

საგრანტო პროექტის ხელშეკრულების ნომერი: № AR/96/3-250/13.

მოდიფიცირებული მაგნიტური ნანონაწილაკების სინთეზის

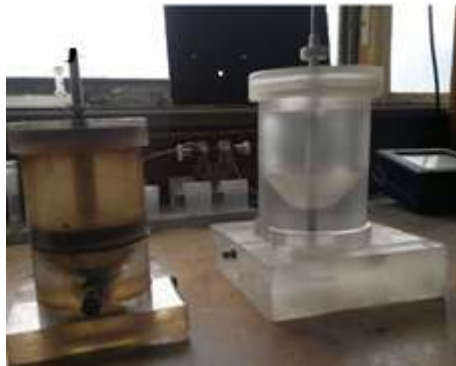
უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზი.

პროექტის ხელმძღვანელის სახელი და გვარი: შალვა კეკუტია.

პროექტის განხორციელების (მიმდინარეობის) მოკლე აღწერა:

ჩატარდა შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების (მნწ) სინთეზი ქიმიური თანადალექვის საფუძველზე სამვალენტური რკინის ქლორიდის ჰექსაჰიდრატისა და ორვალენტური რკინის ქლორიდის ტეტრაჰიდრატის შერევით (ან  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  სულფატის ჰიდრატი) ტუტე არეში ოთახის ტემპერატურაზე. გაზომილია ოთახის ტემპერატურაზე შიშველი მაგნიტური ნანონაწილაკების შემცველი მაგნიტური ნანოსითხის მაგნიტური მომენტების დამოკიდებულება მოდებული გარე მაგნიტური ველისაგან (VSM გაზომვები). პარალელურად მიმდინარეობდა ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარის აღდგენითი სამუშაოები, რომლის დასრულების შემდეგ განხორციელდა (მონოდისპერსიულობის ასამაღლებლად, რაც აუცილებელია მნწ-ების ბიოსამედიცინო გამოყენებისას) შიშველი მნწ-ების დამუშავება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტით. უნდა აღინიშნოს, რომ თანახმად VSM გაზომვებისა, მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაგლიკური ეფექტის გამოყენებით. ასევე ორივე შემთხვევაში მნწ-ები ამჟღავნებენ სუპერპარამაგნეტიზმს.

ცნობილია, რომ სორბციულ თვისებებზე დიდ გავლენას ახდენს ნაწილაკების ზომა-დისპერსიულობის ხარისხი. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა აქვს უკვე მიღებული დისპერსიული ნაწილაკების შემდგომ დამუშავებას. აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო სორბციის უნარით ხასიათდება ელექტროჰიდრაგლიკური მეთოდით დამუშავებული მაგნიტური სითხე.



სურ. 1. ელექტროჰიდრაგლიკური განმუხტვის კამერა

დამზადდა სამი განმუხტვის კამერა (შესაბამისად სამი ელექტროჰიდრაგლიკური დანადგარი). პირველი გათვლილია მაქ. 500 მლ სითხეზე, მეორე 400 მლ-ზე, ხოლო მესამე 250 მლ-ზე და სამივეს მასალას წარმოადგენს ორგანული მინა. ჩვენ შევიმუშავეთ სხვადასხვა

გეომეტრიული ფორმის თავაკები, რომლებიც უზრუნველყოფენ განსხვავებული სიმძლავრისა და ხასიათის განმუხტვებს. დადგენილია დანადგარის თვითღირებულება.

II პერიოდის კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ისეთი ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებით სტაბილიზირებული რკინის ნანონაწილაკების სინთეზი, რომელიც გააუმჯობესებდა მიღებული სითხის თვისებებს, როგორცაა სტაბილურობა, ნაწილაკთა ზომები, იქნებოდა მაღალი ბაქტერიციდული თვისებების მქონე და ამავე დროს ბიოთავსებადი ჯანსაღ უჯრედებთან.

რკინის ნანონაწილაკები მივიღეთ ცნობილი, ქიმიური დალექვის ხერხით, კერძოდ: ორვალენტური ( $\text{FeSO}_4 \cdot x \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ან  $\text{FeCl}_2 \cdot x \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) და სამვალენტური ( $\text{FeCl}_3 \cdot x \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) რკინის მარილების წყალხსნარებს (მოლური შეფარდებით 1:2) ვურევდით ერთმანეთში და ამ ნარევის წვეთობით ვუმატებდით ჭარბი რაოდენობით ნატრიუმის ტუტეს.

შერევა მიმდინარეობდა მაგნიტური შემრევის საშუალებით. მიღებული შავი ფერის ნალექი დეკანტაციის წესით გამოხდილი წყლით ირეცხება pH 6,5-7,5-მდე. წვრილდისპერსიული ნაწილაკების მისაღებად ნარევი დავამუშავეთ ელექტროჰიდრაულიკურ დანადგარში.

ორივე შემთხვევაში მიღებული მასა იფარებოდა სტაბილიზატორით. ჩვენ შემთხვევაში სტაბილიზატორად გამოვიყენეთ 1% პოლივინილ ალკოჰოლი (PVA). ეს არის ჰიდროფილური, ბიოთავსებადი პოლიმერი. ნანონაწილაკების ზედაპირზე ამ პოლიმერის გარსი აბრკოლებს ნაწილაკების აგლომერაციას, რის გამოც მაღლდება მონოდისპერსიულობა, კოლოიდური სტაბილურობა.

მიღებული პასტა შავი ფერისაა, ახასიათებს მეტალური ბზინვარება და სტაბილურია. გაფხომეთ PVA-თი შემოგარსული მნწ-ების მაგნიტური ამთვისებლობა, როგორც ელექტრო ჰიდრაულიკური ეფექტის დამუშავების გარეშე, ასევე დამუშავების შემთხვევაში.

III საანგარიშო პერიოდში ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტით დამუშავებული PEG-ით შემოგარსული მნწ სინთეზის განხორციელების მიზნით 2.9 გრამი  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  და 1.1 გრამი რკინის  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  მარილები გაიხსნა 15 მლ დისტილირებულ წყალში. წყალხსნარს უჯანგბადო არეში წვეთ-წვეთობით ვუმატებთ 25 %-იანი  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ის ხსნარს მუდმივი შერევის პირობებში 70-80°C ტემპერატურაზე სანამ pH არ გახდება 9.0, რეაქციის შემდგომ მორევა გაგრძელდა 1 საათი. მერე ხსნარი დამუშავებულ იქნა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარით ნახევარი საათის განმავლობაში. მიღებულ მაგნიტურ ნანონაწილაკებს დავამატეთ 25 მლ ოლეინის მჟავა და მაგნიტური ნანოსითხე მოვათავსეთ მაგნიტურ მომრევაზე. მორევა გაგრძელდა 25 წუთი მუდმივ ტემპერატურაზე (70°C). შემდგომ მიღებული სითხე გავაცივეთ 45°C-მდე, დავამატეთ 2.5 გრ PEG და მორევა განხორციელდა 24 საათის განმავლობაში. გაზომილ იქნა მნწ-ების მომენტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველისაგან. მერხევი ნიმუშის მაგნეტომეტრული გაზომვები ასაბუთებს სინთეზირებული პეგ-ით შემოგარსული მნწ-ების სუპერპარამაგნიტურ თვისებებს.

III საანგარიშო პერიოდში, ჩვენ ასევე განვახორციელეთ მაგნეტიტზე დაფუძნებული ნანოსითხის ფორმირება, რომელიც სტაბილიზირებულია არამოდიფიცირებული პეგ-ით

შედარებით დაბალ ტემპერატურებზე და ყოველგვარი მკაცრი პირობების მოთხოვნის გარეშე.

ამისათვის პეგ-ით სტაბილიზირებული ნანოსითხე მომზადდა ქიმიური თანადალექვის მეთოდით ჭარბი პეგ-ის პირობებით. 5 მლ მოცულობის წყალი თავსდება სინჯარაში, რომლის ირგლივ ცირკულირებს წყალი 45°C-ზე და ემატება პეგ 0.5-დან 8.0 გრ-ის ოდენობით. პოლიმერის ხსნადობა ხორციელდება მაგნიტური შერევით. პოლიმერის გახსნის თანავე 0.16 გრ  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  და 0.435 გრ  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (1:2 მოლური თანაფარდობით  $\text{FeCl}_2/\text{FeCl}_3$ ) იქნა დამატებული. როდესაც პეგ და რკინის მარილები კარგად გაზავდა, 10 მლ 0.75 მ  $\text{NH}_4\text{OH}$  ხსნარი ემატება ინტენსიური მაგნიტური შერევის პირობებში 0.6 მლწთ<sup>-1</sup> სიჩქარით.  $\text{NH}_4\text{OH}$  დამატების შემდეგ ხსნარი ირევა 30 წთ-ის განმავლობაში. ამის შემდგომ ნანოსითხე გადაისხმება ქიმიურ ჭურჭელში და ის იდება მუდმივ მაგნიტზე. ნანოსითხე ირეცხება ოთხჯერ სითხის ზედა ნალექის დეკანტაციის გზით ჭარბი პოლიმერის მოშორების მიზნით.

ჩვენთვის საინტერესო შედეგს წარმოადგენს პეგ-ის შუალედური მნიშვნელობისთვის დამაგნიტების დამოკიდებულება მაგნიტური ველისაგან. კარგად ცნობილი გრაფიკებთან შედარებით ეს დამოკიდებულება განსხვავებულია.

ამ პროექტის მთავარ მიზანს წარმოადგენდა მაღალი მაგნიტურ-სამედიცინო თვისებების მატარებელი სხვადასხვა პოლიმერებით შემოგარსული მაგნიტური სითხეების მიღების უწყვეტი ტექნოლოგიური ხაზის შექმნა (უტხ) ანუ ავტომატური ქიმიური რეაქტორის კონსტრუირება, მისი შეკვეთა მწარმოებელთან, რაც განხორციელდა III პერიოდში. III პერიოდის ანგარიშში მოცემულია ტექნიკური დავალების ვრცელი, სრული და დასრულებული აღწერილობა. ამასთან დაკავშირებით ანგარიშს თან ახლავს ჩატარებული ტენდერის შედეგები დანართის სახით. აქვე ავლნიშნავ, რომ ვინაიდან რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის მიერ გაცემული გრანტი არ წარმოადგენს საერთაშორისო ხელშეკრულებას, შემოსავლების სამსახურის მომსახურების დეპარტამენტი მოკლებულია შესაძლებლობას რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის მიერ გაცემული გრანტი ავტომატურად შეიტანოს საგადასახადო შეღავათებით მოსარგებლეთა რეესტრში. რაც შეეხება საიმპორტო საქონლისთვის გრანტის სტატუსის მინიჭებას (იმპორტის გადასახდელებისაგან გათავისუფლების მიზნით) შემოსავლების სამსახურის მომსახურების დეპარტამენტში საკითხის განხილვისათვის წარდგენილ უნდა იქნას საქართველოს პრეზიდენტის 2001 წლის 13 აგვისტოს №326 ბრძანებულებით გათვალისწინებული დოკუმენტაცია.

როგორც ავლნიშნეთ, ჩვენ მიზნად დავისახეთ ფერომაგნიტური ნანოსითხეების სინთეზის უწყვეტი ავტომატიზირებული ტექნოლოგიური ხაზის შექმნა, რაც განხორციელდა IV პერიოდში. ამისათვის შესწავლილი და გაანალიზებული იქნა ფერონანოსითხეების სინთეზის (რეაქციის) ყოველი სტადია, დამუშავდა რეაქციის განხორციელების ყოველი საფეხური და აიგო შესაბამისი ბლოკ-სქემა, რომლის მიხედვით შეიქმნა კონსტრუქციის გრაფიკული ნახაზი რეაქციის ავტომატურ რეჟიმში განსახორციელებად ყველა საჭირო ბლოკების გათვალისწინებით.

ავტომატური ქიმიური რეაქტორის სისტემა, აგებულია ინდივიდუალურად, მოთხოვნების შესაბამისად. მთელი სისტემა დამონტაჟებულია მობილურ სადგამზე, მობილურია ასევე PLC კონტროლის ბლოკი და ტემპერატურული ცირკულატორი.

რეაქტორული სისტემის მართვა შესაძლებელია როგორც ხელით, ისე პროგრამულად. მონაცემების შეტანა-გამოტანა ხორციელდება სენსორულ დისკლის მეშვეობით (მოცემულია ტემპერატურები, პერისტალტური ტუმბოების მუშაობის რეჟიმები, pH კონტროლი და ძრავის ბრუნვათა რიცხვი და ა.შ), რომელიც საშუალებას იძლევა იმართოს რეაქტორის პარამეტრები და ასევე მას გადაეცეს ბრძანებები კომპიუტერის მეშვეობით. IY პერიოდის ანგარიშში დეტალურად აღწერილია რეაქტორის ძირითადი მახასიათებლები, ფუნქციონალური შესაძლებლობები, განსაკუთრებულობა, რეაქტორის ძირითადი კომპონენტები, სარეაქციო არე, პერისტალტიკური ტუმბოების მუშაობის პრინციპები მოცემულ შემთხვევაში, აღწერილია დანადგარის პროგრამული უზრუნველყოფა, პროგრამული უზრუნველყოფის მთავარი მენიუ, ოპერაციული პანელი, სისტემის უსაფრთხოების პროგრამული ჩანართები, მონაცემთა ისტორიის ინტერფეისი, მონაცემთა ისტორიის მრუდები.



**სურ. 2. ავტომატური ქიმიური რეაქტორი.**

ასევე ამავე პერიოდში დექსტრანით სტაბილიზირებული ნანოსითხის სინთეზი განხორციელდა ზემოთ აღწერილი პროცედურის თანახმად. კერძოდ, ახლად სინთეზირებულ მაგნიტურ ფეროსითხეში, უჟანგბადო არეშივე მოხდა წინასწარ მომზადებული დექსტრანის წყალხსნარის დამატება წვეთ-წვეთად (3 გრ დექსტრანი გახსნილ იქნა 3 მლ დისტილირებულ წყალში), ამასთან ინტენსიური მორევის პირობებში თანდათანობით მოხდა მაგნიტური ფეროსითხის ტემპერატურის აწევა 60-70°C-მდე. დექსტრანის წყალხსნარის მთლიანად დამატების შემდეგ, მიღებული მაგნიტური

ფეროსითხის მორევა გაგრძელდა 30 წუთის განმავლობაში (ტემპერატურა იყო 60°C-მდე). ამის შემდეგ გამოირთო ვაკუუმი და განხორციელდა დისტილირებული წყლით გამორეცხვის პროცედურები. დასაწყისში მაგნიტური სითხის pH იყო დაახლოებით 10,8. გამორეცხვა გაგრძელდა მანამ, სანამ სისტემის pH არ გახდა დაახლოებით 6.04. ამის შემდეგ მუდმივი მაგნიტის მეშვეობით წყალი გადაიწურა მაქსიმალურად და მიღებულ პასტას დაემატა 15 მლ დისტილირებული წყალი. აქედან ინსულინის შპრიცით ამოღებულ იქნა 1 მლ სითხე, შპრიციდან მაგნიტური გაზომვებისთვის კონტეინერში ჩაისხა 0.18 მლ მაგნიტური სითხე.

მაგნიტურმა გაზომვებმა აჩვენა ჰისტერეზის მარყუჟის არ არსებობა, რომელიც დამახასიათებელია სუპერპარამაგნიტური ქცევისათვის. სუპერპარამაგნიტიზმი გულისხმობს ხსნარში მაგნიტური ნნწ-ების განმეორებითი დისპერსირების შესაძლებლობას აგრეგაციის წარმოქმნის გარეშე.

მეორე შემთხვევაში შემოუგარსავი მაგნიტური ნანოსითხე გადატანილ იქნა ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავების რეზერვუარში, მაგნიტურ სითხეს დაემატა 50 მლ დისტილირებული წყალი და მოხდა მისი ელექტროჰიდრაულიკური დამუშავება 10 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ ელექტროჰიდრაულიკურად დამუშავებული მაგნიტური ფეროსითხე ჩაისხა კოლბაში, სითხის ტემპერატურა დაწეულ იქნა 17-18°C გრადუსამდე და შემდგომ მაგნიტურ მომრეგზე ინტენსიური მორევის პირობებში წვეთ-წვეთად დამატებულ იქნა წინასწარ მომზადებული დექსტრანის წყალხსნარი (3 გრ დექსტრანი გახსნილ იქნა 3 მლ დისტილირებულ წყალში). დექსტრანის დამატების კვალდაკვალ ხდებოდა მაგნიტური ფეროსითხის ტემპერატურის მატება 60-70°C გრადუსამდე.

დამაგნიტების მრუდი არ უჩვენებს ნარჩენ დამაგნიტებას ნულოვან ველზე, რაც მიუთითებს ნანოსითხის სუპერპარამაგნიტურ ქცევაზე. ჰისტერეზის არარსებობა ოთახის ტემპერატურაზე მეტყველებს იმ ფაქტზე, რომ მაგნიტური ფხვნილების დიამეტრი არის საკმარისად მცირე ანუ 20 ნმ-ის ქვევით.

## 1. პროექტის შედეგი და ეფექტი:

მაგნიტური ნანოსითხის სინთეზისას დიდი მნიშვნელობა ექცევა ნანონაწილაკების ზომებს. ზომები უნდა იყოს ჰომოგენური, უნდა გააჩნდეს მცირე გადახრა საშუალო ზომიდან. ჩვენამდე არსებული დისპერგირების მეთოდები ნაწილობრივ უზრუნველყოფდა დისპერგირების მისაღებ ხარისხს. მაღალი ხარისხის უზრუნველსაყოფად ჩვენ მივმართეთ

ელექტროჰიდრაულიკურ ეფექტს (იუტკინის ეფექტი). ამ მიზნით დამზადდა ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი. თანახმად მერხევი ნიმუშის მაგნეტომეტრული VSM გაზომვებისა, მაგნიტური ამთვისებლობა იზრდება ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტის გამოყენებით. ასევე, აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო სორბციის უნარით ხასიათდება ელექტროჰიდრაულიკური მეთოდით დამუშავებული მაგნიტური სითხე. ანუ სხვა სიტყვებით რომ გამოვხატოთ, ჩვენს მიერ შექმნილი დანადგარის მეშვეობით შესაძლებელი ხდება მაგნეტიტის მყარი მარცვლების ჰომოგენიზაცია სითხეში და შედეგად უფრო მაღალდისპერსიული მაგნიტური სითხის მიღება. უნდა აღინიშნოს, რომ იუტკინის ეფექტის გამოყენება ნანონაწილაკების სინთეზისათვის მსოფლიო პრაქტიკაში პირველად განხორციელდა ჩვენს მიერ. ამდენად, ჩვენს მიერ შექმნილი იუტკინის ეფექტზე დაფუძნებული ელექტროჰიდრაულიკური დანადგარი თავისუფლად გახდება კომერციული დანიშნულების.

არსებობს ტექნოლოგიური გამოწვევა ნნწ-ების ზომის, ფორმის, სტაბილურობისა და დისპერსიულობის კონტროლის მხრივ სასურველ გამხსნელებში. მაგნიტური რკინის ოქსიდის ნნწ-ებს გააჩნია ზედაპირი მოცულობაზე შეფარდების დიდი მნიშვნელობა და ამიტომ ფლობს მაღალ ზედაპირულ ენერგიებს. შესაბამისად, ზედაპირული ენერგიის შემცირების მიზნით ისინი მიისწრაფვიან აგრეგაციისაკენ. უფრო მეტიც, შიშველი რკინის ოქსიდის ნნწ-ები ხასიათდება მაღალი ქიმიური აქტივობით და ადვილად იჟანგებიან ჰაერში (განსაკუთრებით მაგნეტიტი), რაც ზოგადად განაპირობებს მაგნეტიზმისა და დისპერსიულობის გაუარესებას. ამგვარად, ზედაპირის ხელსაყრელი საფარით უზრუნველყოფა და ზოგიერთი ეფექტური დაცვის სტრატეგიის შემუშავება რკინის ოქსიდის ნნწ-ების სტაბილურობის შესანარჩუნებლად არის ძალიან მნიშვნელოვანი, რისი განხორციელებაც იყო ჩვენი მიზანი. აღსანიშნავია, რომ პრაქტიკულად მთელ რიგ შემთხვევებში დამცავი გარსაცმი უზრუნველყოფს არა მარტო ნნწ-ების სტაბილიზაციას, არამედ შეიძლება გამოყენებულ იქნას მათი შემდგომი ფუნქციონალიზაციისთვის.

ასე რომ, ჩვენ ძირითად ყურადღება გავამახვილეთ რკინის ოქსიდის ნნწ-ების შექმნის დახვეწაზე და მიღების სხვადასხვა სტრატეგიაზე, ზედაპირულად სხვადასხვანაირად ფუნქციონალიზირებული ნნწ-ების სტრუქტურასა და მაგნიტურ თვისებებზე და მომავალში მათ შესაბამის გამოყენებაზე. ქიმიური მეთოდით და ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტით სინთეზირებული, სხვადასხვა პოლიმერებით (PVA, PEG, Dextran) შემოგარსული რკინის ოქსიდის ნნწ-ების თვისებების შესწავლის შედეგად შესაძლებელი გახდა ნაწილაკის ზომის მართვისა და კოლოიდური დისპერსიის სტაბილიზაციის უზრუნველყოფა და შეიქმნა მყარი პლატფორმა მრავალფუნქციონალური რკინის ოქსიდის ნანონაწილაკების საწარმოებლად.

ელექტროჰიდრაულიკური ეფექტით დამუშავებული, PVA, PEG და დექსტრანი-ით შემოგარსული მნწ-ებისთვის (SPIONs) დადგინდა, რომ ისინი კარგად შეიწონება (იხსნება) წყალში, ვინაიდან მათ ზედაპირზე აქვთ ჰიდროქსილური და ამინეს ჯგუფის შემცველი ჰიდროფილური დაბოლოება და ზომების ვიწრო განაწილება. ასევე გარე ჰიდროფილური

ზედაპირი აძლიერებს მათ ბიოაქტიურობას. ამიტომ ისინი წარმოადგენენ ძალიან კარგ ბიოსამედიცინო სამკურნალწამლო მატარებლებს.

პროექტის ვალდებულების ფარგლებში შეიქმნა ავტომატური ქიმიური რეაქტორის კონსტრუქცია, მისი აგება შევუკვეთეთ მწარმოებელს. შედეგად მივიღეთ მობილურ სადგამზე დამონტაჟებული მთელი სისტემა. უტხ-ს მეშვეობით ექსპერიმენტები გაშვებულია ავტომატურ რეჟიმში – უსაფრთხოდ, დიდი აღმწარმოებლობით და მთელი დღე-ღამე. უტხ მეშვეობით მკვლევარ-მეცნიერი აღწევს ექსპერიმენტის მაღალ სიზუსტეს. უტხ-ს შექმნით მაგნიტური ნაწილაკების სინთეზი განთავისუფლდა აუცილებელი რთული პროცესების მონიტორინგისგან და დამქანცველი სამუშაოსაგან, რაც ჩაბარდა წარსულს.

### **3. განხორციელებული პროექტის გავლენა მიმართულების სფეროზე ან მის განვითარებაზე:**

ბიომედიცინაში მრავალფუნქციონალური გარსაცმით დაფარული ნანოსისტემების შექმნა - თანამედროვე ნანოტექნოლოგიის აქტიურად განვითარებითი სფეროა. იმის მიუხედავად, რომ სამკურნალო საშუალებების ნაწილაკის ზედაპირზე მიბმის იდეა 30 წლის წინათ გამოითქვა და ამ საკითხზე ბევრი სამეცნიერო კოლექტივი მუშაობს და აწარმოებს კვლევებს, თუმცა პრაქტიკულ რეალიზებამდე ჯერ კიდევ არ არის მიყვანილი ეს მიმართულება. ნანონაწილაკების სინთეზის ჩვენებური მეთოდი ხელს შეუწყობს ამ პრობლემის დადებითად გადაწყვეტას.

გარკვეული შეზღუდული რაოდენობის შედეგებია მიღებული in vivo მონწ-ების გამოყენებაზე ჰიპერთერმიაშიც. ყველაზე ფართოდ მონწ მაგნიტო-რეზონანსულ კვლევებშია გამოყენებული, აქ ეს ნაწილაკები კონტრასტულ აგენტებად გვევლინებიან, რომელთა ეფექტურობაც ამალდება ჩვენი მიდგომის გამოყენებით.

ბიონანოტექნოლოგიების შედარებით ნელი განვითარება რიგი პირობებითაა გამოწვეული. მიუხედავად ბოლო 10-15 წლის განმავლობაში მიღწეული პროგრესისა ამ სფეროში, ეხლაც გარკვეულ სირთულეს წარმოადგენს მონწ-ის ბიომედიცინაში გამოყენების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენა. ამ მიმართულებით ნანონაწილაკების რადიუსის განაზღვრვის შემცირებასა და აღწარმოებადობას მნიშვნელოვანი წვლილის შეტანა შეუძლია.

განსაზღვრული მახასიათებლების მქონე ნანონაწილაკების სინთეზის გარკვეული პრობლემა არსებობს აგრეთვე. მიუხედავად ბოლო 10-15 წლის წარმატებებისა მონწ-ების მიღების მეთოდების მიმართულებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ სხვადასხვა ზომისა და შემადგენლობის ნაწილაკების სინთეზს, სირთულეს წარმოადგენს ზომების მიხედვით ვიწრო განაწილებისა და მაღალი კრისტალურობის მქონე მონწ-ების წარმოება, ვინაიდან ჩანასახის წარმოქმნისა და ზრდის საკითხი შორს არის სრული გაგებისგან. გრანტში ასახული მიდგომით ეს სირთულეებიც მოგვარებადია.

რთული პრობლემაა მონწ-ის სტაბილური დისპერსიების შექმნა. ნაწილაკები მისწრაფვიან აგლომერაციისაკენ და თავისუფალი ენერჯის შემცირებისაკენ, რაც დაკავშირებულია ზედაპირი/მოცულობა შეფარდების დიდ მნიშვნელობასთან. არის

ნაერთები, რომლებსაც იყენებენ მნწ-ის სტაბილიზირებისათვის, მაგრამ მათი თვისებები ბიოლოგიურ გარემოში მოთავსებისას არასაკმარისადაა გამოკვლეული. ხშირად საფარმა უნდა უზრუნველყოს ნანონაწილაკების „დამალვა“ რეტიკულოენდოთელიალური სისტემისაგან, რათა მათ მიაღწიონ სპეციფიურ ქსოვილებამდე. ეს პროცესი - დაფარვა და დამაგრება სტაბილიზატორის მნწ-ის ზედაპირზე, სტანდარტიზებული უნდა იყოს და უნდა ვიღებდეთ სტაბილურ დისპერსიულ ნანონაწილაკებს ან ფხვნილებს, რომელიც ადვილად იხსნება წყალში. სტანდარტიზაციის პრობლემა ადვილად გადასაწყვეტია ავტომატური ქიმიური რეაქტორით სინთეზისას.

ბიომედიცინაში გამოყენებული ნანოსისტემების შექმნისას დიდ სიძნელეს წარმოადგენს ბიოთავსებადი, მდგრადი საფარის შექმნა და მათზე ბიოვექტორებისა და სამკურნალწამლო საშუალებების დამაგრება. ამასთან პოლიმერული საფარი მნწ-ის ზედაპირზე ქიმიური ზმით უნდა იყოს დაკავშირებული და ინარჩუნებდეს მდგრადობას ბიოლოგიურ გარემოში. ჩვენი სიახლეების (ელექტროჰიდრაულიკა და ავტომატური ქიმიური რეაქტორი) წყალობით ბიოვექტორებისა და წამლების დამაგრების მექანიზმი ახლო მომავალში უკეთ იქნება შესწავლილი და მოგვცემს ამ ნივთიერებების კონტროლირებადი დამატების შესაძლებლობებს. სავარაუდოდ გაადვილდება იმ ქიმიო-ფიზიკური მექანიზმების შესწავლა, რომელიც თან ახლავს თერაპიული პრეპარატების გამონთავისუფლებას ორგანიზმში.

ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ მრავალფუნქციური, მოდიფიცირებული საფარით აღჭურვილი მნწ-ის სინთეზი სულ უფრო მიიპყრობს ფიზიკოსების, ქიმიკოსების ბიოლოგებისა და მედიცინის მუშაკთა ყურადღებას. უახლოეს ათწლეულში თავისი ეფექტურობის გამო ნანონაწილაკები უნიკალური უნდა გახდეს ბიომედიცინის სხვადასხვა სფეროში, მათ შორის ავთვისებიანი სიმსივნეების თერაპიაში. ცოცხალ ორგანიზმში მაგნიტომართვადობის და მათ ზედაპირზე ბიოვექტორების არსებობის გამო ნანოსისტემების ლოკალიზაცია გარკვეულ უბნებში შესაძლებლობას მოგვცემს დაავადების ადრეულ სტადიაზე მაგნიტო-რეზონანსული კვლევით ვაწარმოთ დიაგნოზირება და მიზანმიმართული მიწოდების გამო ადგილზე მივიტანოთ სამკურნალწამლო საშუალებები და გენები. გრანტში გაწეული სამუშაოები მიმართული იყო იმ პატფორმის შესაქმნელად, რომელიც ახლო მომავალში განახორციელებს მსგავსი კვლევების დადებითად გადაწყვეტას.

პროექტის ხელმძღვანელი :

შალვა კეკუტია