

პოტენციალთა მეთოდი თერმოდრეკადობის ზმულ თეორიაში სამგვარი
ფოროვნობის მქონე ნანომასალებისთვის

ნინო კუპრაძე

*სამაგისტრო ნაშრომი წარდგენილია ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბიზნესის,
ტექნოლოგიისა და განათლების ფაკულტეტზე მათემატიკის მაგისტრის აკადემიური
ხარისხის მოთხოვნების შესაბამისად*

სამაგისტრო პროგრამა: თანამედროვე მათემატიკის ძირითადი პარადიგმები და
გამოყენებები

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: მერაბ სვანაძე, პროფესორი

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თბილისი 2025

განაცხადი

როგორც წარდგენილი სამაგისტრო ნაშრომის ავტორი, ვაცხადებ, რომ ნაშრომი წარმოადგენს ჩემს ორიგინალურ ნამუშევარს და არ შეიცავს სხვა ავტორების მიერ აქამდე გამოქვეყნებულ, გამოსაქვეყნებლად მიღებულ ან დასაცავად წარდგენილ მასალებს, რომლებიც ნაშრომში არ არის მოხსენებული ან ციტირებული სათანადო წესების შესაბამისად.

ნინო კუპრაძე

16/06/2025

მადლობა

განსაკუთრებულ მადლობას ვუხდით ჩემს ხელმძღვანელს, პროფესორ მერაბ სვანაძეს ჩემი სამაგისტრო ნაშრომის მომზადების პროცესში დახმარებისა და ზოგადად, ამ ნაშრომის მომზადებისთვის გაწეული სამუშაოსათვის.

აბსტრაქტი

ამ ნაშრომში განხილულია თერმოდრეკადობის ბმული წრფივი თეორია სამგვარი ფოროვნობის მქონე ნანომასალებისთვის, რომელშიც ერთდროულადაა გათვალისწინებული ფოროვანი სხეულის დრეკადი ჩონჩხის დეფორმაცია, დარსის კანონის საფუძველზე სამივე დონის (მაკრო, მეზო და მიკრო) ფორებში სითხის წნევების ცვლილებები, ამ ფორების ფარდობითი მოცულობების ცვლილებები და ფურიეს კანონის მიხედვით ფოროვანი სხეულის ტემპერატურის ცვლილება. გამოკვლეულია ამ თეორიის სამგანზომილებიანი მდგრადი რხევის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანები პოტენციალთა მეთოდისა (სასაზღვრო ინტეგრალურ განტოლებებთან მეთოდი) და სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა თეორიის გამოყენებით. კერძოდ, მიღებულია გრინის იგივეობები და დამტკიცებულია მდგრადი რხევის სასაზღვრო ამოცანების კლასიკური ამონახსნების ერთადერთობის თეორემები. განმარტებულია ზედაპირული (მარტივი ფენის და ორმაგი ფენის) და მოცულობითი პოტენციალები და დადგენილია მათი ძირითადი თვისებები. ელემენტარული ფუნქციების საშუალებით აგებულია მდგრადი რხევის განტოლებათა სისტემის ფუნდამენტური ამონახსნი და მოყვანილია მისი ძირითადი თვისებები. განხილულია ზოგიერთი სინგულარული ინტეგრალური ოპერატორი, რომელთათვისაც გამოთვლილია სიმბოლური დეტერმინანტი და ინდექსი. ამასთანავე, ამ ოპერატორებისთვის გადგენილია ნეტერის თეორემების სამართლიანობა. ბოლოს, მდგრადი რხევის სასაზღვრო ამოცანები დაყვანილია ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებებზე და პოტენციალთა მეთოდის დახმარებით დამტკიცებულია ზემოხსენებული სასაზღვრო ამოცანების კლასიკური ამონახსნების არსებობის თეორემები.

Abstract

This work presents the linear theory of thermoelasticity for nanomaterials with triple porosity, which simultaneously accounts for the deformation of the elastic skeleton of the porous body, variations in fluid pressures within pores at all three levels (macro, meso, and micro) based on Darcy's law, changes in the volume fractions of these pores, and temperature variations governed by Fourier's law. The basic boundary value problems associated with three-dimensional steady vibrations within this theoretical framework are investigated using the potential method (the boundary integral equation method) and the theory of singular integral equations. In particular, Green's identities are derived and the uniqueness of classical solutions for boundary value problems related to steady vibrations is established. Surface (single-layer and double-layer) and volume potentials are introduced, and their key properties are examined. The fundamental solution to the system of equations governing steady-state oscillations is constructed using elementary functions, and its essential characteristics are provided. Several singular integral operators are analyzed, with symbolic determinants and indices computed. Furthermore, the applicability of Noether's theorems to these operators is demonstrated. Finally, the boundary value problems of steady vibrations are reduced to equivalent singular integral equations, and the existence of classical solutions is proven using the potential method.