

ტექნოლოგიურ პროცესებში ჟანგბადის კონცენტრაციის განსაზღვრის მეთოდების მიმოხილვა

თამაზ ძაგანია, ელგუჯა ბუცხრიკიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია ჟანგბადის კონცენტრაციის გაზომვის მეთოდები საკვლევი არის სხვადასხვა (თხევადი და აირადი) აგრეგატული მდგომარეობისათვის. ნაჩვენებია ამ მეთოდების ძალზედ მრავალფეროვანი გამა და შესაბამისი ტექნიკური საშუალებები მათი ისტორიული, პირვანდელი სახეობებიდან დღეს არსებული ულტრათანამედროვე მიღწევების ჩათვლით. ჩამოყალიბებულია მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

საკვანძო სიტყვები: ჟანგბადი. კონცენტრაცია. მეთოდი. პრინციპი. საკვლევი ნივთიერება.

1. შესავალი

ჟანგბადი ჩვენ პლანეტაზე ყველაზე მეტად გავრცელებული ელემენტია. იგი ნიადაგის 47.4%, ხოლო მტკნარი და ოკეანის წყლების 88.8% შეადგენს [1]. ჟანგბადი არის ასევე ატმოსფეროს ერთ-ერთ ძირითადი მნიშვნელოვანი კომპონენტი (21%). მისი მაღალი ქიმიური აქტივობა და გავრცელების სიდიდე განსაზღვრავს არამარტო დედამიწის ბიოსფეროს არსებობას, არამედ თანამედროვე ცივილიზაციის ევოლუციური განვითარების თანმდევ მრავალ ბუნებრივ და ტექნოლოგიურ პროცესს. აქედან გამომდინარე მისი კონცენტრაციის სიდიდისა და ცვლილების დადგენა, ამ პროცესების შესწავლის და მიზანმიმართული მართვის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია.

ტექნოლოგიურ პროცესებში ჟანგბადის კონცენტრაციის გაზომვის აუცილებლობა მრავალი დარგის აუცილებელი მოთხოვნაა. ამიტომაც საკითხის აქტუალობიდან გამომდინარე, დამუშავდა გაზომვის მრავალი, ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული მეთოდი, რომელთაგან ძირითადად მნიშვნელოვანია შემდეგი: თერმოკონდუქტომეტრული, ელექტროკონდუქტომეტრული, ოპტიკური და ელექტროქიმიური მეთოდები. მოკლედ მიმოვიხილოთ თითოეული მათგანი [2-8].

2.1. თერმოკონდუქტომეტრული მეთოდი

ამ მეთოდზე დამყარებული გაზომვის პრინციპი ეფუძნება გაზთა, წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევის თვისებას, შეიცვალოს თავისი სითბოგამტარებლობა ნარევი ჟანგბადის კონცენტრაციის შესაბამისად. ამისათვის საკვლევი არიდან, (სითხიდან) ხდება ჟანგბადის ექსტრაქცია წყალბადის საშუალებით და მიღებული ნარევის სითბოგამტარებლობის უნარის შეფასება.

ეს მეთოდი არის ჟანგბადის კონცენტრაციის გაზომვის ერთ-ერთი პირველი მეთოდი და ამით წარმატებით სარგებლობდნენ გასული საუკუნის 30-40 -იან წლებში. გაზომვის ამ პრინციპის ძირითადი ნაკლია ხელსაწყოს მექანიკური ნაწილის სირთულე, კალიბრების სირთულე, და რაც ყველაზე მთავარია, ესაა მისი არასელექტიურობა ჟანგბადის მიმართ .

2.2. ელექტროკონდუქტომეტრული მეთოდი

გაზომვის ელექტროკონდუქტომეტრული მეთოდის ძირითადი პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში [4]. თუ წყალგამტარ სვეტში, რომელშიდაც სპეციალური მეთოდიკით ტალიუმი ჩატვირთული, გავატარებთ წყალს, რომელიც შეიცავს მასში გახსნილ ჟანგბადს, იგი შეიცვლის ელექტროგამტარებლობას და ეს ცვლილება მით მეტი იქნება, რაც მეტია ამ წყალში ჟანგბადის რაოდენობა.

მეთოდის უარყოფითი მხარეა ის, რომ ტალიუმი მომწამვლელი ნივთიერებაა და აქედან გამომდინარე საჭიროებს მასთან მომუშავე პერსონალის შესაბამის კვალიფიკაციას.

ასევე მეთოდის უარყოფითი მხარეა ისიც, რომ საკვლევი წყლის ტალიუმის სვეტში გავლის შემდეგ მასში ჟანგბადის კონცენტრაციის არარსებობის შემთხვევაშიც კი შეინიშნება ელ-გამტარებლობის მცირე მატება, რაც გამოწვეულია Tl^+ -ის გაჩენით წყალში ჟანგბადის არარსებობის შემთხვევაშიდაც. ეს ამ მეთოდის მგრძობიარობის შეზღუდვის ერთ-ერთი ძირითადი მიზეზია.

მეთოდის უდავო უპირატესობა, სხვა ზოგიერთ მეთოდთან შედარებით, არის გასაზომ პარამეტრზე უწყვეტი დაკვირვების შესაძლებლობა.

2.3. ოპტიკური მეთოდები

ოპტიკური მეთოდებიდან განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია მედიცინაში ფართოდ გამოყენებული, სისხლის ჰემოგლობინის ჟანგბადით გაჯერების, ე.წ. სატურაციის განსაზღვრის არაინვაზიური ფოტომეტრული მეთოდი, რომელსაც იმპულსური ოქსიმეტრია ეწოდება [7]. იმპულსური ოქსიმეტრის პრინციპი დამყარებულია ოქსიგენირებული და არაოქსიგენირებული ჰემაგლობინის მიერ წითელი და ინფრაწითელი სინათლის შთანთქმის უნარზე. ოქსიგენირებული ჰემაგლობინი უფრო მეტად შთანთქავს ინფრაწითელ სინათლეს და ატარებს მეტ წითელ სინათლეს. არაოქსიგენირებული ჰემაგლობინი კი პირიქით, უფრო მეტად ატარებს ინფრაწითელ სინათლეს და შთანთქავს მეტ წითელ სინათლეს. სწორედ ჰემაგლობინის ეს თვისება იძლევა საშუალებას განისაზღვროს მისი ჰემოგლობინით გაჯერების ხარისხი.

2.4. ფოტომეტრული ტიტრირების მეთოდი (ვინკლერის მეთოდი)

ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მარგანეცის ორვალენტთან ჰიდროჟანგს აქვს თვისება ტუტე არეში ჟანგბადის თანაობისას დაიჟანგოს ოთხვალენტთან ჰიდროჟანგამდე, ისე რომ წარმოქმნილი ოთხვალენტური ჰიდროჟანგის რაოდენობა, თუ გარკვეული პირობები იქნება გათვალისწინებული, პროპორციული იქნება ტუტე არეში თავისუფალი ჟანგბადის კონცენტრაციისა [3]. ხოლო მისი მოხვედრისას მჟავე არეში, იგი (მარგანეცი) ისევ გადადის ორვალენტური ჰიდროჟანგის ფორმაში.

საწყის მომენტში ხდება ჟანგბადის ფიქსაცია სინჯში. შემდეგ სინჯს უმატებენ ძლიერი მჟავის ხსნარს ნალექის გასახსნელად და კალიუმის იოდიდს, რის შედეგადაც მიმდინარეობს რეაქცია თავისუფალი იოდის გამოყოფით. შემდგომ კი თავისუფალ იოდს ტიტრირებენ ნატრიუმის თიოსულფატით სახამებლის თანაობისას. ტიტრირების დამთავრება ხდება ლურჯი შეფერილობის დამთავრების მომენტში.

ამ მეთოდის უარყოფითი მხარეებია ის რომ გაზომვის შედეგი გარდა ჟანგბადის კონცენტრაციისა, ძლიერაა დამოკიდებული სინჯში სხვა ხელისშემშლელი მინარევების არსებობაზე. აგრეთვე მის სუსტი მხარეა გაზომვათა დისკრეტულობა, რაც ზოგიერთი ტექნოლოგიური პროცესისათვის შეიძლება აბსოლუტურად მიუღებელი დარჩეს.

2.5. ფოტოკოლორიმეტრიული მეთოდები

ყველა მეთოდში, სადაც ხდება სინჯის აღება ჟანგბადზე, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სინჯის აღების სისუფთავეს, რათა არ მოხდეს მისი დაბინძურება ატმოსფერული ჟანგბადით. სინჯის აღებისთანავე მასში შეჰყავთ გამზადებული რეაქტივი და მაგნიტურ მომრევეზე მოურევინ, რის შემდეგაც ხსნარი შეიცვლის ფერს, რომლის ინტენსივობაც (ოპტიკური სიმკვრივე) სინჯში ჟანგბადის კონცენტრაციის პროპორციული იქნება.

მიღებული შეფერილი ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის შესაბამისობა სინჯში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციასთან, დგინდება მისი შედარებით წინასწარ მომზადებული სტანდარტული ხსნარების (ბიჯი 10 მკგ/ლ) ოპტიკურ სიმკვრივესთან ვიზუალური შედარებით, ან ფოტომეტრის საშუალებით ხდება მიღებული ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის განსაზღვრა, რაც გაცილებით ზრდის მეთოდის სიზუსტეს [8].

2.6. ლუმინოფორული (LDO ტექნოლოგიაზე დამყარებული)

მეთოდი

მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ გახსნილი ჟანგბადის გასაზომად გამოიყენება ფლუორესცენციული სინათლის ჩახშობა [3].

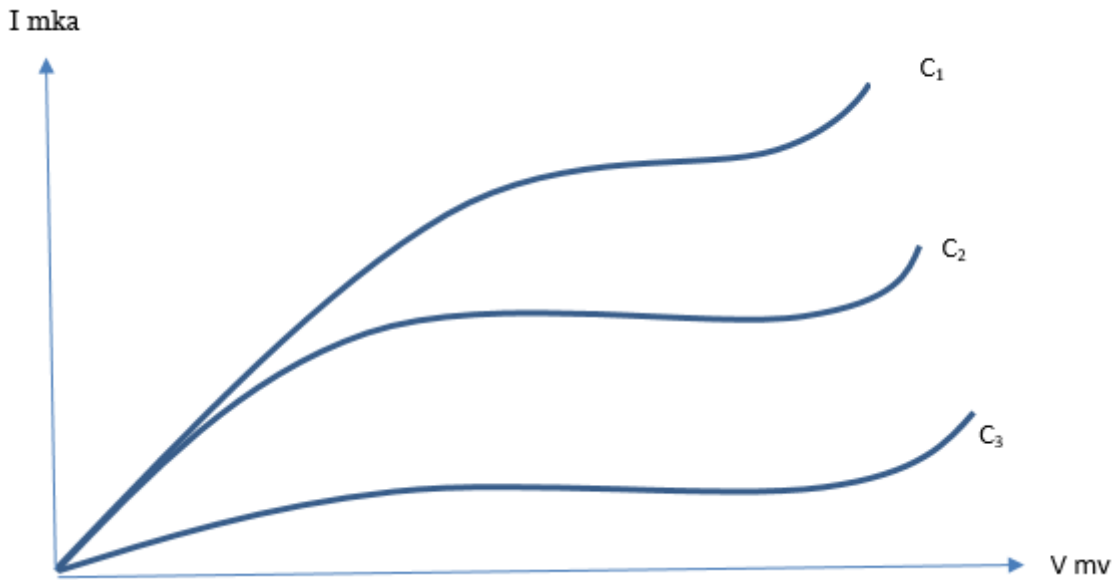
სწორედ აღნიშნული ეფექტი უდევს საფუძვლად სითხეში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაციის გამზომი სენსორების მუშაობის პრინციპს. მათში აღმგზნებად გამოყენებულია ლურჯი ფერის სინათლე, ხოლო ფლუორესცენციული მასალა ისეა შერჩეული, რომ მისი მოლეკულების ჟანგბადის მოლეკულებთან შეჯახება იწვევს ამ (ფლუორესცენცის) მოლეკულების ენერგიის კარგვას გამოსხივების გარეშე, ე.ი. ფლუორესცენცის მოლეკულები საწყის, სტაბილურ ენერგეტიკულ დონეზე გადადის მეორადი ნათების გარეშე, რაც საბოლოოდ ფლუორესცენციული ნათების ჩახშობის მიზეზი ხდება.

გაზომვის აღნიშნულ პრინციპზე დაფუძნებული სენსორები გამოირჩევა მედეგობით, ექსპლუატაციის პერიოდში საჭირო მომსახურების მინიმალური რაოდენობით და დაკალიბრებებს შორის პერიოდის ხანგრძლივობით. თუმცა ამ ტიპის სენსორების გაზომვის ქვედა ზღვარი 0,1მგ/ლ-ზე უკეთესი არაა, რაც მათი გამოყენების არეალს საკმაოდ ზღუდავს.

2.7. ელექტროქიმიური მეთოდები

ზოგადად გაზომვის ასეთ მეთოდებს განეკუთვნება მეთოდები, სადაც გასაზომი სიდიდის გაზომვა ხდება იმ პროცესების კვლევით, რომელსაც ადგილი აქვს სპეციალურად შერჩეულ ელექტროდულ სისტემაში, მასში საკვლევი პარამეტრის მოხვედრისას [6]. გაზომვის ასეთი მეთოდები პრინციპიალურად განსხვავდება ყველა სხვა ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდისაგან და ქმნის ცალკე ჯგუფს, რომელსაც გაზომვის ელექტროქიმიური მეთოდები ეწოდება.

მათ შორისაა პოლაროგრაფული მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს საკვლევი ნივთიერების კათოდზე აღდგენის ელექტროქიმიური რეაქცია, კათოდსა და ანოდს შორის პოტენციალთა სხვაობის არსებობისას [6]. 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია ტიპური პოლაროგრამის ზოგადი სახე. აქ C საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციაა, ხოლო აბსცისისა და ორდინატის ღერძებზე შესაბამისად გადაზომილია ელექტროდებზე მოდებული ძაბვისა და მათ შორის გამავალი დენის მნიშვნელობები.



ნახ. 6 ტიპური პოლაროგრამა, საკვლევი ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის შემთხვევაში ($C_1 > C_2 > C_3$)

3. დასკვნა

წყალსა და ხსნარებში ჟანგბადის კონცენტრაციის განსაზღვრის ელექტროქიმიური მეთოდებიდან, სწორედ პოლაროგრაფულმა მეთოდმა მოიპოვა ყველაზე დიდი გავრცელება, რადგანაც სწორად შერჩეული ელექტროდული სისტემისა და მოდებული ძაბვის პირობებში, ელექტროდულ სისტემაში აღძრული დენი საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციის პროპორციულია, გაზომვის დიაპაზონი ძალზედ ფართო (კონცენტრაციის „0“-ოვანი მნიშვნელობებიდან გაჯერებამდე) ხოლო დენისა და კონცენტრაციის ფუნქციონალური დამოკიდებულება პრაქტიკულად წრფივი, რაც სხვა მეთოდებთან შედარებით ამ მეთოდის უპირატესობად უნდა ჩაითვალოს.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. Standard methods of water analysis. N-Y. 1925
2. Муравьев А.Г. (2004). Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. Изд. 3-е. - СПб: Крисмас.
3. Кострикин Ю.М. (1980). Анализ качества воды, пара и отложений в теплосиловом хозяйстве: методики и расчеты. Изд. ЭНЕРГОТЕХ. -М.

4. Научно-технический отчет Тема 929. НПО “АНАЛИТПРИБОР” 1980
5. წყალი. გახსნილი ჟანგბადის შემცველობის განსაზღვრის პროცედურა გპ-ქლ-242-
13. საქართველოს საერთაშორისო ენერგეტიკული კორპორაცია.
6. Золотов Ю.А. (2002). Основы аналитической химии. – М., «Высшая школа»
7. Лазерные и светодиодные медицинские приборы и системы. (2012). Тюмень ТюмГНГУ
8. Воды производственные тепловых электростанций. ОСТ 34-70-953.23-92. Методы определения кислорода.

A REVIEW OF METHODS FOR DETERMINING THE OXYGEN CONCENTRATION IN VARIOUS TECHNOLOGICAL PROCESSES

Dzagania Tamaz, Butskhrikidze Elguja, Fadiurashvili Vladimer

Georgian Technical University

Summary

Methods for measuring the oxygen concentration for the liquid and gas aggregate states of the test substance are described in the article. A diverse range of these methods is shown, from their historical species including ultramodern achievements. Their advantages and disadvantages are shown.

ОБЗОР МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Дзагания Т., Буцхрикидзе Э., Падиурашвили В.

Грузинский Технический Университет

Резюме

Рассматриваются методы измерения концентрации кислорода для жидкого и газового агрегатного состояния исследуемого вещества. Показана разнообразная гамма этих методов, от их исторических видов включая ультрасовременные достижения. Показаны их преимущества и недостатки.