

УДК 577.15, 573.6

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.8>

О. О. ОНИЩУК

Волинський національний університет ім. Лесі Українки

ORCID: 0000-0002-8342-3011

Ж.О. КОРМОШ

Волинський національний університет ім. Лесі Українки

ORCID: 0000-0001-6018-8787

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ПЕРОКСИДУ ВОДНЮ В АНТИСЕПТИЧНИХ ПРЕПАРАТАХ

У статті розглянуто методики визначення вмісту пероксиду водню у антисептичних препаратах. На сьогодні актуальним є вдосконалення контролю якості пероксиду водню у дезінфікуючих та антисептичних препаратах як шляхом поліпшення технічних характеристик існуючих засобів вимірювання, так і шляхом винаходу нових методів і засобів контролю якості, а саме використання потенціометричних аналізаторів (сенсорів). У наш час широко впроваджуються автоматичні засоби аналізу, які базуються на застосуванні різних кореляцій між концентрацією і фізико-хімічними властивостями пероксиду водню. Для промислового застосування важливими критеріями порівняння автоматичних аналізаторів є вартість їх виготовлення, ціна подальшого обслуговування, селективність до визначеного компоненту, час і точність аналізу. Розглянуто потенціометричні аналізатори (сенсори), в яких для визначення складу сполуки використовуються реакції, що каталізуються ферментами. Було визначено такі засоби контролю вмісту пероксиду водню, які мають високі експлуатаційні та метрологічні характеристики, і можуть використовуватися як електродактивні речовини для визначення пероксиду у косметичних та антисептичних препаратах. Серед усіх методів аналізу концентрації пероксиду водню як в лабораторних умовах, так для безперервних або періодичних вимірювань, розглянуто титрувальний, оксиметричний, з використанням каталізаторів тощо. Досліджено роботу потенціометричних аналізаторів, яка ґрунтується на залежності між ефективною концентрацією вільних іонів аналізованої речовини в розчині і потенціалом спеціального індикаторного електроду. Потенціал кожного електроду описано через рівняння Нернста та типову криву титрування, що свідчить про можливість оптимального практичного використання даного потенціометричного сенсору з вибраною схемою електроду.

Ключові слова: визначення вмісту, пероксид водню, потенціометричні сенсори, електроди, препарат Ладоксин.

О.А. ОНЫЩУК

Волинский национальный университет им. Леси Украинки

ORCID: 0000-0002-8342-3011

Ж.О. КОРМОШ

Волинский национальный университет им. Леси Украинки

ORCID: 0000-0001-6018-8787

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПЕРОКСИДА ВОДОРОДА В АНТИСЕПТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТАХ

В статье рассмотрены методики определения содержания пероксида водорода в антисептических препаратах. Сейчас актуальным является совершенствование контроля качества пероксида водорода в дезинфицирующих и антисептических препаратах как путем улучшения технических характеристик существующих средств измерения, так и путем изобретения новых методов и средств контроля качества, а именно использование потенциометрических анализаторов (сенсоров). В настоящее время широко внедряются автоматические средства анализа, основанные на применении различных корреляций между концентрацией и физико-химическими свойствами пероксида водорода. Промышленно важными критериями сравнения автоматических анализаторов является стоимость их изготовления, цена последующего обслуживания, селективность к определенному компоненту, время и точность анализа. Рассмотрены потенциометрические анализаторы (сенсоры), в которых для определения соединения используются реакции, которые катализируются ферментами. Были определены такие средства контроля содержания пероксида водорода, которые имеют высокие эксплуатационные и метрологические характеристики и могут использоваться как электродактивные вещества для определения пероксида в косметических и антисептических препаратах. Среди всех методов анализа концентрации пероксида водорода как в лабораторных условиях, так и для

непрерывных или периодических измерений, рассмотрены титровальный, оксиметричный, с использованием катализаторов и др. Исследована работа потенциометрических анализаторов, которая основывается на зависимости между эффективной концентрацией свободных ионов анализируемого вещества в растворе и потенциалом специального индикаторного электрода. Потенциал каждого электрода описан через уравнение Нернста и типичную кривую титрования, что свидетельствует о возможности оптимального практического использования данного потенциометрического сенсора с выбранной схемой электрода.

Ключевые слова: определение содержания, пероксид водорода, потенциометрические сенсоры, электроды, препарат Ладоксин.

O.O. ONYSHCHUK

Lesya Ukrainka Volyn National University

ORCID: 0000-0002-8342-3011

J.H.O. KORMOSH

Lesya Ukrainka Volyn National University

ORCID: 0000-0001-6018-8787

IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR DETERMINING THE CONTENT OF HYDROGEN PEROXIDE IN ANTISEPTIC PREPARATIONS

It was investigated methods for determining the content of hydrogen peroxide in antiseptic drugs. It is important to improve the quality control of hydrogen peroxide in disinfectants and antiseptics both by improving the technical characteristics of existing measuring instruments and by inventing new methods and means of quality control, namely the use of potentiometric analyzers (sensors). Automatic analysis tools were widely used, which are based on the application of various correlations between the concentration and physicochemical properties of hydrogen peroxide. It was investigated the cost of their manufacture for industrial applications, important criteria for comparing automatic analyzers, the price of further maintenance, selectivity to a particular component, time, and accuracy of analysis. It was considered potentiometric analyzers (sensors) in which enzyme-catalyzed reactions were used to determine the composition of the compound. It was considered hydrogen peroxide control agents which identified that have good performance and metrological characteristics and can also be used as electrodeactive substances for the determination of peroxide in cosmetics and antiseptics. It was considered among all methods of analysis of the concentration of hydrogen peroxide both in the laboratory and for continuous or periodic measurements, titration, oximetry, with the use of catalysts, etc. The operation of potentiometric analyzers has been studied, which was based on the relationship between the effective concentration of free ions of the analyte in solution and the potential of a special indicator electrode. The potential of each electrode was described through the Nernst equation and a typical titration curve was observed, which indicates the possibility of optimal practical use of this potentiometric sensor with the selected electrode scheme.

Key words: determination of content, hydrogen peroxide, potentiometric sensors, electrodes, drug Ladoxin.

Постановка проблеми

На сьогодні використання антисептичних засобів має широке застосування від медицини до косметології. На сучасному фармацевтичному ринку арсенал антисептичних та дезінфекційних лікарських засобів характеризується значною долею від загальної кількості препаратів для зовнішнього застосування. Сфера застосування даної категорії засобів, спрямованих на знищення, зменшення кількості або зупинку розмноження мікроорганізмів, достатньо широка – починаючи від лікування патологічних станів, переважно шкірних покривів і слизових оболонок, закінчуючи обробкою поверхонь обладнання, устаткування, інструментів тощо, забезпечуючи вимоги асептики. ВООЗ ухвалила ідею рекомендувати бактерицидні антисептики для щоденної гігієни рук та для дезінфекції рук медиків перед хірургічним втручанням. Основною складовою таких антисептичних препаратів для шкіри є пероксид водню.

Останнім часом в дослідженнях набувають все більшого поширення потенціометричні аналізатори (сенсори), в яких для визначення складу сполуки використовуються реакції, що каталізуються ферментами. Це пов'язано з високою селективністю ферментів і високою чутливістю таких аналітичних приладів.

Актуальність роботи

Застосування пероксиду водню засновано на його здатності розкладатися на воду і активний (атомарний) Оксиген, здатний до окисних реакцій. Завдяки цьому він як окисник має значну перевагу: не забруднює опрацьований матеріал ніякими сторонніми продуктами розкладання та виконує роль

консервуючого, дезінфікуючого, вибілюючого і косметичного засобу. Крім того, пероксид водню є продуктом багатьох біохімічних реакцій і за його концентрацією можна визначати вміст інших речовин. Якість пероксиду водню визначається його концентрацією, при зміні якої істотно змінюються фізико-хімічні властивості розчину, тому вкрай важливо своєчасно отримувати точну кількісну інформацію про вміст цієї сполуки [1-3].

Формулювання мети дослідження

На сьогодні важливим є підбір таких оптимальних методик контролю вмісту пероксиду водню, які будуть мати експлуатаційні та метрологічні характеристики, і можуть бути рекомендовані як електродактивні речовини для визначення пероксиду у косметичних, дезінфікуючих та антисептичних препаратах, а саме в препараті Ладоксин [1, 2, 4].

Викладення основного матеріалу дослідження

У даний час розроблено досить велику кількість методів аналізу концентрації пероксиду водню як в лабораторних умовах, так і для безперервних або періодичних вимірювань [1]. Лабораторні методи аналізу якості пероксиду водню бувають титрувальні, оксиметричні та метод індикаторних трубок. До основних критеріїв відносять такі параметри: швидкість і складність проведення аналізу, точність отриманих результатів. Загальним і головним недоліком всіх лабораторних методів є суб'єктивна похибка [1, 2].

При титрувальному методі обирали розчин перманганату калію, підкислений розчином йодистого калію, і розчин трьоххлористого титану. Однак робота вимагала постійного зважування речовини або титрування, що є досить трудомістким і тривалим за часом [2].

Метод кількісного аналізу полягав у вимірюванні об'єму розчину реактиву відомої концентрації, що витрачається, для реакції з обумовленою речовиною. За кількістю витраченого на титрування робочого розчину препарату Ладоксин розраховують вміст пероксиду водню [3].

Оксиметричні методи визначення концентрації пероксиду водню полягали у проведенні реакції її розкладання на Оксиген і воду з подальшим виміром об'єму Оксигену, який утворився. За вимірним об'ємом виділеного Оксигену визначали концентрацію пероксиду в розчині. При взаємодії пероксиду водню з перерахованими окисниками на 1 моль H_2O_2 виділяється 1 моль Оксигену. Концентрацію пероксиду водню у вихідному розчині можна визначити за співвідношенням [2]:

$$1 \text{ мл } \text{O}_2 \text{ при } 0^\circ \text{ C і } 760 \text{ мм відповідає } 1,5194 \text{ мг } \text{H}_2\text{O}_2. \quad (1)$$

Метод аналізу розчину пероксиду водню з використанням каталізаторів проводився введенням каталізаторів в хімічну реакцію. Розкладання пероксиду водню не впливає на рівновагу реакції, а прискорює її за рахунок зміни числа і характеру елементарних стадій з меншою енергією активації, з яких складається весь хімічний процес. При застосуванні каталізаторів виділяється вдвічі менше Оксигену, ніж при застосуванні таких окисників як піролюзит, платинова чернь, колоїдні розчини платини, каталаза тощо. Ці речовини повністю розкладають пероксид водню за 10-15 хвилин за рівнянням [1]:



Сьогодні широко впроваджуються автоматичні засоби аналізу, які базуються на застосуванні різних кореляцій між концентрацією і фізико-хімічними властивостями пероксиду водню. Для промислового застосування важливими критеріями порівняння автоматичних аналізаторів є вартість їх виготовлення, ціна подальшого обслуговування, селективність до визначеного компоненту, час і точність аналізу [2].

З вищенаведеного огляду можна зробити висновки про те, що автоматичні засоби, які застосовуються в даний час, мають складну конструкцію і високу вартість, вимагають використання додаткових реагентів або відсутності домішок, або ж ускладнюють застосування на технологічних потоках [3].

Робота потенціометричних аналізаторів ґрунтується на залежності між ефективною концентрацією вільних іонів аналізованої речовини в розчині і потенціалом спеціального електроду, так званого індикаторним або вимірювальним [1, 2]. Ця залежність виражається законом Нернста. Потенціал індикаторного електроду зазвичай вимірюється шляхом порівняння з потенціалом додаткового електроду (порівняльного), який залишається постійним при змінах концентрації аналізованої речовини в розчині.

Електродом порівняння є каломельний електрод Ag-AgCl . Для вимірювання вмісту пероксиду водню найчастіше застосовуються скляні мембранні електроди, щоб виключити прямий контакт H_2O_2 з матеріалом електроду. У цьому методі використовували іоноселективні електроди [1].

Схема скляного електроду для потенціометричного вимірювання вмісту пероксиду водню у препараті Ладоксин представлена на рис. 1.

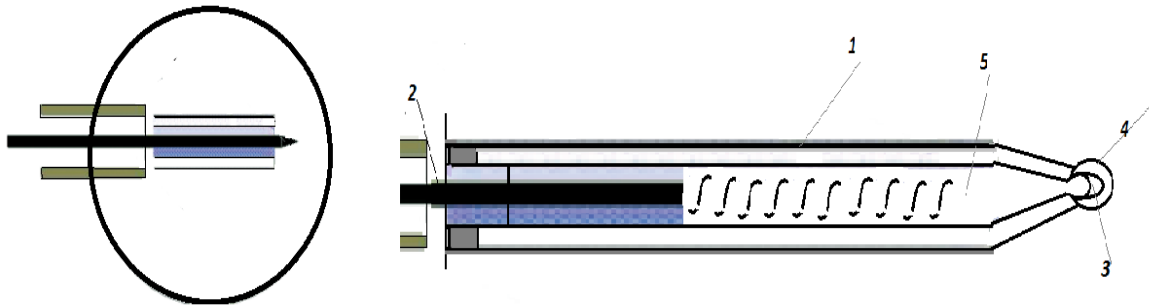


Рис. 1. Схема електрода для потенціометричного вимірювання вмісту пероксиду водню у препараті Ладоксин: 1 - скляний корпус, 2 - струмовідвід, 3 - шар графіту, 4 - індикаторна мембрана, 5 - внутрішнє заповнення

Електрод містить індикаторну мембрану з електропровідного силікатного скла, на яку нанесено шар активованого вуглецю (графіту). Електропровідне силікатне скло містить оксиди заліза і титану. Нанесення такого роду шару вуглецю на електрод, з попередньо протравленою поверхнею у фторній кислоті, проводили через поглиблення, в яке насипали графіт (активоване вугілля). Обертанням електрода здійснювалося розміщення порошку в поверхневий шар скла. Зайвий шар порошку здували з поверхні. Така конструкція дозволила поліпшити умови адсорбції Оксигену на поверхні скла і змінити властивості активованого вугілля за рахунок малої товщини нанесення на індиферентну по відношенню до розчину підкладку – електропровідникове скло [4].

Потенціал E кожного електроду описується рівнянням Нернста, для скляного електрода та для хлорсрібного електрода відповідно [3]:

$$E_2 = E_1 = E_{O_1} - 0,059 \lg c(H_+) = E_{O_2} - 0,059 \lg c(Cl).$$

У результаті отримано типову криву титрування (рис. 2), що свідчить про можливість практичного використання даного потенціометричного сенсора з вибраною схемою електроду [5].

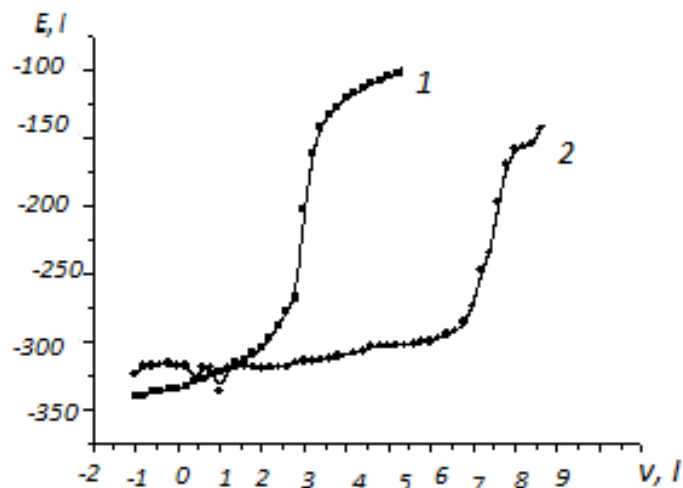


Рис. 2. Крива титрування пероксиду водню у препараті Ладоксин

За стрибком на кривій титрування можна визначити точку еквівалентності, а потім розрахувати вміст пероксиду водню. На точку еквівалентності вказує максимум отриманої кривої, а відлік по осі абсцис, що відповідає цьому максимуму, дає обсяг титранту, витраченого на титрування до точки еквівалентності. Визначення точки еквівалентності за диференціальною кривою значно точніше, ніж з простої залежності $E - V$.

Висновки

1. У даний час актуальним є вдосконалення контролю якості пероксиду водню у дезінфікуючих та антисептичних препаратах як шляхом поліпшення технічних характеристик існуючих засобів вимірювання, так і шляхом винаходу нових методів і засобів контролю якості, з допомогою потенціометричних сенсорів.

2. Розглянуто роботу потенціометричних аналізаторів, яка ґрунтується на залежності між ефективною концентрацією вільних іонів аналізованої речовини в розчині і потенціалом спеціального індикаторного електроду.

3. Потенціал кожного електроду описано рівнянням Нернста та отримано типову криву титрування, що свідчить про оптимальне практичне використання даного потенціометричного сенсору з вибраною схемою електроду для визначення концентрації пероксиду водню у препараті Ладоксин.

Список використаної літератури

1. Єгоров А. В. Аналіз методів і засобів контролю якості пероксиду водню / А. В. Єгоров: <http://docplayer.ru/38340879-Analiz-metodov-i-sredstv-kontrolya-kachestva-perekisi-vodoroda.html>.
2. Зінчук В. К. Фізико – хімічні методи аналізу : навч. посіб. / В. К. Зінчук, Г. Д. Левицька, Л. О. Лубенська. - Л.: Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка. 2008.
3. Кельнер Р. Аналитическая химия. Проблемы и подходы / Р. Кельнер. - М.: Мир. 2004. Т. 1.
4. Кормош Ж. О. Із-селективний потенціометричний сенсор на основі іонного асоціату акрединового оранжевого трийодиду // Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Серія Хімія. - 2012. - №1(27). С. 40-42.
5. Кормош Ж. О., Савчук Т. І. Сенсор для потенціометричного визначення бензоїл пероксиду у фармацевтичних препаратах // Український хімічний журнал. - 2011. Т. 77. № 3. С. 6-9.

References

1. Iehorov A. V. Analiz metodiv i zasobiv kontroliu yakosti peroksydu vodniu / A. V. Yehorov: <http://docplayer.ru/38340879-Analiz-metodov-i-sredstv-kontrolya-kachestva-perekisi-vodoroda.html>.
2. Zinchuk V. K. Fyzyko – khimichni metody analizu : navch. posib. / V. K. Zinchuk, H. D. Levytska, L. O. Lubenska, Lviv, Vydav tsentr LNU im. Ivana Franka, 2008.
3. Kelner R. Analytycheskaia khymyia. Problemi y podkhodi / R. Kelner, Moskva: Myr, 2004, T. 1.
4. Kormosh Zh. O. Iz-selektyvnyi potentsiometrychnyi sensor na osnovi ionnoho asotsiatu akredynovoho oranzhevoho tryiodydu // *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho un-tu. Seriiia Khimiia*, 2012, №1(27), p. 40-42.
5. Kormosh Zh. O., Savchuk T. I. Sensor dlia potentsiometrychnoho vyznachennia benzoil peroksydu u farmatsevtichnykh preparatakh // *Ukrainskyi khimichnyi zhurnal*, 2011, T. 77, № 3, p. 6-9.