

კვლევის შემაჯამებელი მოკლე ანგარიში

1. სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და მიღწეული შედეგები (მოცემულ გრაფაში მიუთითეთ განხორციელებული სამეცნიერო პროექტის მიზნები, ამოცანები და პროექტის განხორციელების შედეგები არაუმეტეს 2 გვერდისა)

პროექტი მიემდგვნა პრაქტიკაში გავრცელებულ მყარ, ძირითადად დრეკად, რთულ მულტისტრუქტურებს, რომლებიც შედგება ფირფიტებისაგან, პრიზმული გარსებისა და ღეროებისაგან. კონსტრუქციის გეომეტრიის სირთულე გამოწვეულია, როგორც თვით კონსტრუქციის, ასევე მისი შემადგენელი ელემენტების გეომეტრიული სირთულით, მაგალითად, შიგა და გარე კუთხეებით, წამახვილებით, მათ შორის უკუქცევის წერტილებით და წიბოებით. პროექტის მიზანია წამახვილებული და სხვა რთული კონფიგურაციის ან მათგან შედგენილი სხეულებისათვის მათემატიკური მოდელების აგება და გამოკვლევა; მათ ბაზაზე განსახილველი პრაქტიკულთან მიახლოებული რთული გეომეტრიის მქონე კონსტრუქციების დამაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის განსაზღვრა; სათანადო საანგარიშო ალგორითმების და პროგრამული პროდუქტების შექმნა. პროექტი დაყოფილი იყო ოთხ ძირითად ამოცანად: რთული გეომეტრიის დრეკადი ქვესტრუქტურებისაგან შედგენილი სხეულის დამაბული მდგომარეობის აღმწერი მათემატიკური მოდელების აგება და გამოკვლევა; რთული გეომეტრიის დრეკადი მულტისტრუქტურებისათვის არაწრფივი მოდელური ამოცანების დასმა და გამოკვლევა; რთული დრეკადი სტრუქტურების გაანგარიშება საინჟინრო მეთოდებით; რიცხვითი ამოხსნები, კომპიუტერზე სიმულაციები, პროგრამული პროდუქტების შექმნა. აგებულია დრეკად ფენებისაგან შედგენილი რთული გეომეტრიის, შიგა და გარე კუთხეებით, კერძოდ, წამახვილებული, მათ შორის უკუქცევის წერტილებით და წიბოებით, სხეულის ზოგადი დიფერენციალური მოდელი, როცა თითოეულ ფენას უკავია ისეთი არე, რომ გამოყენებულ უნდა იქნას შესაბამისად სამი-, ორი- და ერთგანზომილებიანი მოდელები. ამასთან, დადგენილია საკონტაქტო პირობები, სხვადასხვა განზომილებიან არეების გამყოფ ინტერფეისებზე, რომლებიც შეიძლება წარმოადგენდნენ ზედაპირებს, წირებს ან წერტილებს. აგებული და გამოკვლეულია დრეკადი ნაწილებისაგან შედგენილი მულტისტრუქტურების სამგანზომილებიანი სტატიკური და დინამიკური მოდელები, როცა ქვესტრუქტურები შედგება ზოგადი არაერთგვაროვანი ანიზოტროპული დრეკადი მასალისაგან და წარმოადგენენ სამგანზომილებიან სხეულებს, ცვლადი სისქის ფირფიტებისაგან შედგენილ ფენოვან სხეულს და ცვლადი კვეთის ღეროებს. ფენოვანი სხეულის გამყოფ ინტერფეისზე მოცემულია გადაადგილების და ძაბვის ვექტორების უწყვეტად გადაბმის პირობები, ხოლო ფენებს და ღეროებს შეიძლება ჰქონდეთ ლიფშიცური წამახვილებები. აგებული და გამოკვლეულია სამგანზომილებიანი, ორგანზომილებიანი და ერთგანზომილებიანი სივრცითი არეების ერთობლიობაზე განსაზღვრულ მოდელთა იერარქია. გამოკვლეულია მულტისტრუქტურის იერარქიული მოდელები, როცა ის წარმოადგენს ორ სამგანზომილებიან არეს შეერთებულს ვერტიკალური (კაშხალი), კერძოდ წამახვილებული, ფირფიტით ან ჰორიზონტალური (ხიდი) ფირფიტით, რომელიც ეყრდნობა დრეკად ვერტიკალურ ღეროებს. აგებულია მოდელები ფენოვანი (ჰორიზონტალური და ვერტიკალური, საზოგადოდ, მრუდწირული ინტერფეისებით), საზოგადოდ არაერთგვაროვანი, იზოტროპული მულტისტრუქტურისათვის, როცა მეორე ფენიდან დაწყებული, ყოველი ფენისთვის იერარქიული მოდელის აგების დროს წინა ფენასთან ინტერფეისზე (ან რაც იგივეა განსახილველი ფენის ე.წ. ზედა პირით ზედაპირზე) ძაბვის და გადაადგილების ვექტორების ან მხოლოდ ძაბვის ვექტორის მნიშვნელობები აღებულია წინა ფენისათვის მიღებული შესაბამისი მნიშვნელობებიდან. ფენებს შეიძლება ჰქონდეს არალიპშიცური წამახვილებებიც. აგებული და გამოკვლეულია ფენოვანი დრეკადი იზოტროპული სტრუქტურის დამაბულ-დეფორმირებული წონასწორობის განსაზღვრის მოდელი მულტისტრუქტურის ეკვივალენტური ცვლადი სისქის ერთი ფენით შეცვლის გზით. აგებულია გარემოს კონფიგურაციის შესაბამისი არაწრფივ ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა. განხორციელდა ამ სისტემის აპროქსიმაცია ნაკლებგანზომილებიანი მათემატიკური მოდელებით. რთულმა გეომეტრიამ განაპირობა განსხვავებული განზომილებების

ურთიერთშეთანხმებული სასაზღვრო ამოცანების და ინტერფეისის გასწვრივ კორექტული ტრანსმისიის პირობების დასმის აუცილებლობა. აგებულ იქნა მყარი დეფორმირებადი არაერთგვაროვანი ანიზოტროპული ცვლადი სისქის პიეზო-ელექტრული და ელექტრო გამტარი, ფოროვანი, ცოცვადი ბინარული ნარევის შემთხვევაში არასტაციონარული თერმოდრეკადი გარემოსათვის არაწრფივ განტოლებათა სისტემა. ამ სისტემის მთავარი ნაწილიდან უმარტივეს შემთხვევაში იზოტროპული ერთგვაროვანი თხელკედლოვანი სტრუქტურისათვის პარამეტრის შერჩევით მიიღება ცნობილი მოდელები, რომლებიც მექანიკური და გეომეტრიული ხასიათის გამმარტივებელი დაშვებების საფუძველზე, აგებული იყო მრავალ გამოჩენილ მეცნიერთა მიერ; აგებული სისტემის მეორე ნაწილი წარმოადგენს ინტეგრო-დიფერენციალურ ოპერატორს, რომელიც ადრე არ იყო გათვალისწინებული. აგებულია ისეთი ფონ კარმან-რაისნერის ტიპის არაწრფივი მოდელები, რომლებისთვისაც შესაძლებელია ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის გამოყენება. საწყისი $N=0$ და $N=1$ მიახლოებისათვის აგებული მოდელისათვის დამუშავებულია საწყის-სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის ანალიზური და პროექციული მეთოდები. განხილულია შემთხვევები, როდესაც თხელკედლოვანი სტრუქტურების პროექცია წარმოადგენს სხვადასხვა ტიპის რეგულარულ არეებს (ტრაპეცია, მართკუთხედი, კვადრანტი, ელიფსური, წრიული რგოლი ან მისი ნაწილები), საზოგადოდ, ცვლადი სისქის პიეზო ელექტროგამტარ ან ფორო ან ბლანტ დრეკად ბინარულ ნარევს. შეიქმნა ამ სტრუქტურების რიცხვითი გათვლის სქემები და შესაბამისი პროგრამები. დამუშავებულია თეორიული კვლევის შედეგად შერჩეული და პრაქტიკაში გამოყენებადი რთული კონფიგურაციის მქონე სხეულების გასაანგარიშებლად განზოგადებული მიდგომა დისკრეტული მოდელით წარმოდგენის საფუძველზე. მომზადდა ღეროს დისკრეტული მოდელის საშუალებით წარმოდგენილი რთული კონფიგურაციის მქონე სხეულების მოდელირებისა და გაანგარიშებისათვის საჭირო მანქანური ალგორითმი და სათვლელი პროგრამა. საფუძვლად აღებულ იქნა ბრტყელი წამახვილებული ფორმის ფიგურა, რომლის სიხისტის პარამეტრები და მოდებული დატვირთვის სახე და სიდიდე შესაძლებელია მარტივად ვცვალოთ დამუშავებული ალგორითმის საშუალებით. აგებულია რთული კონფიგურაციის მქონე და შედგენილი სხეულების დისკრეტული მოდელები, დამუშავებულია მათი გაანგარიშების ალგორითმები და პროგრამები. დისკრეტული წარმოდგენის საფუძველზე მოდელირებისა და გაანგარიშებისათვის დამუშავდა განზოგადებული მიდგომა და ალგორითმი, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას შემოთავაზებული ღეროს უნივერსალური მოდელის ბაზაზე შეიქმნას რთული კონფიგურაციის მქონე შედგენილი სხეულების მოდელირებისა და გაანგარიშებისთვის საჭირო უნივერსალური პლატფორმა. დამუშავდა და კონკრეტულ მაგალითებზე მოისინჯა წამახვილებული ფირფიტების, ბაგირებისა და სხვა მსგავსი რთული კონფიგურაციის სხეულების საანგარიშო ალგორითმები და პროგრამები. ჩატარებულია საკონტროლო გათვლები და შედარებითი ანალიზი თეორიული კვლევით და სხვა არსებული რიცხვითი მეთოდებით მიღებულ შედეგებთან. პრაქტიკაში გამოსაყენებლად მომზადებული და ფორმირებულია დამუშავებული ალგორითმები და საანგარიშო პროგრამები. აგებულია რთული გეომეტრიის მქონე ერთგანზომილებიანი მულტისტრუქტურებისათვის დრეკად გარემოთა ურთიერთქმედების იერარქიული მოდელის საწყისი მიახლოების შესაბამისი განტოლებათა სისტემის მიახლოებითი ამოხსნის ალგორითმი ვარიაციული და სასრულ სხვაობიანი მეთოდების საფუძველზე. განხილულია მართი კუთხით მიბჯენილი ორი ღეროსთვის საკონტაქტო-სასაზღვრო და საკონტაქტო-საწყის-სასაზღვრო ამოცანები. გამოკვლეულია შესაბამისი სქემისთვის აპროქსიმაციის, მდგრადობის და კრებადობის საკითხები; ჩატარებულია სიმულაციები კომპიუტერზე. გამოკვლეულია რთული გეომეტრიის მქონე მულტისტრუქტურებისათვის დრეკად გარემოთა ურთიერთქმედების იერარქიული მოდელის საწყისი მიახლოების შესაბამისი განტოლებათა სისტემის მიახლოებითი ამოხსნის იტერაციულ სხვაობიანი სქემის აგებისა და კრებადობის საკითხი. აგებულია რთული გეომეტრიის მქონე ორგანზომილებიანი მულტისტრუქტურებისათვის (დინამიკური შემთხვევისათვის) დრეკად გარემოთა ურთიერთქმედების იერარქიული მოდელის საწყისი მიახლოების შესაბამისი განტოლებათა სისტემის მიახლოებითი ამოხსნის ალგორითმი ვარიაციული და სასრულ სხვაობიანი მეთოდების საფუძველზე. გამოკვლეულია შესაბამისი სქემისთვის აპროქსიმაციის, მდგრადობის და კრებადობის საკითხები. შექმნილია შემდეგი პროგრამული პროდუქტები: სამგანზომილებიანი სხეულისა და ღეროსაგან შედგენილი მულტისტრუქტურის დამაბული მდგომარეობის გათვლა; ფირფიტისა და ღეროებისაგან შედგენილი მულტისტრუქტურის გათვლა; ორი მართი კუთხით მიბჯენილი ღეროს დამაბული მდგომარეობის გათვლა; დრეკადი, იზოტროპული ფენოვანი ფირფიტის გათვლა; ჯვრის ფორმის ორგანზომილებიანი სტრუქტურის დამაბული მდგომარეობის გათვლა; ორი კვადრატული ფირფიტისა და პრიზმული ღეროსაგან შედგენილი მულტისტრუქტურის გათვლა; სამი ღეროსგან შედგენილი ნებისმიერად დატვირთული ბრტყელი ფიგურის გათვლა.