

მიკრონაწილაკების მუხტების განსაზღვრა მათი ინდუქციური დამუხტვის დროს

ალექსანდრე გორგოშიძე, მალხაზ ბიბილური
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მეტალური სფერული ფორმის მიკრონაწილაკების ინდუქციური დამუხტვის პროცესი. აღწერილია ექსპერიმენტული დანადგარის მხოლოდ ელექტრული ნაწილი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მეტალური სფერული ფორმის ნაწილაკები დავმუხტოთ თავის ზღვრულ მაქსიმალურ მნიშვნელობამდე. განხილული მეთოდით გაზომილი მუხტების სისწორე შემოწმებული იყო მიღებული შედეგების შედარების გზით მის თეორიულ მნიშვნელობასთან.

საკვანძო სიტყვები: ელექტროსეპარაცია. ზღვრული მუხტი. ელექტრული ველის დაძაბულობა.

1. შესავალი

ელექტრული სეპარაციის მეთოდები დაფუძნებულია დამუხტულ მინერალურ მიკრონაწილაკებზე ელექტრული ველის ძალოვან ზემოქმედებაზე [1]. ამიტომ პროცესებისათვის მნიშვნელოვანია რამდენად ეფექტურად იქნება განხორციელებული ნაწილაკების სელექციური დამუხტვის პროცესი. უმრავლეს შემთხვევაში სხვადასხვა ელექტრული გამტარობის მქონე მინერალური ნაწილაკების სელექციური დამუხტვა განხორციელებულია მათი კონტაქტისას დამუხტულ ელექტროდთან, ანუ ინდუქციური დამუხტვით.

დამუხტვის ეს პრინციპი ფართოდ გამოიყენება ისეთ ელექტროსეპარატორებში, როგორცაა დოლური გვირგვინულ-ელექტროსტატიკური და ბრტყელი დახრილი ელექტროსტატიკური სეპარატორები.

2. ძირითადი ნაწილი

ელექტროსეპარატორებში მიმდინარე ინდუქციური დამუხტვის პროცესის ანალიზისთვის შესაძლებელია განხილული იქნას პროცესები, რომლებიც მიმდინარეობს ერთგვაროვან ელექტრულ ველში, ანუ ბრტყელ კონდენსატორის მიერ შექმნილ ველში. ამის დასასაბუთებად შეიძლება გამოვიყენოთ ის ფაქტი, რომ ნაწილაკების ზომები არის ძალიან მცირე და მისი ცვლილების ფარგლებში ელექტრული ველი შეიძლება ჩავთვალოთ ერთგვაროვანად. გარდა ამისა რეალურ ელექტროსეპარატორებში ელექტრული ველი იცვლება მცირე დიაპაზონში.

ერთგვაროვან ელექტრულ ველში კი გამოკვლევებისა და გაზომვების ჩატარება გაცილებით იოლია. ამასთან, ის საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ის ძირითადი კანონზომიერებები, რომლის საფუძველზედაც შეიძლება ჩავატაროთ ნაწილაკების ქცევის ანალიზი, რომელიც მიმდინარეობს რეალურ ელექტროსეპარატორებში.

ერთგვაროვან ელექტრულ ველში ნაწილაკების დამუხტვისა და მასზე მოქმედი ძალების გაანგარიშების ამოცანა განხილული იყო მრავალი ავტორის მიერ. ინდუქციური

დამუხტვის შესახებ არსებულ ლიტერატურულ წყაროებზე ჩატარებული ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ეს შედეგები იძლევა მხოლოდ არასრულ მონაცემებს, როგორც ინდუქციური მუხტების, ასევე დამუხტვის დროისა და ნაწილაკების ელექტროდიდან მოწყვეტის ალბათობის შესახებ. თითქმის არცერთ ლიტერატურულ წყაროში არ ხდებოდა იმ პარამეტრების ცვლილება, რომლებიც განსაზღვრავენ ინდუქციური დამუხტვის პროცესს. არც მეთოდოლოგია, არც ექსპერიმენტული დანადგარი, რომელიც საშუალებას მოგვცემდა ჩავვეტარებინა ასეთი გაზომვები ლიტერატურაში აღწერილი არ არის.

ნაშრომში განხორციელებულია ექსპერიმენტული დანადგარის გაანგარიშება მინერალთა მიკრონაწილაკების ელექტროფიზიკური პარამეტრებისა და გაანალიზებულია მათი ქცევა. ინდუქციური დამუხტვის პროცესში. ის შედგება ელექტრული და ოპტიკური ნაწილისგან. ელექტრული ნაწილის დანიშნულებაა გამოვიკვლიოთ მიკრონაწილაკების მუხტი, მისი ზღვრული მნიშვნელობები და ნაწილაკის ელექტროდიდან მოწყვეტის შესაბამისი ელექტრული ველის დაძაბულობის ზღვრულური (მინიმალური) მნიშვნელობები სხვადასხვა პარამეტრების ფართო დიაპაზონში ცვლილების დროს, ხოლო ოპტიკური ნაწილის დანიშნულებაა განვსაზღვროთ ნაწილაკის დამუხტვის დრო, დამუხტვის დროის მუდმივა და სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრები, რომლებიც გადაწყვეტ როლს ასრულებენ ელექტროსეპარაციის დროს.

ნაშრომში განვიხილავთ ექსპერიმენტული დანადგარის მუშაობის მხოლოდ ელექტრულ ნაწილს. მის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს მუშა ბრტყელი კონდენსატორი. მუშა კონდენსატორი შედგება ზედა და ქვედა ფირფიტისაგან დიამეტრით $d=75$ მმ. მათ შორის მანძილის ფიქსირება ხდება სპეციალური ეტალონური ცილინდრის შაბლონის საშუალებით, რომლის სიმაღლე 10 მმ. ზედა ფირფიტა შეიძლება მდორედ გადავადგილოთ ქვედას მიმართ და შემდეგ ის დავამაგროთ სპეციალური ქანჩის საშუალებით ისე, რომ მასზე მიკრულმა ნაწილაკებმა არ განიცადონ რყევები. ზედა ელექტროდის აწევის შემდეგ, დამუხტული ნაწილაკები იოლად მოიხსნებიან დიელექტრიკული ნემსის მიერ მათი ელექტრომეტრებში ჩაშვების მიზნით. მათი მუხტების გაზომვის შემდეგ ისინი ისევ თავსდებიან მუშა კონდენსატორის ქვედა ელექტროდის ცენტრალურ ნაწილში, რაც საშუალებას გვაძლევს რამდენჯერმე განმეორდეს ექსპერიმენტები ერთი და იმავე ნაწილაკებზე. ამის შემდეგ შაბლონით ისევ ვაყენებთ ზედა ელექტროდს იგივე მანძილზე ქვედა ელექტროდიდან.

მუშა კონდენსატორის ქვედა ელექტროდი დამზადებულია ღრუ ცილინდრის სახით. მისი კონსტრუქციული შესრულება საშუალებას გვაძლევს გამოვიკვლიოთ სხვადასხვა მასალის გავლენა ინდუქციური დამუხტვის პროცესზე. ამისათვის მასში გათვალისწინებულია ქვედა ელექტროდის ზედაპირზე სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული დისკების დამაგრების შესაძლებლობა.

ქვედა ელექტროდის სიღრუეში მოთავსებულია გამათბობელი, რომლის ტემპერატურა შეიძლება ვარეგულიროთ 300°C -მდე. ტემპერატურის გაზომვა ხდება ქრომელ-კოპელის თერმოწყვილით.

მუშა კონდენსატორში გათვალისწინებულია დამუხტველი ელექტროდის ვიბრაცია ინდუქციური დამუხტვის პროცესში. ამისათვის მუშა კონდენსატორის ქვედა ფირფიტა დამაგრებულია ფოლადის დისკზე, რომელიც წარმოადგენს ელექტრომაგნიტის ღუზას.

ქვედა ელექტროდის მასა მუშა კონდენსატორის მთელ მასასთან შედარებით მცირეა. ამის გამო ქვედა ფირფიტის რხევები არ გადაეცემა მუშა კონდენსატორის სხვა ნაწილაკებს.

გარემომცველი გარემოს ტენიანობა იცვლებოდა წყლის აორთქლების შედეგად მუშა კონდენსატორის გარშემო არსებულ მცირე გარემოში. ტენიანობის გაზომვა ხდებოდა ფსიქრომეტრის საშუალებით.

მუშა კონდენსატორის ზედა ფირფიტა დაფარული იყო საიზოლაციო ПЭП-117 მარკის ეპოქსიდით მასალის ფენით. მისი სისქე საშუალებას გვაძლევს დავაშოროთ ქვედა ელექტროდიდან დამუხტვის შედეგად მოწყვეტილი ნაწილაკები და იზოლირებული ნემსის საშუალებით გავზომოთ მათი მუხტები.

მუხტების გაზომვა ხდებოდა BK2-16 ელექტრომეტრის საშუალებით. დამუხტული ნაწილაკი, რომელიც არის მიკროული ზედა ელექტროდზე დაფარულ დიელექტრიკზე, განიცდის განმუხტვას ამ მასალის ზედაპირული ნაწილაკების საშუალებით. ამიტომ, სანამ მას მოვხსნით დიელექტრიკული ნემსის საშუალებით შესაძლებელია მან დაკარგოს გარკვეული რაოდენობის მუხტი. ამიტომ მუხტების გაზომვის დროს განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობოდა მუშა კონდენსატორის ზედა ელექტროდის და დიელექტრიკული ნემსის იზოლაციის სისუფთავეს. ამისათვის ექპერიმენტის წინ ხდებოდა მისი გაწმენდა სუფთა სპირტით. ამის შედეგად ვღებულობდით გაზომილი მუხტების სტაბილურ მნიშვნელობებს.

ნაწილაკების დამუხტვის ხასიათზე შესაძლებელია გავლენა იქონიოს ნაწილაკის ელექტროდიდან მოწყვეტის დროს მასზე წარმოქმნილმა მაღალმა პოტენციალმა და შესაბამისად გვირგვინული განმუხტვის წარმოქმნის პროცესმა, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს მუხტების მნიშვნელოვანი ნაწილის ნეიტრალიზაცია. ნაწილაკების ზომები წარმოებულ გამოკვლევებში არ აღემატებოდა 400 მკმ-ს, ხოლო მათთვის გვირგვინული განმუხტვის ელექტრული ველის დამაბულობა შეადგენს 18 კვ/სმ-ს და ის ზომების შემცირებისას იზრდება. ჩვენს შემთხვევაში ელექტრული ველის დამაბულობა არ აღემატებოდა 10 კვ/სმ და შესაბამისად გვირგვინულ განმუხტვას ადგილი არ ჰქონდა.

ექსპერიმენტული გამოკვლევები წარმოებდა როგორც მეტალურ სფერულ ნაწილაკებზე, ასევე სხვადასხვა ფორმის მინერალურ ნაწილაკებზე, რომლის ზომები განისაზღვრებოდა МБИ-6 მიკროსკოპის საშუალებით 54-ჯერ გადიდების დროს. მისი ზომები იზომებოდა სამი სხვადასხვა პერპენდიკულარული მიმართულებით: ორი მათგანი ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე, ხოლო მესამე სიბრტყის პერპენდიკულარული მიმართულებით. ნაწილაკის ეს მესამე ზომა განისაზღვრებოდა ელექტროდის ზედაპირის სიმაღლის ფოკუსისა და ნაწილაკის სიმაღლის ფოკუსური მანძილების სხვაობების მიხედვით. ნაწილაკების ზომების გაზომვის სისუსტე დამოკიდებულია სიმკვეთრის სიღრმეზე და ის შეადგენს 2 მკმ-ს.

ნაწილაკების მუხტების ჩატარებული გაზომვების სისწორე შემოწმებული უნდა იყოს პირველ რიგში გამტარი სფეროს ფორმის მქონე ნაწილაკებზე, რომლისთვისაც მისი თეორიული მნიშვნელობა და ასევე მისი ექსპერიმენტული შემოწმება ლიტერატურულ წყაროებში ყველაზე მეტად არის დადასტურებული [2].

უნდა აღინიშნოს, რომ მეტალური ნაწილაკები ხასიათდებიან ძალიან დიდი გამტარებლობით. ამიტომ მათი ინდუქციური დამუხტვის პროცესში, სანამ ისინი

მოწყდებიან დამმუხტველ ელექტროდს და დაიწყებენ მოძრაობას მეორე ელექტროდისაკენ, ასწრებენ მიიღონ თავისი მაქსიმალური ზღვრული მუხტი.

ასეთი გაზომვები ჩატარებულ იქნა ჩვენს მიერ სხვადასხვა მეტალური სფეროს ფორმის ნაწილაკებზე, რომელთა რადიუსი იცვლებოდა 70-დან 190 მკმ-მდე ფარგლებში, როდესაც ელექტრული ველის დამაბულობა იყო 10 კვ/სმ. გაზომილი მუხტების მნიშვნელობების შედარება თეორიულად [3] გვიჩვენებს, რომ მეტალური სფეროს ფორმის ნაწილაკები მათი ინდუქციური დამუხტვის პროცესში ღებულობენ ზღვრულ (მაქსიმალურ) მუხტს, რაც შეესაბამება ლიტერატურულ მონაცემებს.

3. დასკვნა

ამგვარად, ჩატარებული ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ აღნიშნული დანადგართა და გაზომვის მეთოდით შესაძლებელია საიმედოდ იქნას გაზომილი მუხტების სიდიდე, რომელსაც ღებულობენ რეალური მინერალები, რომელთა სეპარაცია წარმოებს ელექტრულ სეპარატორებში.

ლიტერატურა:

1. Олофинский Н.Ф. (1977). Электрические методы обогащения. М.: Недра.
2. Ган З. (1964). Прибор для получения малых точно известных электрических зарядов. Приборы для научных исследований. N7.
3. Лебедев Н.Н., Скальская И.П. (1962). Сила, действующая на проводящий шарик, помещенный в поле плоского конденсатора/ Журн. Техн. Физики. Вып. 3. т. 32.

DETERMINATION OF MICROPARTICLES CHARGES DURING INDUCTION CHARGING

Gorgoshidze Alexandre, Bibiluri Malkhaz

Georgian Technical University

Summary

In the work inductive charging process of metallic spherical microparticles has been discussed. Electrical part of experimental device has been described, that gives possibilities to charge metallic spherical particles up to its limit value. The accuracy of measured charges by this method has been tested via comparison of obtained results with the theoretical value. Based on experimental results it was established, that by using of mentioned device and measuring method it is possible to measure charges, those are obtained by real minerals, which separation is conducted in electric separator.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА МИКРОЧАСТИЦ В ПРОЦЕССЕ ИНДУКЦИОННОЙ ЗАРЯДКИ

Горгошидзе А, Бибилури М.

Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассмотрен процесс индукционной зарядки металлических микрочастиц со сферической формой. Описана только электрическая часть экспериментальной установки, которая дает возможность зарядить до предельного максимального значения металлические частицы. Погрешность измерения величины заряда, накопленного этим методом, оценена путём сравнения экспериментальных результатов с теоретической величиной.