

## კატალიზის გამოყენების ზოგიერთი განმარტებები ელექტროქიმიურ პროცესებში

ზაალ აზმაიფარაშვილი, ვლადიმერ ფადიურაშვილი, ანა მანაგაძე,  
ზაზა ფადიურაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია კატალიზის ზოგიერთი ასპექტები ელექტროქიმიურ პროცესებში. მრავალი ელექტროქიმიური პროცესი, რომლებიც საინტერესოა სენსორული ტექნოლოგიებისთვის, ხორციელდება მაღალი აქტივაციის ენერგიით და საჭიროებს მაღალ გადაძაბვებს პროცესის გასაგრძელებლად. ამიტომ ამ რეაქციებიდან ზოგიერთს არ შეუძლია გადალახოს პოტენციალური ზღვარი ელექტროდამდე, რაც იძლევა დაბალ მგრძობიარობას და რყევების დიდ რისკს, რადგან აქტივაციის მაღალი ენერგია დაკავშირებულია კოვალენტურ კავშირებთან. იმისათვის, რომ გამარტივდეს რთული ელექტროქიმიური რეაქციების მიმდინარეობა, მიზანშეწონილია კატალიზის გამოყენება. კატალიზი აჩქარებს რეაქციას და არ ცვლის რეაქციის ენერგიის დონეს.

**საკვანძო სიტყვები:** კატალიზი. კოვალენტური კავშირი. ჰომოგენური კატალიზი. ჰეტეროგენური კატალიზი. ელექტროპოტენციალი.

### 1. შესავალი

ელექტროქიმიური თეორიის თანახმად, კატალიზი ამცირებს გადაძაბვას და პროცესს წარმართავს ელექტროქიმიური რეაქციის სიჩქარის გაზრდით. კატალიზი არის ჰომოგენური (ერთგვაროვანი) და ჰეტეროგენული (არაერთგვაროვანი).

ჰომოგენური კატალიზის მიმდინარეობისას უერთიერთმოქმედი ნივთიერებები და კატალიზატორი ერთნაირ ფაზაში იმყოფება, ხოლო ჰეტეროგენული კატალიზის დროს კი - სხვადასხვა ფაზაში. მაგალიტად, რეაქციაში მონაწილე ნივთიერებები შეიძლება იყოს თხევად ფაზაში, ხოლო კატალიზატორი - მყარში.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ჰომოგენური ჟანგვა-აღდგენითი კატალიზი ეფუძნება საცდელი ნიმუშიდან ელექტრონების გადაცემას ჟანგვა-აღდგენით სისტემაში, რომელიც საინტერესოა ანალიზისათვის და მას უწოდებენ შუამავალს (მედიატორს), რომელსაც შეუძლია ხსნარში თავისუფალი დიფუნდირება. ამასთან ერთად, რეაგენტი განიცდის ჟანგვას და მიიღება მედიატორის და ნივთიერებების აღდგენითი ფორმა. დიფუზიის საშუალებით მედიატორის აღდგენითი ფორმა აღწევს ელექტროდის ზედაპირამდე და გადაეცემა ელექტრონი ელექტრო ქიმიური რეაქციის ელექტროდს. აღნიშნული რეაქციის ჟანგვითი ფორმა არის მიმდინარე რეაქციის შედეგი, რომელიც დიფუნდირდება უკურეაქციით ხსნარში და ჟანგავს შემდეგი რეგენერაციის მოლეკულას, ამიტომ საერთო რეაქცია

შედგება ელექტრონის გადატანით რეაგენტის საშუალებით ელექტროდზე და ითვლება მედიატორად რეაქციის განმეორებითი გამოყენებისათვის.

შუამავალი უნდა შეირჩეს ისეთნაირად, რომ შესრულდეს ორი პირობა: პირველი - მას უნდა შეეძლოს შეასრულოს ელექტრონული იონცვლა რეაგენტთან და მეორე - მიაღწიოს კარგ მგძნობიარობას და სელექტიურობას, ამასთანავე, შეეძლოს უკუ-ელექტროქიმიური რეაქციის შესრულება.

ქიმიური პროცესი მიმდინარეობს ხსნარის თხელ ფენაში, რომელსაც „სარეაქციო ფენა“ ეწოდება, სადაც შეიძლება შუამავლის ხელმეორედ გამოყენება. ამავე დროს ვითვალისწინებთ, რომ ძაბვა დამოკიდებულია დიფუზიის სიჩქარესა და ხსნარის მოცულობაზე. თუ რეაგენტის კონცენტრაცია ძალიან მაღალია, მისი გაღარიბება არის უმნიშვნელო და პროცესის სიჩქარე ისაზღვრება ქიმიური ბიჯებით. ამ დროს ძაბვა გარდაიქმნება კინეტიკურ ძაბვად, ე.ი. ისაზღვრება შუალედური ქიმიური რეაქციის სიჩქარით.

ელექტრონების გადატანის ჩვეულებრივი გამოყენება მიმდინარეობს ზოგიერთ ელექტროქიმიურ სენსორებში (მაგალითად, ნუკლეინის მჟავა), სადაც გარდაქმნა დაფუძნებულია ნარჩენების ელექტოქიმიურ რეაქციებზე.

ჰეტეროგენული კატალიზი (ელექტრო კატალიზი) სპეციფიკური ურთიერთ-ქმედებაა რეაგენტებისა და ელექტროდული ნივთიერებების ან ელექტროდზე დაფენილ მოდიფიკატორის მყარ ფენას შორის. როდესაც მათი ურთიერთქმედება შეიცავს ელექტრონის გადატანის პროცესს, მიმდინარეობს კატალიზის ჰეტეროგენული ჟანგვა-აღდგენითი პროცესი.

კატალიზური ეფექტი შეიძლება გამოიწვიოს არაკოვალენტურმა ურთიერთქმედებამ რეაგენტისა და ელექტროდის ზედაპირს შორის, თუმცა ასეთ დროს შეიძლება ელექტროდის გადაცემა არ მოხდეს.

ჰეტეროგენული ჟანგვა-აღდგენით კატალიზი მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც ელექტროდი დაფარულია მოდიფიცირებული ფენით, რომელიც შეიცავს ლითონურ იონურ ცენტრებს და მერყეობს ჟანგვის ორნაირ საფეხურს შორის. მოდიფიკატორი შეიძლება დამზადდეს ლითონის ოქსიდით ან ლითონის კომპლექსნაერთებით.

ფართოდ გამოიყენება ჟანგვა-აღდგენითი კატალიზატორები, მაგალითად, ბერლინის ლაჟვარდი. იგი შედგება რკინის იონების ბადისაგან, რომელიც შერწყმულია ციანიდის (CN) იონებთან. ბერლინის ლაჟვარდის ქიმიური ფორმულა გვიჩვენებს, რომ აღნიშნული მასალა შეიცავს ორ ჟანგვით ფორმაში (ორ- და სამვალენტთან) რკინის იონებს. ასეთი ნაერთით იფარება ელექტროდი, რომელიც განიცდის ელექტროქიმიურ აღდგენას და ჟანგავს იმის მიხედვით, თუ როგორი პოტენციალი გააჩნია ელექტროდს. ასეთი კატალიზატორი შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც ჟანგვა-აღდგენითი კატალიზატორი ანოდური და კათოდური რეაქციებისათვის.

ძირითადად ბერლინის ლაჟვარდი გამოიყენება კატალიზატორად წყალბადის ზეჟანგის ელექტროქიმიური აღდგენის პროცესში.

კატალიზის აღნიშნული თვისება გამოიყენება რაიმე ნივთიერების ამპერიმეტრული აღმოჩენისათვის, რომლის დროსაც გამორიცხულია რყევები გახსნილი ჟანგბადისაგან, რაც საშუალებას იძლევა განხორციელდეს სენსორული გარდაქმნები. ასეთივე წარმატებით გამოიყენება რკინის იონების ნაცვლად სპოლენძის იონების ნაერთი ციანიდ-იონებთან.

კატალიზს აქვს შესაძლებლობათა ფართო დიაპაზონი, რომ არეგულიროს ელექტროქიმიური პროცესები პირდაპირი და შექცევადი რეაქციების დროს.

კატალიზს შეუძლია გააუმჯობესოს მგრძობიარობა და მოახდინოს ელექტროქიმიური რეაქციების წარმართვა, რაც შეუძლებელია კატალიზის გარეშე.

ჟანგვა-აღდგენითი კატალიზი ითვლება როგორც შემავალი ელექტრონის გადატანისას რეაგენტიდან ელექტროდზე. ამის მიღწევა შეიძლება ხსნად ფაზაშიც, რომელიც შეიცავს რეაგენტსაც და მედიატორსაც ჰომოგენური კატალიზის დროს.

### 3. დასკვნა

ელექტროქიმიურ სენსორებში კატალიზის გამოყენება დამოკიდებულია საფენის ზედაპირზე, რომელსაც გააჩნია კატალიზური თვისებები და შეიძლება იყოს ჟანგვა-აღდგენითი ტიპის კატალიზატორი, რომელიც წარმართავს რეაგენტებს შორის ქიმიურ რეაქციებს.

კატალიზური ეფექტები იკვეთება ისეთი ელექტროდების გამოყენებისას, რომლებიც ურთიერთქმედებს რეაგენტებთან ისე, რომ შეამციროს ელექტროქიმიური რეაქციის აქტივაციის ენერგია, რაც საჭიროა პროცესის საჭირო მიმართულებებით წარმართვისათვის.

### ლიტერატურა - References – Литература:

1. Мухлезов Е.П. (1979). Технология катализаторов. Ленинград. „Химия“.
2. გვასალია ლ. (2014). ტექნოლოგიური პროცესების თეორიის საფუძვლები. სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბ.
3. Понченков В., Лебедев В. (1974). Химическая кинетика и катализ. Москва, „Химия“.
4. Томас Дж., Лемберт Р. (1983). Методы исследования катализаторов Москва. „Мир“.
5. Баника Ф.Г. (2014). Химические и биологические основы и применения. Москва, „Техносфера“.

## SOME DEFINITIONS OF CATALYSIS

Azmaiparashvili Zaal, Padiurashvili Vladimer, Managadze Ana,  
Padiurashvili Zaza  
Georgian Technical University

### Summary

In this article is discussed some aspects in electrochemical processes. Many electrochemical processes, which are exciting for sensor technologies is implemented with high activation energy and needs high overstrain to continue process. Therefore from this reactions some of them can't overcome potential margin to electrode, it gives low sensitivity and high risk of tremors, because the high activation energy is connected with covalent connections. To simplify hard electrochemical reactions is recommended to use catalysis. Catalysis accelerated reactions and does not change the energy level.

## НЕКОТОРЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ КАТАЛИЗА В ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Азмаипарашвили З., Падиурашвили В., Манагадзе А.,  
Падиурашвили З.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассматривается вопрос проведения изменений в системе образования, так как только он может стать значительным фактором эффективного функционирования экономики и государственной системы, определяющим инструментом и катализатором инновационного процесса. Для создания конкурентоспособной образовательной системы целесообразно провести сравнительный анализ и определить, что следует оставить из существующей системы, от каких стереотипов следует отказаться для приведения в соответствие полученного профессионального образования с требованиями рынка труда. Анализ современного рынка показывает, что перспективным направлением для развития производства является малое и среднее хозяйство. Им необходимы высококвалифицированные специалисты, наряду с профессиональными знаниями обладающие комплексными навыками. Рынок труда очень строг, удовлетворение требований которого становится все сложнее.