

“სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების (SPIONs) გამოყენების პერსპექტივები ჭრილობების შეხორცებაში” (საგრანტო ხელშეკრულება № FR/451/7-230/13)

პროექტის ხელმძღვანელი: მარინა აბულაძე

წამყვანი ორგანიზაცია: ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ე. ანდრონიკაშვილის ს. ფიზიკის ინსტიტუტი

თანამონაწილე ორგანიზაცია: საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჯგუფის ხელმძღვანელი შ. კვკუტია.

არსებობს ტექნოლოგიური ამოცანა, რომ კონტროლს უნდა დაექვემდებაროს ნანონაწილაკების (ნწ) ზომა, ფორმა, სტაბილურობა და დისპერსიულობა სასურველ გამხსნელებში. შიშველი რკინის ოქსიდის ნწ-ები ხასიათდება მაღალი ქიმიური აქტიურობით და ადვილად იჟანგება ჰაერში (განსაკუთრებით მაგნეტიტი Fe_3O_4), რაც ზოგადად იწვევს მაგნეტიზმისა და დისპერსიულობის გაუარესებას. ამდენად, ზედაპირის უზრუნველყოფა შესაბამისი საფარით და მაგნიტური ნწ-ების (მწწ) სტაბილურობის დაცვის ზოგიერთი ეფექტური სტრატეგიის დახვეწა არის ძალიან მნიშვნელოვანი, რაც წარმოადგენს ჩვენი სამუშაოს მიზანს.

ამგვარად, ჩვენი მიზანი იყო, სხვადასხვა ნივთიერებებით ზედაპირულად ფუნქციონალიზირებული მწწ-ების სინთეზის, სტრუქტურისა და მაგნიტური თვისებების გაუმჯობესება და მათი შესაბამისი გამოყენების სტრატეგიის დადგენა. კერძოდ, ქიმიური თანადალექვის მეთოდით და ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით ჩატარდა სინთეზირებული ფუნქციონალიზირებული რკინის ჟანგულის ნანონაწილაკების გამოკვლევა. ნწ-ების რადიუსების განაზღვრვის შემცირების მიზნით, პირველად მსოფლიო პრაქტიკაში ნანონაწილაკების სინთეზის კარგად ცნობილ სქემაში გამოვიყენეთ ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტი (ე.წ. იუტკინის ეფექტი) [3]. აღნიშნული მიდგომა, როგორც წინასწარმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ხსნარების დისპერსიულობას. ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი თავისუფლად შეიძლება გახდეს კომერციული დანიშნულების.

ე.ი. სამუშაოს ამოცანას წარმოადგენდა პოლიმერით შემოგარსული მაგნიტური ნანონაწილაკების (Fe_3O_4) სინთეზის ახალი ტექნოლოგიის დამუშავება ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით. შესაბამისად დამუშავებულ იქნა ასკორბინის სპირტით, პოლივინილის სპირტით PVA, პოლიეთილენ გლიკოლით PEG და Dextran-ით შემოგარსული მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზის ახალი ტექნოლოგია ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით. გაუმჯობესებულ იქნა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი, დადგინდა მიღებული შიშველი და ფუნქციონალური ნწ-ების მაგნიტური ამთვისებლობა. მაგნიტური გაზომვები ჩატარდება მერხევი მაგნეტომეტრის VSM გამოყენებით, რომელიც დამაგნიტების გაზომვის საშუალებას იძლევა 1.7 ± 293 K ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში 5 ტესლამდე მაგნიტურ ველში.

აღნიშნული სინთეზირებული მოდიფიცირებული მაგნიტური ნანონაწილაკები პროექტის ფარგლებში გამოკვლევულ იქნა ქრონიკულ ჭრილობებში მიმდინარე პროცესების დასადგენად. ქრონიკულ ჭრილობებში ბაქტერიები არსებობენ ბიოაფკურ გაერთიენებებში და ბიოაფკების დათრგუნვის ერთ-ერთი წარმატებული მიდგომა არის ნანოტექნოლოგიის გამოყენება. სუპერპარამაგნიტური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკები (SPION) გახდა წამყვანი კანდიდატები ბიოაფკების პროფილაქტიკასთვის. მაგრამ დღეისათვის ნანოტოქსიურობის მექანიზმები ჯერ კიდევ არა კარგად შესწავლილი და ბუნდოვანია. აგრეთვე გარკვეული პრობლემა არსებობს განსაზღვრული მახასიათებლების მქონე ნანონაწილაკების სინთეზის. სამეცნიერო პროექტში მოყვანილია მნწ-ების (10-20 ნმ) სინთეზის მეთოდი, როდესაც თანადალექვის მეთოდში ჩართულია ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავება(იუტკინის ეფექტი) და მნწ-ები სტაბილიზირებულია ბუნებრივი პოლიმერებით (PEG, PVA, Dextran, ასკორბინის მჟავა), რაც მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ხსნარების დისპერსიულობას. გაზომილია ოთახის ტემპერატურაზე შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის მაგნიტური მომენტების დამოკიდებულება მოდებული გარე მაგნიტური ველისაგან (VSM გაზომვები). მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით.

ნანონაწილაკების ტოქსიურობა ბაქტერიული და ადამიანის უჯრედების მიმართ შეფასდა კლასიკური ბაქტერიოლოგიური მეთოდების, დიფერენციალური სკანირებადი კალორიმეტრიის (დსკ) გამოყენებით და შიდაუჯრედული პროცესების ანალიზით (DCFD-A, BudR). ნანონაწილაკების ტოქსიკური ზემოქმედება ბაქტერიულ უჯრედების მიმართ დამოკიდებული იქნა შემოგარსული პრეპარატების ბუნებაზე, ბაქტერიების ზრდის ფაზაზე პრეპარატის შეყვანისას და მოქმედების დროზე. ტოქსიკურიბა საკმაოდ მჟღავნდება SPION/PEG-ის შემთხვევაში (60% კონტრ. მიმართ). SPION/PEG-ის ზემოქმედება იწვევდა მუკოიდის გამოყოფის მკვეთრ შემცირებას, რაც ნაჩვენებია უჯრედების ზრდით აგარზე, შეფერილი „კონგო წითელით“. ანალოგიური გავლენა ბიოაფკების განვითარებაზე დაიმზირებოდა SPION-dex შემთხვევაში.

ნანომასალებთან მიმართებაში კრიტიკულ პრობლემას წარმოადგენს მათი პოტენციური ტოქსიკურობის და შესაძლო სტიმულირებადი ეფექტის დადგენა ეუკარიოტული უჯრედებისათვის. ნაჩვენებია ,რომ დექსტრანით შემოგარსული SPION-ის შემთხვევაში კონცენტრაციის Fe 20 მკგ/მლ 24 ს-ანი ზემოქმედება ფილტვის ალვეოლარული უჯრედებზე კულტურაში იწვევდა დაბალი დონის ტოქსიკურ ეფექტს კონტროლთან შედარებით (5-7 %, MTT მეთოდი). ნანონაწილაკების ბაქტერიციდული ეფექტის არასაკმარისი გამოვლენა შესაძლოა იყო მიღებული ნანონაწილაკების ნიმუშების მრავალდისპერსიულობის გამო, რაც ნაწილობრივ ზღუდავს უჯრედებში მათ შეღწევადობას.

გრანტში გაწეული სამუშაოები მიმართული იყო იმ პლატფორმის შესაქმნელად, რომელიც ახლო მომავალში განახორციელებს ნანოტექნოლოგიის გამოყენებას ადამიანის ქრონიკული ჭრილობების სამკურნალოდ.