით.)

პრიორიტეტული პრობლემის ფარგლებში დასრულდა 8 პროექტი და 2022 წელს გრძელდება მუშაობა კიდევ ერთ პროექტზე.

ინსტიტუტის პატრონაჟით გამოდის საქართველოში ერთადერთი ინგლისურენოვანი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „Problems of Mechanics“.

2021 წელს ინსტიტუტის თანამშრომლებმა გამოაქვეყნეს 19 სამეცნიერო ნაშრომი:

- საქართველოში - 12 (მათ შორის ერთი სახემძღვანელო);
- უცხოეთში - 7 (მათ შორის ორი მონოგრაფიაში).

ინსტიტუტის თანამშრომლებმა მონაწილეობა მიიღეს საერთაშორისო სიმპოზიუმებისა და კონფერენციების მუშაობაში როგორც საქართველოში (3 მოხსენება), ისე მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში (10 მოხსენება) - ბრიტანეთში, ავსტრიაში, რუსეთის ფედერაციაში, პოლონეთსა და აზერბაიჯანში. ერთმა მოხსენებამ საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე (ონლაინ რეჟიმში) **საპატიო დიპლომი** დაიმსახურა.

საანგარიშო პერიოდში საქპატენტიდან მიღებულია ერთი პატენტი და 2 დადებითი გადაწყვეტილება სავარაუდო გამოგონებაზე და წარდგენილია 3 ახალი განაცხადი.

1. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

- 1) პროექტი გადარიბებული ნარევით მომუშავე წყალბადის ძრავას ეფექტური და ეკოლოგიური მახასიათებლების პროგნოზირება ნავიე-სტოქსის ტიპის განტოლებებზე დაფუძნებული 3D მათემატიკური მოდელით (2021-2023 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2023 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

რევაზ ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

რ. ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; თამაზ ნატრიაშვილი - ტმდ, პროფესორი, ინსტიტუტის დირექტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, მ. ლლონტი - აკადემიური დოქტორი, ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, გიორგი ჭილაშვილი - დოქტორანტი, მეცნიერი თანამშრომელი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

დგუშოიანი შიგაწვის ძრავები დღეისათვის არსებულ თბურ ძრავებს შორის გამოირჩევა ყველაზე მაღალი მქც-ით. ამიტომ, თანამედროვე ცივილიზაციის წინაშე მდგარი ენერგეტიკული და ეკოლოგიური პრობლემების გადასაჭრელად, ეკონომიურად უფრო მიზანშეწონილია მათი გადაყვანა ალტერნატიულ საწვავებზე, ვიდრე ჩანაცვლება ენერგიის ალტერნატიული წყაროებით. მკვლევარებისა და ექსპერტების აბსოლუტური უმრავლესობა ძრავებისათვის ალტერნატიული საწვავებიდან უპირატესობას ანიჭებს წყალბადს, რომელსაც ძრავას საწვავისათვის აუცილებელი, კარგი თვისებები აქვს. ესენია: საწვავის უდაბლესი თბოუნარიანობა (~ 3-ჯერ მეტი ბენზინთან ან დიზელის საწვავთან

შედარებით), აალებისათვის საჭირო ჰაერის კოფიციენტის ცვლილების დიდი დიაპაზონი ($\alpha_{air}=0,13-10,0$), ჰაერში ლამინალური ალის ფრონტის გადაადგილების დიდი სიჩქარე (~ 6-ჯერ მეტი ბენზინთან ან დიზელის საწვავთან შედარებით), ჰაერში აალებისათვის აუცილებელი მინიმალური ენერგიის დაბალი მნიშვნელობა (~14-ჯერ ნაკლები ბენზინთან ან დიზელის საწვავთან შედარებით). ეკოლოგიური თვალსაზრისით კი წყალბადის უმთავრესი უპირატესობაა ის, რომ წვისას არ წარმოიქმნება კანონმდებლობით შეზღუდულ ისეთ მავნე ნივთიერებები, როგორებიცაა: ნახშირის ოქსიდი CO, დაუწვავი ნახშირ-წყალბადები CH და ნახშირბადული წარმოშობის ფისის მყარი ნაწილაკები, აგრეთვე ნახშირის დიოქსიდი ანუ სათბურის გაზი CO₂. ამრიგად, წყალბადის გამოყენებით წვის პროდუქტების სრული დეკარბონიზაციაა შესაძლებელი. პროექტი შეეხება თანამედროვე სატრანსპორტო ძრავათმშენებლობის აქტუალურ პრობლემას – სერიული, საავტომობილო ბენზინის ძრავას წყალბადზე კონვერტირებას.

ერთადერთი მავნე ნივთიერება, რომლის კონცენტრაცია საავტომობილო წყალბადის ძრავების გამონაბოლქვ აირებში კანონმდებლობითაა შეზღუდული და საჭიროა შემცირდეს, არის აზოტის სხვადასხვა ჟანგეულები NO_x, უპირველეს ყოვლისა NO, რომელიც წვის მაღალი ტემპერატურების დროს ($T \geq 1800$ K) ზელდოვიჩის თერმული მექანიზმის თანახმად ჰაერში არსებული აზოტისა და ჟანგბადის მოლეკულებისაგან წარმოიშობა. ამრიგად, წყალბადის ძრავას ეკოლოგიური მახასიათებლების გაუმჯობესება უპირველეს ყოვლისა გულისხმობს წვის შედეგად წარმოქმნილი აზოტის ჟანგეულების მინიმიზაციას.

მეორე მხრივ, წყალბადმა, ზემოთ აღნიშნული სპეციფიკური თვისებების გამო შესაძლებელია, ძრავას ცილინდრში წვის ისეთი ანომალიური პროცესები წარმოშვას, როგორებიცაა: დეტონაცია, უკუანთება შემშვებ კოლექტორში და ნაადრევი აალება. ამ არასასურველი პროცესების თავიდან ასაცილებლად მიზანშეწონილია ძრავაში წყალბადით ღარიბი საწვავი ნარევის გამოყენება, რაც ხელს შეუწყობს NO_x-ის ემისიისა და ძრავას დეტალებზე თბური დატვირთვების შემცირებას. ამ პირობების გათვალისწინებით უნდა განხორციელდეს წყალბადის ძრავაში მიმდინარე პროცესების ისეთი ორგანიზება, რომელიც საშუალებას მოგვცემს ვუზრუნველყოთ ძრავას მაღალი ეფექტური და ეკოლოგიური მაჩვენებლები წვის ანომალიური პროცესების გარეშე სიჩქარითი და სადატვირთვო რეჟიმების ცვლილების მთელ დიაპაზონში.

აქედან გამომდინარე, პროექტით გათვალისწინებული კვლევების მიზანია, გარე ნრევწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავაში წვის ანომალიური პროცესების აღკვეთა, NO_x-ის ემისიის მინიმიზაცია, აგრეთვე ძრავას ეფექტური მქკ-ის, ეკოლოგიური მახასიათებლებისა და პერსპექტივაში დეტალების თბური დამაბულობების მისაღები მნიშვნელობების მიღწევის მეთოდების დასაბუთება, წვის კამერაში მიმდინარე პროცესების ექსპერიმენტულად ვერიფიცირებული 3D მათემატიკური მოდელის გამოყენებით.

ექპერიმენტებით დასახული მიზნის მიღწევა და დასმული ამოცანების გადაჭრა, ცხადია, დაკავშირებულია დროისა და მატერიალური სახსრების დიდ დანახარჯებთან, რომელთა რადიკალურად შემცირება შესაძლებელია მაღალი რანგის მათემატიკური მოდელების გამოყენებით. წინამდებარე პროექტი ითვალისწინებს ნავიე-სტოქსის ტიპის სამგანზომილებიან დიფერენციალურ განტოლებებზე დაფუძნებული 3D მათემატიკური მოდელის დამუშავებას, რომლის საშუალებითაც განხორციელდება წყალბადის ძრავას ცილინდრში მიმდინარე ტურბულენტური მოძრაობის, წვის, აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნისა და სითბოს გადაცემის პროცესების მოდელირება. ამისათვის მოძრაობის ფუნდამენტურ განტოლებათა სისტემას ემატება ტურბულენტობის, წვის, აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნისა და სასაზღვრო შრეში სითბოს გადაცემის მოდელები. აღნიშნული მოდელის სარეალიზაციოდ გამოიყენება 3D CRFD პროგრამული კომპლექსი FIRE, რომელიც შექმნილია ამ სფეროში მომუშავე აღიარებული ლიდერის, ფირმა AVL GmbH-ის (ქ. გრაცი, ავსტრია) მიერ, და რომლის გამოყენების ლიცენზიური უფლება აქვთ წინამდებარე პროექტის ხელმძღვანელსა და შემსრულებლებს. დამუშავებული 3D მათემატიკური მოდელის ვერიფიკაციისათვის დაგეგმილია წყალბადის საავტომობილო ძრავაზე მიღებული ექსპერიმენტული კვლევის იმ შედეგების გამოყენება, რომელიც პროექტის ხელმძღვანელის მიერ იქნა მიღებულ პეკინის ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში (Beijing Institute of Technology – BTI) 2018_2019 წლებში. კერძოდ, წყალბადის ძრავას სამუშაო პროცესის

ვერიფიკაციისათვის ასევე გამოყენებულ იქნება ექსპერიმენტალური ინდიკატორული დიაგრამები, მათ საფუძველზე მიღებული სითბოს გამოყოფის სიჩქარეები და გამონაბოლქვ აირებში უშუალო გაზომვით მიღებული NO_x -ის კონცენტრაციები.

დამუშავებული 3D მათემატიკური მოდელით შესაძლებელია წყალბადის ძრავას ცილინდრში ისეთი ლოკალური, არასტაციონარული პარამეტრების პროგნოზირება, როგორებიცაა: მუშა სხეულის წნევა, ტემპერატურა და სიჩქარე, ათი ცვლილებების ანალიზი დროში, რის საფუძველზე მოხდება აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნის განსაზღვრა. ცხადია, რომ ძრავების თეორიაში დღეისათვის გამოყენებადი ტრადიციული 0 განზომილებიანი თერმოდინამიკური მოდელებით აღნიშნული ლოკალური პარამეტრების კვლევა და NO_x -ის ემისიის პროგნოზირება შეუძლებელია და ამიტომ აუცილებელია ისეთი მაღალი რანგის 3D CRFD კოდის გამოყენება, როგორიცაა FIRE.

მაღალი ეკოლოგიური მაჩვენებლების მქონე წყალბადის ძრავას შექმნა თანამედროვე ძრავათმშენებლობის აქტუალური საკითხია, რომლის გადაჭრაზე მუშაობს წამყვანი საავტომობილო, საავიაციო და გემთმშენებელი ფირმები. მისი განხორციელება და დანერგვა, გარდა იმისა, რომ იძლევა გამონაბოლქვი აირების სრული დეკარბონიზაციისა და გარემოს გაჭუჭყიანების რადიკალურად შემცირების შესაძლებლობას, განსაკუთრებით აქტუალურია იმ ქვეყნებისათვის, რომელთა ეკონომიკა ნავთობპროდუქტების იმპორტზეა დამოკიდებული. იკვლევენ რა წყალბადის – როგორც ძრავას საწვავის, წარმოების, ტრანსპორტირებისა და შენახვის აქტუალურ საკითხებს, მკვლევართა თვალთახედვის არეში ნაკლებად ხვდება ძრავაში წყალბადის წვის პროცესის ისეთი თავისებურებანი, როგორებიცაა: აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნა და მათი მინიმიზაციის აუცილებლობა; აგრეთვე წვის ანომალური პროცესების (დეტონაცია, უკუანთება, ნაადრევი აალება) აღკვეთა. ამ პრობლემების გადასაჭრელად პროექტში გათვალისწინებულია წყალბადის ძრავაში ღარიბი საწვავი ნარევის გამოყენება და მაღალი ეფექტური და ეკოლოგიური მაჩვენებლების უზრუნველყოფა. აღნიშნული ამოცანების გადაჭრა აუცილებელი წინაპირობაა წყალბადის ძრავას შექმნის მეცნიერული საფუძვლების ჩამოსაყალიბებლად. ასევე, აღვნიშნავთ, რომ ლოკალური პარამეტრების კვლევა წყალბადის ძრავას წვის კამერაში 3D მათემატიკური მოდელების გამოყენებით (რაც წინამდებარე პროექტითაა გათვალისწინებული) ძრავების თეორიაში დღემდე არ ჩატარებულა. ამრიგად, პროექტით გათვალისწინებული ამოცანების როგორც დასახვა და ასევე მათი გადაჭრა, გამოირჩევა ორიგინალობით, სამეცნიერო სიახლითა და შეესაბამება თანამედროვე ძრავათმშენებლობის საერთაშორისო დონეს. წინამდებარე პროექტის პრიორიტეტულობა განაპირობებულია იმით, რომ:

1. გარე ნრეწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავას სამუშაო ციკლის სრულყოფით შესაძლებელია ნამუშევარი აირების სრული დეკარბონიზაცია;
2. წვის კამერაში მიმდინარე პროცესების 3D მათემატიკური მოდელირებით შესაძლებელია აზოტის ჟანგეულების ემისიის პროგნოზირება, მათი შემცირების მეთოდების დახვეწა და წყალბადის ძრავას ეფექტური და ეკოლოგიური მახასიათებლების პროგნოზირება.

კვლევის ობიექტია წყალბადის ძრავა, რომელიც შექმნილია სერიულ, ოთხცილინდრიან, ატმოსფერულ შიგაწვის ბენზინის ძრავას ბაზაზე და აღჭურვილია შემშვებ მილსადენში წყალბადის ელექტრონული შეფრქვევის მრავალწერტილოვანი ტიპის სისტემით. ბაზური ძრავა CA20 არის ჩინეთის საავტომობილო კომპანია „ჩანანის“ პროდუქცია და მისი კონვერტირება წყალბადზე, მომზადება ექსპერიმენტებისათვის და ექსპერიმენტული კვლევების ჩატარება განხორციელდა პეკინის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის (პტი) ლაბორატორიაში წინამდებარე პროექტის ხელმძღვანელის უშუალო მონაწილეობით.

საკვლევი წყალბადის ძრავას ტექნიკური მონაცემები მოყვანილია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

CA20 წყალბადის ექსპერიმენტული შიგაწვის ძრავას ძირითადი ტექნიკური მონაცემები

პარამეტრი	მნიშვნელობა
ცილინდრების რაოდენობა	4
ცილინდრის D, მმ	86
დგუმის სვლა S, მმ	86

ბარბაცას სიგრძე l , მმ	142,8
კუმშვის ხარისხი, ϵ , -	10
გაგრილების სისტემა	წყლის
ნომინალური სიმძლავრე, $N_{\text{კვტ}}$, ბრუნვის სიხშირისას, n , წთ ⁻¹	60 (5000)
მაქსიმალური მობრუნე მომენტი, $M_{\text{მაქ}}$, ნმ, n , წთ ⁻¹	111 (4000)

წყალბადზე კონვერტირებულ ძრავას, არსებითი ცვლილებების გარეშე, შენარჩუნებული ჰქონდა საბაზისო ძრავას ძირითადი კონსტრუქციული პარამეტრები. ცვლილება შეეხო მხოლოდ, საბაზისო ძრავას შემშვებ მილსადენს: ექსპერიმენტულ ძრავაზე დაყენებული იყო წყალბადის შეფრქვევის სპეციალური სისტემა, რომელიც შემშვებ სისტემაში აირადი წყალბადის მიწოდებას უზრუნველყოფდა. წყალბადის დაბალი სიმკვრივისა და შეფრქვევისთვის აუცილებელი დიდი მოცულობითი ხარჯის გათვალისწინებით, თითოეულ ცილინდრზე დამონტაჟებული იქნა წყალბადის ორი ინჟექტორი, ანუ თითოეულ შემშვებ არხში განთავსებულ იყო თითო ინჟექტორი. ექსპერიმენტის პროცესში, მუშაობის თითოეული რეჟიმისათვის კონტროლდებოდა, რეგულირდებოდა და რეგისტრირდებოდა წყალბადის ციკლური მიწოდება და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი (ჰაერწყალბადის თანაფარდობა).

ექსპერიმენტული კვლევის ჩატარების მეთოდის ითვალისწინებდა შემდეგი პირობების დაცვას:

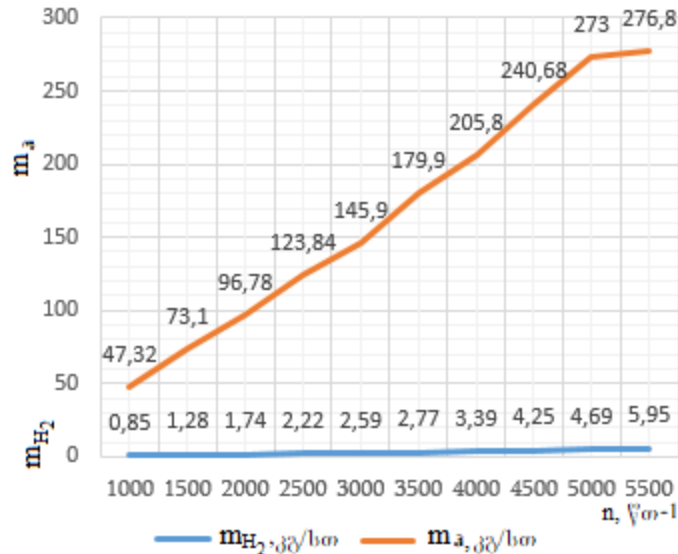
1. NO_x -ის წარმოქმნაზე ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის (საწვავ ნარევში ჰაერის რაოდენობის ფარდობის და ჰაერის სტექიომეტრული რაოდენობასთან) გავლენის საკვლევად, ექსპერიმენტები ტარდებოდა მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირისა და წყალბადის შეფრქვევის წნევის მუდმივი მნიშვნელობებისას. ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მნიშვნელობის ცვლილება ამ დროს ხორციელდებოდა წყალბადის შეფრქვევის ხანგრძლივობის ცვლილებით;

2. NO_x -ის წარმოქმნაზე, ანთების წინსწრების კუთხის გავლენის კვლევა ტარდებოდა, მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირისა და ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მუდმივი მნიშვნელობების პირობებში. ასეთ პირობებში ძრავას სტაბილური მუშაობის უზრუნველყოფის შემდეგ, იცვლებოდა ანთების წინსწრების კუთხე და ფიქსირდებოდა აზოტის ჟანგეულების NO_x -ის კონცენტრაციები. ამგვარად მიღებული იქნა NO_x -ის ემისიის ცვლილება ანთების წინსწრების კუთხისაგან დამოკიდებულებით;

3. NO_x -ის ემისიაზე ნამუშევარი აირების რეცირკულაციის (ნარ) ხარისხის გავლენის კვლევა, ტარდებოდა ნარ-ის სხვადასხვა ხარისხისათვის. სამართავი სარქველის დახმარებით, ნარ-ის ხარისხი იცვლებოდა, შეშვების სისტემაში შეყვანილი ნამუშევარი აირების რაოდენობის ცვლილებით. ნამუშევარი აირების ანალიზატორ AVL DIGAS 4000-ის საშუალებით მიიღებოდა ნარ-ის ხარისხისაგან NO_x -ის ემისიის დამოკიდებულება.

ძრავას ინდიცირებისათვის (ძრავას ცილინდრში მყისიერი წნევის გაზომვისათვის) წვის კამერაში დამონტაჟებული იყო ანთების სანთლის ტიპის, ფირმა Kistler-ის წარმოების წნევის პიეზოკვარცული გადამწოდი.

საკვლევი ძრავასათვის წყალბადის საათური ხარჯი, გარე სიჩქარითი მახასიათებლის მთელ დიაპაზონში ($n=1000-5500$ წთ⁻¹) იცვლებოდა მუშაობის რეჟიმების მახასიათებლის ზღვრებში $m_{\text{H}_2}=0,85-5,85$ კგ/სთ და მუხლა ლილვის ბრუნვის სიხშირისგან დამოკიდებულებით (ნახ. 1). ჰაერის საათური მასური ხარჯი, წყალბადის ხარჯთან შედარებით საშუალოდ თითქმის 50-ჯერ მეტი იყო და შესაბამისად იცვლებოდა ზღვრებში $m_{\text{ჰაერის}}=47,32-276,8$ კგ/სთ.



ნახ. 1. წყალბადის ძრავასათვის, წყალბადისა და ჰაერის საათური ხარჯის ცვლილება ბრუნვის სიხშირისგან დამოკიდებულებით.

მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების საფუძველზე დადგინდა ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ის ზღვრული მნიშვნელობები, რომლის დროსაც გადარიბებულ ნარევით მიიღწევა წყალბადის ძრავას მუშაობა წვის ანომალიური პროცესების გარეშე.

ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, საკვლევ CA20 წყალბადის ძრავაზე, ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა რეჟიმებზე $\alpha_{ჰაერ} \geq 1,5$. საბაზო ბენზინის ძრავას ანალოგიური მაქსიმალური სიმძლავრის $N_e=60,6$ კ.ვტ. მისაღებად სიჩქარით რეჟიმზე $n=5500$ წმ⁻¹ საჭიროა ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის შედარებით დაბალი სიდიდე ($\alpha_{ჰაერ}=1,35$), რომელსაც მიეყვარა აზოტის ოქსიდების ემისიის მაქსიმალურ კონცენტრაციამდე $[NO_x]=4392$ ppm, მაშინ როდესაც რეჟიმებზე $n=5000$ წმ⁻¹ $\alpha_{ჰაერ}=1,69$ -სას, მისი მნიშვნელობა ეცემა $[NO_x]=1360$ ppm-მდე. გარდა ამისა, რეჟიმზე $\alpha_{ჰაერ}=1,35$ წვის ანომალიური პროცესების წარმოქმნის ალბათობა იზრდება. ამის გამო ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა წყალბადის ძრავას სამუშაო რეჟიმებისათვის $\alpha_{ჰაერ} \geq 1,5$.

აირად წყალბადზე გარე ნარევეწარმოქმნით მომუშავემუგაწვის ძრავას წვის კამერაში ლოკალური პარამეტრების ცვლილებები აღიწერება მაღალი რანგის 3D მათემატიკური მოდელების გამოყენებით. გამოიყენება მათემატიკური ფიზიკის ფუნდამენტური განტოლებები: მოძრაობის რაოდენობის (ნავიე-სტოკსის (Navier-Stokes)), ენერგიის (ფურიე-კირჰოფის Fourier-Kirchhoff), დიფუზიის (ფიკის (Fick)) და მასის შენახვის (უწყვეტობის) განტოლებები. ამ განტოლებებისაგან შემდგარი სისტემის ამოხსნას ხორციელდება რიცხვითი მეთოდების, ჩვენს შემთხვევაში საკონტროლო მოცულობების მეთოდის (ზოგჯერ მას სასრული მოცულობების მეთოდსაც უწოდებენ) საშუალებით.

ამოხსნის პროცესის ალგორითმი მოკლედ შეიძლება ასე აღვწეროთ: საწყის ეტაპზე ვახდენთ აღნიშნული განტოლებების გასაშუალებას რეინოლდსის (Reynolds) ან ფავრის (Favre) მეთოდით. გასაშუალებულ განტოლებათა სისტემა, რომელსაც მიუხედავად გამოყენებული გასაშუალებების მეთოდისა რეინოლდსის სისტემას უწოდებენ, ჩაუკეტავია. მისი ჩაკეტვისათვის გამოიყენება დამატებითი განტოლებები, რომლებიც ტურბულენტობის მოდელების სახელწოდებითაა ცნობილი. რეინოლდსის სისტემას, ტურბულენტობის მოდელის გარდა, ემატება წყალბადის წვისა და ამ პროცესში აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნის პროცესის, აგრეთვე წვის კამერის კედლისპირა სასაზღვრო შრეში სითბოგადაცემის პროცესის მოდელები.

ჰიდრო- და გაზოდინამიკის, აგრეთვე სასაზღვრო შრის თეორიის კლასიკურ სახელმძღვანელოებში მოცემულია აღნიშნული ფუნდამენტური განტოლებების მიღების მეთოდები და ანალიზისადაც ნაჩვენებია, რომ ეს განტოლებები შეიძლება ჩაიწეროს სუბსტანციის შენახვის

განზოგადოებული კანონის სახით, რომლის თანახმადაც არასტაციონარული და კონვექციური ნაკადების ჯამი დიფუზიური და წყაროს ნაკადების ჯამის ტოლია:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho\Phi) + \text{div}(\rho\vec{W}\Phi) = \text{div}(\Gamma_\Phi \text{grad}\Phi) + S_\Phi \quad (1)$$

სადაც ρ სიმკვრივეა, $\vec{W}$ – სიჩქარის ვექტორი, Φ – ნებისმიერი დამოუკიდებელი ცვლადი, Γ_Φ – მიმოცვლის კოეფიციენტი (დიფუზიის), S_Φ – წევრი, რომელიც შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს როგორც გენერაციისა S_{Φ_g} და ანიჰილაციის S_{Φ_a} ნაკადების სხვაობა, ანუ $S_\Phi = S_{\Phi_g} - S_{\Phi_a}$.

კონკრეტული სახე Γ_Φ და S_Φ და ასევე S_{Φ_g} და S_{Φ_a} დამოკიდებულია Φ ცვლადის არსზე და შესაბამისი მნიშვნელობების ჩასმით (1) განტოლებიდან ვღებულობთ მოძრაობის რაოდენობის (ნავიე-სტოქსის), ენერგიის (ფურიე-კირხჰოფის), დიფუზიისა (ფიკის) და მასის შენახვის (უწყვეტობის) განტოლებებს.

მათემატიკაში ჯერ კიდევ არაა დამტკიცებული ნავიე-სტოქსის სამგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნის არსებობა და არც ანალიზური ამოხსნა ცნობილი. ნავიე-სტოქსის ორგანზომილებიანი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნის არსებობის დამტკიცება ეკუთვნის ო. ლადიჟენსკაიას. ამის გამო საინჟინრო ამოცანებში ნავიე-სტოქსის სრული (სამგანზომილებიანი) განტოლებების ამოსახსნელად გამოიყენება მხოლოდ რიცხვითი მეთოდები. მაგრამ, დღეშიან ძრავებში ტურბულენტური პროცესების მოდელირებისათვის, ნავიე-სტოქსის განტოლებების ამოსახსნელად ამ მეთოდების გამოყენება მოითხოვს დიდ ოპერატიულ მეხსიერებასა და დროს, მიუხედავად კომპიუტერული ტექნიკის შესაძლებლობებისა და განვითარების თანამედროვე დონისა. ამიტომ, ტურბულენტური დინების გამოყენებითი ამოცანების ამოსახსნელად ამ პროექტში გამოყენებულია ყველაზე უფრო გავრცელებული რენოლდსის მიდგომა (ნავიე-სტოქსის საწყისი განტოლებებს ენაცვლება რენოლდსის გასაშუალებელი განტოლებები).

ამ შემთხვევაში, მყისიერი ნებისმიერი პარამეტრ Φ -ის მნიშვნელობა წარმოდგენილია როგორც

დროში გასაშუალებელი $\bar{\Phi}$ -ისა და პულსაციური Φ' -ის მნიშვნელობების ჯამი. ანუ $\Phi = \bar{\Phi} + \Phi'$. რეკომენდაციებით დღეშიანი ძრავების თეორიის ამოცანების გადასაწყვეტად უფრო მიზანშეწონილია ფავრის გასაშუალების მეთოდის გამოყენება, რომელშიც ρ სიმკვრივე წონითი კოეფიციენტის როლს ასრულებს.

$$\bar{\Phi} = \frac{1}{\rho t} \int_{\tau_0}^{\tau_0+t} \rho(t) \Phi(t) dt, \quad (2)$$

სადაც, t – გასაშუალების პერიოდია, რომელიც ტურბულენტური პულსაციების პერიოდთან შედარებით

უნდა იყოს საკმაოდ დიდი, რადგან $\bar{\Phi}$ -ის გასაშუალებელი მნიშვნელობა მასზე არ იყოს დამოკიდებული.

პროექტში გამოიყენება დღეშიანი ძრავებში დინების, წვისა და თბოგადაცემის პროცესების მოდელირებისათვის სპეციალურად შექმნილი ტურბულენტურობის k - ϵ - f მოდელი. მოდელმა წარმატებით გაიარა აპრობაცია, რაც ნაჩვენებია დღეშიანი ძრავების კვლევებისადმი მიძღვნილ ნაშრომებში. k - ϵ - f მოდელი უფრო ზუსტად აღწერს ცილინდრშიგა პროსესებს ვიდრე k - ϵ მოდელი და ამავე დროს უზრუნველყოფს მდგრადობის მაღალ დონეს რთული დინებების რიცხვითი გაანგარიშების დროს. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ მოდელში გამოიყენება ახალი ქ. ხანიალიჩისა (K. Hanjalić) და სხვ. მიერ შემოთავაზებული კედლისპირა დინებების ჰიბრიდული გააზრება, რომლის დროსაც კედლის ზედაპირამდეცაა შესაძლებელი ინტეგრირება საყოველთაოდ ცნობილი კედლისმიერი ფუნქციების საშუალებით.

ძრავას ცილინდრში წვის ქიმიური პროცესების, დინებისა და თბოგადაცემის პროცესების დაკავშირება ხორციელდება ტურბულენტური გადატანის განტოლებათა სისტემაში შემდეგი წევრების: ქიმიური რეაქციის სიჩქარის w -ის (კგ/მ³·წმ); სითბოს შიგა წყაროს ინტენსიურობის q_v (ვტ/მ³) დამასის

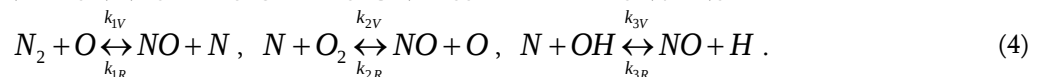
წყაროს ინტენსიურობის $\dot{m}$ (კგ/მ³·წმ) შემოყვანით. ეს პარამეტრები ერთმანეთთან დაკავშირებულია შემდეგნაირად:

$$q_v = Q_r w_r; \quad \dot{m} = -w_r, \quad (3)$$

სადაც Q_r (ჯ/კგ) არის ქიმიური რეაქციის შედეგად ერთეულ მასაზე გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა.

წინამდებარე სამუშაოში წვის პროცესის სიჩქარე კოჰერენტული ალის გაფართოებული მოდელით განისაზღვრება, რომელიც შემდეგი სახელითაა ცნობილი **ECFM** (Extended Coherent Flame Model) – წვის მოდელი. აღვნიშნავთ, რომ ის არის **CFM** (Coherent Flame Model) სტანდარტული მოდელის გაფართოებული ვარიანტი.

აზოტის ქანგეულების წარმოქმნის მოდელირება ეფუძნება აზოტის ქანგვის თერმულ მექანიზმს, რომელიც ცნობილია ზელდოვიჩის გაფართოებული მექანიზმის სახელწოდებით:



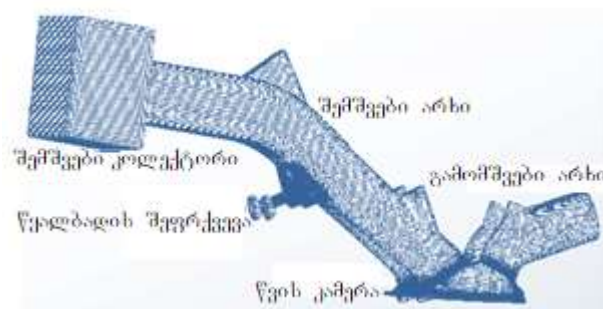
ამ გამოსახულებებში $k_{i=1,2,3}$ i -ური რეაქციის სიჩქარის კონსტანტას აღნიშნავს, ხოლო V და R კი შესაბამისად პირადაპირ და შებრუნებულ რეაქციას. ზელდოვიჩის გაფართოებული მექანიზმიდან (4) შეიძლება მივიღოთ აზოტის ქანგეულების წარმოქმნის კინეტიკური განტოლება:

$$\frac{d[NO]}{dt} = k_{1V}[N_2][O] - k_{1R}[NO][N] + k_{2V}[O_2][N] - k_{2R}[NO][O] + k_{3V}[NO][O] - k_{3R}[NO][N]. \quad (5)$$

(5)-ში კვადრატული ფრჩხილები რეაქციის შესაბამისი კომპონენტების კონცენტრაციებს გვიჩვენებს. ამ განტოლებების ამოხსნისათვის აუცილებელია წინასწარ განისაზღვროს შემდეგი კონცენტრაციები: O, N, O₂, N₂, OH და H, რომლებიც ჩვენს შემთხვევაში მიიღება როგორც ცნობილები (მეთოდი და განსაზღვრა მოცემულია სპეციალურ ნაშრომებში).

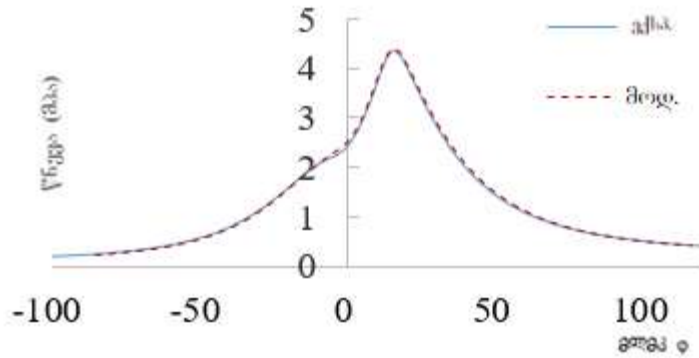
წყალბადის ძრავას წვის კამერაში თბოფიზიკური პროცესების რეალიზაცია 3D მათემატიკური მოდელით განხორციელდა, რისთვისაც გამოყენებული იყო ავსტრიული ფირმა AVLList GmbH-ის 2017-2020 წლების კომერციული პროგრამა FIRE [29]. ამ პროგრამის ბირთვი **საკონტროლო მოცულობების (სმ)**-ის რიცხვითი მეთოდი და გაუმჯობესებული ალგორითმი SIMPLE-ა.

საანგარიშო არეს ცალკეულ უბნებზე დამოკიდებულებით საანგარიშო არეს ბადე შეიძლება იყოს მოძრავი და არამოძრავი (ფიქსირებული). მაგალითად, შემშვები და გამომშვები არხების მოცულობებში და ასევე წვის კამერის მოცულობაში (ცილინდრის მოცულობაში, როცა დგუში **ზმწ**-ია) ნახ. 2.

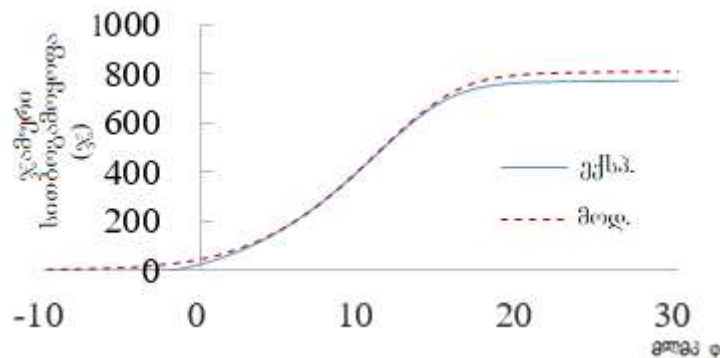


ნახ. 2. წყალბადის ექსპერიმენტული ძრავას (შემშვების სისტემის-ცილინდრის-გამომშვების სისტემის) საანგარიშო არეს ბადე.

ჩატარებული რიცხვითი ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზის საფუძველზე განისაზღვრა ინიციალიზაციის პარამეტრები, რომლებიც უზრუნველყოფს გაანგარიშებული და ექსპერიმენტული ინდიკატორული დიაგრამებისა (ნახ. 3.) და მათ საფუძველზე მიღებულ თბოგამოყოფის სიჩქარეების დიაგრამების (ნახ. 4.) კარგ თანხვედნას.



ნახ. 3. საცდელი წყალბადის ძრავას $n=2000$ წთ⁻¹, $\alpha_3=1,67$ რეჟიმზე ექსპერიმენტული და გაანგარიშებული ინდიკატორული დიაგრამების შეპირისპირება.



ნახ. 4. საცდელი წყალბადის ძრავას ცილინდრში $n=2000$ წთ⁻¹, $\alpha_3=1,67$ რეჟიმზე ექსპერიმენტული და გაანგარიშებული თბოგამოყოფის დიაგრამების შეპირისპირება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ წყალბადის ძრავას ცილინდრში წნევის, თბოგამოყოფის, თბოგამოყოფის სიჩქარისა და ტემპერატურის ცვლილებების მიღებული ვერიფიცირებული მონაცემები სამუშაო პროცესის მოდელირების შედეგების უტყუარობას ადასტურებს.

2) პროექტი როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის დაპროექტება (2021-2021 წწ)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

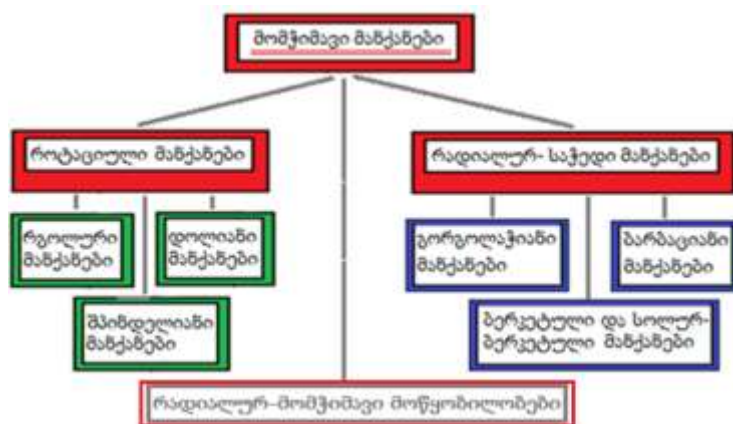
ს. მეზონია – დოქტორი, პროფესორი, მანქანათმშენებლობის განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;

შემსრულებლები

ს. მეზონია – დოქტორი, პროფესორი, მანქანათმშენებლობის განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ა. შერმაზანაშვილი – აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი; ს. ჩაგელიშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი; ლ. ბერიძე – აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი; მ. იაძე – აკადემიური დოქტორი, ინჟინერი.

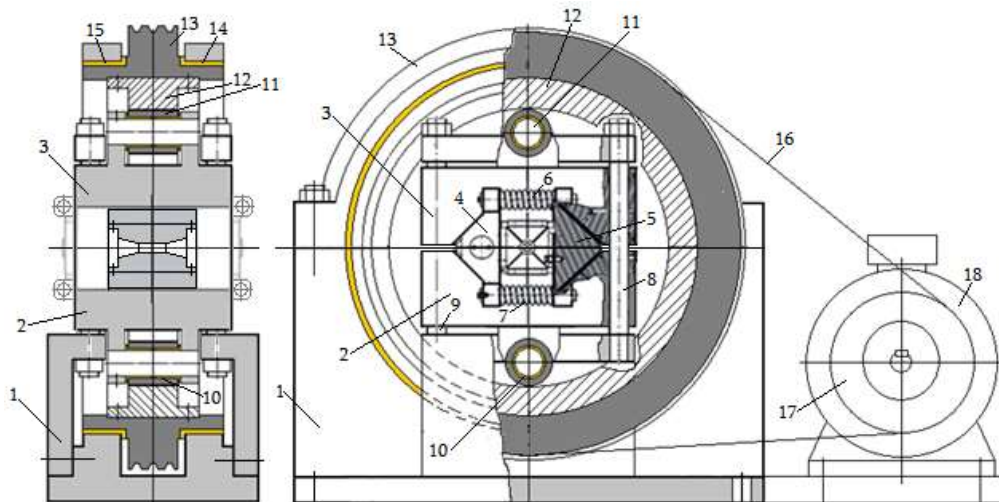
ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

შესრულებულია რადიალური-საჭედი მანქანების და მოწყობილობების კონსტრუქციების ანალიზი, რის საფუძველზე შედგენილია როტაციულ და რადიალურ-საჭედი მანქანების კლასიფიკაცია (ნახ. 1.).



ნახ.1. რადიალურიჭედვისმანქანებისკლასიფიკაცია

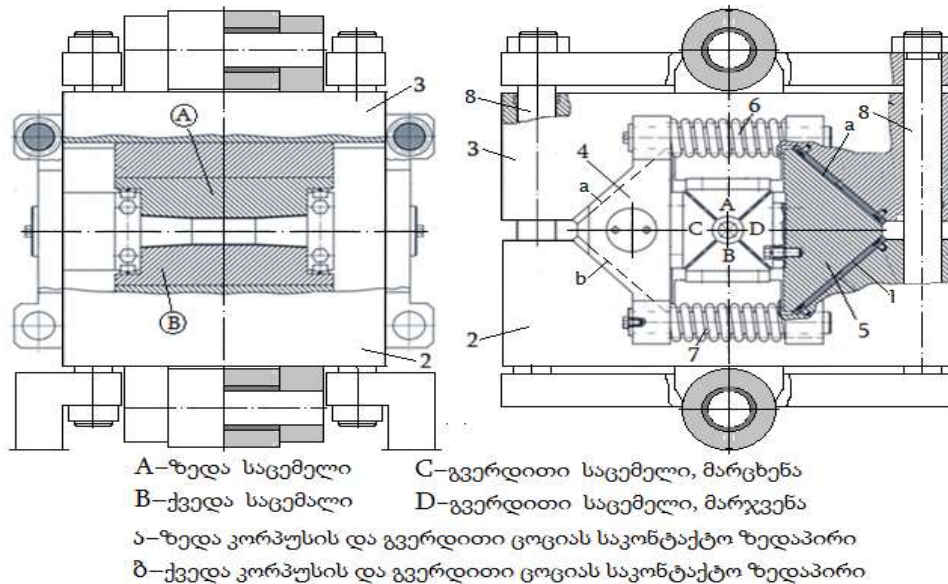
რადიალურ-საჭედიმანქანების კონსტრუქციების ანალიზის შედეგად გამოვლენილია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები და ამის გათვალისწინებით შერჩეულია როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის სქემა და შემუშავებულია მანქანის კონსტრუქცია. როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი შედგება სადგარზე დაყენებულ ოთხ საცემელებიან სამჭედლო ბლოკისგან და რომელიც შეიცავს ზედა და ქვედა კორპუსებს, მათზე დამაგრებული ზედა და ქვედა საცემელებით, ამ კორპუსებთან დახრილი ზედაპირებით შეუღლებულ გვერდით ცოციებს, რომლებზეც დამაგრებულია გვერდითი საცემელები; სამჭედლო ბლოკი გარშემორტყმულია დამწნევი რგოლით, რომლის შიგა პროფილირებული ზედაპირი მუდმივ შეხებაშია სამჭედლო ბლოკის ზედა და ქვედა კორპუსებზე დამაგრებულ გორგოლაჭებთან, ამასთან დამწნევი რგოლი გარე ცილინდრული ზედაპირით დგას მასთან ხისტად შეერთებულ შკივ-მქნევარში, რომელიც სრიალის საკისრების მეშვეობით დაყენებულია მანქანის სადგარზე. მანქანის სქემა წარმოდგენილია მე-2 და მე-3 ნახ-ზე.



ნახ. 2. როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის სქემა.

მანქანა შეიცავს სადგარს 1, რომელზეც დაყენებულია ოთხსაცემელებიანი სამჭედლო ბლოკი ქვედა 2 და ზედა 3 კორპუსებით, მათზე დამაგრებული ქვედა და ზედა საცემელებით (საცემელები A

და B). კორპუსებთან 2 და 3 დახრილი ზედაპირებით (ზედაპირები a და b) შეუღლებულია გვერდითი ცოციები 4 და 5, რომლებზეც დამაგრებულია გვერდითი საცემელები (საცემელები C და D). გვერდითი ცოციებთან 4 და 5 კორპუსების 2 და 3 მუდმივი კონტაქტის უზრუნველყოფისათვის გათვალისწინებულია ზამბარები 6 და 7. ასეთივე ზამბარები აყენია სამჭედლო ბლოკის მეორე მხრიდან. კორპუსების 2 და 3 ზუსტი ურთიერთგადაადგილათვის განკუთვნილია ცილინდრული მიმართულებები 8 და 9, რომლებზეც ჩამაგრებულია სადგარზე 1. ქვედა კორპუსზე 2 დამაგრებულია ქვედა გორგოლაჭი 10, ხოლო ზედა კორპუსზე 3 - ზედა გორგოლაჭი 11, რომლებიც მუდმივ კონტაქტშია პროფილირებულ დამწნევ რგოლთან 12.



ნახ. 3. მანქანის სამჭედლო ბლოკი.

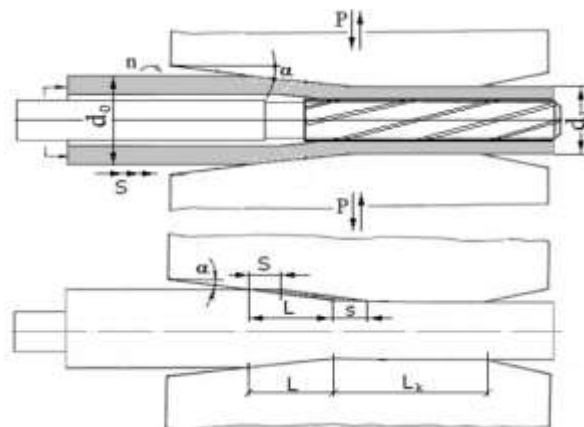
დამწნევი რგოლი 12 თავისი გარე ცილინდრული ზედაპირით ჩასმულია შვიგ-მქნევარში 13 და ხისტად შეერთებულია მასთან. შვიგ-მქნევარა 13 სრიალის საკისრების 14 და 15 მეშვეობით დაყენებულია მანქანის სადგარზე. შვიგ-მქნევარა 13 ღვედით 16 დაკავშირებულია წამყვან შვიგთან 17, რომელიც დაყენებულია ელექტროძრავას 18 ლილვზე.

მანქანის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ელექტროძრავას 18 და ღვედური გადაცემის 17-16 მეშვეობით ბრუნვით მოძრაობაში მოდის შვიგ-მქნევარა 13, მასში ჩამაგრებული დამწნევი რგოლით 12. დამწნევი რგოლი 12 თავისი შიგა პროფილირებული ზედაპირით ზემოქმედებს გორგოლაჭებზე 10 და 11, რითაც უზრუნველ-ყოფს ქვედა 2 და ზედა 3 კორპუსების უკუქცევით-წინსვლითმოძრაობას შემხვედრი მიმართულებით ვერტიკალურ სიბრტყეში.

ქვედა 2 და ზედა 3 კორპუსები თავისი დახრილი ზედაპირებით (ზედაპირები a და b) აწვება გვერდით ცოციებს 4 და 5 და ზამბარების 6 და 7 დახმარებით აიძულებს გვერდით ცოციებს აწარმოოს ურთიერთშემხვედრი უკუქცევით-წინსვლითი მოძრაობა გვერდითი მიმართულებით ჰორიზონტალურ სიბრტყეში. ასეთი მოძრაობების შედეგად საცემელები A, B, C და D გადაადგილება ნამზადის მიმართ რადიალური მიმართულებით და ოთხივე მხრიდან ახდენენ ძალურ ზემოქმედებას ნამზადზე, რის შედეგად ხდება ლითონის პლასტიკური დეფორმაცია.

წარმოდგენილი მანქანის დადებითი ეფექტი განპირობებულია იმით, რომ რადიალურ-საჭედი მანქანის კონსტრუქციული სქემა შეიცავს პროფილირებულ დამწნევ რგოლს, რომელიც მუდმივ კონტაქტში იმყოფება სამჭედლო ბლოკის ზედა და ქვედა საცემელებთან კორპუსებზე დამაგრებულ გორგოლაჭებთან. ამიტომ საცემელებიანი კორპუსების შეთანხმებული მოძრაობისათვის არ არის საჭირო ექსცენტრულ-ბარბაცა მექანიზმები და ცილინდრულ კბილანებიანი გადაცემა, რაც ამარტივებს

მანქანის კინემატიკურ სქემას, ამცირებს დანადგარის გაზარიტებს და ზრდის მანქანის მუშაობის საიმედოებას.



ნახ. 4. დეფორმაციის კერის სქემა.

პროექტში შემუშავებულია რადიალურ-საჭედი მანქანის დეფორმაციის კერაში მოქმედი ძალების ანგარიშის მეთოდოლოგია. დეფორმაციის კერის სქემა მოცემულია მე-4 ნახ-ზე.

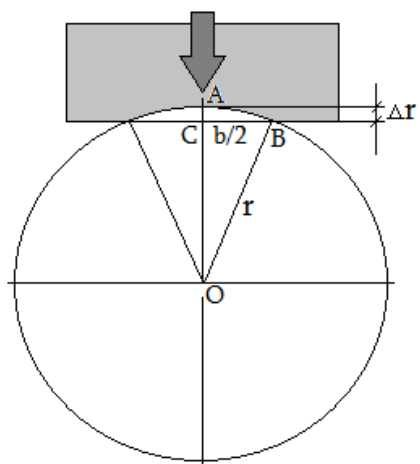
სქემის თანახმად დეფორმაციის კერის სიგრძე უდრის:

$$L = \frac{d_0 - d_1}{2 \tan \alpha} + S,$$

სადაც d_0 არის ნამზადის საწყისი დიამეტრი; d_1 –ნაჭედის დიამეტრი; S – ნამზადის გრძივი მიწოდება;

$S = \frac{60v}{N}$, v – მანიპულატორის გრძივი გადაადგილების სიჩქარე; N – მანქანის დარტმების სიხშირე.

საკონტაქტო ზედაპირის სიგანე შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ ნახ. 5-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.



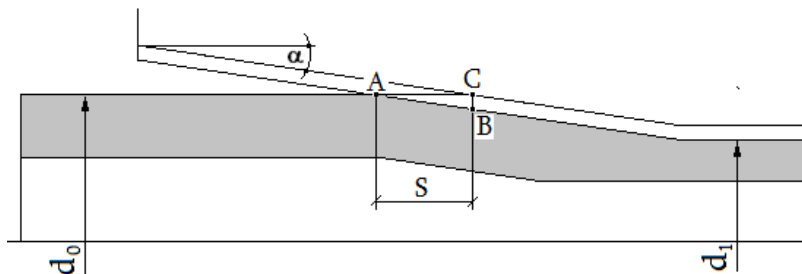
ნახ. 5. სქემა საკონტაქტო ზედაპირის სიგანის განსასაზღვრად.

სამკუთხედიდან OBC ვიღებთ, რომ:

$$\frac{b}{2} = \sqrt{r^2 - (r - \Delta r)^2} = \sqrt{r^2 - (r^2 - 2r \cdot \Delta r + \Delta r^2)} \approx \sqrt{2r \cdot \Delta r};$$

$b = 2\sqrt{2r \cdot \Delta r}$, r - ნამზადის რადიუსი; Δr - ერთეული მოჭიმვა.

ნამზადის ერთეული მოჭიმვა Δr შეგვიძლია გამოვიანგარიშოთ ნახ. 6-ზე მოცემული სქემის მიხედვით.



ნახ. 6. ნამზადის ერთეული მოჭიმვის საანგარიშო სქემა.

სქემის თანახმად: $\Delta r = S \cdot \operatorname{tg} \alpha$.

საკონტაქტო ზედაპირის ფართი უდრის: $F = Lb$.

საშუალო საკონტაქტო წნევა უდრის: $\bar{p} = n_{\sigma} n_{\gamma} \sigma_s$,

სადაც n_{σ} არის დამაბული მდგომარეობის კოეფიციენტი; $n_{\sigma} = n'_{\sigma} n''_{\sigma} n'''_{\sigma}$.

ხახუნის გავლენის კოეფიციენტი n'_{σ} დამოკიდებულია დეფორმაციის კერის გეომეტ-რიულ პარამეტრზე m ; როდესაც $v \leq l_k n n_1$:

$$m = \frac{\operatorname{tg} \alpha \left(\frac{\Delta d}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{v}{n n_1} + l_k \right)}{d_0 + d_1 + \left(\frac{v}{n n_1} - l_k \right)},$$

ამ ფორმულაში $\Delta d = d_0 - d_1$ არის ნამზადის დიამეტრის ჯამური მოჭიმვა; v - ნამზადის მიწოდების სიჩქარე; n - საცემელების რაოდენობა, $n = 4$; n_1 - ნამზადის ბრუნვითი სიხშირე; l_k - საცემელის დამკალიბრებელი უზნის სიგრძე.

როცა $1 < m \leq 2$, კოეფიციენტი n'_{σ} გამოითვლება ფორმულით:

$$n'_{\sigma} = 1 + \frac{1}{6} m.$$

როდესაც $m \geq 1, n''_{\sigma} = 1$; ვინაიდან ნამზადის დაჭიმულობას ადგილი არა აქვს, აგრეთვე $n'''_{\sigma} = 1$.

ნამზადის ოთხმხრივი რადიალური მოჭიმვის შემთხვევაში კოეფიციენტი $n_{\gamma} = 1,15$;

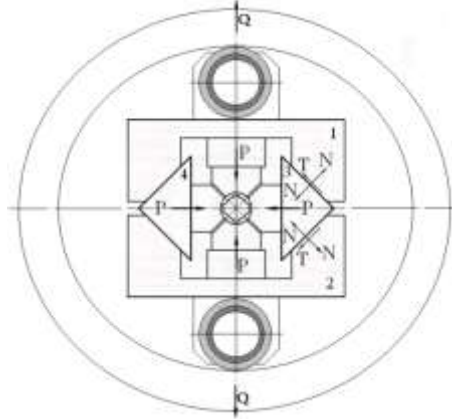
ცივი დეფორმაციის დროს განმტკიცებული ლითონის დენადობის ზღვარი ხარისხიანი ფოლადებისათვის შეგვიძლია ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$\sigma_s = \sigma_{s0} + 2,4 \varepsilon^{0,64},$$

სადაც ε არის ნამზადის ფარდობითი დეფორმაცია: $\varepsilon = \frac{\Delta d}{d_0}$.

საშუალო საკონტაქტო წნევის ანგარიშის შემდეგ განვსაზღვრავთ დეფორმაციის ძა-ლას, რომელიც უდრის: $P = \bar{p} F$.

შემდეგ ეტაპზე განისაზღვრება სამჭედლო ბლოკში მოქმედი ძალები. საანგარიშოსქემა მოცემულია ნახ.7-ზე.



ნახ.7. სამჭედლო ბლოკში მოქმედი ძალების სქემა.

პროფილირებულ რგოლზემოქმედი ძალა გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$Q = P(1 + \frac{f \cos \alpha + \sin \alpha}{\sin \beta - f \cos \beta});$$

სადაც P არის ერთ საცემელაზე მოქმედი ძალა;

f – ხახუნის კოეფიციენტი; $f=0,05 - 0,1$;

α, β – სოლური ცოციების წახნაგების კუთხეებია; $\alpha=\beta=45^\circ$.

მოწყობილობის ზედა კორპუსის წონასწორობის პირობებიდან გამომდინარე შეგვიძლია შევადგინოთ შემდეგი განტოლება:

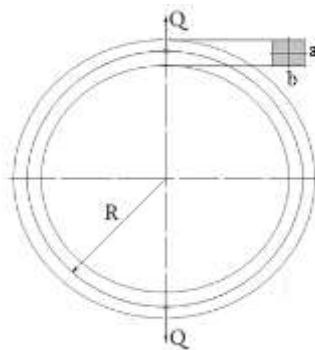
$$Q = P + 2N \cdot \sin \alpha + 2T \cdot \cos \alpha = P + 2N \cdot \sin \alpha + 2fN \cdot \cos \alpha = P + 2N(\sin \alpha + f \cos \alpha);$$

აქედან გამომდინარე სოლზე მოქმედი ნორმალური ძალა იქნება:

$$N = \frac{Q - P}{2(\sin \alpha + f \cos \alpha)}.$$

სოლზე მოქმედი ხახუნის ძალა უდრის: $T = fN$.

სამჭედლო ბლოკის დამწნევი რგოლი წარმოადგენს ჩაკეტილ ჩარჩოს, რომლის ღერძული ხაზი წრეწირია (ნახ. 8).



ნახ. 8. სამჭედლო ბლოკის დამწნევი რგოლი.

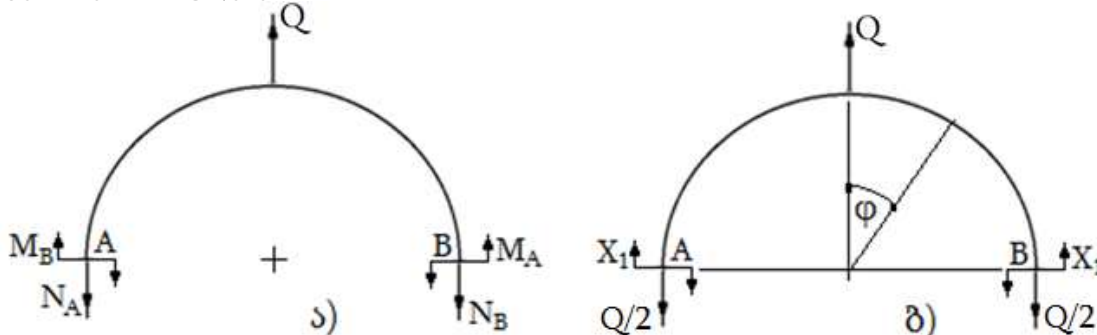
მოცემულ შემთხვევაში გვაქვს 3-ჯერ სტატიკურად ურკვევი გეომეტრიულად სიმეტრიული ჩარჩო, რომელიც დატვირთულია სიმეტრიული Q დატვირთვით. ანგარიშისათვის მიზანშეწონილია ავირჩიოთ ძირითადი სისტემა ჩარჩოს სიმეტრიის ღერძზე გავკეთით. სიმეტრიული ძალებით დატვირთულ სიმეტრიულ სისტემაში უკუსიმეტრიული შინაგანი ძალოვანი ფაქტორები ნულის ტოლია, ამიტომ ჩარჩოს განივკვეთში იმოქმედებს განივი ძალები (N_A, N_B) და მღუნავი მომენტები

(M_A, M_B) , ხოლო განივი ძალები ნულის ტოლი იქნება (ნახ. 9ა). ვინაიდან ჩარჩო ამავე დროს ძალთა მოქმედების ხაზის მიმართაც სიმეტრიულია, შეგვიძლია მივიღოთ, რომ $N_A = N_B = \frac{Q}{2}$ და $M_A = M_B = X_1$. ამის შედეგად ვღებულობთ ეკვივალენტურ სისტემას, რომელიც წარმოდგენილია მე-9 ბ ნახ-ზე.

ძალთა მეთოდის კანონიკური განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$\delta_{11}X_1 + \delta_{1P} = 0.$$

განტოლების კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის უნდა გამოყენებულია მორის ინტეგრალი. შევადგინოთ ეკვივალენტურ სისტემაზე მოდებული გარე და ერთეულო-ვანი ძალების და მღუნავი მომენტების გამოსახულებები:



ნახ. 9. დამწნევი რგოლის საანგარიშო სქემა.

$$M_Q = \frac{QR}{2}(1 - \cos\varphi); M_1 = -1.$$

განვსაზღვრავთ კანონიკური განტოლების კოეფიციენტებს:

$$\delta_{11} = \int_0^{\pi/2} \frac{M_1^2 R d\varphi}{EI} = \frac{R}{EI} \int_0^{\pi/2} d\varphi = \frac{R}{EI} [\varphi]_0^{\pi/2} = \frac{\pi R}{2EI};$$

$$\delta_{1Q} = \int_0^{\pi/2} \frac{M_P M_1 R d\varphi}{EI} = -\frac{R}{EI} \int_0^{\pi/2} \frac{QR}{2} (1 - \cos\varphi) d\varphi = -\frac{QR^2}{2EI} (\varphi - \sin\varphi)_0^{\pi/2} = -\frac{QR^2}{2EI} \left(\frac{\pi}{2} - 1\right).$$

შევიყვანოთ რა, ამ კოეფიციენტებს კანონიკურ განტოლებაში, მივიღებთ:

$$X_1 = -\frac{\delta_{1Q}}{\delta_{11}} = QR \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\right).$$

მღუნავი მომენტი სამჭედლო ბლოკის დამწნევი რგოლინებისმიერ კვეთში უდრის გარე ძალების მღუნავი მომენტისა M_Q და ერთეულოვანი ძალის მომენტის X_1 ალგებრულ ჯამს, ე.ი.

$$M_x = M_P - X_1 = \frac{QR}{2}(1 - \cos\varphi) - QR \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\right) = QR \left(\frac{1}{\pi} - \frac{1}{2} \cos\varphi\right).$$

მაქსიმალური მღუნავი მომენტი იქნება კვეთში, როცა $\varphi = \frac{\pi}{2}$:

$$M_{\max} = QR \left(\frac{1}{\pi} - \frac{1}{2} \cos \frac{\pi}{2}\right) = \frac{QR}{\pi}.$$

3) პროექტი ჩაის ბუჩქების ფესვთა სისტემის ნიადაგში დამქუცმაცებელი მანქანის დამუშავება (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - **ინჟინერია და ტექნოლოგიები;**

2. სამეცნიერო მიმართულება - **მექანიკური ინჟინერია.**

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ზაზა მახარობლიძე - დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი პროექტის ხელმძღვანელი.

შემსრულებლები

ზაზა მახარობლიძე - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი პროექტის ხელმძღვანელი;

ვ. მარგველაშვილი – დოქტორი, მობილური მანქანების განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; რ. ფარცხალაძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ს. შარაშენიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ა. შერმაზანაშვილი – დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი; გ. ბაგრატიონი-ჯაფარიძე – ინჟინერი; გ. ბასილაია – ინჟინერი; გ. ლავრელაშვილი – ინჟინერი; ა. სულაძე – ტექნიკოსი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

საქართველოში ბუჩქოვანი მცენარეების, კერძოდ, ჩაის პლანტაციები, გამოსულია მიმოქცევიდან. მათი ძირითადი ნაწილი დაფარულია სარეველებით და მიმდინარეობს გატყევის პროცესი. საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილებით 2017 წლიდან ხორციელდება პლანტაციების ეტაპობრივი რეაბილიტაცია. მაგრამ არის ჩაის პლანტაციების ისეთი ფართობებიც, სადაც რეაბილიტაცია სასურველ შედეგს ვერ იძლევა. ასეთ პლანტაციებში საჭიროა ჩატარდეს მიწის რეკულტივაციის სამუშაოები: ფართობები გაიწმინდოს მცენარეული საფარისაგან და ნიადაგები მომზადდეს ჩაის ან სხვა ალტერნატიული კულტურების გასაშენებლად.

ნიადაგების რეკულტივაციისათვის ჩასატარებელ სამუშაოებს მიეკუთვნება: ჩაის პლანტაციის მიმდებ გასხვლა, ჩაის ფესვთა სისტემის ამოძრკვა ან ნიადაგში დაქუცმაცება, ნიადაგის ღრმად დამუშავება და ნიადაგის მოშანდაკება. ყველა შესასრულებელი ტექნოლოგიური ოპერაცია მიეკუთვნება კულტურულ-ტექნიკურ სამუშაოებს. მიუხედავად ტექნიკური პროგრესისა ჯერ კიდევ სრულყოფილად არ არის გადაწყვეტილი ზოგიერთი სასოფლო სამეურნეო სამუშაოებისათვის მექანიზაციის ტექნიკური საშუალებების დაპროექტებისა და დამზადების რიგი პრობლემური საკითხები. კონკრეტული ტექნოლოგიური მანქანების არ არსებობის გამო ხშირად ადგილი აქვს სხვა მანქანების გამოყენებას, რომლის მუშა ორგანოები არაა დაპროექტებული დასამუშავებელი გარემოს რეოლოგიური მახასიათებლებისა და ურთიერთმემხები ზედაპირების გეომეტრიის გათვალისწინებით. შედეგად ვღებულობთ არატექნოლოგიურად შესრულებულ სამუშაოს დიდი ენერგო-დანახარჯებით. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ჩაის პლანტაციების რეაბილიტაციისა და რეკულტივაციის მანქანები უცხოეთშია რეწვად.

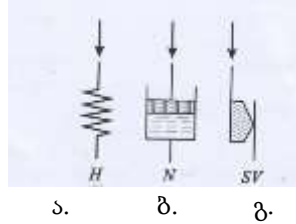
აღსანიშნავია, რომ ჩაის პლანტაციის მიმდებ გასხვლის სამანქანო ტექნოლოგია და მიმდებ სასხლავ-დამქუცმაცებელი აპარატი დამუშავებულია ინსტიტუტის მობილური მანქანების განყოფილებაში 2019 წ. სწორედ ამ ტექნოლოგიით უნდა განხორციელდეს ჩაის პლანტაციების რეაბილიტაციის პირველი ეტაპი.

ზემოთ ჩამოთვლილი ტექნოლოგიური ოპერაციებიდან ყველაზე რთულად ითვლება ჩაის ფესვთა სისტემის ნიადაგში დაქუცმაცება. მცენარეთა ფესვთა სისტემის დამქუცმაცებელი მანქანის შექმნის იდეა გაჩნდა ჩაის პლანტაციების რეაბილიტაციის ტექნოლოგიის სავსე გამოცდების დროს, როცა ვატარებდით ჩაის მიმდებ სასხლავ-დამქუცმაცებელი მანქანის გამოცდებს. ჩვეულებრივ,

სარეკულტივაციო სამუშაოების ჩატარების დროს მცენარეული მასის მოჭრა-დაქუცმაცების შემდეგ ნიადაგის გაწმენდა ჩაის ფესვთა სისტემისაგან ხდება საპლანტაჟე გუთნების საშუალებით, ფესვთა სისტემის ამოყრითა და ფართობიდან გატანით, რაც მოითხოვს დიდ ენერგო და მატერიალურ დანახარჯებს. ინსტიტუტის მობილური მანქანების განყოფილებაში დამუშავებული ორიგინალური როტაციული ფრეზით პლანტაციების დამუშავების შემთხვევაში, ფესვების ნარჩენებისგან დაქუცმაცებული მასალა ერევა ნიადაგში და უბრუნდება ბუნებაში არსებულ ნივთიერებათა ცვლის ციკლს. შესაბამისად, არ არის საჭირო ფესვების ნარჩენების უტილიზაცია და მინდვრებიდან გატანა, რაც აგრეთვე საჭიროებს დამატებით შრომას და სპეცტექნიკის გამოყენებას. ამრიგად, ფრეზირების შედეგად მიიღება ფხვიერი, ერთგვაროვანი და საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ნიადაგის ფენა - ე.ი. ეს არის ბუნებრივი, ეკოლოგიურად სუფთა და პლანტაციების რეაბილიტაციის ყველაზე იაფი გზა.

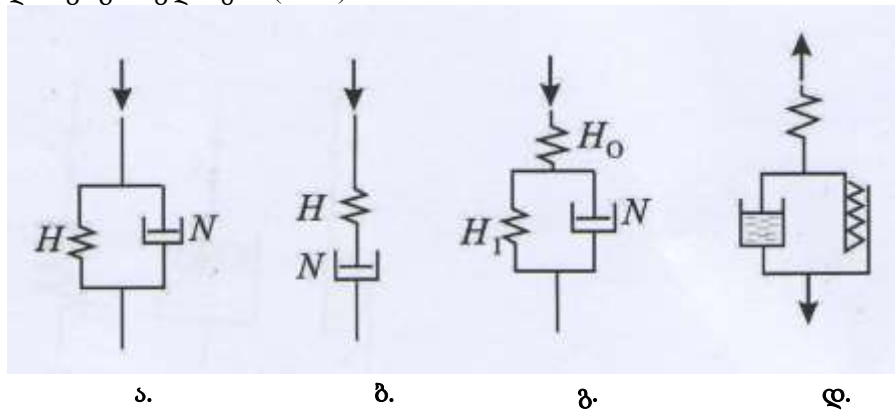
ჩატარებულია მცენარის ფესვთა სისტემის დაქუცმაცების ენერგეტიკული შეფასება. მცენარეთა ფესვთა სისტემის ნიადაგში დამქუცმაცებელი მანქანის კონსტრუქციის დამუშავების დროს ტექნოლოგიური პროცესი უნდა განვიხილოთ როგორც ფიზიკური მოვლენა. დასამუშავებელი გარემოს (მცენარეული მასალა+ნიადაგი) რეოლოგიური მოდელის მიხედვით უნდა ვეძებოთ მისი რღვევისა და დაქუცმაცების ისეთი ხერხი, როცა მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ენერგიის მინიმალური დანახარჯებით მივიღებთ სასურველ შედეგს. თანამედროვე გაანგარიშების მეთოდიკა ითვალისწინებს გარემოდან სიხისტის პირობებს ყველაზე ხისტი შემადგენელი ელემენტის გათვალისწინებით და მანქანის მუშა ორგანოს პარამეტრებს ირჩევენ სიხისტის პირობიდან მეტობით. არსებული მეთოდიკის უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს ის, რომ არ ითვალისწინებს პლასტიკური გარემოს რეოლოგიურ მახასიათებლებს და მასზე ზემოქმედების ხერხს რაც ძირითადად მოცემული მასალისათვის (ნიადაგი), დატვირთვის მოხსნის შემდგომ პლასტიკური მასალები ვერ ახდენენ რელაქსაციას და ვდებულობთ სხვა რეოლოგიური მახასიათებლების მქონე ახალ გარემოს. აღნიშნული პრობლემა დგას ნიადაგებში, როცა მაღალი სიჩქარით დამუშავების დროს მიიღება პლასტიკური გარემო ყოველგვარი სტრუქტურის, აერაციის და ბიოსფეროს გარეშე. ცხადია ასეთი ნიადაგები წარმოებისათვის არაეფექტურია. ნიადაგში მცენარეთა ფესვთა სისტემის დამუშავების პროცესი განხილული იქნა როგორც სხეულების დარტყმითი ზემოქმედება ამიტომ მანქანის კონსტრუქციის დამუშავების დროს გათვალისწინებული იქნა ნიადაგის დამუშავების დასაშვები სიჩქარე, მასზე ზემოქმედების ფორმა და რეოლოგიური მახასიათებლები, რაც ძირითადად ნიადაგის სტრუქტურის დაცვის საკითხებში. შესაბამისად დაქუცმაცების პროცესის შესწავლისათვის გამოყენებული იქნა დარტყმის თეორიის საფუძვლები.

ნიადაგის რეოლოგიური მოდელები. ბუნებრივ პირობებში ნიადაგი წარმოადგენს კოაგულაციური სტრუქტურის მქონე დისპერსიულ სისტემას. ასეთი სტრუქტურის მყარი ნაწილები, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებული არიან კოლოიდებით, ქმნიან უწყვეტობებს, ხოლო სტრუქტურულ ელემენტებსა და ნაწილაკებს შორის არსებული ფორები ჰაერითა და წყლით არიან ამოვსებული. რეოლოგიაში ასეთი სისტემა განიხილება, როგორც არაწრფივი დრეკად-ბლანტი გარემო. არაწრფივობა ვლინდება ძაბვის ცვალებადობაში დეფორმაციის გადიდებით, დრეკადობა იმით, რომ ნიადაგს აქვს დეფორმაციის აღდგენის თვისება, პლასტიკურობა – ნიადაგის მასივზე გარე დატვირთვის მოდება იწვევს სტრუქტურული ელემენტებისა და ჩონჩხის მყარი ნაწილების გადანაცვლებას და ახლებურად დალაგებას, ასევე ფორებიდან წყლისა და ჰაერის გამოძევებას. ნიადაგისა და მისი კოლოიდური სტრუქტურის გადაწყობა, ასევე თავისუფალი წყლისა და ჰაერის ნარევის ფილტრაცია ხდება არა მყისიერად, არამედ რაღაც დროის მონაკვეთში. აქედან გამომდინარეობს, რომ რეალური ნიადაგის ქცევა დამოკიდებულია არამარტო მოდებული დატვირთვის აბსოლუტურ სიდიდეზე, არამედ დეფორმაციის დროზე, ე.ი. მუშა ორგანოს სიჩქარეზე. ამიტომ ნიადაგისათვის გამოსაყენებელია რეოლოგიის კანონზომიერებანი, რომლიც შეისწავლის მასალების დეფორმაციის მიმდინარეობას დროში. დრეკადი, ბლანტი და პლასტიკური თვისებები რეალური ნიადაგებისათვის გამოვლინდება სხვადასხვა შეხამებით, ამიტომ მათი აღწერა რთულ და ზოგჯერ პრაქტიკულად შეუძლებელ ამოცანას წარმოადგენს. ნიადაგის რეოლოგიური თვისებების და მახასიათებლების ანალიზისათვის გამოიყენება ე.წ. რეოლოგიური მოდელები, რომლებშიც ძირითადი თვისებები წარმოადგენილია მარტივი მექანიკური ელემენტების სახით (ნახ. 1).



ნახ. 1. მექანიკური მოდელები: ა. ჰუკის დრეკადი ტანი; ბ. ნიუტონის ბლანტი ტანი; გ. სენ-ვენანის (Saint-Venant) პლასტიკური ტანი.

ნიადაგის დრეკადი თვისებები მოდელირდება ზამბარით (ნახ.1.ა), რომელიც გამოსახება ჰუკის კანონით. იდეალური ბლანტი სითხე მოდელირდება სითხიანი ცილინდრით, რომელშიც ჩაფლულია ნახვრეტებიანი დგუში (ნახ.1.ბ). დგუშის გადაადგილების სიჩქარე აღიწერება ნიუტონის კანონით $\sigma = \mu \frac{d\varepsilon}{dt}$ (სადაც ε – ფარდობითი ბლანტი დეფორმაციაა, μ – სიბლანტის კოეფიციენტი). პლასტიკური დეფორმაცია მოდელირდება სენ-ვენანის ტანით (ნახ.1.გ). აღნიშნული სამი ელემენტის სხვადასხვა კომბინაციით შეერთების საფუძველზე შეიძლება აღვწეროთ ნიადაგის დრეკად-ბლანტი-პლასტიკური სხვადასხვა გამოვლინება (ნახ.2).



ნახ. 2. დრეკად-ბლანტი-პლასტიკური ტანების მექანიკური მოდელები: ა. ფოიგტის; ბ. მაქსველის; გ.-დ. განზოგადებული დრეკად-ბლანტი ტანები.

$$\sigma = H\varepsilon + \mu \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (1)$$

სადაც H არის დრეკადობის მოდული მუდმივი დატვირთვის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ზემოქმედების პირობებში (ხანგრძლივი დრეკადობის მოდული), μ – სიბლანტის კოეფიციენტი.

დეფორმაციის კანონი მაქსველის მოდელისათვის არის

$$\sigma + \tau \frac{d\sigma}{dt} = \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (2)$$

სადაც $\tau = \mu/E$ არის რელაქსაციის დრო, E – დრეკადობის მოდული დატვირთვის მყისიერი ზემოქმედების პირობებში (მყისიერი დრეკადობის მოდული).

ა. რ. რუჟანიცინი თვლის, რომ მასალების რეოლოგიური თვისებების ამსახველი ზედმეტად გართულებულ სქემებზე გადასვლა არ იძლევა მნიშვნელოვან შესწორებებს დეფორმაციის კანონებში და სერიოზულად ართულებს საანგარიშო ფორმულებს, ამიტომ პრაქტიკული გამოყენებისათვის, უმეტეს შემთხვევაში, მიზანშეწონილია შემოვიფარგლოთ ნახ.2.გ.დ. გამოსახული მოდელებით, რომლებისთვისაც დეფორმაციის კანონს აქვს სახე:

$$E\tau \frac{d\varepsilon}{dt} + H\varepsilon = n \frac{d\sigma}{dt} + \sigma, \quad (3)$$

სადაც ნახ. 2.გ. სქემისათვის ამ განტოლების კოეფიციენტები ტოლია

$$E=E_1; H = \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2}; \tau = \frac{\mu}{E_1 + E_2}, \quad (4)$$

ხოლო ნახ. 2. დ. სქემისათვის

$$E = E_1 + E_2; \quad H = E_1; \quad \tau = \frac{\mu}{E_2}. \quad (5)$$

ისე, როგორც ზემოთ განხილული მოდელებისათვის E არის მყისიერი დრეკადობის მოდული, H - ხანგრძლივი დრეკადობის მოდული, τ - რელაქსაციის დრო, μ - სიბლანტის კოეფიციენტი.

ნიადაგის დეფორმაციას დარტყმითი დატვირთვების დროს თან ახლავს ნარჩენი დეფორმაციის წარმოშობა, ამიტომ მაღალ სიჩქარეებზე მისი დეფორმაციისა და მსხვრევის კანონზომიერებანი საჭიროა ჩამოვყალიბოთ მაქსველისა (2) და წრფივი დეფორმაციის ძირითადი გამარტივებული რეოლოგიური კანონების საფუძველზე.

ნიადაგის დაქუცმაცებისათვის საჭირო ენერგია. მრავალი სასოფლო-სამეურნეო მანქანა (მულჩატორები, ჩაის სასხლავები და ა.შ.) მცენარეული მასალის მოჭრასა და დაქუცმაცებას ერთიან ტექნოლოგიურ პროცესში ახდენს. ამ მანქანების მუშა ორგანოს პარამეტრები უნდა აკმაყოფილებდნენ როგორც მოჭრის (გასხვლის), ისე დაქუცმაცების მოთხოვნებს.

ჯერ კიდევ შექმნილი არ არის მცენარეული მასალის დამსხვრევისა და დაქუცმაცების ისეთი განზოგადებული თეორია, რომელიც გამოსადეგი იქნება ყველა სახის მასალისა და დამქუცმაცებლებისათვის (სამსხვრეველებისათვის).

დასამსხვრევი მასალის, სამსხვრეველას კონსტრუქციის და მსხვრევის ხერხისაგან დამოკიდებულებით არსებობენ სხვადასხვა კერძო თეორიები, რომლებიც ძირითადად ეყრდნობიან რიტინგერის, კირპიჩევ-კიკის, რიბინდერის და ბონდის ვარაუდებს.

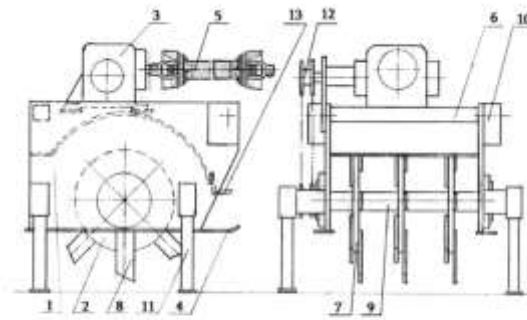
ამ თეორიებზე დაყრდნობით დამუშავდა მცენარეული მასალის დაქუცმაცების ენერგეტიკული შეფასების თეორია მობილურ მანქანებისათვის, რომლის საფუძველზემდებელი საანგარიშო ფორმულები შეიძლება გამოყენებული იქნას მობილურ სასოფლო-სამეურნეო მანქანებში დაქუცმაცების პროცესის ენერგეტიკული მახასიათებლების გაანგარიშების დროს.

მუშა ორგანოს კონსტრუქცია და ძირითადი გეომეტრიული ზომები. თეორიული კვლევების საფუძველზე განისაზღვრა მანქანის მუშა ორგანოს დინამიკური და კინემატიკური პარამეტრები. აღნიშნული მაჩვენებლები დაზუსტებული იქნა მანქანების პროექტირებისა და საინჟინრო გაანგარიშების მეთოდის გამოყენებით და დამუშავდა მუშა ნახაზები, რომლის მიხედვით მოხდა მუშა ორგანოს დეტალების დამზადება.

სოფლის მეურნეობაში რეკულტივაცია არის - მიწების ეკონომიკური მიზნებისთვის გამოსაყენებლად შესაფერის მდგომარეობაში მოყვანა. რეკულტივაცია გულისხმობს მიწის გასუფთავებას ან ამოძირკვას, კუნძების დაქუცმაცებას. თავიდან, ნარგავები ქუცმაცდება მულჩერით ზედაპირულად. შემდეგ ღეროებისა და ფესვების დასამტვრევი ფრეზით ქუცმაცდება დარჩენილი მცენარეულობა და მიწაში ჯერ კიდევ არსებული ფესვები და მულჩირებულ მასალასთან ერთად ერევა ნიადაგში. ამოძირკვის ჩვეულებრივი მეთოდია კუნძების ამოღება ექსკავატორებით ან ბულდოზერით, რაც ძალიან აზიანებს ნიადაგის სტრუქტურას და მოითხოვს კუნძების უტილიზაციას. ჩვეულებრივ, ამოღებულ მასალას წვავენ ან მარხავენ, რაც იწვევს გარემოს დაბინძურებას. ჩვენი ფრეზით პლანტაციების დამუშავებისას, ხის და სხვა ნარჩენებისგან დაქუცმაცებული მასალა რჩება ნიადაგში და უბრუნდება ბუნებაში არსებულ ნივთიერებების ცვლილების ციკლს. არ არის საჭირო კუნძების მოცილება და განადგურება, რაც ასევე მოითხოვს დიდ შრომას და სპეციალური აღჭურვილობის გამოყენებას. ამრიგად, ნიადაგის ღარვის შედეგად მიიღება ფხვიერი, ერთგვაროვანი და საკვები ნივთიერებებით მდიდარი ნიადაგის ფენა. ზოგადად, საუბარია ბუნებრივ, ეკოლოგიურად სუფთა, ყველაზე მდგრად და იაფ სასუქზე. როტოვატორით ნიადაგის დამუშავების შედეგად ხისნება ტენისა და ჰაერის წვდომა მის ქვედა ფენებში და ნადგურდება მავნებლების არსებული ბინადრობის ადგილები. ეს ყველაფერი ქმნის უფრო ხელსაყრელ პირობებს ნიადაგის სრული რეაბილიტაციისთვის.

როტოვატორი ანუ ნიადაგის ფრეზი არის 21-ე საუკუნის ტექნოლოგია, რომლითაც იჭრება ნიადაგების კვლავწარმოების პრობლემა. მისი საშუალებით შესაძლებელია კლდოვანი ნიადაგების

დამსხვრევა, კუნძებისა და დარჩენილი ფესვთა სისტემების განადგურება. ნახ.3 ნაჩვენებია და პროექტებული როტოვატორის სქემა.



ნახ.3. როტოვატორის სქემა
1-კორპუსი; 2-საფრეზი დოლი; 3-რედუქტორი; 4-სილრმის რეგულირების მექანიზმი;
5-კარდანული გადაცემა; 6-დამცავი გარსაცმი; 7-დისკი; 8-დანა;
9-დოლის ღერძი; 10-ავტოგადამბის ბერკეტის ბუდე; 11-გამოსაწვევ ფეხები;
12-გაქცეული გადაცემა; 13-უკუმჭრელი დანები.

როტოვატორის ძირითადი კვანძებია:ფურცლოვანი ლითონისაგან შედუღებული კორპუსი 1, საფრეზი დოლი 2, კონუსური რედუქტორი 3, სილრმის რეგულირების მექანიზმი 4, კარდანული გადაცემა 5, დამცავი გარსაცმი 6, უკუმჭრელი დანები 13. დისკოები ბრუნავენ 200-280 ბრ/წთ-ში სიხშირით.

დანები დამზადებულია 10-14 მმ-ის სისქის, მაღალი სიმტკიცის ფოლადისაგან, რომლებიც დამუშავებულია მექანიკურად და თერმულად 650-1200°C ტემპერატურაზე. დანა დასრულებულ სახეს იღებს სახეხ ჩარხზე დამუშავების შემდეგ. ცვეთის და ხახუნის შემცირების მიზნით გამოიყენება ცვეთამდეგვი დაფარვები.

დოლის ღერძი 9 ბრუნავს ორ ერთრიგა რადიალურ ბურთულა საკისრებზე (6412 FAG), რომლებიც ჩამონტაჟებულია კორპუსში. საფრეზი დოლი დახურულია გარსაცმით, რომელიც თავის მხრივ წარმოადგენს ლითონის ფურცლებისაგან შედუღებულ კარკასს 6. კარკასი იკავებს დაქუცმაცებულ მასალას გაფანტვისაგან და იცავს ოპერატორს მტვერისგან. კორპუსი აღჭურვილია საყრდენი თხილამურებით 4, რომლებიც ზღუდავენ საფრეზი დოლის ნიადაგში ჩაფლობისგან. ნიადაგის დამუშავების სიღრმე რეგულირდება თხილამურების პოზიციის სიმალის შეცვლით ლილვის ღერძის მიმართ. როტოვატორი ავტოგადამბის საშუალებით მაგრდება ტრაქტორზე. გადაბმის ბერკეტები თავსდება სპეციალურ ბუდეში 10. არასამუშაო მდგომარეობაში, აგრეთვე რემონტის და მომსახურების დროს როტოვატოს აყენებენ სპეციალურ გამოსაწვევ ფეხებზე 11. ფრეზბრუნვაში მოდის ტრაქტორის სიმძლავრის ამრთმევი ლილვიდან კარდანული გადაცემის, კონუსური 3 რედუქტორების საშუალებით. როტოვატორზე დატვირთვის შემცირების მიზნით ტრაქტორის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 0,4 კმ/სთ.

როტოვატორის ნორმალური მუშაობის ძირითადი მაჩვენებელი არის ნიადაგის და მასში არსებული ფესვების დაქუცმაცების ხარისხი და ერთგვაროვნება სილრმის მიხედვით. ნიადაგის დაქუცმაცების ხარისხი განისაზღვრება მიწოდებით დანაზე და ბურბუშელის სისქით. დამზადებულია როტოვატორის ექსპერიმენტული ნიმუში, რომლის ფოტოები ნაჩვენებია ნახ.4-ზე და 5-ზე. საცდელი ნიმუშის გამოცდის შედეგად გამოვლენილი ტექნიკური მახასიათებლები მოყვანილია ცხრილში. როტოვატორის ტექნიკური მონაცემები მოყვანილია 1-ელ ცხრილში.

როტოვატორის ტექნიკური მახასიათებლები	ცხრილი 1
მოდების განი (სმ)	75
ტრაქტორის სიმძლავრე (კვტ)	10-15
ფრეზის ბრუნვის სიხშირე (წთ ⁻¹)	220
როტოვატორის მასა (კგ)	450
სიმძლავრის ამრთმევი ლილვის ბრუნვის სიხშირე (წთ ⁻¹)	540

მუშა სიჩქარე (კმ/სთ)		0,4-2
ნიადაგის დამუშავების სიღრმე (სმ)		40
დანების რაოდენობა		24
გაბარიტული	სიგრძე	1050
ზომები (მმ)	სიგანე	1200
	სიმაღლე	1200



ნახ. 4. როტოვატორი აწყობილ მდგომარეობაში (ხედი უკნიდან).



ნახ. 5. როტოვატორი აწყობილ მდგომარეობაში (ხედი წინიდან).

4) პროექტი საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით მობილური ტექნიკის საგამოცდო პროგრამებისა და მეთოდების ქართული ვერსიების დამუშავება (2021-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

პაატა დოლიძე - აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

პაატა დოლიძე - აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ნ. ჩხიკვაძე - სპეციალისტი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

დამუშავდა ჩრდილოატლანტიკური(NATO) ხელშეკრულების ორგანიზაციის თვლიანი და მუხლუხა მანქანების გამოცდების 4 პუბლიკაციის (AVTP 02-10, AVTP 11-10, AVTP 11-20, AVTP 13-20 T) ქართული ვერსია.

AVTP 02-10.MAINTENANCE (ტექნიკური მომსახურება და რემონტი).დოკუმენტი აღწერს იმ მონაცემების შეგროვებისა და ანგარიშგების შედეგების პროცედურებს, რომლებიც გამოიყენება მანქანის ტექნიკური მომსახურების დაგეგმვის ადეკვატურობის შეფასებისას ტექნიკური მომსახურების ყველა დონეზე, კაპიტალური რემონტის გარდა. დოკუმენტი შეეხება სარემონტოდ ვარგისობის შენარჩუნების არარაოდენობრივ ასპექტებს, ისეთებს როგორებიცაა: ტექნიკური მომსახურებისა და რემონტის სიმარტივე (პროფილაქტიკური რემონტისას შემოწმებებისა და სამუშაოების ჩათვლით), ტექნიკური დოკუმენტაციისა და ინსტრუმენტების ადეკვატურობა, სათანადო ნაწილების ურთიერთშენაცვლებადობა, ამოცანების შესრულების დრო და ა.შ.

წარმოდგენილი პროცედურა საშუალებას იძლევა მივიღოთ ინფორმაცია კონსტრუირებისას ადამიანური ფაქტორის გათვალისწინების, საკონტროლო-გამზომი და სადიაგნოსტიკო მოწყობილობების, დიაგნოსტიკის ჩამონტაჟებული საშუალებების, ან ტექნიკურ მომსახურებასთან და რემონტთან შეწყობილობის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესახებ, მაგრამ არ ითვალისწინებს ამ საკითხებისთვის კონკრეტულ გამოცდებს.

AVTP 11-10.RELIABILITY, AVAILABILITY MAINTAINABILITY AND DURABILITY(RAM-D) TESTING OF WHEELED AND TRACKED VEHICLES (თვლიანი და მუხლუხა მანქანებისგამოცდები საიმედოობაზე, მზადყოფნაზე, სარემონტოდ ვარგისობაზე და ხანგამძლეობაზე).დოკუმენტი შეეხება სხვადასხვა სტანდარტულ ტრასებზე დადგენილ მანძილებზე და დროში სამხედრო დანიშნულების თვლიანი და მუხლუხა მანქანების საიმედოობაზე, მზადყოფნაზე, სარემონტოდ ვარგისობაზე და ხანგამძლეობაზე სასვლო გამოცდების ჩატარების პროცედურების აღწერას.

ხსენებული გამოცდები წარმოადგენენ დაყვანილი გამოცდების მიმდინარეობისას საიმედოობისთვის, მზადყოფნისთვის, სარემონტოდ ვარგისობისთვის და ხანგამძლეობისთვის საანგარიშო მონაცემების მიღების ძირითად საშუალებას, ასევე ინფორმაციის წყაროს ტექნიკური გაუმჯობესებებისა და ადამიანური ფაქტორების შესახებ.

AVTP 11-20.COLLECTION AND REPORTING OF RAM-D INCIDENT DATA FOR WHEELED AND TRACKED VEHICLES (იმ დაზიანებების შესახებ მონაცემების შეგროვება და წარდგენა, რომლებიც გავლენას ახდენენ თვლიანი და მუხლუხა მანქანების საიმედოობაზე, მზადყოფნაზე, სარემონტოდ ვარგისობაზე და ხანგამძლეობაზე).დოკუმენტი აღწერს თვლიანი და მუხლუხა მანქანების სარესურსო ან სხვა შესაბამისი გამოცდებისას იმ დაზიანებების შესახებ მონაცემების შეგროვებისა და წარდგენის პროცედურებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ საიმედოობაზე, მზადყოფნაზე, სარემონტოდ ვარგისობაზე და ხანგამძლეობაზე.

დოკუმენტი არ ეხება საიმედოობის, მზადყოფნის, სარემონტოდ ვარგისობის და ხანგამძლეობის მაჩვენებლების გამოთვლასა და ანალიზს (საიმედოობა, მზადყოფნა, რემონტამდე ნამუშევარი საშუალო ვადა და სხვ.). საიმედოობის, მზადყოფნის, სარემონტოდ ვარგისობის განსაზღვრის მაგალითები მოცემულია AVTP 00-09-ში-„ანალიზის ზოგადი მეთოდები“.

AVTP 13-20 T.TRAC (მუხლუხი). პუბლიკაციაში წარმოდგენილია მუხლუხების გამოცდის პროცედურები იმ მონაცემების შეგროვებისათვის, რომლებიც გამოყენებული იქნება მუხლუხების საექსპლუატაციო მახასიათებლების, საიმედოობისა და ხანგამძლეობის შეფასებისათვის.

მუხლუხები აუცილებელია მუხლუხა მანქანების უსაფრთხო გადაადგილები-სათვის. ისინი განიცდის ინტენსიურ დატვირთვებს და ცვეთას და წარმოადგენს ხმაურისა და ვიბრაციის მაღალი დონის ძირითად წყაროს მუხლუხა მანქანებში და მათ გარშემო.

ყველა ზემოთ ხსენებული დოკუმენტი წარმოადგენს ჩრდილოატლანტიკური (NATO) ხელშეკრულების ორგანიზაციის არასაიდუმლო პუბლიკაციას, რომელთაგანაც დასაშვებია ასლის გადაღება ან ამონარიდის გაკეთება უფლებამოსილი სააგენტოს თანხმობის გარეშე.

5) პროექტი დიდ ამპლიტუდურ გრეხით რხევებზე მომუშავე ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის ციფრული მოდელირება და კვლევა (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

მ. ჭელიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

მ. ჭელიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ვ. ზვიადაური – ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; მ. თედოშვილი – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

სხვადასხვა სახის ტექნოლოგიური ოპერაციები შესაძლებელია განხორციელებული იქნას მხოლოდ ვიბრაციული პროცესების მეშვეობით, რომლის დროსაც საჭიროა სხვადასხვა სიხშირის და სიდიდის ამპლიტუდები. ვიბრაციული რეჟიმების სტაბილურობაზე გავლენა აქვს აღმგზნების ძალის, დრეკადი სისტემის და ტექნოლოგიური დატვირთვის თანაფარდობასა და მათი ფიზიკო-მექანიკური თვისებებიდან გამომდინარე წრფივ თუ არაწრფივი ძალების ურთიერთგანლაგებას.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევებითა და სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული მონაცემებით დადგენილია, რომ ბლანტ ნივთიერებებში, სადაც ვიბროდისიპაცია დიდია, შემჭიდროების და ტრანსპორტირების ტექნოლოგიური ოპერაციები მაღალეფექტურად სრულდება დიდი ამპლიტუდებისა და დაბალი სიხშირეების (253ც) დროს. ბლანტ ნივთიერებებში ერთი და იგივე მანძილის განქოლვისას დაბალი სიხშირის ვიბრო ამპლიტუდებისათვის გაცილებით ნაკლები ციკლური პროცესია საჭირო და შესაბამისად ნაკლებია ამპლიტუდური დანაკარგები ციკლებზე მაღალი სიხშირის ამპლიტუდებთან შედარებით.

არსებულ წინსვლა-უკუსვლით ელექტრომაგნიტურ ვიბრატორებში, საპაერო ღრეჩოში გაზრდილი ელექტრომაგნიტური დანაკარგების გამო, ვიბროამპლიტუდები შეზღუდულია 1.5 მმ-მდე. აღნიშნულის გამო ჩვენს მიერ დამუშავდა ბრუნვით (გრეხვით) რხევებზე მომუშავე ვიბრატორი, რომელიც პრაქტიკულად უზრუნველყოფს 10-15 მმ-ს ამპლიტუდებს მინიმალურ 0.1 მმ-ის საპაერო ღრეჩოს პირობებში (ვიბროამპლიტუდების სიდიდე აღარ არის დამოკიდებული საპაერო ღრეჩოს სიდიდეზე). აღნიშნულ საკითხებზე მიღებულია პატენტი „ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მკვებავი“. საქპატენტიპატენტი P 2021 7262 B. № 5629/1 2021-10-12.

გასული საუკუნის 70-80 წლებში ნახევარგამართული ელექტროდენით კვებადი ელექტრომაგნიტური ვიბრატორების მათემატიკურ მოდელირებაზე საკმაოდ დიდი სამუშაოები იქნა ჩატარებული, გამოქვეყნდამრავალი სამეცნიერო ნაშრომი. მიუხედავად ამისა აღგზნების ელექტრულ წრედში მომუშავე ნახევარგამტარული დიოდით წყვეტის პროცესის მათემატიკურად წარმოდგენა მაინც პრობლემატური დარჩა. დღემდე სამეცნიერო ლიტერატურაში აღნიშნული პრობლემა სრულყოფილად განხილული არ არის.

აღნიშნული პრობლემის მათემატიკური და ფიზიკური პროცესის შესწავლისა და ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა, რომ ნახევარპერიოდულად წყვეტადი ელექტრომაგნიტური აგზნების ძალის (რომელიც გამოწვეულია ჩაკეტილ დენის წრედში ნახევარგამტარული დიოდის მოქმედების შედეგად) წარმოდგენა პერიოდულად ძაბვის ან დენის განულებით დაუშვებელია. მართლაც, ელექტრომაგნიტური აგზნების პირველი რიგის დიფერენციალურ განტოლებაში, ცვლადი წევრის (მდგენელის) განულება იწვევს მის ტრანსფორმირებას სრულიად სხვა ფიზიკური პროცესის აღმწერ განტოლებად. მაგალითად, რადიაქტიული ნივთიერების ხანგრძლივი დაშლის პროცესის აღმწერ განტოლებად.

ნახევარპერიოდულად მოქმედი დიოდით გამოწვეული დენის წყვეტის პერიოდი, ძაბვის ან დენის განულებით კი არა, არამედ ან მაგნიტური ნაკადის ქრობის განტოლებით უნდა იყოს აღწერილი, ან მაგნიტური ნაკადის განულებით.

სხვადასხვა ფიზიკური პროცესების შესასწავლად მოდელირება ფართოდ და წარმატებით გამოიყენება. ამით იოლდება სხვადასხვა პროცესების წინასწარი განჭვრეტა. ცხადია, რეალურ პირობებში გაზომვით მიღებული შედეგები უფრო საიმედოა, ვიდრე მოდელირების გზით მიღებული. მოდელი თავის მხრივ გამიზნულია პროცესის სიმულაციისათვის, რომელიც წარმოადგენს მიზანდასახულ რეალობის აბსტრაგირებულად, ანუ გამარტივებულ წარმოდგენას და განპიროვნებულია ფიზიკური და კოგნიტური შეზღუდვებით.

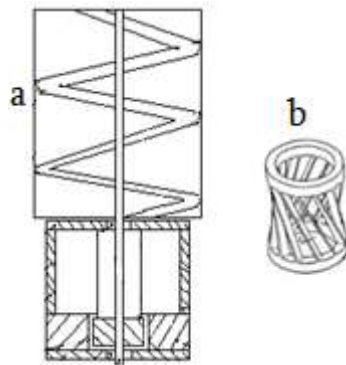
მთელი რიგი ტექნოლოგიური ოპერაციების ეფექტურად და მცირე ენერგოდანახარჯებით შესრულებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია, რომ ვიბრომანქანები მუშაობდნენ არაწრფივ რეზონანსულ რეჟიმებში.

რეზონანსის შედეგად, მინიმალური ენერგოდანახარჯებით, მიიღწევა მაქსიმალური რხევითი ამპლიტუდები, რომელებიც საჭიროა ამა თუ იმ ტექნოლოგიური ვიბროოპერაციების შესასრულებლად.

აქედან გამომდინარე, მეტად მნიშვნელოვანია ვიბრომანქანებში გამოყენებული იქნას მცირეჰისტერეზისიანი და არაწრფივი დრეკადი სისტემები.

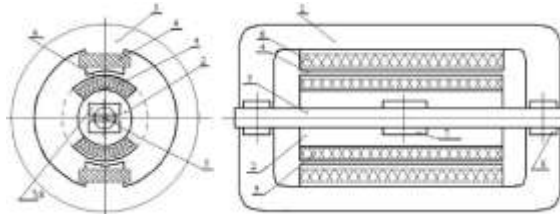
გრეხვით რხევებზე მომუშავე ელექტრომაგნიტურ მკვებავებში მაგნიტოგამტარების რხევით-ბრუნვითი მოძრაობებით შესაძლებელია რემდენჯერმე გაიზარდოს მექანიკური ამპლიტუდები. ამგვარი ვიბრატორები შესაძლებელია გამოყენებული იქნას სხვადასხვა ტექნოლოგიურ ოპერაციებში, დეტალების ორიენტირებული მიწოდებებისათვის და ავტომატურ სისტემებში. კონსტრუქციაზე მიღებული პატენტი, „ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მკვებავი“ საქპატენტი პატენტი P 2021 7262 B. № 5629/1 2021-10-12.

ნახ.1ა-ზე წარმოდგენილ ვიბრაციულ მანქანაში, დრეკად სისტემად, მსგავსად პოვიდაილოს ელექტრომაგნიტური ვიბრატორისა, გამოყენებულია ჰიპერბოლოიდური ტორსიონი (ნახ.1.ბ), რომელიც უზრუნველყოფს ვიბრაციული ამპლიტუდების, როგორც ბრუნვითი, ისე ვერტიკალური მდგენელების წარმოქმნას, რაც საჭიროა ტრანსპორტირებადი მასალის მუშა ორგანოზე (დახრილ სპირალურ ზედაპირზე) გადაადგილებისათვის.



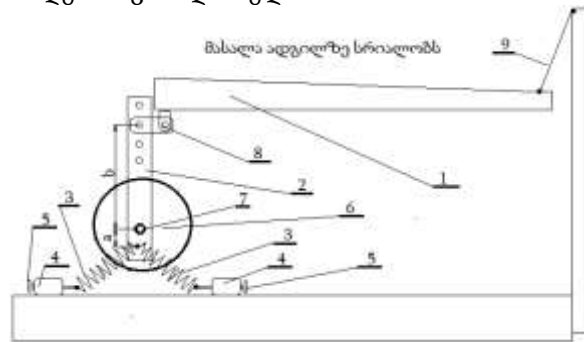
ნახ. 1. ა) ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მკვებავი (მანქანა), ბ) ჰიპერბოლოიდური ტორსიონი.

აღსანიშნავია, რომ მასალის ჰორიზონტალურად ტრანსპორტირების შემთხვევაში დრეკად სისტემად, უმჯობესია ნახ.2, სქემის მიხედვით, გამოყენებული იქნას ღუზას (როტორის) ლილვი, თუმცა ასეთ შემთხვევაში საჭირო ხდება ელექტროძრავას პრინციპზე მომუშავე სპეციალური ძრავას დამზადება.



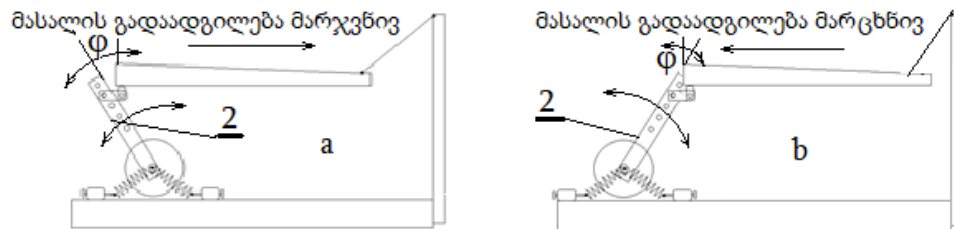
ნახ. 2. გრეხვითრხევებზე ვიბრირებადი ტორსიონული ვიბრატორი.

ჩვენს შემთხვევაში ვიბრომანქანის ლაბორატორიული ნიმუშის დრეკადი სისტემის ასაწყობად, გამოყენებული იქნა გაჭიმვაზე მომუშავე ზამბარები ნახ.3. ლაბორატორიულ პირობებში ჰიპერბოლოიდური ტორსიონის (ნახ.1b) დამზადება საკმაოდ მძნელია.



ნახ. 3. დიდი ამპლიტუდის ელექტრომაგნიტური მასალის სატრანსპორტო ვიბრომანქანა.

ნახ. 2. გრძელვით რხევებზე მომუშავე ვიბრომანქანის მეშვეობით შესაძლებელია განხორციელდეს ვიბრომანქანის მუშა ორგანო 1-ზე მოთავსებული მასალის, როგორც გაცრითი ასევე სეპარაციული ტექნოლოგიური პროცესები, მასალის ადგილზე წინსვლა- უკუსვლითი სრიალის მოძრაობების მეშვეობით, ისე სხვადასხვა სიჩქარის და მიმართულების სწორხაზოვანი წინსვლითი (ნახ.3a) და უკუსვლითი (ნახ.3b) მოძრაობები. ზემოთ აღნიშნული ტექნოლოგიურ ოპერაციები უზრუნველყოფილია ბერკეტ 2-ის ვერტიკალიდან გადახრილი პოზიციით.



ნახ. 4. დიდი ამპლიტუდის ელექტრომაგნიტური ვიბროტრანსპორტიორები: a) წინსვლითი, b) უკუსვლითი.

ბერკეტ 2-ის სხვადასხვა პოზიციებში დაფიქსირება ხდება გაჭიმვაზე მომუშავე ზამბარების 3-ის დაჭიმულობების ცვლილებით, რასაც უზრუნველყოფს კრონშტეინი 4 და ხრახნი 5 (ნახ.3). ბერკეტი 2-ის ბრუნვითი პულსირებული რხევითი მოძრაობები მიიღება ძრავას 6-ის პულსირებულად რხევადი ლილვის 7-ის შედეგად. ტრანსპორტირებადი მასალის მუშა ორგანოს მთელ სიგრძეზე თანაბარი მოძრაობის მისაღებად (არათანაბარი ხტუნვა-ბრუნვითი მოძრაობების თავიდან ასაცილებლად), მუშა ორგანო ბერკეტ 2-თან შეერთებულია სახსრული ან დრეკადი ელემენტით 8. მუშა ორგანოს ჰორიზონტალური ან საჭირო დახრის დაფიქსირება ხდება დაკიდების ბაგირი 9-ით. ბერკეტი 2-ის a და b მხრების სიგრძეების ცვლილებით შესაძლებელია როგორც მასის ინერციის მომენტის, ისე დრეკადი ზამბარებით გამოწვეული დრეკადი ძალის მომენტის (დრეკადობის წინააღმდეგობის) ცვლილებები, ანუ მარტივად ზოგიერლდება ვიბრომანქანის გადაწყობა სხვადასხვა რეჟიმებში სამუშაოდ, რითაც შესაძლებელი ხდება მთელი რიგი ტექნოლოგიური ოპერაციების შესასრულება.

ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია გრძელვით რხევებზე მომუშავე დიდი ამპლიტუდების ელექტრომაგნიტური ვიბრომანქანის რეალური ლაბორატორიული მოდელი, სადაც დრეკად ელემენტად გამოყენებულია გაჭიმვაზე მომუშავე ცილინდრული ზამბარები.



ნახ. 5. გრეხვით რხევებზე მომუშავე დიდი ამპლიტუდების ელექტროვიბრაციული მანქანა.

ბრუნვით რხევებზე მომუშავე ვიბრატორი წარმოადგენს ორტაქტა ვიბრატორს და ანალოგიურად მიზიდვაზე მომუშავე ორტაქტა ელექტრომაგნიტური ვიბრატორებისა, ამპლიტუდების სიდიდე ასევე ადვილად რეგულირდება შემაგნიტების ცვლილებით. თუმცა მიზიდვაზე მომუშავე ელექტრომაგნიტური ვიბრატორებისაგან განსხვავებითაგზნების ძალა რხევის ამპლიტუდის მიმართ წრფივია და სიმეტრიული ორივე ტაქტის მიმართ.

$$M = M_{\tau} 2p = k_M I_2 \Phi_{\delta} = \frac{1}{\pi} N I_a \rho \Phi_{\delta}. \quad (1)$$

გრეხვით რხევებზე მომუშავე ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის მიერ აღძრულ რხევებს აქვთ ჰარმონიული ხასიათი და პრაქტიკულად შესაძლებელია მისი მათემატიკური მოდელი აღიწეროს ანალოგიურად წინა წლის წარმოდგენილი ანგარიშში არსებული მათემატიკური მოდელისა, რომელსაც ექნება შედეგი სახე.

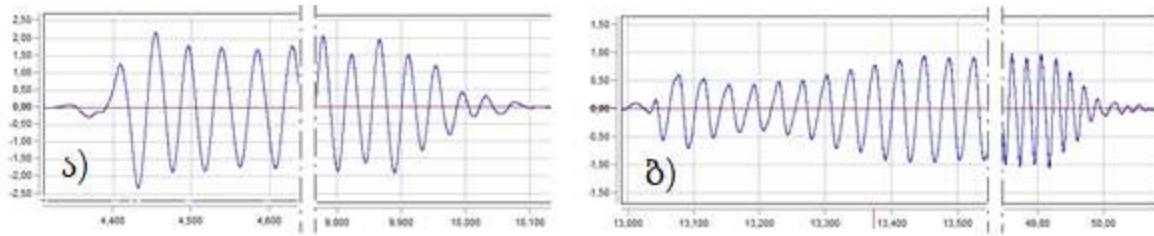
$$\ddot{\varphi} + 2h\dot{\varphi} + \omega_0^2 \varphi = ar * \sin(\omega t). \quad (2)$$

სადაც φ -დრეკადი ელემენტის (სისტემის) დეფორმაციი შედეგად გამოწვეული გაგრეხვის კუთხეა, r -მხარის (ბერკეტის) სიგრძეა, a -კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებ სფორმულებიდან მგრეხავი მომენტის მაქსიმალურ (პიკური) სიდიდეს.

ცხადია ამპლიტუდის სიდიდე ტოლი იქნება გრეხვის კუთხე φ (რადიანებში) გამრავლებული გრეხვის r მხარის სიგრძეზე.

წარმოდგენილ ვიბრატორში რხევის ამპლიტუდები შესაძლებელია მიღებული იქნას ნებისმიერი სიდიდის, ამა თუ იმ ტექნოლოგიური ოპერაციის ეფექტურად წარმართვისათვის. ამპლიტუდების სიდიდის შეზღუდვა ნახ.2, 3 და 4-ის მიხედვით დრეკადი სისტემების შემთხვევაში დამოკიდებული არ არის დრეკადი სისტემის შესაძლებლობაზე, თუმცა გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ მაღალ სიხშირეებზე ინერციული დატვირთვები ძლიერ იზრდება. მაგალითისათვის 100 ჰც-ის დროს 5 მმ ამპლიტუდისთვის აჩქარება $a = (6.28 \cdot 100)^2 \cdot 0.005 = 1972 \text{ მ/წმ}^2$ –ისტოლია, რომელიც 1 კგ მასის შემთხვევაში გამოიწვევს 19720 ნ-ის ძალის ტოლ ინერციულ დატვირთვებს, რომლთა იზოლაცია პრაქტიკულად შეუძლებელი იქნება, რომ არაფერი ითქვას ამგვარი ინერციული დატვირთვებისაგან გამოწვეულ მექანიკურ დამანგრეველ დაზიანებებზე. ტექნოლოგიური ოპერაციების დიდი უმრავლესობის ეფექტურად შესრულებისათვის საჭიროა დიდ ამპლიტუდები დაბალი 25 ჰერცზე და უფრო ნაკლებ სიხშირეებზე. მაგალითად 25 და 50 ჰც-ის სიხშირეების დროს შესაბამისდ გვექნება აჩქარებები 123 მ/წმ² და 493 მ/წმ² შესაბამისი დატვირთვებით 1230 ნ და 4930 ნ-ით, რაც დაახლოებით 16 და 4 -ჯერ ნაკლებია 100 ჰც-იან დატვირთვებთან შედარებით.

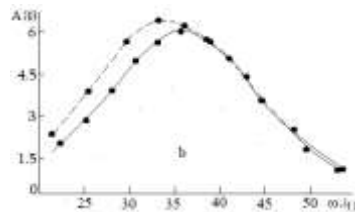
ნახ. 6-ზე ნაჩვენებია 25 ჰც-ის რეზონანსული რეჟიმის გადაადგილების ამპლიტუდების ჰარმონიული იძულებითი ძალით რეზონანსში შესვლის, დამყარების და რეზონანსული რეჟიმიდან გამოსვლის ოსცილოგრამები (ნახ.6a), ხოლო ნახევარპერიოდულადგამართული იძულებითი ძალის შემთხვევაში(ნახ. 6. ბ).



ნახ. 6. ვიბრატორის 25 ჰერციანი რეჟიმის გადაადგილების ამპლიტუდების ოსცილოგრამები.

ნახ. 6. ბ-ზე დაფიქსირებული ამპლიტუდების სიდიდეები შემცირებულია ნახ.6a-თან შედარებით, მაგალითად გადაადგილების ამპლიტუდები ორჯერ არის შემცირებული, რაც შედეგია იმისა, რომ ნახევარპერიოდული დენით კვებისას როტორის გრაგნილზე მოდის მხოლოდ ნახევარ პერიოდზე მბრუნებული (გრეხვითი) ძალა, ანუ ვიბრატორზე მიწოდებული სიმძლავრე ორჯერ მცირდება.

ნახ. 7-ზე ნაჩვენებია ვიბრომანქანის ექსპერიმენტული ამპლიტუდურ-სიხშირული დიაგრამა, რომელიც მიღებულია სტატორის გრაგნილების სრულად გამართული დენით კვების შემთხვევის დროს.



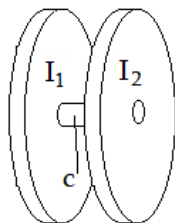
ნახ. 7. ვიბრომანქანის ექსპერიმენტული ამპლიტუდურ-სიხშირული დიაგრამა.

ნახ. 7-ზე ნაჩვენები თავისუფლად იზოლირებული ორმასიანი ვიბრომანქანის საანგარიშო სქემა (მათემატიკური მოდელი), რომლის მასების განაპირა მხარეებზე არ მოქმედებს დრეკადი ძალები. ფორმულა (1)-ის მიხედვით და შესაბამისი პირობის გათვალისწინებით ვღებულობთ შემდეგ განტოლებათა სისტემას.

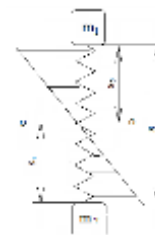
$$I_1 \ddot{\varphi}_1 - c(\varphi_1 - \varphi_2) = M(t) \quad (3)$$

$$I_2 \ddot{\varphi}_2 - c(\varphi_2 - \varphi_1) = -M(t) \quad (4)$$

სადაც φ გრეხვითი კუთხეა.



ნახ. 8. ორმასიანი გრეხვაზე ვიბრირებადი თავისუფალი სისტემა.



ნახ. 9. ორმასიანი თავისუფალი სიტემა რხევის ნეიტრალური წერტილით.

რეალურ რხევით სისტემებში აუცილებლად ადგილი აქვს დისიპაციური ძალების მოქმედებას ამდენად (3) და (4) განტოლები ღებულობს შემდეგ სახეს

$$I_1 \ddot{\phi}_1 + \Theta(\phi_1 - \phi_2) + c_\varphi(\phi_1 - \phi_2) = M \sin(\omega t + \xi), \quad (5)$$

$$I_2 \ddot{\phi}_2 - \Theta(\phi_1 - \phi_2) - c_\varphi(\phi_1 - \phi_2) = -M \sin(\omega t + \xi). \quad (6)$$

სადაც c_φ დრეკადი ელემენტის (ტორსიონის) გრეხვითი სიხისტეა.

მათემატიკური გაანგარიშების (მოდელირების) გამარტივების მიზნით (5) და (6) განტოლებებთან სისტემა შესაძლებელია მიყვანილი იქნას მხოლოდ ერთ დაყვანილი მასის ინერციის მომენტის დიფერენციალურ განტოლებაზე.

$$\ddot{\phi} + \frac{\Theta}{I} \dot{\phi} + \frac{c}{I} \phi = \frac{M}{I} \sin(\omega t + \xi), \quad (7)$$

სადაც I - დაყვანილი მასის ინერციის მომენტი.

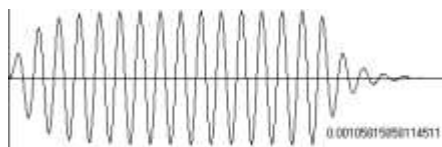
$$I = \frac{I_1}{1+I_1/I_2} = \frac{I_3}{1+I_2/I_1} = \frac{I_1 I_2}{I_1 + I_2}. \quad (8)$$

უნდა აღინიშნოს, რომ დაყვანილ ერთ მასიან დიფერენციალურ განტოლებაში ორმასიანი სისტემის სიხისტე c ტოლი უნდა იყოს დრეკადი ელემენტის მთელი სიგრძისა, ანუ ექვივალენტური უნდა იყოს დაყვანილი მასის. მაგალითად ტოლი აქტიური და რეაქტიული მასების შემთხვევაში დაყვანილი მასისთვის შესაბამისი c_1 და c_2 სიხისტეების საშუალო მნიშვნელობა უნდა შემცირდეს ორჯერ, ისევე როგორც დაყვანილი მასა m -ია შემცირებული, ან ტოლი მასების ინერციული მომენტების შემთხვევაში ინერციის მომენტი I უნდა შემცირდეს. ფორმულა (8)-ის მიხედვით, I შემცირებულია ორჯერ.

მთელ რიგ შემთხვევებში, მაგალითად ნივთიერებათა ტრანსპორტუნარიანობის და სიჩქარეთა დაზუსტებული მოდელირებისას და რაც მთავარია, არათანაბარი მასების შემთხვევაში, აუცილებელი ხდება აღნიშნული მანქანების, როგორც ორმასიან სისტემად გამოკვლევა, რადგან (7) განტოლებით არ ფიქსირდება მასების ერთმანეთთან ურთიერთქმედების შედეგად გამოწვეული ასიმეტრიული რხევები, შესაბამისი დამატებითი აჩქარებები, რომლებსაც არც თუ ისე მცირე გავლენა აქვთ მუშა ორგანოს რხევის ფორმებზე და მასალის გადაადგილების სიჩქარეზე.

სამეცნიერო ლიტერატურაში თავისუფალი ორმასიანი იზოლირებული სისტემებისათვის დამახასიათებელი c_1 და c_2 (ნახ.9) სიხისტეების ნაცვლად, ფიქსირდება მასებს შორის არსებული დრეკადი ელემენტის მთელი სიგრძის შესაბამისი c სიხისტე, რის გამოც არათანაბარი მასების, დრეკადი სისტემების სიხისტეების და ტექნოლოგიური დატვირთვების შედეგად განსხვავებული რხევის ფორმები მიიღება და ასევე ორმასიან და ერთ მასაზე დაყვანილი სისტემებს შორის განსხვავებული საკუთარი სიხშირები მიიღება.

მე-(5), (6) და (7) დიფერენციალური განტოლებების საფუძველზე შექმნილი იქნა სიმულიატორი, რომლის მიხედვითაც ჩატარებული იქნა მთელი რიგი რიცხვითი ექსპერიმენტები. უნდა აღინიშნოს, რომ სამეცნიერო ლიტერატურაში უშუალოდ ორმასიან სისტემაზე (თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ერთმასაზე დაყვანილ ერთგანტოლებიან სისტემას) მათემატიკური მოდელირების შედეგები, ანუ რიცხვითი ექსპერიმენტებით მიღებული რხევის ამონახსნები არ მოიპოვება, მითუმეტეს სისტემის არასიმეტრიული პარამეტრების შემთხვევებისათვის. ცხადია სიმეტრიული წრფივი ორმასიანი სისტემებისათვის თეორიული ამონახსნები არსებობს.



ნახ. 10. a ორმასიანი გრეხვაზე ვიბრირებადი თავისუფალი სისტემა.

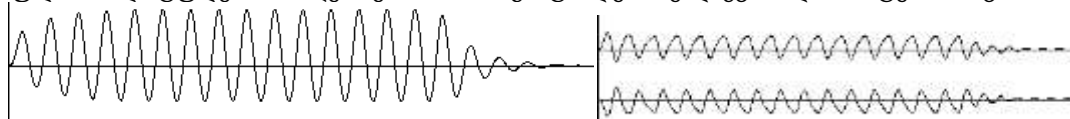


ნახ. 10. b ორმასიანი თავისუფალი სისტემა რხევის ნეიტრალური წერტილით.

ნახ.10-ზე ნაჩვენებია გრეხვითი რხევების ვიბრაციული მანქანის ვიბრო გადაადგილების ოსცილოგრამები, რომლებიც მიღებულია 50 ჰერცის ჰარმონიულ იძულებით ძალაზე მომუშავე ერთ ინერციის მომენტზე დაყვანილი სიმულიატორით.

ნახ. 10. a შეესაბამება ერთ მასაზე დაყვანილ სისტემას. ნახ. 10. b ორმასიან სისტემას. სისტემების სიხისტედ ორივე შემთხვევებისათვის აღებულია დრეკადი ელემენტის მთელი სიგრძის შესაბამისი სიხისტე. როგორც ოსცილოგრამებიდან ჩანს რეზონანსული ამპლიტუდები მიიღება ერთმასიან განტოლებაზე დაყვანილი სიმულიატორის მეშვეობით, ხოლო ორმასიანი სისტემის განტოლებების სიმულიატორით, იგივე c სიხისტის შემთხვევაში არ მიიღება რეზონანსული ამპლიტუდები.

ნახ. 11-ზე ნაჩვენებია იგივე პარამეტრების დიფერენციალური განტოლებებით მიღებული რხევითი ოსცილოგრამები ნახევარპერიოდული აგზნების შემთხვევაში. ამ შემთხვევაშიც რეზონანსული ამპლიტუდები მიიღება ერთმასიან განტოლებაზე დაყვანილი სისტემისათვის.



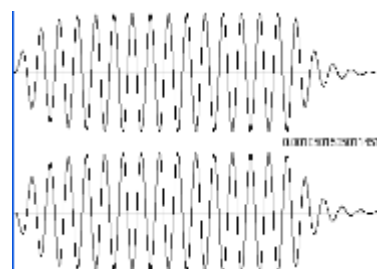
ნახ. 11. a ერთ მასაზე დაყვანილი c სიხისტის სისტემის ოსცილოგრამა.

ნახ. 11. b ორმასიანი c სიხისტის სისტემის ოსცილოგრამა.

ნახ. 10-ისა და ნახ. 11-ის შედარებით კარგად ჩანს, რომ ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის ნახევარპერიოდულად გამართული იძულებითი ძალით კვების დროს მიღებული რეზონანსული ამპლიტუდები თითქმის განახევრებულია ჰარმონიული (სრული სინოუსოიდალური) იძულებით ძალით კვების შემთხვევისაგან, რადგან ვიბრატორს ნახევარპერიოდულად გამართული დენებით კვებისას განახევრებული სიმძლავრე მიეწოდება.



ნახ. 12. a ერთ მასაზე დაყვანილი $2c$ სიხისტის სისტემის ოსცილოგრამა.

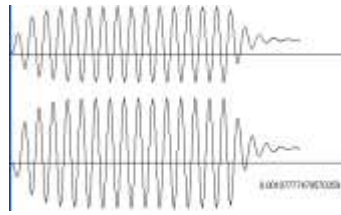


ნახ. 12. b ორმასიანი $2c$ სიხისტის სისტემის ოსცილოგრამა.

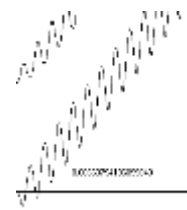
სიხისტის გაორმაგების შემთხვევაში, პირიქით, რეზონანსული ამპლიტუდები მიიღება ორმასიანი სისტემისათვის (ნახ.12b), ხოლო ერთ მასაზე დაყვანილი განტოლებით კი არ მიიღება რეზონანსული რხევითი ამპლიტუდები (ნახ.12a). ნახევარპერიოდულად გამართული იძულებითი ძალით კვების შემთხვევაში, ასევე შემცირებულია რხევის ამპლიტუდის სიდიდეები.

რიცხვითი ექსპერიმენტებით მიღებული შედეგების (ოსცილოგრამების) მიხედვით ორმასიანი ვიბრო სისტემისათვის (ორივე დიფერენციალური განტოლების) სიხისტედ აიღება დრეკადი ელემენტის მთელი სიგრძის c სიხისტე, ხოლო ერთ მასაზე დაყვანილი (განახევრებულ მასაზე) ერთი დიფერენციალური განტოლებისათვის ასევე აიღება ზამბარის მთელი სიგრძის c სიხისტე. თუ ვისარგებლებთ არადაყვანილი ორმასიანი სისტემის ერთ-ერთი განტოლებით, მაშინ (თანაბარი მასების შემთხვევაში) სიხისტედ აღებული უნდა იქნას გაორმაგებული $2c$ სიხისტე, ანუ ზამბარის ნახევარი სიგრძე.

არასიმეტრიული პროცესებისათვის მაგალითად განსხვავებული მასების, ან სხვა პარამეტრების შემთხვევებში მე-(5) და მე-(6) განტოლებათა სისტემა კორექტირების გარეშე (ნახ.9) აღარ ასახავს რეალურ პროცესებს, რაც სამეცნიერო ლიტერატურაში არ არის ნათლად დაფიქსირებული. მაგალითად, ნახ.13-ზე ნაჩვენებია ჰარმონიული (ნახ.13a) და ნახევრად გამართული აგზნებით (ნახ.13b) კვებადი არათანაბარი მასების მქონე ორმასიანი სისტემის ოსცილოგრამები.



ნახ. 13. a $0.4 \cdot c_p = 40\text{ჰც}$. და $0.6 \cdot c_p = 60\text{ჰც}$.



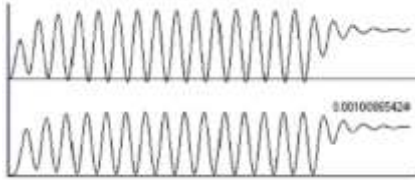
ნახ. 13. b $0.4 \cdot c_p = 40\text{ჰც}$. და $0.6 \cdot c_p = 60\text{ჰც}$.

არსებულ მათემატიკურ მოდელზე შედგენილი სიმულატორის მეშვეობით ორმასიანი რხევითი სისტემა ჰარმონიული აგზნების შემთხვევაში, იძულებითი ძალის გათიშვისას, არარეალურად გამოდის რეზონანსული რეჟიმიდან (ნახ.13a), ხოლო ნახევარპერიოდული აგზნებისას არ მყარდება რეზონანსული რეჟიმი და ასევე არარეალურად გადახრილი რჩება ნულოვანი ღერძიდან (ნახ.13b), თითქოს დრეკადი სისტემა არ არსებობს.

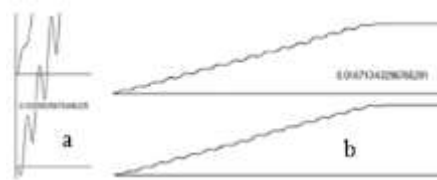
ორმასიან ვიბრო სისტემებში, ისევე როგორც მრავალმასიან სისტემებში ერთ-ერთ მასაზე მიწოდებული აგზნების ძალა, დრეკადი სისტემის მეშვეობით, იწვევს დანარჩენი მასების რხევას.

ნახ.14-ზე ნაჩვენებია ორმასიანი ვიბრომანქანის რეზონანსული რხევითი რეჟიმი, როდესაც აგზნების ძალა $b \cdot \sin(\omega t + \xi)$ მოქმედებს (5), (6) განტოლებათა ორმასიან სისტემის მხოლოდ ერთ-ერთ მასაზე.

სიმულატორით მეშვეობით მიღებული რხევითი რეჟიმის ოსცილოგრამიდან (ნახ.14) ჩანს, რომ ორმასიან სისტემის ერთ-ერთი მასის ჰარმონიული იძულებითი ძალით აგზნებით მიიღება მკვეთრი ასიმეტრიული ოსცილოგრამები, რომლებიც იძულებითი ძალის გამორთვის შემდეგ ასევე ასიმეტრიულად ქრებიან და რჩებიან გადახრილ მდგომარეობაში, რაც არ შეესაბამება რეალობას.



ნახ. 14. a ჰარმონიული ძალა მოქმედებს ორმასიანი სისტემის მხოლოდ ერთ-ერთ მასაზე.



ნახ. 14. b ჰარმონიული ძალა მოქმედებს ორმასიანი სისტემის მხოლოდ ერთ-ერთ მასაზე.

ასევე არარეალურია ნახ.14a და ნახ.14b-ზე ნაჩვენები ორმასიან ვიბრო სისტემის ერთ-ერთ მასაზე მოქმედი ნახევარპერიოდულად გამართული იძულებითი ძალით მიღებული რხევის განვითარების პროცედურა, რომელიც მიღებულია (5), (6) დიფერენციალური განტოლებების ბაზაზე შედგენილი სიმულატორის მეშვეობით.

პრაქტიკული და სამეცნიერო მნიშვნელობებიდან გამომდინარე სამუშაოს გაგრძელება მიზანშეწონილია ორმასიანი ვიბრატორებისათვის ასიმეტრიული პარამეტრების შემთხვევებისათვის.

6) პროექტი ადგილობრივი მინერალური რესურსების ბაზაზე ფართო ტემპერატურული დიაპაზონის სუპერთბოისაიზოლაციო ვაკუუმ-პანელების (VIP) დამზადების ტექნოლოგიების მოდელირება და ტესტირება (2021-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;
2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.
- 3) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.).
- 3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ბიჭიკო მაზანიშვილი - დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

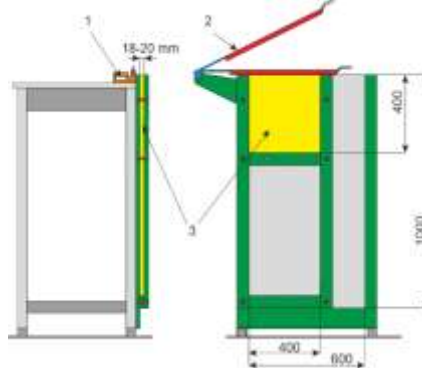
შემსრულებლები: ბიჭიკო მაზანიშვილი - დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ლ. რობაქიძე - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

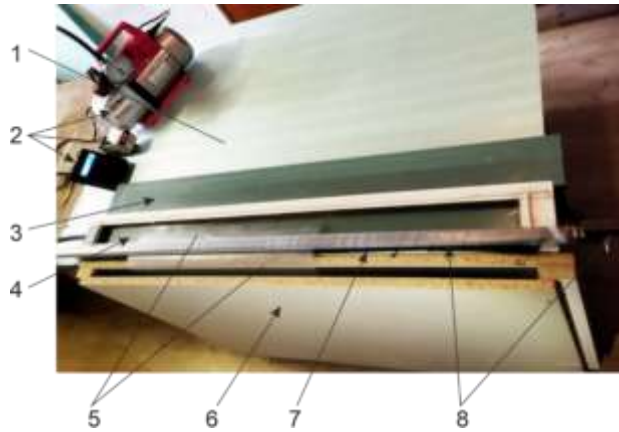
დღეისთვის ვაკუუმთბოიზოლაცია (VIP) მსოფლიოში აღიარებულია როგორც ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტური ტექნოლოგიური თბოგანმხოლოების საშუალება. VIP პანელების მიღების პერსპექტიული და გამარტივებული სამრეწველო ტექნოლოგიების შემუშავება, მათ ბაზაზე ინოვაციური კომპოზიციური თბოსაიზოლაციო მასალების დამზადება და მათი საბაზრო ფასების შემცირება არის არსებული ენერგეტიკული პრობლემის გადაწყვეტის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გზა. VIP-ის პანელის გულანად გამოყენებული აეროგელის მასალის კომპოზიციები საკმაოდ ზრდის პანელის თვითღირებულებას.

ინსტიტუტში დამუშავდა ენერგოეფექტური ვაკუუმთბოსაიზოლაციო (VIP) პანელების დამზადების ტექნოლოგიები და რეცეპტურები, როგორც აეროგელის არმირებული კომპოზიციებისა, ასევე ადგილობრივი, იაფი ნედლეულისა (დიატომიტის, აფუებული პერლიტის, ცეოლიტის და სხვა) ჰიბრიდული კომპოზიტების ბაზაზე. ეს უკანასკნელი თავისი ქიმიური შედგენილობით თითქმის იდენტურია და ძალიან წააგავს ძვირფას აეროგელის კომპოზიციებს. მათი მახასიათებლების ანალიზმა აჩვენა, რომ სამომხმარებლო ბაზარზე ფართოდ გავრცელებულ თბოსაიზოლაციო მასალებთან შედარებით მათი თვისებები თითქმის **ერთი თანრიგითაა** უკეთესი. **დაპროექტებული და დამზადებულია:**

- **VIP-ის** ვაკუუმის სიღრმის გამზომი ზუსტი ხელსაწყო კონტროლერით, სენსორითა და ციფრული დისპლეით.
- შეძენილი ძირითადი მასალებისა და დანამატების ბაზაზე დამზადდა ვაკუუმთბოსაიზოლაციო პანელის შესაქმნელად საჭირო ფხვნილების **კომპოზიციური** მასალები, რომელთა ფხვნილების ჰომოგენიზაციაც მოხდა მთვრალი კასრის საშუალებით.
- VIP პანელის დასამზადებელი **უნივერსალური** შესადულებელ-დასავაკუუმებელი დანადგარი, რომლის სამუშაო მაგიდაზე დამონტაჟებული ტემპერატურის ავტომატური რეგულირების მქონე **უთოს** საშუალებით შესაძლებელია 100 სმ-მდე გაბარიტის მქონე ნებისმიერი ზომის ვაკუუმ თბოსაიზოლაციო პანელის შესაფუთი მრავალფენიანი პლასტიკის კონვერტის შედულებით დამზადება. დანადგარის მაგიდაზე დამონტაჟებული ორსეცციანი ვაკუუმტუმბოსა და ზემოთაღნიშნული შესადულებელი უთოს საშუალებით შესაძლებელია დიატომიტის კომპოზიციით სავსე პლასტიკის კონვერტის შიგთავსის ღრმა ვაკუუმის ქვეშ შედულება.



ნახ. 1. **VIP** პანელის ვაკუუმირებისა და **VIP კონვერტის** შესადულებელი უნივერსალური დანადგარის პრინციპული ესკიზი: 1-დასავაკუუმებელი კამერა, 2-კონვერტის შესადულებელი უთო, 3-**VIP** პანელი სიგრძით 400-1000 მმ და სიგანით 400-600 მმ.

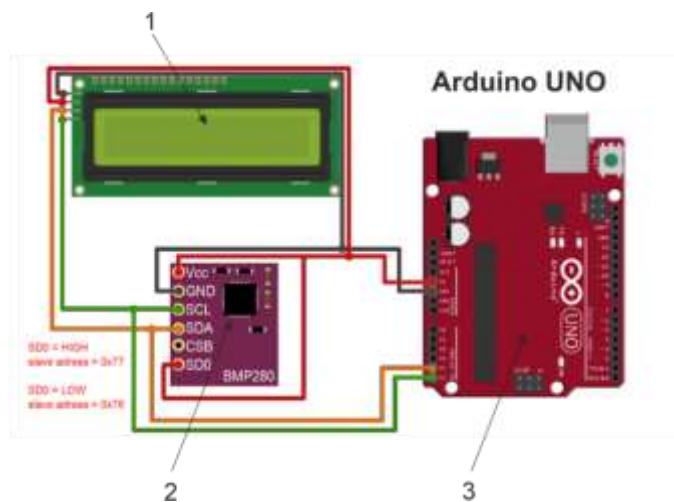


ნახ. 2. VIP პანელის ვაკუუმირების უნივერსალური

1-სამონტეჟო მაგიდა, 2-ხელსაწყოები, 3-ვაკუუმ-კამერის სახურავი, 4-ვაკუუმ-კამერა, 5-ვაკუუმ-პაკეტი, 6- VIP პანელის შესავსები ბუდე, 7-აქაფებული კაუჩუკი, 8- VIP პანელის შესადუღებელი უთო სახელურით



ნახ. 3. მაღალი სიზუსტის ციფრული ვაკუუმმეტრის ინტერფეისი და ხედი დაშლილ მდგომარეობაში კორპუსი, ციფრული დისპლეი, კონტროლერი და 24 ბიტის ციფრული სენსორი, 0-10⁵ პასკალის გაზომვის დიაპაზონით და [1Pa] სიზუსტით.



ნახ. 4. მაღალი სიზუსტის ვაკუუმმეტრის ელექტრული წრედის პრინციპული სქემა: 1- ციფრული დისპლეი, 2-24 ბიტიანი ციფრული წნევის სენსორი, 3-კონტროლერი.

ზემოთ აღნიშნული მოწყობილობა დანადგარებით, ადგილობრივი მინერალური ნედლეულის ბაზაზე VIP-ის პანელის გულანას კომპოზიციებით და მრალფენიანი მაღალბარიერული მოალუმინებული ვაკუუმფირების საშუალებით შესაძლებელია დამზადდეს იატაკის, ჭერის, კედლების და სხვა დანიშნულების რეალური მასშტაბის VIP პანელების ლაბორატორიული ნიმუშები.

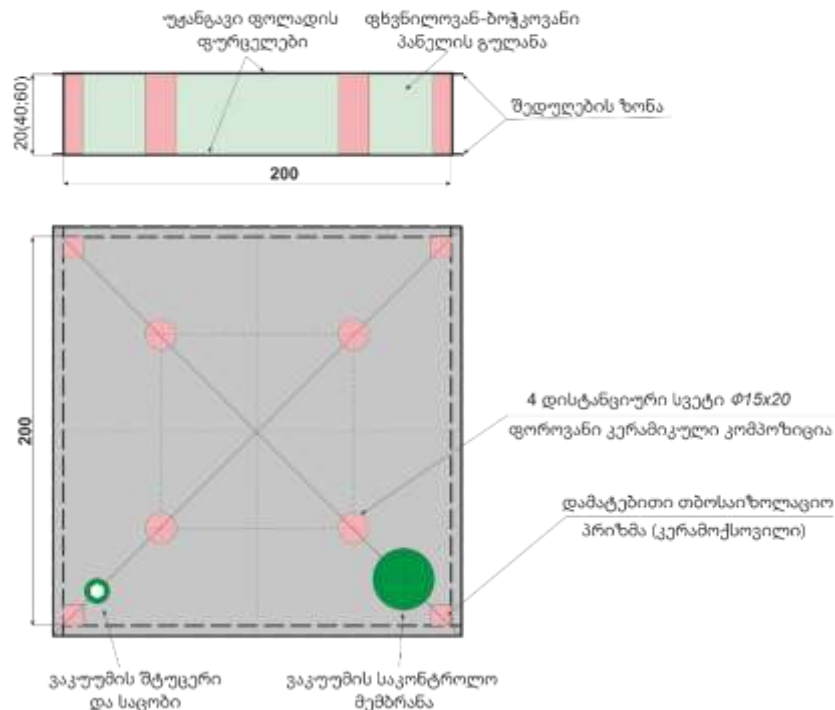
დიატომიტის, ცეოლიტებისა და პერლიტის ბაზაზე დამზადებულ ახალ კომპოზიციური თბოსაიზოლაციო VIP პანელებს ბოლო 4-5 წლის მანძილზე კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი გამოყენების სფერო დაემატა, მას შემდეგ რაც გაიზარდა მოთხოვნილება მაღალტემპერატურულ სითბოს აკუმლატორებზე (600-1000°C), სადაც თბური დანაკარგების მაქსიმალურად შესამცირებლად სავსებით მიზანშეწინილია ტრადიციული ქვის ბამბის თბოიზოლატორის, შედარებით უკეთესი ენერგოეფექტურობის მქონე ლითონის გარსიანი მაღალტემპერატურული VIP პანელებით ჩანაცვლება.

თემის ფარგლებში მოხდა სატესტო მაღალტემპერატურული VIP პანელების დაპროექტება, რომელიც განკუთვნილია მომავალი მაღალტემპერატურული ენერგო-ეფექტური სითბოს აკუმლატორის ლაბორატორიული საკვლევი მოდელის დასამზა-დებლად და მისი თბოიზოლაციის ხარისხის შესასწავლად. მასზე უნდა ჩატარდეს:

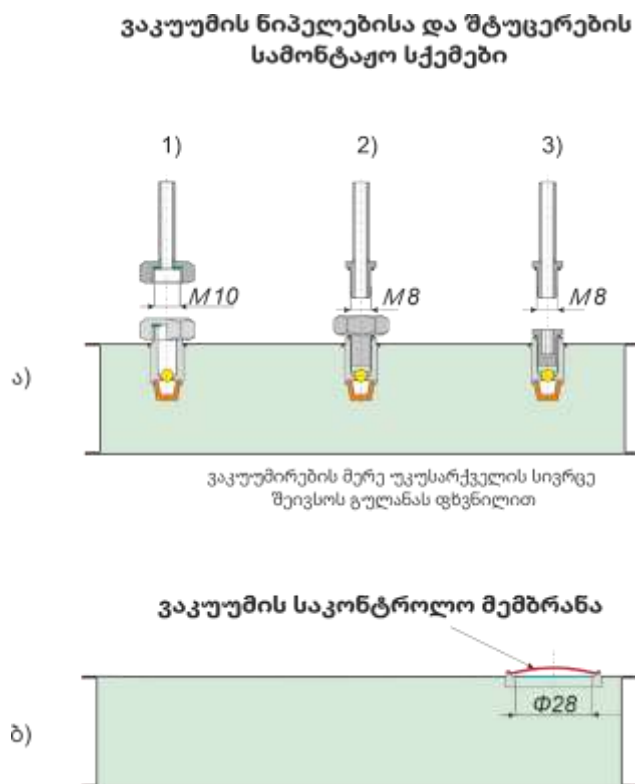
- გულანას მასალის შერჩევა ტემპერატურული დიაპაზონების მიხედვით.
- უნდა დადგინდეს ოპტიმალური სისქეები
- VIP პანელის თბოფიზიკური მახასიათებლების გაზომვები
- VIP პანელის თბოფიზიკური მახასიათებლების გაზომვები

ქვემოთ ნახ. 5-ზე წარმოსახულია გამოსაცდელი მაღალტემპერატურული VIP პანელის სარესტო VIP პანელის კონსტრუქცია.

მაღალტემპერატურული ვაკუუმთბოსაიზოლაციო პანელები სისქით 20, 40 და 60 მმ (HT VIP)



ნახ. 5. მაღალტემპერატურული VIP პანელის კონსტრუქცია.



ნახ. 6. HTVIP პანელზე შტუცერის, ნიპელისა და მემბრანის სამონტაჟო სქემები

მას შემდეგ რაც მსოფლიო ბაზარზე გაიზარდა მოთხოვნილება მაღალტემპერატურულ სითბოს აკუმლატორებზე ($600-1000^{\circ}\text{C}$), წარმოდგენილი პროექტის კლვევის პროცესებს დაემატა **კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი გამოყენების სფერო**, VIP პანელების გამოყენება სითბური აკუმულატორების დასამზადებლად. ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს გადაწყვეტილებით მიზანშეწონილია გაგრძელდეს პროექტი სათაურით „ადგილობრივი მინერალური რესურსების ბაზაზე მაღალტემპერატურული დიაპაზონის სუპერთბოსაიზოლაციო ვაკუუმ-პანელების (VIP-ის) დამზადების ტექნოლოგიების მოდელირება და ტესტირება (2021-2022 წ.)“.

7) პროექტი პოლიმერული საწარმოო ნარჩენებისა და ხის ფჭვილის ბაზაზე მაღალი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ახალი პოლიმერული კომპოზიტების მიღება (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - **ინჟინერია და ტექნოლოგიები**;

2. სამეცნიერო მიმართულება - **თერმოდინამიკა**.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2023 წწ.)

3) პროექტის შესრულებაში მონაწილე პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ჯიმშერ ანელი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

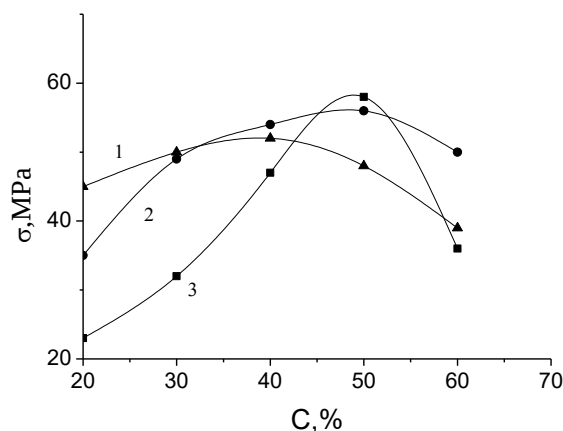
ჯიმშერ ანელი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; **ლ. შამანაური** - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, **დ. გვენცაძე** - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, **ზ. შარაშენიძე** - ლაბორანტი.

ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

გარემოს ეკოლოგიური დაცვა და სამრეწველო ნარჩენების გამოყენება დღეს აქტუალურ პრობლემებს წარმოადგენს. პოლიეთილენითა (პე) და პოლიპროპილენის (პპ) საწარმოო ნარჩენებით გამოწვეული გარემოს დაბინძურება და შესაბამისად მათი უტილიზაცია ამ პრობლემის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია. პროექტის ფარგლებში პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის საწარმოო ნარჩენების საფუძველზე შემუშავებულია პოლიმერული კომპოზიტები, სადაც შემვსების როლს ასრულებს საქართველოში გავრცელებული წვრილდისპერსული მინერალები (ანდეზიტი, კვარცის ქვიშა და წიდა). ლაბორატორიულ პირობებში გამოკვლეულია მიღებული კომპოზიტების ფიზიკურ-მექანიკური, თერმული და ჰიდროფობული თვისებები. დადგენილია, რომ კომპოზიტების როგორც მექანიკური, ასევე თერმომედეგობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული შემვსებთა ტიპზე და კონცენტრაციაზე. ბინარული შემვსების (კვარცის ქვიშა + წიდა) შემცველ კომპოზიტებისთვის დაფიქსირებულია ე.წ. სინერგიული ეფექტი - კომპოზიტის მახასიათებლების ანომალური ზრდა შემვსები კომპონენტების გარკვეული პროპორციით გამოყენებისას. მიღებული კომპოზიტების ტექნიკური მახასიათებლების ამაღლების მიზნით გამოყენებულია სტრუქტურის მოდიფიკატორი ტეტრაეტოქსისილანი, რომლის შენეცვლობა კომპოზიტებში 10-15 მას.%-ია.

პროექტში გამოყენებულ იქნა სამი ტიპის მინერალი: ბაკურიანის ანდეზიტი, საჩხერის კვარცის ქვიშა და ოკამის წიდა კონცენტრაციების ფართო დიაპაზონში (10-50%). კომპოზიტის ინგრედიენტების შერევა ჰომოგენური ნარევის მისაღებად ხდებოდა პროპელერთან წისქვილში. მიღებული ფხვნილი წინასწარი გაშრობის შემდეგ 50-70⁰-ზე თავსდებოდა სტანდარტულ (ცილინდრულ და მარტუტხა) წნეხ-ფორმებში. ნიმუშები მიიღება 8-10 მპა წნევისა და 140 (პე) -190⁰ (პპ) ტემპერატურების პირობებში 10-15 წუთის განმავლობაში. ჩატარებულია მიღებული ნიმუშების ტესტირება სიმტკიცის დასადგენად კუმშვის პირობებში. თერმომედეგობა დადგენილია ვიკას მეთოდით სპეციალურ მოწყობილობაზე, ხოლო წყალშთანთქმა დადგენილი სტანდარტული მეთოდით.

პოლიეთილენის საფუძველზე მიღებული კომპოზიტები. შესწავლილია შემვსების ტიპზე და კონცენტრაციაზე დამოკიდებულება პე-ს ბაზაზე მიღებული კომპოზიტებისა, რომელთა შემადგენლობაში შედიოდა 20-50% შემვსების წვრილდისპერსული ფხვნილები.

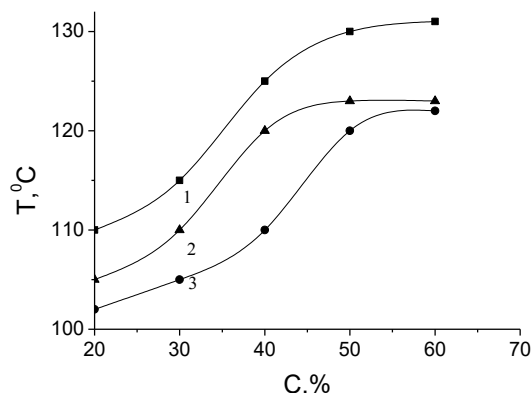


ნახ. 1. პე კომპოზიტების სიმტკიცის (კუმშვაზე) დამოკიდებულება შემვსების კონცენტრაციაზე. 1 - კვარცის ქვიშა; 2 - წიდა; 3 - ანდეზიტი.

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია კომპოზიტური მექანიკური სიმტკიცის (შეკუმშვისას) დამოკიდებულება შემავსებლის კონცენტრაციაზე. ამ დამოკიდებულებას ყველა ნიმუშზე აქვს ექსტრემალური ხასიათი

(გარკვეულ კონცენტრაციებზე ჩანს მაქსიმუმები). ეს შედეგი სავსებით ეთანხმება კარგად ცნობილ დამოკიდებულებას - მრუდების მარცხენა მხარე შეესაბამება მექანიკურ გაძლიერებას შემვსების კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მაკრომოლეკულების და შემავსებლის ნაწილაკების ზედაპირებს შორის კონტაქტის წარმოქმნის გამო, მაგრამ გარკვეული კონცენტრაციის შემდეგ შემავსებლის ნაწილაკების კოაგულაციის შედეგად (ამ ეტაპზე არა მაკრომოლეკულებით დასველებული ყველა ნაწილაკი), რაც ექვივალენტურია გარკვეული სტრუქტურული დეფექტების წარმოქმნისა, კომპოზიტების მექანიკური გაძლიერება ეტაპობრივად მცირდება. სხვაობა მრუდებს შორის გამოწვეულია შემავსებლის ტიპების განსხვავებით. ეს განსხვავება გამოხატულია ნაწილაკების ზედაპირის პროფილის ხასიათში (ნაწილობრივ ზედაპირის სიგლუვე). ღრმა დარღვევების მქონე ნაწილაკები ხელს უწყობენ პოლიმერული სეგმენტების შეღწევას შემავსებლის ნაწილაკების მასაში და ჩართულობის წარმოქმნას. ამ გზით იქმნება ფიზიკური ბმები (ვან-დერ-ვაალის ბმების წარმოქმნა), რაც იწვევს კომპოზიტის მექანიკური სიმტკიცის ზრდას. გარდა ამისა, შესაძლებელია ქიმიური ბმების წარმოქმნა შემავსებლის ზედაპირზე არსებულ აქტიურ ქიმიურ ჯგუფებსა და მაკრომოლეკულებს შორის, რაც კიდევ უფრო გააძლიერებს კომპოზიტს.

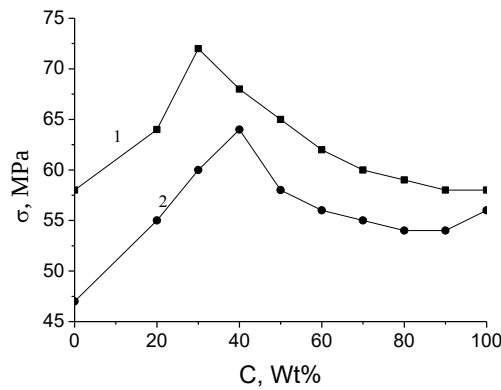
აღნიშნული დამოკიდებულების ხასიათი ჩანს თერმული სტაბილურობის თვისებებშიც - თითქმის იმავე კონცენტრაციებზე თერმული სტაბილურობა იღებს სტაბილურ მნიშვნელობებს, რაც შეესაბამება ამ პარამეტრის ზღვარს (ნახ. 2).



ნახ. 2. კომპოზიტების გარბილების ტემპერატურის დამოკიდებულება შემვსების კონცენტრაციაზე. 1 - კვარცის ქვიშა; 2 - წიდა; 3 - ანდეზიტი.

მომზადებულია კომპოზიტები, რომლებიც დაფუძნებულია პე და ბინარულ შემავსებლებზე კვარცის ქვიშასა და წიდაზე, რომელთა კონცენტრაციები იცვლება ჯამური კონცენტრაციების ორ ჯგუფად: 40% და 50%. ექსპერიმენტული მონაცემების თანახმად კომპოზიტების სიმტკიცის დამოკიდებულება მათში შემავსებლის კონცენტრაციაზე ხასიათდება მაქსიმუმებით.

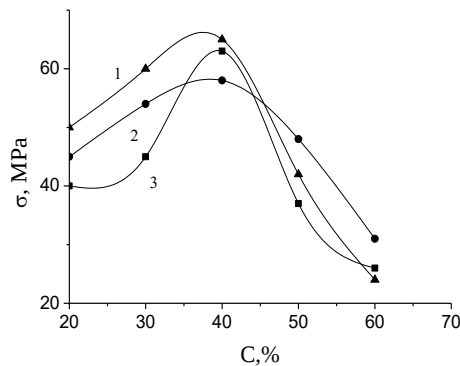
ნახ. 3 მაქსიმალური სიმტკიცე ჩანს კომპოზიტებისთვის, რომლებიც შეიცავს შემავ-სებლებსა და კვარცის ქვიშას პროპორციით 30/70 (მრუდი 1), როდესაც შემავსებლების ჯამი 50%. ანალოგურ მაქსიმუმს აქვს იგივე დამოკიდებულების მრუდი 2 იმავე შემავსებლების 40/60 პროპორციით, როდესაც შემავსებლების ჯამია 40%. მრუდზე მაქსიმუმი შეესაბამება ე.წ. სინერგიულ ეფექტს - მატერიალური თვისებების გაუმჯობესება ორმაგი შემავსებლის შემადგენლობაში შემავალი ინგრედიენტების გარკვეული პროპორციით ალების შემთხვევაში.



ნახ. 3. პე კომპოზიტების სიმტკიცის (კუმშვისას) დამოკიდებულება ორმაგი შემავსებლის (კვარცის ქვიშა + წიდა) შემცველი კომპოზიტისთვის ჯამური კონცენტრაციით 50% (1) და 40 % (2). X ღერძზე - წილის კონცენტრაცია ორმაგ შემავსებელში.

მიღებული დამოკიდებულების რიცხვითი მონაცემების შედარება ბინარული შემავსებლის შემცველ კომპოზიტებსა (ნახ .3) ერთ შემავსებლიან კომპოზიტებთან (ნახ .1) გვიჩვენებს, რომ შემავსებლების კომბინაციით შესაძლებელია კომპოზიტების მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება. უნდა აღინიშნოს, რომ კომპოზიტების ჰიდროფობული თვისებების გამოკვლევაზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ კომპოზიტების მიერ წყლის შთანთქმა საკმაოდ დაბალია (არაუმეტეს 1.5%). ეს ფაქტი ცხადყოფს, რომ კომპოზიტების მიკროსტრუქტურა შეიცავს საკმაოდ მცირე რაოდენობის სტრუქტურულ დეფექტებს (ნაწილობრივ მიკროსიცარიელები, ბზარები და ა.შ.).

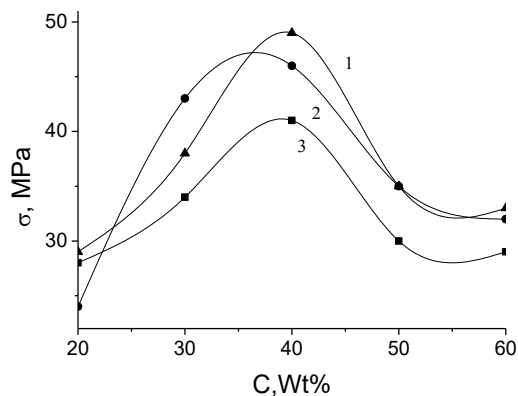
კომპოზიტები პოლიპროპილენის და მინერალების ბაზაზე. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია მექანიკური სიმტკიცის (შეკუმშვისას) დამოკიდებულება შემავსებლის ტიპსა და კონცენტრაციაზე. დიაგრამიდან ჩანს, რომ მრუდები ხასიათდება მაქსიმალური შემავსებლების სხვადასხვა კონცენტრაციით, თუმცა შემავსებლის კონცენტრაციები, რომელთა შესაბამისი მაქსიმუმები მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისგან. ეს ხდება დაახლოებით 40%-ზე. ეს ფაქტი მიუთითებს შემავსებლის ოპტიმალურ შემცველობაზე, როდესაც შემავსებლის ნაწილაკების დასველება მაქსიმალურად ხდება.



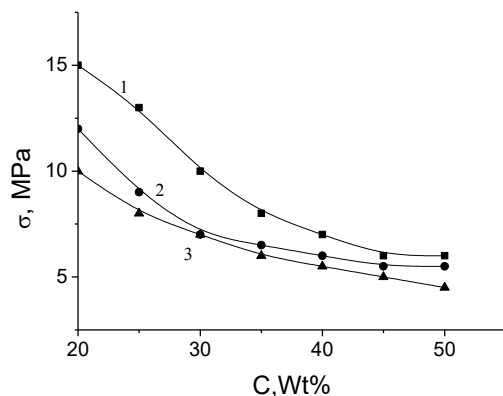
ნახ. 4. სიმტკიცის (კუმშვისას) დამოკიდებულება შემავსებლის კონცენტრაციაზე პპ-ს ბაზაზე მიღებული კომპოზიტებისთვის. 1 - ანდეზიტი; 2 - წიდა; 3- კვარცის ქვიშა.

შემავსებლის უფრო მაღალ კონცენტრაციებზე კომპოზიტების მექანიკური სიმტკიცე მცირდება პოლიმერულ მატრიცაში შემავსებლის ნაწილაკების ასოცირების ფორმირების დაწყების გამო. ანდეზიტის შემცველი კომპოზიტების მექანიკური თვისებები, როგორც მათი ტესტირებისას ჩანს, სხვა

კომპოზიტებთან შედარებით გარკვეულ წილად მაღალია, რაც ჩანს მექანიკური სიმტკიცის (ლუნვაზე და დარტყმის სიბლანტეზე) მრუდებიდან (ნახაზები 2 და 3).



ნახ. 5. სიმტკიცის (ლუნვაზე) დამოკიდებულება შემავსებლის კონცენტრაციაზე კომპოზიტებისთვის მინერალებით: 1- ანდეზიტი; 2 - წიდა; 3 - კვარცის ქვიშა.



ნახ. 6. დარტყმითი სიბლანტის დამოკიდებულება კვ-ს ბაზაზე მიღებული კომპოზიტებისთვის: 1 - ანდეზიტი; 2 - წიდა; 3 - კვარცის ქვიშა.

ნახ.4-6 -ზე ნაჩვენები დამოკიდებულებებიდან დადგენილია, რომ განსხვავებები სხვადასხვა შემავსებლის შესაბამის მრუდებზე განისაზღვრება პოლიმერულ მატრიცასა და შემავსებლის ნაწილაკებს შორის ურთიერთქმედების ინტენსივობის სხვადასხვა დონის მიხედვით. უპირველეს ყოვლისა, არსებითი გავლენა მექანიკურ მახასიათებლებზე აქვს შემავსებლის ნაწილაკების მიკროსტრუქტურას. აშკარაა, რომ რაც უფრო მაღალია შემავსებლის ნაწილაკების ჯამი, მით უფრო მაღალია ფაზათაშორისი ზედაპირი და, შესაბამისად, ურთიერთქმედების ძალები პოლიმერულ მატრიცასა და შემავსებელ ნაწილაკებს შორის.

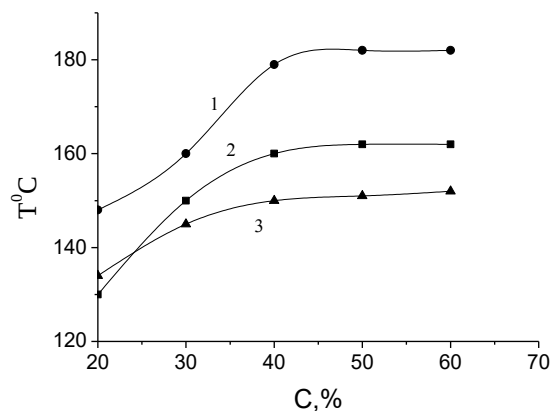
ორი შემავსებლის შემცველი კომპოზიტების მახასიათებლების შედარება გვაჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში კომპოზიტების ტექნიკური მახასიათებლები შეიძლება დადასტურდეს ორი სხვადასხვა ტიპის შემავსებლის ტიპისა და პროპორციის შერჩევით. ეს მოსაზრება დასტურდება ცხრილი 1 – ით და ზოგიერთი უცხოური გამოკვლევის მონაცემების თანახმად. კომპოზიტების ჰიდროფობული თვისებების გამოკვლევაზე ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ კომპოზიტების მიერ წყლის შთანთქმა საკმაოდ დაბალია (არაუმეტეს 1.5%).

ცხრილი 1.

კვ-ს ბაზაზე მიღებული კომპოზიტების ტექნიკური მახასიათებლები

შემცვენი (ფრჩხილებში შემცვეთა პროპორციები)	დარტყმითი სიბლანტე, კგ/მ ²	სიმტკიცე ღუნვაზე, მპა	სიმტკიცე კუმშვაზე, მპა	თერმოსტაბილუ-ზაცია, °C (by Vica)
წიდა	7,0	41,5	62,3	160
ანდეზიტი	6,0	46,8	65,1	165
კვარცის ქვიშა	5,1	45,5	60,4	180
წიდა/ანდეზიტი (2/3)	8,2	50,5	70,0	185
წიდა/კვარცის ქვიშა(1/1)	7,7	56,6	69,5	201
კვარცის ქვიშა/ანდეზიტი (2/3)	7,8	54,2	80,1	196

კომპოზიტების თერმული სტაბილურობის შედარებით ნაჩვენებია, რომ სტრუქტურულ ცვლილებებს ნაკლებად განიცდის კომპოზიტი წიდის შემცველობით, რაც ნამდვილად აჩვენებს ამ შემავსებლის კარგ თერმულ სტაბილურობას (ნახ.4). ანალოგიურად შეიძლება შეფასდეს კვარცის ქვიშის ეფექტი. მაღალ ტემპერატურაზე ანდეზიტთან კომპოზიტების მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების გარდა, ნაწილაკების ზედაპირთან არსებული ფორები შედარებით ინტენსიურად ფართოვდება და ამ ფორებში გავრცელებული მაკრომოლეკულის ფრაგმენტების გასვლის შედეგად (ფაზებს შორის ფიზიკური კავშირების დეგრადაციის გამო) ამ კომპოზიტის თერმული სტაბილურობა მცირდება.



ნახ. 7. გარბილების ტემპერატურის დამოკიდებულება შემცვენი კონცენტრაციაზე კპ-ს ბაზაზე მიღებული კომპოზიტებისთვის: 1 - კვარცის ქვიშა, 2- წიდა; 3 - ანდეზიტი.

მიღებული კომპოზიტების საექსპლუატაციო თვისებების გაუმჯობესების მიზნით გამოყენებულია ტეტრაეთოქსილანის ტიპის სტრუქტურული მოდიფიკატორი (TEOS) (უნდა აღინიშნოს, რომ ადრე ჩატარებული ექსპერიმენტების თანახმად ამ ნივთიერებამ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა კომპოზიტებში ეპოქსიდური ფისის საფუძველზე). ეს მოდიფიკატორი კომპოზიტში შეტანილი იყო 5% ხსნარის სახით ტოლუოლში, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ აორთქლდა.

ცხრილი 2.

ტეოსით მოდიფიცირებული კომპოზიტების ტექნიკური მახასიათებლები (ფრჩხილებში შესაბამისი მახასიათებლები ანალოგებისთვის არამოდიფიცირებული შემცვენით)

შემცვენი	კუთრი წონა, კგ/მ ³	დარტყმითი სიბლანტე, კგ/ მ ²	სიმტკიცე ღუნვაზე, მპა	სიმტკიცე კუმშვაზე, მპა	თერმოსტაბილურობა, T, °C ვიკას მიხედვით
წიდა	1082 (1174)	7,5(7,0)	63,9 (62,3)	43,8 (41,5)	170 (160)
კვარცის ქვიშა	1115 (1242)	5,0 (5,0)	58,0 (60,4)	51,3 (45,5)	200 (180)

ანდეზიტი

1183 (1180)

6,0 (6,0)

53,7 (65,1)

30,5 (46,8)

160 (150)

ცხრილ 2-ში წარმოდგენილია ტექნიკური მახასიათებლები, ტეტრაეთოქსილანით მოდიფიცირებული და არამოდიფიცირებული კომპოზიტების შემავსებლებით. ცხრილი 2-ის მონაცემები აჩვენებს, რომ ზოგადად მოდიფიკატორის გავლენა კომპოზიტების მექანიკურ მახასიათებლებზე შედარებით სუსტია, თუმცა მოდიფიკატორის ეფექტი ვლინდება კომპოზიტების თერმულ სტაბილურობაში. ეს პარამეტრი იზრდება 10-20°C ტემპერატურით. აქ თავს იჩენს სილიკონის-ორგანული ნაერთის დამცავი როლი.

შემუშავებული მასალებიდან საუკეთესოთა ბაზაზე მიღებულია სხვადასხვა დიამეტრისა და დანიშნულების პლასტიკური მილები. ლაბორატორიული ექსტრუდერით დამზადებულია 8 და 10 მმ-ის დიამეტრის სხვადასხვა სიგრძის მილები შემდეგი კომპოზიტების გამოყენებით: პე +ანდეზიტი (30%), პე +(კვარცის ქვიშა +წიდა)(40%=20+20) და პპ +წიდა (30%). მიღებული მილების გამოცდამ გვაჩვენა, რომ მათი სიმტკიცე მილების შიგნით შექმნილი წნევების მიმართ იცვლებოდა 8-12 ატმ. შუალედში, რაც არსებული ანალოგებისათვის მიღებული წნევების რიგისაა. მიღებული შედეგი ქმნის ჩვენი რეცეპტურის მიხედვით დამზადებული მილების პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივას.

შემუშავებული ელექტროგამტარი პოლიმერული კომპოზიციური მასალის საფუძველზე დამზადებულია ზოგიერთი საყოფაცხოვრებო დანიშნულების მცირეგაბარიტიანი სხვადასხვა კონსტრუქციისა და გაბარიტების დანიშნულების და ფორმის ელექტროგამათბობლები. დამზადებულია ასევე ე.წ. „დაბალტემპერატურული“ ელექტროგამათბობელი ელემენტები. მათი ექსპლუატაციისთვის საჭიროა შედარებით დაბალი ელექტრული ძაბვები (როგორც ცვლადი, ასევე მუდმივი), რომელთა ცვლილება შესაძლებელია 20-50 ვოლტის ფარგლებში. რაც მთავარია, ამ ძაბვების რეგულირება ავტოტრანსფორმატორის მეშვეობით ტარდება ისე, რომ აღნიშნული ტემპერატურები დაჭერილი იყოს 2-3 გრადუსის ცთომილებით.

2. პროგრამული დაფინანსებით გათვალისწინებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესრულების შედეგები.

1) პროექტი გადარიბებული ნარევით მომუშავე წყალბადის ძრავას ეფექტური და ეკოლოგიური მახასიათებლების პროგნოზირება ნავიე-სტოქსის ტიპის განტოლებებზე დაფუძნებული 3D მათემატიკური მოდელით (2021-2023 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2023 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

რევაზ ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

რ. ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; თამაზ ნატრიაშვილი - ტმდ, პროფესორი, ინსტიტუტის დირექტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, მ. ლლონტი - აკადემიური დოქტორი, ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე, გიორგი ჭილაშვილი - დოქტორანტი, მეცნიერი თანამშრომელი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- დადგინდა, რომ ექსპერიმენტული ძრავას წყალბადზე კონვერტირებისას წყალბადის დაბალი სიმკვრივიდან გამო (ციკლური მიწოდების საჭირო დოზის უზრუნველსაყოფად) აუცილებელია დამატებითი ინჟექტორების დაყენება ყოველი ცილინდრის წინ.
- დადგინდა, რომ NO_x-ის კონცენტრაცია გამონაბოლქვ აირებში დამოკიდებულია წვის პროცესში ცილინდრში არსებული ლოკალური ტემპერატურების სიდიდეებზე.

- ძრავაში წყალბადის წვის ანომალიური პროცესების (დეტონაციის, უკუანთების, წინასწარი აალების) ანალიზის საფუძველზე დასაბუთდა, რომ გარე ნარევეწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავას სტაბილური მუშაობა შესაძლებელია გადარიბებული საწვავი ნარევის გამოყენებით.
- ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის ზღვრული მნიშვნელობები ($\alpha_{air H_2} > 1,5$).
- გარე ნარევეწარმოქმნისა და იძულებითი ანთების მქონე წყალბადის ძრავას სამუშაო პროცესის გამოსაკვლევად დამუშავდა და პირველად იქნა რეალიზებული 3D მათემატიკური მოდელი, რომელიც ფავრის გასაშუალების მეთოდით რეინოლდისის განტოლებებზე გარდაქმნილ ნავიე-სტოქსის ფუნდამენტურ განტოლებებს ეფუძნება.
- დასაბუთდა რეინოლდისის განტოლებების სისტემის ჩასაკეტად $k-\epsilon-f$ ტურბულენტურობის მოდელის გამოყენება და გაანალიზდა მისი უპირატესობა ტურბულენტურობის ტრადიციულ $k-\epsilon$ მოდელთან.
- ჰაერწყალბადის ნარევის წვის პროცესი მოდელირება განხორციელდა გაფართოებული კოქერენტული ალის მოდელით (ECFM მოდელით), ხოლო აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნა კი ზელდოვიჩის გაფართოებული თერმული მექანიზმით.
- წყალბადის ძრავას წვის კამერაში თბოფიზიკური პროცესების რეალიზაცია 3D მათემატიკური მოდელით განხორციელდა, რისთვისაც გამოყენებულ იქნა საკონტროლო მოცულობების რიცხვითი მეთოდი და ავსტრიული ფირმა AVL-ის კომერციული პროგრამა FIRE (2017-2020 წლების ვერსიები).
- წყალბადის ძრავას ყველა მახასიათებელ რეჟიმზე განხორციელდა 3D მათემატიკური მოდელის ვერიფიკაცია ექსპერიმენტული მონაცემების გამოყენებით.
- მუშა პროცესის ახალი ტიპის 3D მათემატიკური მოდელი, რომელშიც ტურბულენტობა $k-\epsilon-f$ მოდელით, წვის პროცესი ECFM მოდელით, ხოლო აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნა ზელდოვიჩის გაფართოებული მექანიზმითაა აღწერილი, საკვლევი კონცეფციის წყალბადის ძრავასათვის ადრე არ ყოფილა გამოყენებული. რიცხვითი და ნატურალური ექსპერიმენტებით დადგინდა 3D მათემატიკური მოდელის ინიციალიზაციის პარამეტრების ის მნიშვნელობები, რომლებიც უზრუნველყოფს მოდელირების პროცესში მახასიათებელი პარამეტრების (წნევის, ტემპერატურის, თბოგამოყოფისა და თბოგამოყოფის სიჩქარის) რეალური მნიშვნელობების განსაზღვრას.

2) პროექტი როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის დაპროექტება (2021-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ს. მებონია – დოქტორი, პროფესორი, მანქანათმშენებლობის განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;

შემსრულებლები

ს. მებონია – დოქტორი, პროფესორი, მანქანათმშენებლობის განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ა. შერმაზანაშვილი – აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი; ს. ჩაგელიშვილი – მეცნიერი თანამშრომელი; ლ. ბერიძე – აკადემიური დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი; მ. იაძე – აკადემიური დოქტორი, ინჟინერი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- როტაციულ-სოლური რადიალურ - საჭედი მანქანის რაციონალური კინემატიკური სქემის შერჩევა;
- მანქანის მთავარი კვანძების ძირითადი დეტალების გაანგარიშებით სიმტკიცეზე მათი ოპტიმალური ზომების დადგენა;
- როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის კონსტრუქციის დამუშავება;
- მცირე გაბარიტებიანი როტაციულ-სოლური ტიპის რადიალურ-საჭედი მანქანის დაპროექტება;

- როტაციულ-სოლური რადიალურ-საჭედი მანქანის საამწყოზო და დეტალების მუშა ნახაზების შესრულება.

3) პროექტი ჩაის ბუჩქების ფესვთა სისტემის ნიადაგში დამუცმაცეხელი მანქანის დამუშავება (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;
2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ზაზა მახარობლიძე - დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი პროექტის ხელმძღვანელი.

შემსრულებლები

ზაზა მახარობლიძე - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი პროექტის ხელმძღვანელი;

ვ. მარგველაშვილი – დოქტორი, მობილური მანქანების განყოფილების უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;

რ. ფარცხალაძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

ს. შარაშენიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი;

ა. შერმაზანაშვილი – დოქტორი, მეცნიერი თანამშრომელი;

გ. ბაგრატიონი-ჯაფარიძე – ინჟინერი;

გ. ბასილაია – ინჟინერი;

გ. ლავრელაშვილი – ინჟინერი;

ა. სულაძე – ტექნიკოსი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- დადგენილია, რომ ნიადაგში ფესვთა სისტემების დაქუცმაცებისთვის საჭიროა ჭრის დაბალი სიჩქარე;
- დისკური ფრეზით ნიადაგის ღარვის დროს წარმოქმნილი ჭრის ძალების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ დამუშავებულ მანქანაში გამოყენებულ იქნეს ღარვის შემხვედრი მეთოდი.
- შედგენილია და პროგრამა „Mathlab“-ში ამოხსნილია საჭრისის ბოლო წერტილის მოძრაობის განტოლება. დადგენილია, რომ ნიადაგის მოჭრისთვის კინემატიკური მახასიათებელი λ ერთზე მეტი უნდა იყოს, ე.ი. ფრეზის ბრუნვის ხაზოვანი სიჩქარე მანქანის წინსვლით სიჩქარეზე მეტია.
- დადგენილია მანქანის ოპტიმალური კინემატიკური და კონსტრუქციული პარამეტრები, საბაზისო ტრაქტორის ტიპი;
- გამოყვანილია ჭრის ძალისა და კრიტიკული სიჩქარის ორიგინალური საანგარიშო ფორმულები;
- დამუშავებულია მანქანის კონსტრუქცია, გაანგარიშებულია მუშა ორგანოს ძირითადი გეომეტრიული ზომები, მათი დინამიკური და კინემატიკური პარამეტრები;
- დამუშავებულია მუშა ნახაზები და დამზადებულია მუშა ორგანოს დეტალები;
- დამზადებულია როტოვატორის ექსპერიმენტული ნიმუში. შემდეგი ტექნიკური მახასიათებლებით: ნიადაგის დამუშავების სიღრმე 40 სმ; მოდების განი 75 სმ; დანების რაოდენობა 24; ფრეზის ბრუნვის სიხშირე 220 წთ-1 ;მუშა სიჩქარე 0,4-2 კმ/სთ; მასა 450 კგ; გაბარიტული ზომები: სიგრძე 1050 მმ; სიგანე 1200 მმ; სიმაღლე 1250 მმ.

4) პროექტი საერთაშორისო გამოცდილების გათვალისწინებით მობილური ტექნიკის საგამოცდო პროგრამებისა და მეთოდის ქართული ვერსიების დამუშავება (2021-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;
2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

პაატა დოლიძე - აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

პაატა დოლიძე - აკადემიური დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი;

ნ. ჩხიკვაძე - სპეციალისტი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

დამუშავებულია ჩრდილოატლანტიკური (NATO) ხელშეკრულების ორგანიზაციის თვლიანი და მუხლუხა მანქანების გამოცდების 4 პუბლიკაციის ქართული ვერსიები:

- NATO-ს პუბლიკაცია - AVTP: 02-10. Maintenance - ტექნიკური მომსახურება და მიმდინარე რემონტი;
- NATO-ს პუბლიკაცია - AVTP: 11-10. RAM-D - თვლიანი და მუხლუხა მანქანების საიმედოობის, მუშაუნარიანობის, სარემონტოდ ვარგისობისა და ხანგამძლეობის გამოცდა;
- NATO-ს პუბლიკაცია - AVTP: 11-20 Collection and Reporting of RAM-D incident data for Wheeled and Tracked Vehicles - მონაცემების შეგროვება და წარდგენა იმ დაზიანებების შესახებ, რომლებიც გავლენას ახდენენ თვლიანი და მუხლუხა მანქანების საიმედოობაზე, მზადყოფნაზე, სარემონტოდ ვარგისობისა და ხანგამძლეობაზე;
- NATO-ს პუბლიკაცია - AVTP: 13-20 T.Tracks მუხლუხების საგამოცდო პროცედურები.

5) პროექტი დიდ ამპლიტუდურ გრეხით რხევებზე მომუშავე ელექტრომაგნიტური ვიბრატორის ციფრული მოდელირება და კვლევა (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

მ. ჭელიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

მ. ჭელიძე – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი; ვ. ზვიადური – ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; მ. თედომშვილი – დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

შედერგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- დამუშავებულია ტექნოლოგიური დატვირთვების ცვლილების მათემატიკური მოდელი გრეხით რხევებზე მომუშავე ორმასიანი ვიბრაციული სისტემისათვის;
- ჩატარებულია როგორც ჰარმონიული, ასევე არაწრფივი ალგზნების (ნახევრად გამართული ელექტრო დენით კვების) შედეგად მიღებული რხევითი რეზონანსული ამპლიტუდების ფორმის კვლევა;
- დამუშავებული და დამზადებულია გრეხვით რხევებზე დიდი ამპლიტუდებით ვიბრირებადი მიკრო ელექტრომაგნიტური ტრანსპორტიორი, რომელიც უზრუნველყოფს 10-15 მმ-ს სიდიდის ამპლიტუდებს მინიმალურ 0.1 მმ-ის საჭაერო ღრეჩოს პირობებში. მიღებულია პატენტი „ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მკვებავი“. საქპატენტიპატენტი P 2021 7262 B. № 5629/1 2021-10-12;
- მეორე რიგის ორმასიანი დიფერენციალური განტოლებებისა (დისიპაციური ძალების გათვალისწინებით) და ერთ მასაზე დაყვანილი ინერციის მომენტის დიფერენციალური განტოლების ბაზაზე დამუშავებულია სიმულატორი, რომლის მეშვეობით ჩატარებულია რიცხვითი ექსპერიმენტები;
- დამუშავებული და აწყობილია მარტივი ნიმუშცვლადი კვების ელექტრომაგნიტური სქემა.

6) პროექტი ადგილობრივი მინერალური რესურსების ბაზაზე ფართო ტემპერატურული დიაპაზონის სუპერთბოსაიზოლაციო ვაკუუმ-პანელების (VIP) დამზადების ტექნოლოგიების მოდელირება და ტესტირება (2021-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - თერმოდინამიკა.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2021-2021 წწ.).

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ბიჭიკო მაზანიშვილი - დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები: ბიჭიკო მაზანიშვილი - დოქტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ლ. რობაქიძე - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- **დამუშავებულია** ენერგოეფექტური ვაკუუმთბოსაიზოლაციო (VIP) პანელების დამზადების ტექნოლოგიები და რეცეპტურები, როგორც აეროგელის არმირებული კომპოზიციებისა, ასევე ადგილობრივი, იაფი ნედლეულისა (დიატომიტის, აფუებუ-ლი პერლიტის, ცეოლიტის და სხვა) ჰიბრიდული კომპოზიტების ბაზაზე.

დაპროექტებული და დამზადებულია:

- VIP-ის ვაკუუმის სიღრმის გამზომი ზუსტი ხელსაწყო კონტროლერით, სენსორითა და ციფრული დისპლეით;
- VIP პანელის დასამზადებელი **უნივერსალური** შესადუღებელ-დასავაკუუმებელი დანადგარი, რომლის სამუშაო მაგიდაზე დამონტაჟებული ტემპერატურის ავტომატური რეგულირების მქონე **უთოს** საშუალებით შესაძლებელია 100 სმ-მდე გაბარიტის მქონე ნებისმიერი ზომის ვაკუუმთბოსაიზოლაციო პანელის შესაფუთი მრავალფენიანი პლასტიკის კონვერტის შედუღებით დამზადება.

7) პროექტი პოლიმერული საწარმოო ნარჩენებისა და ხის ფჭილის ბაზაზე მაღალი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე ახალი პოლიმერული კომპოზიტების მიღება (2020-2021 წწ.)

1. მეცნიერების დარგი - **ინჟინერია და ტექნოლოგიები**;

2. სამეცნიერო მიმართულება - **თერმოდინამიკა**.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - **(2021-2023 წწ.)**

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ჯიმშერ ანელი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

ჯიმშერ ანელი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; ლ. შამანაური - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, დ. გვენცაძე - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი, ზ. შარაშენიძე - ლაბორანტი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენების საფუძველზე მიღებულია კომპოზიტები, რომლებიც შემსუბუქების სახით შეიცავს წვრილ დისპერსიულ ანდეზიტს, წიდას და კვარცის ქვიშას. შესწავლილია მათი ფიზიკურ-მექანიკური, თერმული და ჰიდროფობული თვისებები;
- ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ ფიზიკურ-მექანიკური, თერმული და ჰიდროფობური თვისებები არსებითად დამოკიდებულია შემავსებლის ტიპზე და კონცენტრაციაზე;
- ბინარული (ორმაგი) შემცვლების შემცველი კომპოზიტების შემთხვევაში მოძებნილია შემცვლელთა ოპტიმალური პროპორციები (სინერგიული ეფექტი);
- სტრუქტურის მამოდიფიცირებელი დაბალმოლეკულური ორგანული ნივთიერების (ტეტრაეტოქსისილანი) მცირე რაოდენობით (10-15%) გამოყენებით შეუშავებულია კომპოზიტები გაუმჯობესებული საექსპლუატაციო მახასიათებლებით. (წყალშთან-თქმის კოეფიციენტი მერყეობს 0.2 -2,3%-ის ფარგლებში);
- შემუშავებული კომპოზიტების გამოყენებით მიღებულია სხვადასხვა დიამეტრის მქონე სითხის გამტარი პლასტიკური მილები, რომლებიც სიმტკიცითა და გამძლეობით არ ჩამორჩება არსებულ ანალოგებს. მათი გამძლეობა შინაგანი წნევების მიმართ იცვლება 8-12 ატმოსფეროს ფარგლებში.
- იმავე პოლიმერებისა და გრაფიტის საფუძველზე მიღებულია დენგამტარი კომპოზიტები, რომელთა ბაზაზე დამზადებულია „დაბალ ტემპერატურული“ ელექტროგამათბობელი ელემენტები

საყოფაცხოვრებო (საკვები პროდუქტების თბილ მდგომარეობაში ხანგრძლივად შესანახად) და სამედიცინო (სხეულის გამათბობელი ელემენტები) მომსახურებისათვის;

- მიღებული მასალები არ ჩამორჩება არსებულ ანალოგებს (ცალკეულ შემთხვევაში მათზე უკეთესიცაა) და რაც მთავარია, გამოირჩევა შედარებით დაბალი თვითღირებულებით.

3. შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის გრანტით დაფინანსებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები

3.1. პროექტი წყალბადის დიზელის ცილინდრში ტურბულენტური მოძრაობის, წვისა და აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნის პროცესების კვლევა ნავიე-სტოქსის ტიპის განტოლებებზე დაფუძნებული 3D მოდელის გამოყენებით

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

2. სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია.

2) პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2019-2022 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

რევაზ ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

ძირითადი შემსრულებლები

რ. ქავთარაძე - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი; თამაზ ნატრიაშვილი - ტმდ, პროფესორი, ინსტიტუტის დირექტორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი, მ. ლლონტი - აკადემიური დოქტორი, ინსტიტუტის დირექტორის მოადგილე.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილ იქნა წყალბადის დიზელის წვის პროცესში აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნაზე მოქმედი რეგულირებადი ფაქტორები: ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტი, შეფრქვეული წყალბადის ციკლური დოზა და მისი მიწოდების ხანგრძლივობა, შევსების პროცესში ჰაერის ტემპერატურა, საწვავის შეფრქვევის წინსწრების კუთხე. აზოტის ჟანგეულების ემისიის შემცირების გზების კვლევებმა ამ ფაქტორების გათვალისწინებით MAN 24/30-ის ბაზაზე შექმნილი წყალბადის ძრავასათვის გვიჩვენა, რომ:

ჩაბერვის წნევის გაზრდით ჯამური ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მატებისას ლოკალური ტემპერატურებისა და სამუშაო სხეულის საშუალო ტემპერატურები მცირდება, რასაც აზოტის ჟანგეულების კონცენტრაციების შემცირება მოსდევს.

ციკლური მიწოდებისა და გაფრქვევის ხანგრძლივობის ერთდროული გაზრდით მცირდება აზოტის ჟანგეულების კონცენტრაციები. ეკოლოგიურად ყველაზე სუფთა რეჟიმია, როცა წყალბადის ციკლური მიწოდება 0,49 გ/ციკლზეა.

ციკლის მაქსიმალური წნევის (pz-ის) ციკლური რხევების შესამცირებლად (რაც დამახასიათებელია წყალბადის დიზელისათვის) შემავალი ჰაერის ტემპერატურის გაზრდა იწვევს აზოტის ჟანგეულების მატებას.

აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნაზე YaMZ-236-ის ბაზაზე შექმნილი წყალბადის დიზელის შეფრქვევის წინსწრების კუთხის გავლენის კვლევამ დაგვანახა, რომ $\varphi_{შფრქვ.}=353^{\circ}\text{C}$ -ის დროს წყალბადის დიზელის ეფექტური მაჩვენებლების გაზრდასთან ერთად ნამუშევარ აირებში აზოტის ჟანგეულები მცირედ იმატებს. ამასთან დაკავშირებით რეკომენდირებულია ძრავაზე ზემოაღნიშნული შეფრქვევის წინსწრების კუთხის გამოყენება.

4. უცხოური გრანტებით დაფინანსებული სამეცნიერო პროექტები

4.1. პროექტი გარემოს დაბინძურების შემცირება მატარებლის თვლების, რელსების და ფრიქციული მუხრუჭების ვიბრაციებით, ხმაურით, ხაზუნის მოდიფიკატორებითა და ცვეთის ნაწი-პროდუქტებით

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

სამეცნიერო მიმართულება - მექანიკური ინჟინერია, გამოყენებითი მექანიკა.

2) CARYS – 19 – 58 პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

გ.ი. თუმანიშვილი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

გ.ი. თუმანიშვილი, გ. კოპლატაძე, ა. ბაკურაძე, ო. გელაშვილი, ნ. ხიდაშელი, რ. ტაბიძე, გ. გ. თუმანიშვილი, მ. ცოცხალაშვილი, თ. ნადირაძე, დ. არუთინოვი.

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

- თვლებისა და რელსების კონტაქტის ზონის ტრიბოლოგიური თვისებების დამოკიდებულება მესამე სხეულის თვისებებზე და რღვევის ხარისხზე;
- ნეგატიური, ნეიტრალური და პოზიტიური ხახუნისა და მსუბუქი, მძიმე და კატასტროფული ცვეთის მიზეზები;
- თვლებისა და რელსების ზედაპირების დაზიანების მოსალოდნელი სახეები.
თვლის და რელსის კონტაქტის ზონაში სათანადო თვისებების და მდგრადობის დამუშავებულია;
- მოხახუნე ზედაპირების ტრიბოლოგიური თვისებების ცვალებადობის მექანიზმის ახალი კონცეფცია;
- მესამე სხეულის თვისებების და რღვევის ხარისხის შეფასების ლაბორატორიული მეთოდი (მესამე სხეულის რღვევის პირობაში ასახულია რღვევაზე მოქმედი პარამეტრები და მათი გავლენა);
- ეკოლოგიური და ნაწი-კომპონენტების შემცველი თბომედეგი ხახუნის მოდიფიკატორები თვლების და რელსების გორვის და მიმმართველი ზედაპირებისათვის, რომელიც ლაბორატორიულ და საველე პირობებში წინასწარ გამოიცადა (თვლების და რელსების გორვის ზედაპირებისათვის გაკუთვნილი ხახუნის მოდიფიკატორი მისაღებია ფრიქციული მუხრუჭისათვის);
- ახალი კონსტრუქციის წყვილთვალის ფრიქციული მუხრუჭით, რომლის სტატორსა და როტორს შორის მოთავსებულია ფერომაგნიტური ფხვნილი, რაც უხმაურო მუშაობას და მაღალ მუშაობის რესურსს უზრუნველყოფს;
- ახალი შემადგენლობის და სტრუქტურის ბეინიტური თუჯი ელმავლის ხუნდებისათვის, რომელიც ლაბორატორიულ პირობებში წინასწარ გამოიცადა.

4.2. პროექტი ნარჩენი პოლიმერებისა და საქართველოს მინერალების საფუძველზე მაღალი საექსპლუატაციო თვისებების მქონე პოლიმერული კომპოზიტების მიღების ტექნოლოგიების შემუშავება, ნაკეთობათა საცდელი ნიმუშების დამზადება

1. მეცნიერების დარგი - ინჟინერია და ტექნოლოგიები;

სამეცნიერო მიმართულება - მასალათა ტექნოლოგია.

2) CARYS – 19 – 2692 პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - (2020-2021 წწ.)

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ჯიმშერ ანელი - ტმდ, პროფესორი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

ჯიმშერ ანელი, ო. შამანაური, მ. ბალახაშვილი, ნ. შენგელია, ს. მებონია

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

პოლიმერული კომპოზიტები პოლიეთილენისა და პოლიპროპილენის საწარმოო ნარჩენების საფუძველზე, სადაც შემვსების როლს ასრულებს საქართველოში გავრცელებული წვრილდისპერსული მინერალები (ანდეზიტი, კვარცის ქვიშა და წიდა). გამოკვლეულია ლაბორატორიულ პირობებში მიღებული კომპოზიტების ფიზიკურ-მექანიკური, თერმული და ჰიდროფობული თვისებები. დადგენილია, რომ კომპოზიტების როგორც მექანიკური, ასევე თერმომედეგობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული შემვსებთა ტიპზე და კონცენტრაციაზე. ბინარული შემვსების (კვარცის ქვიშა + წიდა) შემცველ კომპოზიტებისთვის დაფიქსირებულია ე.წ. სინერგიული ეფექტი მიღებული კომპოზიტების

ტექნიკური მახასიათებლების ამადლების მიზნით გამოყენებულია სტრუქტურის მოდიფიკატორი ტეტრაეტოქსისილანი, რომლის შემცველობა კომპოზიტებში 10-15 მას.%-ია.

მიღებული შედეგები აკმაყოფილებს არსებულ სტანდარტებს და გარკვეულწილად აჭარბებს არსებულ ამავე პოლიმერებისგან მიღებულ ანალოგებს. შემუშავებული კომპოზიტების საფუძველზე მიღებულია სხვადასხვა გაბარიტის, და დანიშნულების ფილები, რომელთა გამოყენება შეიძლება ინტერიერების ზედაპირების დამცავ საფარებად ამ ფილების ცალმხრივ დეკორირების შემდეგ იმავე კომპოზიტების საფუძველზე მიღებულია სხვადასხვა დიამეტრის მქონე და სხვადასხვა სითხის გამტარი მილები, რომლებიც სიმტკიცით და გამძლეობით არ ჩამორჩება არსებულ ანალოგებს.

4.3. პროექტი მყარი მეორადი ნედლეულის კომპლექსური გადამუშავების ახალი, მაღალეფექტური ტექნოლოგიის შემუშავება

1. მეცნიერების დარგი - **საბუნებისმეტყველო მეცნიერებები;**

სამეცნიერო მიმართულება - **ქიმიური მეცნიერებები, ფიზიკური ქიმია, ელექტროქიმია.**

2) **CARYS – 19 – 284** პროექტის დაწყებისა და დამთავრების წლები - **(2020-2021 წწ.)**

3) პროექტში ჩართული პერსონალი (თითოეულის როლის მითითებით):

სამეცნიერო ხელმძღვანელი

ლ. შამანაური - დოქტორი, უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი.

შემსრულებლები

ლ. შამანაური, ნ. დვალი, ვ. ზვიადაური, ნ. ძანაშვილი, ე. კალანდია, გ. ი. თუმანიშვილი, ა. დადეშიძე, მ. ცოცხალაშვილი

შედეგების ვრცელი ანოტაცია (ქართულენაზე)

მყარი საწარმოო და საყოფაცხოვრებო ნარჩენები გარემოში ქმნიან უაღრესად საშიშ ეკოლოგიურ სიტუაციას, ამიტომ მათი უტილიზაცია წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს ამოცანას. პირველ რიგში ეს ეხება ტყვიის შემცველ ნარჩენებს (ძირითადად ამორტიზებული აკუმულატორები), რადგან ტყვია და მისი ნაერთები განეკუთვნება პირველი კატეგორიის ტოქსიკურ ნივთიერებებს.

მსოფლიო საავტომობილო ინდუსტრიის სწრაფი განვითარება განაპირობებს ტყვიის აკუმულატორების წარმოების მნიშვნელოვანი ზრდას. ტყვია და მისი შენადნობები შეუცვლელი პროდუქტებია აგრეთვე, მრეწველობის მრავალი დარგისათვის, ამიტომ მასზე მოთხოვნილება ყოველწლიურად მატულობს მთელს მსოფლიოში.

ტყვიის ბუნებრივი რესურსების შემცირების გამო, სულ უფრო აქტუალური ხდება მისი მიღება მეორადი ნედლეულის გადამუშავების გზით.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ამორტიზებული საავტომობილო აკუმულატორების ტყვიის ჟანგის უნარჩენო და ეკოლოგიურად უსაფრთხო გადამუშავებისას ტყვიის აღსადგენად, შეიძლება გამოვიყენოთ პოლიმერული (პლასტმასის) ტარის ნარჩენები, რაც საგრძნობლად შეამცირებს ტყვიის თვითღირებულებას და ხელს შეუწყობს გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესებას. პოლიმერულ აღმდგენად შერჩეულია პოლიეთილენტერეფტალატი (პტეფ). იგი ხასიათდება მაღალი ლღობის ტემპერატურით, რაც მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტორია ტყვიის ჟანგიდან ტყვიის აღდგენის მაღალტემპერატურული რაქციების დროს.

ჩვენი ინოვაციურ ტექნოლოგიაში ტყვიის ჟანგის აღდგენის სარეაქციო გარემოდ ქლორიდული სისტემის ნაცვლად გამოყენებულია ტუტე ლითონების გამლღვალ კარბონატთა სისტემები. დამუშავებულია ახალი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო აღდგენითი ტექნოლოგიური პროცესები.

ტყვიის აღდგენითი რეაქციების ჩასატარებლად, ჩვენს მიერ დაპროექტებული და დამონტაჟებულია სპეციალური დანადგარი-რეაქტორი, რომელმაც უზრუნველყოფა აღდგენითი პროცესის ჩატარება უწყვეტ რეჟიმში. წინასწარი გამოცდებით განისაზღვრულია რეაქტორის მუშაობის ოპტიმალური ტემპერატურა (800-850°C) და ზოგიერთი ტექნოლოგიური პარამეტრი. რენტგენო-ფლუორესცენტულ ანალიზატორზე -- EDX3600H-Skylay Instrument შემოწმებულია ტყვიის ნიმუშების სისუფთავის ხარისხი (საშუალოდ შეადგენს 96%-ს).

- განისაზღვრულია პოლიმერული ნარჩენების სახეობა - პილიეთილენტერეფ-ტალატის ბოთლები;

- შეირჩეულია ტყვიის აღდგენის სარეაქციო გარემო ტუტე ლითონების - ნატრიუმისა და კალიუმის კარბონატთა სისტემის სახით;
- განისაზღვრულია სარეაქციო კაზმის მომზადების პირობები;
- განხორციელებულია უწყვეტი ქმედების რეაქტორის დაპროექტება, დამზადება და დამონტაჟება;
- რეაქტორში ჩატარებულია ტყვიის აღდგენის ტექნოლოგიური პროცესები სხვადასხვა პირობებისა და კომპონენტთა სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობისათვის;
- დადგინილია ტექნოლოგიური პროცესის ოპტიმალური პარამეტრები;
- აღდგენითი რეაქციების შედეგად მიღებულია მაღალი ხარისხის (96%) ტყვიის ნიმუშები.

5. პატენტები

5.1. საერთაშორისო პატენტები.

5.2. ეროვნული პატენტები:

- 1) პატენტი: ელექტრო მაგნიტური ვიბრაციული მკვებავი
გამომგონებლები: ვ. ზვიადაური, მ. თედოშვილი, მ. ჭელიძე.
პატენტფლობელი: სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი
პატენტის სკ: GE P 2021 7262 B, საქპატენტი, 2021
- 2) პატენტი: მოწყობილობა ფხვიერი შეკავშირებადი მასალის ბუნკერიდან დოზირებული მიწოდების, ტრანსპორტირებისა და გაცრისათვის
გამომგონებლები: ვ. ზვიადაური, გ. თუმანიშვილი, თ. ნატრიაშვილი, დ. სახვაძე, თ. ნადირაძე.
პატენტფლობელი: სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი
პატენტის სკ: საქპატენტის დადებითი გადაწყვეტილება, #15368/1, 2021
- 3) პატენტი: როტაციულ-სოლური მომჭიმავი მანქანა
გამომგონებლები: ვ. ზვიადაური, მ. თედოშვილი, მ. ჭელიძე.
პატენტფლობელი: სსიპ რაფიელ დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი
პატენტის სკ: საქპატენტის დადებითი გადაწყვეტილება, #15566/1, 2021

6. ბეჭდური პროდუქციის გამოცემა საქართველოში

6.1. მონოგრაფიები/წიგნები.

6.2. სახელმძღვანელოები:

- ავტორები: ზ. კოვზირიძე, ნ. ნიჟარაძე, ჯ. ანელი, გ. ტაბატაძე, მ. ბალახაშვილი.
სახელწოდება: კერამიკული და პოლიმერული კომპოზიტების ტექნოლოგიები,
ISBN: ISBN 978-9941-28-693-3.
გამოცემის ადგილი: თბილისი,
გამომცემლობა: საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“.
გვერდი: 636 გვ. (ჯ. ანელი- პოლიმერული მასალების აღნაგობა და თვისებები, გვ. 436-
რაოდენობა: 636).

6.3. კრებულები.

6.4. სტატიები ციფრული (დიგიტალური) საიდენტიფიკაციო კოდის (DOI) მითითებით.

6.5. სტატიები ISSN-ის მითითებით:

1. ავტორები: თ. ნატრიაშვილი, ს. მეზონია, ა. შერმაზანაშვილი.
სათაური: Method of Calculating the Deformation Force During Plastic Processing of Axis Symmetrical Long-length Hollow Product, ISSN 1512-0740,
ISSN: Problems of Mechanics, № 1(82), 2021.
ჟ/კრ დასახ. და #/ტ: თბილისი,
გამომცემის ადგილი: საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

გვერდ.
რაოდენობა:
ანოტაცია:

7.

დასაბუთებულია მიტოვებული მინდვრების აღდგენისთვის და ახალი ნათესების საწარმოებლად როტოვატორების გამოყენება მიზანშეწონილობა. მოცემულია ღარვის შემხვედრი მეთოდით ჩაის პლანტაციების რეკულტივაციისთვის განკუთვნილი როტოვატორის კინემატიკური პარამეტრების დასაბუთება. დანის მოძრაობის ტრაექტორიების ანალიზის საფუძველზე, მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმებზე, ნაჩვენებია, რომ ნიადაგის მოჭრისთვის კინემატიკური მაჩვენებელი $\lambda > 1$ ერთზე მეტი უნდა იყოს, ანუ ფრეზის წრიული სიჩქარე გაცილებით მეტი უნდა იყოს ტრაექტორის წინსვლით სიჩქარეზე.

2. ავტორები:

სათაური:
ISSN

რ. ფარცხალაძე, მ. შარშიაშვილი, ვ. მარგველაშვილი, ს. მეზონია.

Method of Calculating the Deformation Force During Plastic Processing of Axis Symmetrical Long-length Hollow Product, ISSN 1512-0740.

ქ/კრ დასახ. და #/ტ
გამოცემის ადგილი
გამომცემლობა:

Problems of Mechanics, №3(84), 2021.

თბილისი,

საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

გვერდ.

7.

რაოდენობა:
ანოტაცია:

სტატიაში დამუშავებულია ავტომობილის ბორტული გადაცემის ახალი კონსტრუქცია, ჩატარებულიწინა და უკანა ხიდების გვერდითი რედუქტორების გაანგარიშება და ესკიზური პროექტირება. ნაჩვენებია, რომ ორნაკადიანი სწორკილა ცილინდრული გადაცემის რედუქტორები უზრუნველყოფენ მოთხოვნილ გაბარიტებში საჭირო სიმძლავრეს, ამასთან სიზუსტისადმი მაღალი მოთხოვნებიმნიშვნელოვნად ზრდის მათ ღირებულებას. შიგამოდების გადაცემებიანი რედუქტორები პასუხობენ ყველა მოთხოვნასპროექტირებაზე და სრულდება მოდების სიზუსტეზე შემოწმების ყველა პირობა.

3. ავტორები:

სათაური:
ISSN

მ. ჭელიძე, ა. მაისურაძე, ს. მეზონია.

Protective Capacity of the Grid System of the Turbojet Engine, ISSN 1512-0740.

ქ/კრ დასახ. და #/ტ
გამოცემის ადგილი
გამომცემლობა:

Problems of Mechanics, № 4(85), 2021.

თბილისი,

საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

გვერდ.

7.

რაოდენობა:
ანოტაცია:

განხილულია დამცავი ცხაურების სისტემის სხვადასხვა ფორმები, ასევე დეფორმაციის პროცესი და მისი ხანგრძლივობა. ჩატარებულია დამცავი ცხაურების სისტემის ეფექტურობის ანალიზი დახრილ ზედაპირიანი ღეროებით, მრგვალი ან პრიზმატული ზოლებიანი და მახვილი, მჭრელ პირიანი ღეროებიანი ფორმებისათვის.

4. ავტორები:

სათაური:
ISSN

ზ. მახარობლიძე, რ. ფარცხალაძე, ვ. მარგველაშვილი, ს. შარაშენიძე.

Justification of kinematic parameters of the Shredder of the Root System of Bushes, ISSN 1512-0740

ქ/კრ დასახ. და #/ტ
გამოცემის ადგილი
გამომცემლობა:

Problems of Mechanics, № 2(83), 2021.

თბილისი,

საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

5.

გვერდ.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

დასაბუთებულია მიტოვებული მინდვრების აღდგენისთვის და ახალი ნათესების საწარმოებლად როტოვატორების გამოყენება მიზანშეწონილობა. მოცემულია ღარვის შემხვედრი მეთოდით ჩაის პლანტაციების რეკულტივაციისთვის განკუთვნილი როტოვატორის კინემატიკური პარამეტრების დასაბუთება. დანის მოძრაობის ტრაექტორიების ანალიზის საფუძველზე, მუშაობის სხვადასხვა რეჟიმებზე, ნაჩვენებია, რომ ნიადაგის მოჭრისთვის კინემატიკური მაჩვენებელი $\lambda > 1$ ერთზე მეტი უნდა იყოს, ანუ ფრეზის წრიული სიჩქარე გაცილებით მეტი უნდა იყოს ტრაექტორის წინსვლით სიჩქარეზე.

რ. მახარობლიძე, ზ. მახარობლიძე.

Energy Study of Plantroot System Fragmentation, ISSN 1512-0740.

5. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

Problems of Mechanics, № 3(84), 2021.

თბილისი,

საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

გვერდ.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

4.

სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების რეაბილიტაციის დროს ტექნოლოგიური ციკლის კულტურულ-ტექნიკური სამუშაოებისას შესრულების ყველაზე ენერგო და შრომატევად სამუშაოდ ითვლება ნიადაგის გასუფთავება მცენარეთა ფესვთა სისტემისაგან. ნიადაგში მცენარეთა ფესვთა სისტემის დაქუცმაცების პროცესის შესასწავლად განხილულია ამ ოპერაციის შემსრულებელი აგრეგატის მჭრელი ორგანოების მუშაობის პროცესი დამუცმაცებელი მანქანის გეომეტრიული პარამეტრებისა და აგრეგატის დინამიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით. გამოკვლეულია ფესვთა სისტემის დაქუცმაცების პროცესი. მიღებულია დახარჯული სიმძლავრისა და მცენარეთა ფესვთა სისტემის დაქუცმაცებისათვის შესრულებული მუშაობის გამოსათვლელი გამოსახულებები

მ. შარშიაშვილი, რ. ფარცხალაძე, ვ. მარგველაშვილი, ს. მეზონია.

Development of the Axle design of Car with Independent Suspensions, ISSN 1512-0740.

6. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

Problems of Mechanics, № 1(82), 2021.

თბილისი,

საერთაშორისო მექანიზმებისა და მანქანების მეცნიერების განვითარების საქართველოს კომიტეტი.

გვერდ.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

6.

სტატიაში დამუშავებულია ორი ტოლი სიგრძის ბერკეტის მქონე პარალელოგრამის ტიპის საკიდარი. საკიდარის ძირითადი დრეკადი ელემენტები წარმოადგენენ გრძივ ტორსიონებს, რომლებსაც შეუძლიათ შეკუმშვა კლირენსის დასარეგულირებლად. დამოუკიდებელი საკიდარის უპირატესობა გაუჭრელ ხიდებთან შედარებით მდგომარეობს შემდეგში: უგზოობის პირობებში გადაადგილების ზედაპირთან თანაბარი შეჭიდება; დაურესორებული მასების შემცირება.

7. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

გვერდ.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

ა. შერმაზანაშვილი, ს. მეზონია, ჯ. შარაშენიძე, დ. გვენცაძე.

რადიალური მოჭიმვის პროცესში ძალების კვლევა ექსპერიმენტის მათემატიკური მეთოდის გამოყენებით, ISSN 0130-7061.

მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1(735), 2021.

თბილისი,

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“.

9.

განხილულია ცილინდრული ნამზადების რადიალური მოჭიმვის დროს მოქმედი ძალების ექსპერიმენტული კვლევა, რომელიც ჩატარდა სპეციალურ ექსპერიმენტულ მოწყობილობაზე დეფორმაციის სხვადასხვა რეჟიმის პირობებში. კვლევის შედეგების საფუძველზე მათემატიკური დაგეგმვის მეთოდის გამოყენებით შედგენილი იქნა განტოლებები, რომელთა საშუალებით ანალიზური ხერხით შესაძლებელი გახდა რადიალური მოჭიმვის პროცესში მოქმედ ძალები გამოანგარიშება. ექსპერიმენტი შედეგების ანალიზმა ცხადყო, რომ ნიმუშის დიამეტრი და დიამეტრული მოჭიმვა თანაბარ გავლენას ახდენს რადიალური მოჭიმვის ძალებზე.

დ. შარაშენიძე, დ. გვენცაძე, ს. მეზონია, გ.დადიანიძე, კ. პაპავა.

ფხვნილგულა მავთულით დადუღებული ცვეთამედეგი ზედაპირების ტრიბოლოგიური თვისებების კვლევა, ISSN 0130-7061.

მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №1(735), 2021.

თბილისი,

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“.

6.

განსახილველ ნაშრომში წარმოდგენილია ელექტრორკალური მეთოდით ფხვნილგულა მავთულის და ქრომის კარბიდის გამოყენებით მტკიცე და ცვეთამედეგი დანადგარების მიღება და მათი ზედაპირების ტრიბოლოგიური თვისებების კვლევა 0,5 _ 2,0 მეგ-პა დატვირთვების დიაპაზონში, ასევე 0,63 მ/წმ სიჩქარისა და სასაზღვრო ხახუნის პირობებში 15W40მარკის ზეთით შეზეთვისას. დადგენილია, რომ ტესტირების ერთნაირ პირობებში დადუღებული ნიმუშების ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობები ერთი რიგით დაბალია დაუდუღებელი 40X მარკის ფოლადის წყვილის ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობებზე და ცვეთაც უმნიშვნელოა. ერთმანეთთან შედარებით ორმრიანმა დადუღებულმა ფენამ კიდევ უფრო შეამცირა ხახუნის კოეფიციენტი და ბოლო დატვირთვებზე ცვეთა საერთოდ აღარ დაფიქსირდა.

ს. მეზონია, ნ. გონჯიაშვილი, ა. შერმაზანაშვილი, დ. გვენცაძე, ნ. კენჭიაშვილი.

რადიალური მოჭიმვის გავლენა ლითონის მიკროსტრუქტურაზე, ISSN 0130-7061.

მეცნიერება და ტექნოლოგიები, №2(736), 2021.

თბილისი,

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“.

6

განხილულია მილისებრი ნამზადების რადიალური მოჭიმვის პროცესში დერორმაციის ხარისხის გავლენა ლითონის მიკროსტრუქტურაზე და მიკროსისალეზე. წარმოდგენილია რადიალური მოჭიმვის პროცესში მილისებრი ნამზადების დეფორმაციის ექსპერიმენტული კვლევის შედეგები. კვლევა ჩატარდა რადიალური მოჭიმვის სპეციალურ მოწყობილობაზე

9. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

გვერდ.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

10. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

გვ. 81-92.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

ნიმუშების რადიალური დეფორმაციის სხვადასხვა რეჟიმებზე. ანალიზის საფუძველზე დადგინდა, რომ ადგილი აქვს მიკროსტრუქტურის ცვლილებას - მარცვლების ზომები და ფორმა შეცვლილია, მარცვლის მთლიანობა რიგ შემთხვევაში დარღვეულია, ამასთან ეს ცვლილება უფრო გამოკვეთილია დეფორმაციის მაღალ ხარისხზე, ასევე ნიმუშების მიკროსისალე გაზრდილია.

გ. ი. თუმანიშვილი, თ. ნადირაძე, გ. გ. თუმანიშვილი, ს. ბიწაძე, ბ. დიდუბაშვილი.

თვლისა და რელსის მოხაზუნე ზედაპირების დაზიანება და რელსების ტალღური ცვეთა, ISSN 1512-0120.

ენერგია, №1 (97), 2021.

თბილისი,

კავშირი „მეცნიერება და ენერგეტიკის“ საქმიანობა.

გვ. 81-92.

თვლისა და რელსისათვის დამახასიათებელი გორვა-სრიალის მოვლენები რელსების ტალღური ცვეთისაკენ მიდრეკილებას განაპირობებს. რელსების ტალღური ცვეთის შესახებ მრავალი სამეცნიერო შრომაა ცნობილი, მაგრამ ამ მოვლენის ზოგიერთი ასპექტი ჯერ კიდევ სათანადოდ არ არის შესწავლილი. კვლევებმა გვიჩვენა მესამე სხეულის მაღალი მგრძნობიარობა სრიალის სიჩქარის მიმართ, რის გამოც მძიმედ დატვირთულ მოხაზუნე ზედაპირებზე, როგორებიცაა თვალი და რელსი, ხშირად მესამე სხეულის რღვევას აქვს ადგილი. გამოვლინდა კონტაქტის ზონაში ერთდროულად მიმდინარე სხვადასხვა სახის დაზიანების (ჩაჭედვა, პლასტიკური დეფორმაციები, დაღლილობითი დაზიანება) მაღალი მგრძნობიარობა მესამე სხეულის რღვევის ხარისხის მიმართ. კვლევებმა გვიჩვენა, რომ რელსების ტალღური ცვეთის აუცილებელი პირობაა თვლისა და რელსის მოხაზუნე ზედაპირების პერიოდული გასრიალების გამო უშუალო კონტაქტის ადგილებში მესამე სხეულის რღვევა და შეჭიდულობა. მესამე სხეულის რღვევის დასაწყისი და რღვევის ხარისხი დგინდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში. თვლის რელსზე პერიოდული სრიალის წყაროდ განიხილება წყვილთვალის მოძრაობა ლიანდაგის მრუდ მოწკვეთებზე, თვლების სიმრგვალიდან გადახრა და წყვილთვალის თვლების განსხვავებული დიამეტრები.

გ. ი. თუმანიშვილი, თ. ნადირაძე, გ. გ. თუმანიშვილი, ს. ბიწაძე, მ. ცოცხალაშვილი.

11. ავტორები:

სათაური:

ISSN

ჟ/კრ დასახ. და #/ტ

გამოცემის ადგილი

გამომცემლობა:

გვ. 75-81.

რაოდენობა:

ანოტაცია:

მატარებლის გორვის წინაღობის შემცირება თვლისა და რელსის კონტაქტის ზონის ტრიბოლოგიური თვისებების სრულყოფით, ISSN 1512-0120.

ენერგია, №1 (97), 2021.

თბილისი,

კავშირი „მეცნიერება და ენერგეტიკის“ საქმიანობა.

გვ. 75-81.

თვლებისა და რელსების მოხაზუნე ზედაპირების სრულყოფა, თვლების გორვის წინაღობისა და მატარებლის მიერ მოხმარებული ენერგიისა და ცვეთის ინტენსივობის შემცირება მიიღწევა ამ ზედაპირების განცალკევებით სათანადო ტრიბოლოგიური თვისებების მესამე სხეულით. ჩვენს მიერ დამუშავდა ეკოლოგიური ხახუნის მოდიფიკატორები თვლებისა და რელსების მიმმართველი და გორვის ზედაპირებისათვის. კონტაქტის ზონაში მესამე სხეულის არსებობა დგინდებოდა ექსპერიმენტულად ხახუნის მომენტისა და ხმაურის ცვლილებით. გამოვლინდა ნეგატიური, ნეიტრალური და

პოზიტიური ხახუნის, მსუბუქი, მძიმე და კატასტროფული ცვეთის და ზედაპირების დაზიანების შესაბამისი სახეების სხვადასხვა ფარდობითი სრიალის პირობებში.

7. ბექდური პროდუქციის გამოცემა უცხოეთში

7.1. მონოგრაფიები/წიგნები:

- 1. ავტორები:** გ. ი. თუმანიშვილი, თ. ნადირაძე, გ. გ. თუმანიშვილი.
სახელწოდება: **Tribology in materials and manufacturing**, ISBN 978-1-83880-557-9.
ISBN
გამოცემის ადგილი ლონდონი,
გამომცემლობა: IntechOpen.
გვერდ. რაოდენობა: მე-7 თავი, **A new concept of the mechanism of variation of tribological properties of the machine elements interacting surfaces**, გვ.131-150, 2021.
ანოტაცია: მანქანების მოხახუნე ზედაპირების კონტაქტის ზონის ტრიბოლოგიური თვისებების პროგნოზირების მეთოდები დაბალი ინფორმატიულობითა და სიზუსტით ხასიათდებიან, რაც აძნელებს მათ საიმედო და ეფექტურ მუშაობას. მოხახუნე ზედაპირების ტრიბოლოგიის შესახებ უფრო ფართო ინფორმაციის მისაღებად ექსპერიმენტული კვლევები შესრულდა გორგოლაჭოვან ხახუნის მანქანებზე. კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მესამე სხეულის ღრვევისას ხახუნის კოეფიციენტი შეიძლება იცვლებოდეს 10-ჯერ ან მეტად, ცვეთის ინტენსივობა 10^2 – 10^4 -ჯერ და ა. შ. ეს მოხახუნე ზედაპირების ტრიბოლოგიური ცვლილებების ცვალებადობის შესახებ ახალი წარმოდგენების საფუძველი გახდა. კვლევებმა გვიჩვენა მესამე სხეულის თვისებებისა და რღვევის დასაწყისისა და განვითარების დამოკიდებულება კონტაქტის ზონის ტრიბოლოგიურ თვისებებზე, რაც საფუძვლად დაედო მოხახუნე ზედაპირების ტრიბოლოგიური თვისებების ცვალებადობის მექანიზმის ახალ კონცეფციას. მოხახუნე სხეულების რღვევისა და განვითარების მონიტორინგი შესრულდა ლაბორატორიულ პირობებში და დამუშავდა მესამე სხეულის რღვევის კრიტერიუმები. ნაჩვენებია ნეგატიური, ნეიტრალური და პოზიტიური ხახუნის და მსუბუქი, მძიმე და კატასტროფული ცვეთის მიზეზები.
- 2. ავტორები:** ვ. ზვიადაური, მ. ჭელიძე, მ. თედოშვილი.
სახელწოდება: Dynamics of vibratory technological machines and processes. Movement of the friable materials on the spatially vibrating plane, ISBN 978-620-3-58109-6.
ISBN
გამოცემის ადგილი Mauritius - მავრიკი.
გამომცემლობა: Lambert Academic Publishing.
გვერდ. რაოდენობა: 147.
ანოტაცია: განხილულია ვიბრაციულ სატრანსპორტო ტექნოლოგიურ მანქანაში დინამიკური პროცესების კვლევის ორიგინალური მიდგომები ვიბრაციების ელექტრომაგნიტური აგზნებით. დამუშავებულია სისტემის „ვიბრადმგზნები -მუშა ორგანო - ტექნოლოგიური დატვირთვა ფხვიერი მასალის სახით“ სივრცითი მოძრაობის განზოგადებული მათემატიკური მოდელი და შესრულებულია მრავალმხრივი მოდელირება. წარმოდგენილია ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მანქანების დინამიკური მდგრადობის მოდელირებით კვლევის შედეგები და ნაჩვენებია რიცხვითი მეთოდების გამოყენების შემთხვევები ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული აგზნების არაწრფივობის გათვალისწინებით. აღწერილია სუბჰარმონიული ვიბრაციების წარმოქმნის მექანიზმი, მათემატიკურ მოდელში ელექტრომაგნიტის ჰისტერეზის გათვალისწინებით. შემუშავებულია და

გამოკვლეულია აგზნების ახალი სქემა მოქმედი ვიბრაციების სიხშირის დაყოფით. წარმოდგენილია ელექტრომაგნიტური ვიბრაციული მიმწოდებლების რამდენიმე ახალი კონსტრუქცია. ნაშრომი შეიძლება გამოიყენონ ინჟინრებმა და მეცნიერებმა, რომლებიც მუშაობენ ვიბრაციული ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების სფეროში, აგრეთვე სისტემური მიდგომის გამოყენებით რთული მექანიკური სისტემების დინამიკის კვლევაში.

7.2. სახელმძღვანელოები

7.3. კრებულები

7.4. სტატიები:

1. ავტორები:

საათაური:

DOI ან ISSN

ქ/კრ დასახ. და #/ტ

გვერდ. რაოდენობა:

ანოტაცია:

რ. ქავთარაძე, ა. კონდრატიევი, ჩ. ჟუნჟუნი, ჩ. ციტიანი, ს. ბაიგანი, გ. სახვაძე.

Local Heat Exchange in the Combustion Chamber of a Hydrogen Engine Running on a Lean Fuel Mixture, *Journal of Machinery Manufacture and Reliability*, DOI: 10.3103/S105261882101012X .

Alerton Press, Vol. 50, No. 1, 2021;

9.

სტატიაში მოყვანილია გარე ნარევეწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავის წვის კამერაში ლოკალური თბოგადაცემის პროცესის 3D-მათემატიკური მოდელით ჩატარებული კვლევის შედეგები. ასეთი ტიპის ძრავებში მიმდინარე პროცესების კვლევისათვის 3D-მათემატიკური მოდელი პირველად გამოიყენება. დადგინდა, რომ გარე ნარევეწარმოქმნით მოქმედი წყალბადის ძრავის მუშაობა სტეჟიომეტრულ ან მასთან მახლოებულ წყალბადისა და ჰაერის ნარევთან მიზანშეუწონელია, რადგანაც ხელს უწყობს წვის ისეთი ანომალური პროცესების წარმოშობას, როგორიცაა დეტონაცია, უკუანთება და ნაადრევი აალება. ნაჩვენებია, რომ გაღარიბებული ნარევის გამოყენება, გარდა იმისა, რომ ხელს უწყობს ათნიშნული ანომალური წვის პროცესების აღმოფხვრას, მკვეთრად აფერხებს წვის კამერაში აზოტის ჟანგულების წარმოშობის პროცესს და ამცირებს თბურ დატვირთვებს ძრავის დეტალებზე.

2. ავტორები:

საათაური:

DOI ან ISSN

ქ/კრ დასახ. და #/ტ

გვერდ. რაოდენობა:

ანოტაცია:

ლ. მიაო, ი. ვანგი, რ. ქავთარაძე, ფ. გუო, ი. ლი.

Local Heat Exchange in the Combustion Chamber of a Hydrogen Engine Running on a Lean Fuel Mixture, DOI: 10.3103/S105261882101012X.

Journal of Machinery Manufacture and Reliability, Vol. 50, No.1, 2021.

9.

გამოკვლეულია ალუმინის ტალღურ წიბოებიანი კომპაქტური თბომცვლე-ლების დღემდე შეუსწავლელი თბო-ჰიდრავლიკური მახასიათებლები ქვიშა-მტვრიან გარემოს ზემოქმედებისას. განხილულია ნაწილაკების კონცენტრაციისა და ზომების გავლენა თბოგადაცემის პროცესზე და წნევის დანაკარგებზე ეხპერიმენტული და რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით. დადგენილია, რომ კოლბერნისა და ხახუნის კოეფიციენტების ცვლილება ხდება სხვადასხვა სიჩქარეებით რეინოლდსის რიცხვის სხვადასხვა მნიშვნელობისას, ისე რომ რეინოლდსის რიცხვის დაბალი მნიშვნელობა განაპირობებს აღნიშნული კოეფიციენტების ცვლილების მაღალ სიჩქარეს. გარდა ამისა თბომცვლელების თბო-ჰიდრავლიკური მახასიათებლები (თბოგადაცემა წნევის სხვაობისგან დამოკიდებულებით) ქვიშა-მტვრიან გარემოში ტრადიციულ გარემოსთან შედარებით უმნიშვნელოდ მცირდება.

3. ავტორები:

საათაური:

DOI ან ISSN

ქ/კრ დასახ. და #/ტ

გვერდ. რაოდენობა:

ქავთარაძე რ., ჩენ ჟუნჟუნი, ჩჟან ციტიანი, სუნ ბაიგანი, სახვაძე გ.

Experimental Study and 3D Modeling of Working Process of Hydrogen Engine Running on Lean Fuel Mixture, DOI: 10.3103/S1068798X21040122.

Russian Engineering Research. © Allerton Press, Vol. 41, No. 4, 2021.

6.

- ანოტაცია: დამუშავებულია და ექსპერიმენტულად შემოწმებულია წყალბადის ძრავას სამუშაო პროცესის სამგანზომილებიან მოდელი, რომელიც ეფუძნება ნავიე-სტოქსის ტიპის განტოლებებს, ჩაწერილს რეინოლდსის ფორმით. მოდელირების შედეგად დასაბუთებულია გარე ნარეწარმოქმნით და იძულებითი ანთებით მომუშავე წყალბადის ძრავას გადარიბებულ საწვავ ნარეწზე მუშაობის მიზანშეწონილობა. ქავთარაძე რ., სუნ ბაიგანი, გოლოსოვი ა., ჩენ ჟუნჟუნი, ვან იჩუნი, ჭილაშვილი გ.
- 4. ავტორები:** **Эффективные показатели водородного двигателя с модифицированной системой топливоподачи при работе на обедненной смеси, DOI:10.51187/0135-3152-2021-3-57-65.**
- საათაური: DOI ან ISSN
- ჟ/კრ დასახ. და #/ტ: НАМИ-ის შრომები, №3 (286), 202.
- გვერდ. რაოდენობა: 9.
- ანოტაცია: სტატიაში გამოკვლეულია მოდიფიცირებული საწვავმიმწოდებელი სისტემის მქონე გარე ნარეწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავას ეფექტური მაჩვენებლები. მოდიფიცირებული სისტემა ითვალისწინებს ყოველ ცილინდრზე ორი ინჟექტორის დაყენებას და შემშვები არხის კონსტრუქციის სათანადო შეცვლას, რისი აუცილებლობაც წყალბადის დაბალი სიმკვრივეითაა გამოწვეული.
- 1. ავტორები:** თ. ნატრიაშვილი, ზ. მახარობლიძე, ვ. მარგველაშვილი, ს. შარაშენიძე.
- საათაური: **Новые машины и оборудование,**
- DOI ან ISSN: DOI: 10.311992/0321-4443-2021-5-13-17.
- ჟ/კრ დასახ. და #/ტ: Тракторы и сельхозмашины, №5, 2021.
- გვერდ. რაოდენობა: 5.
- ანოტაცია: საქართველოში დღეისათვის აქტუალურია მიტოვებული სასოფლო-სამეურნეო მიწების რეაბილიტაცია. რეაბილიტაცია გულისხმობს ნიადაგის გასუფთავებასა და მის მომზადებას ახალი ნარგავების გაშენებისათვის. ცნობილია, რომ სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოებიდან კულტურულ-ტექნიკური სამუშაოები მოითხოვს ყველაზე მეტ ენერგიას და შრომით დანახარჯებს. ერთ-ერთი ყველაზე ენერგოტევადი ოპერაციაა ნიადაგის გასუფთავება მცენარეთა ფესვთა სისტემისაგან. ტექნიკური პროგრესის მიუხედავად დღემდე არაა გადაწყვეტილი ზოგიერთი პრობლემური საკითხი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების დაპროექტება დამზადებისა. ნაშრომში

8. სამეცნიერო ფორუმებში მონაწილეობა

8.1. საქართველოში:

1. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

ს. მეზონია, ჯ. შარაშენიძე, ა. შერმაზანაშვილი.

Radial Forging machine for Processing Porous Sintered Workpieces

20-21.09.2021.

თბილისი.

სტატიაში გამოკვლეულია მოდიფიცირებული საწვავმიმწოდებელი სისტემის მქონე გარე ნარეწარმოქმნით მომუშავე წყალბადის ძრავას ეფექტური მაჩვენებლები. მოდიფიცირებული სისტემა ითვალისწინებს ყოველ ცილინდრზე ორი ინჟექტორის დაყენებას და შემშვები არხის კონსტრუქციის სათანადო შეცვლას, რისი აუცილებლობაც წყალბადის დაბალი სიმკვრივეითაა გამოწვეული.

2. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

რ. ქავთარაძე.

თბოგაცემა სასაზღვრო შრეში ბლანტი სითხის ბრუნვითი მოძრაობისას ბრტყელ ზედაპირზე

09-11.09. 2021.

ქუთაისი.

ანოტაცია:

განხილულია თბოგაცემის ამოცანა სასაზღვრო შრეში მაღალი ტემპერატურის მქონე ბლანტი სითხის ბრუნვითი მოძრაობისას ბრტყელ უძრავ ზედაპირზე $z=0$, როცა ხაზოვანი სიჩქარის განაწილება რადიუსზე ნებისმიერი სახისაა $w=Cr^m$. ჰიდროდინამიკური პირობების თბოგაცემის პროცესზე გავლენის გამოსაკვლევად ჰიდროდინამიკურ მოდელს (ნავიე-სტოქსისა და უწყვეტობის განტოლებები) ემატება თბოგაცემის მოდელი (ფურიე-ოსტროგრადსკის ენერგიის განტოლება). მოდელირების შედეგების ანალიზისა და ექსპერიმენტული კვლევის მონაცემების საფუძველზე დასაბუთებულია თბოგაცემის პროცესის ბლოკირება სასაზღვრო შრეში მეორადი დინების წარმოქმნის შედეგად.

3. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

8.2. უცხოეთში:

1. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

ჯ. ანელი, დ. გვენცაძე, ლ. შამანაური, ნ. შენგელია გ. ედიშერაშვილი, ზ. სამხარაძე.

Effect of modifiers on the properties of polymer composites

27-30.07.2021

თბილისი.

ა.კ ასკო, რ. ქავთარაძე, ა. ზელენცოვი.

ვანკელის საავიაციო ძრავას მუშა პროცესის მოდელირება.

22-24.06.2021.

ქ. გრაცი, ავსტრია.

მოხსენებაში განხილულია ვანკელის ტიპის როტორულ-დგუშიანი საავიაციო ძრავას მუშა პროცესის თავისებურებები, მოდელირების პრობლემები და მათი გადაჭრის გზები.

2. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

ქავთარაძე რ., ნატრიაშვილი თ., ლლონტი მ., სუნ ბაიგანი, ვან იჩუნი, ჩენ ჟუნჟუნი, ჩჟან ციტანი.

ნამუშევარი აირების რეცირკულაციის გავლენა NOx-ის წარმოქმნაზე წყალბადის ძრავში (ექსპერიმენტი და 3D მოდელირება)

20-21.11.2021.

ბარნაული, რუსეთის ფედერაცია.

წვის ანომალური პროცესების (დეტონაცია, ნაადრევი აალება, უკუწვა შემშვებ სისტემაში) აღკვეთა წყალბადის ძრავში ხდება ჰაერისა და წყალბადის ნარევის გაღარიბებით. ნამუშევარი აირების რეცირკულაციის გავლენა აზოტის ჟანგეულების წარმოქმნაზე პირველადაა გამოკვლეული მათემატიკური მოდელირების მეთოდით ჰაერის სიჩქარის კოეფიციენტის ცვლილებისას დიდ დიაპაზონში.

3. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

თ. ნატრიაშვილი, ს. მეზონია.

Определение динамического последствия удара в главной линии трубопрокатного стана

16-17.09.2021,

მინსკი, ბელორუსია.

განხილულია ავტომატური მილსაგლინავი დგანის გლინების მიერ ლითონის შეტაცების დროს დინამიკური დარტყმებით გამიწვეული ძალოვანი ფაქტორების განსაზღვრის საკითხები. შედგენილია დგანის მთავარი ხაზის მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებები გლინებისა და საგლინი ლითონის დარტყმითი ურთიერთქმედების გათვალისწინებით. განტოლებების გარდაქმნისა და მათი ს. კოჟევნიკოვის მეთოდით ამოხსნის შედეგად მიღებულია მათემატიკური გამოსახულებები ავტომატური დგანის მთავარი ხაზის დეტალებში მოქმედი დრეკადი ძალების დინამიკური მომენტების განსაზღვრისათვის. ამ გამოსახულებების ანალიზმა აჩვენა, რომ მომჭიმავი დგანის მთავარი ხაზის შპინდელის ლილვებზე მოქმედი დანამიკური მომენტის სიდიდე

4. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

დამოკიდებულია მთავარი ხაზის ელემენტების დრეკად- მასურ პარამეტრებსა და ასევე დარტყმითი იმპულსის ამპლიტუდასა და სიხშირეზე.

თ. ნატრიაშვილი, რ. ქავთარაძე.

Особенности рабочего процесса водородного дизеля

16-17.09.2021,

მინსკი, ბელორუსია.

წყალბადის შიგაწვის ძრავას პრობლემებისა და პერსპექტივების დღემდე ცნობილი გამოკვლევები ძირითადად შეეხება იძულებითი ანთებით მომუშავე ძრავებს და გამოყენებული არიან BMW-ს, Toyota-ს და სხვა ცნობილი ბრენდების სერიულ ავტომობილებში. მიუხედავად რიგი უპირატესობებისა წყალბადის დიზელის სერიული წარმოება ჯერ კიდევ არ არსებობს. წინამდებარე ნაშრომში გაანალიზებულია აიროვანი წყალბადის უშუალო შეფრქვევით მომუშავე დიზელის ძრავას მუშა პროცესის კვლევის შედეგები, განხილულია წყალბადის დიზელის კონცეფციის პრობლემები და პერსპექტივები. 3D მათემატიკური მოდელირებითა და ექსპერიმენტული კვლევებით მიღებული შედეგები ადასტურებენ წყალბადის დიზელის კონცეფციის შექმნის პერსპექტიულობასა და რეალურობას.

5. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

თ. ნატრიაშვილი, რ. ქავთარაძე, მ. ლლონტი, გ. ჭილაშვილი.

Reducing the Level of Nitrogen Oxides in Exhaust Gases of a High-Speed Hydrogen-Powered Diesel Engine,

27-29.10.2021.

ბაქო, აზერბაიჯანი.

ნაშრომში განხილულია აიროვანი წყალბადის უშუალო შეფრქვევის წყალბადის დიზელის ჯერ კიდევ შეუსწავლელი სამუშაო პროცესი. კვლევები ჩატარდა 3D მათემატიკური მოდელით, რომელიც ეფუძნება ნავიე-სტოქსის ტიპის ფუნდამენტურ განტოლებებს და რომელთა ამოხსნა საკონტროლო მოცულობების რიცხვითი მეთოდით ხორციელდება. რიცხვითმა ექსპერიმენტმა აჩვენა, რომ ჰაერის სიჭარბის კოეფიციენტის მუდმივი მნიშვნელობის დროს ცილინდრში შეფრქვეული წყალბადის რაოდენობის ზრდისას შეიძლება გაიზარდოს წვის კამერაში წარმოქმნილი აზოტის ჟანგეულები. ნაშრომში მოცემულია ამის ახსნა, რაც არაა დამახასიათებელი დიზელის ძრავებისათვის. გადგენილია, რომ რეგულირებადი (წყალბადის შეფრქვევის მომენტის) და კონსტრუქციული (წვის კამერის ფორმის, ფრქვევანას საქმენების დიამეტრისა და რაოდენობის) პარამეტრების ცვლილებით შესაძლებელია არსებითად შემცირდეს აზოტის ჟანგეულების ემისია და განსაზღვრულია ამ პარამეტრების მნიშვნელობები.

6. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

7. მომხსენებელი:

საათაური:

ფორუმ. ჩატარების

დრო და ადგილი:

ანოტაცია:

გ. ი. თუმანიშვილი, თ. ნადირაძე, გ. გ. თუმანიშვილი, მ. ცოცხალაშვილი.

Tribological Aspects of the Wheel and Rail Interaction

27-29.10.2021.

ბაქო, აზერბაიჯანი.

ჯ. ანელი, ლ. შამანაური.

Polymer composites on the basis of the residual polyethylene and modified minerals

27-29.10.2021.

ბაქო, აზერბაიჯანი.

მიღებულია პოლიმერული კომპოზიტები ნარჩენი პოლიეთილენისა და სხვადასხვა წვრილდისპერსული მინერალური ფხვნილების (ანდეზიტი, ბენტონიტი, დიატომიტი და კვარცის ქვიშა) საფუძველზე და შესწავლილია მათი მექანიკური და თერმული თვისებები. კომპოზიტების მისაღებად გამოყენებული იქნა როგორც მასალათა სარეველებში, ნარევეების წნეხფორმებში გადატანა, დაწნევა გარკვეულ ტემპერატურებზე და წნევებზე, მეორეს მხრივ კომპოზიციური

ნარევეების გატარება ექსტრუდერში მიღების მიზნით), ასევე ნაკლებად ცნობილი ეფექტები, როგორიცაა კომპოზიტის შემვსება სინერგიზმი - კომპონენტების ტიპისა და კონცენტრაციების ისეთი შერჩევა, რომელიც საბოლოო ჯამში განაპირობებს მიღებული მასალის ოპტიმალურ თვისებებს. გამოყენებული იქნა, აგრევე შემვსები ნაწილაკების ზედაპირების მოდიფიცირება დაბალმოლეკულური ორგანული მოდიფიკატორით-ტეტრატოქსისილანით. დადგენილია, რომ ამ მასალის ყველა თვისება არსებითად უმჯობესდება, როდესაც მინერალურ შემვსებათა ფხვნილები მოდიფიცირებულია ტეტრატოქსისილანით. ტეოსი ამცირებს პოლიმერული კომპოზიტების სიმკვრივეს და ერთდროულად ზრდის შემადგენელი კომპონენტების თავსებადობას, ამცირებს დეფექტების წარმოქმნას. მიღებული პოლიმერული კომპოზიციური მასალა შეიძლება წარმატებით გამოყენებული იქნას ავტომობილების წარმოებაში სხვადასხვა დეტალების დასამზადებლად.

8. მომხსენებელი:

საათაური:

მ. ჭელიძე, ვ. ზვიადაური.

Some problems arising in the mathematical modeling of electromagnetic vibrators used for the transportation of bulk materials

ფორუმ. ჩატარების

17-24.06.2021.

დრო და ადგილი:

კატოვიცე, პოლონეთი.

ანოტაცია:

განხილულია მათემატიკური მოდელების ასპექტები, რომელიც გამოიყენება დაბალი სიხშირის ელექტრო ვიბრაციული მანქანების დინამიკი შესასწავლად, ტექნოლოგიური დატვირთვის გათვალისწინებით. დიფერენციალური განტოლებების მათემატიკური ანალიზის საფუძველზე, რომლებიც აღწერენ ელექტრომაგნიტური ვიბრაციების რხევით მოძრაობას, ნაჩვენებია პროცესის მათემატიკური მოდელების ცდომილებების მიზეზები, რომლებიც გამოწვეულია ვიბრატორების კვების წრედში ნახევარგამტარული დიოდების მოქმედებით. რიცხვითი ექსპერიმენტების პროცესში გამოვლენილია სირთულეები და შეცდომები არაწრფივი დინამიკური სისტემების მოდელებისას, როდესაც ცვლადი პარამეტრები, რომლებიც გავლენას ახდენენ რხევითი სისტემების დინამიკურ მდგრადობაზე, დისკრეტულად იცვლება და ნაჩვენებია მათი დაძლევის გზები.

9. მომხსენებელი:

საათაური:

გ. თუმანიშვილი, ნ. ხიდაშელი, გ. გორდუხიანი, ს. გვაზავა.

Wear Resistance of Austempered Ductile Iron microalloyed by Boron

ფორუმ. ჩატარების

17-24.06.2021.

დრო და ადგილი:

კატოვიცე, პოლონეთი.

ანოტაცია:

ნაშრომში შესწავლილია ბორით მიკროლეგირებული ჭედადი თუჯისგან დამზადებული ელმავლის ხუნდის ცვეთამდეგობა ძვირად ღირებული სპილენძით ლეგირებული თუჯის შეცვლის მიზნით. ბორის მიკროდანამატები უზრუნველყოფს სტაბილური ბეინიტური სტრუქტურას 240-450° C სტრუქტურული კომპონენტების დისპერსიულობის და თანაბარი განაწილების გაზრდით. როგორც ცდებმა გვიჩვენა იგი ხასიათდება ხახუნის კოეფიციენტის უფრო მაღალი სტაბილურობით, რომელიც აღწევს 0,35-0,47. სპილენძით ლეგირებული ბეინიტური თუჯის ცვეთის ინტენსივობა 15-20% - ით მაღალია ვიდრე იზოთერმულად ნაწრთობი ბორით ლეგირებული თუჯის.

10. მომხსენებელი:

საათაური:

ჯ. ანელი, ლ. შამანაური.

Improvement of the properties of polymer composites by mineral basaltmodified with tetraethoxysilane

ფორუმ. ჩატარების

7-9.06.2021.

დრო და ადგილი:

ლივერპული, ინგლისი.

ანოტაცია: მიღებულია პოლიმერული კომპოზიტები ბაზალტის მინერალის წვრილდისპერსული ფხვნილის საფუძველზე და შესწავლილია მათი მექანიკური და თერმული თვისებები. კომპონენტთა შორის ურთიერთქმედების გაძლიერებისა და საბოლოო პროდუქტის თვისებათა ამაღლების მიზნით შემსვების - ბაზალტის წვრილდისპერსული ფხვნილის წინასწარ მოდიფიცირებულია ტეტრატოქსისილანით (ტეოს). მიიღება გაუმჯობესებული საექსპლუატაციო თვისებების მქონე პოლიმერული კომპოზიტები. სილანის მოლეკულები ქმნიან "ბუფერულ" ზონებს შემავსებელსა და ჰომოპოლიმერს შორის. ეს ფენომენი არის კომპოზიტების გაძლიერების გაზრდის ერთ -ერთი მიზეზი არამოდიფიცირებულ შემავსებლების შემცველ კომპოზიტებთან შედარებით. კომპოზიტები მოდიფიცირებული ბაზალტით აჩვენებენ კომპონენტების უფრო მაღალ თავსებადობას, ვიდრე არამოდიფიცირებული ბაზალტით შევსებული იგივე კომპოზიტები. მოდიფიცირებულ შემავსებელს უფრო ძლიერი კონტაქტი აქვს პოლიმერულ მატრიცასთან (სილანის მოდიფიკატორის გამო) ვიდრე არამოდიფიცირებულ შემავსებელს. ტეოსი ამცირებს პოლიმერული კომპოზიტის სიმყიფეს და ერთდროულად ზრდის ინგრედიენტების თავსებადობას, ამცირებს კომპოზიტებში დეფექტების წარმოქმნას.

11. მომხსენებელი: რ. კენკიშვილი, თ. ნატრიაშვილი, დ. ნიჟარაძე, გ. ჭილაშვილი, პ. დოლიძე.
საათაური: Basics of Control and Maneuvering a Multi-Wheeled Electric Motor Vehicle
ფორუმ. ჩატარების 27-29.10.2021.
დრო და ადგილი: ბაქო, აზერბაიჯანი.

საანგარიშო პერიოდში სადოქტორო დისერტაცია დაიცვა ინსტიტუტის ერთმა თანამშრომელმა, ხოლო ორმა უცხოელმა დოქტორანტმა ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერი თანამშრომლის ხელმძღვანელობით დაიცვა დისერტაცია.

ინსტიტუტის მეცნიერი თანამშრომლები რეგენზირებას უწევდნენ სადოქტორო დისერტაციებს როგორც საქართველოში, ასევე მის ფარგლებს გარეთ. ისინი კორექტირებას უკეთებდნენ სხვადასხვა ავტორების მიერ გამოცემულ მონოგრაფიებსა და სახელმძღვანელოებს.

2021 წელს ჩატარდა ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს 13 სხდომა, რომლებზედაც განხილული იყო: სამეცნიერო-კვლევითი გეგმით (საბიუჯეტო დაფინანსება) გათვალისწინებული პროექტების კვარტალური და წლიური ანგარიშები, მეცნიერ თანამშრომლების თვითანგარიშები, ინსტიტუტის ბიუჯეტის შესრულების ანგარიში, 2022 წლის საბიუჯეტო განაცხადი. გარდა ამისა, განხილული იყო გრანტებით მიმდინარე პროექტების შესრულების მდგომარეობა, კოვიდეპიდემიასთან დაკავშირებული რეგულაციები და სხვა მნიშვნელოვანი საკითხები.

სამეცნიერო თავმჯდომარე ----- რევაზ ქავთარაძე
 საბჭოს ---

მდივანი ----- სვეტლანა
 --- ჩაგელიშვილი