

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 544.4

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2022.1/36>

Бакалінська О.М.

Інститут хімії поверхні Національної академії наук України імені О.О. Чуйка

Гринько А.М.

Інститут хімії поверхні Національної академії наук України імені О.О. Чуйка

Петренко Т.В.

Національний університет харчових технологій

Перепелиця О.П.

Національний університет харчових технологій

Петровська В.В.

Національний університет харчових технологій

ВЗАЄМОДІЯ ПОДВІЙНИХ МОЛІБДАТІВ РЗЕ Й КУПРУМУ(I) ІЗ ГІДРОГЕН ПЕРОКСИДОМ

Оскільки сполуки $CuR(MoO_4)_2$, R – рзе, мають у складі як d-елементи (Cu^+ і Mo^{6+}), так і f-елементи (R^{3+}), це спричиняє міграції електронів з одних незаповнених енергетичних рівнів на інші. Така природа атомів перехідних металів викликає їх активність у різних окисно-відновних і каталітичних процесах. Дані про такі властивості сполук $CuR(MoO_4)_2$ не виявлені, тому метою статті є кількісне дослідження реакційних властивостей деяких представників сполук $CuR(MoO_4)_2$ при R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb з модельною речовиною – гідроген пероксидом у водному розчині. Гідроген пероксид реагує з багатьма речовинами, проявляє окисно-відновні властивості й зазнає каталітичного впливу різноманітних речовин. При його розкладанні одночасно утворюється дві біологічно незамінні речовини – вода й кисень. Тому дослідження $CuR(MoO_4)_2$ для розкладання гідроген пероксиду має наукове значення.

Спіканням стехіометричних сумішей оксидів купруму(I), рзе та молібдену при 470–490°C в атмосфері гелію одержані відомі сполуки $CuR(MoO_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb (I). (I) ідентифіковані методами РФА, дериватографії та ІЧ-спектроскопії. Порівнянням даних РФА, дериватографії та ІЧ-спектроскопії одержаних сполук $CuR(MoO_4)_2$ з відповідними відомими характеристиками доведена їх хімічна індивідуальність.

Волюмометричним методом досліджена взаємодія (I) з гідроген пероксидом, що супроводжується утворенням кисню й води. Визначені значення констант швидкості такої взаємодії. Запропонована схема розкладання гідроген пероксиду під впливом (I), згідно з якою розкладання гідроген пероксиду подвійними молібдатами рзе та купруму(I) відбувається щонайменше за рахунок двох процесів: перший – це пряма реакція Cu^{I+} сполук $CuR(MoO_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb з гідроген пероксидом. Унаслідок цього утворюється $Cu^{2+}MoO_4$; другий – каталітична дія $Cu^{2+}MoO_4$ на гідроген пероксид, що призводить до його розкладання. Отже, розкладання гідроген пероксиду під впливом $CuR(MoO_4)_2$ спричинене як реакційним, так і каталітичним процесами.

Доведена активність подвійних молібдатів РЗЕ та купруму(I) як каталізаторів у реакції розкладання гідроген пероксиду.

Одержані результати можуть знайти застосування в промислових і біологічних процесах.

Ключові слова: каталітичні процеси, подвійні молібдати рзе та купруму(I), гідроген пероксид, рентгенофазовий аналіз, дериватографія, ІЧ-спектроскопія, волюмометричний метод.

Постановка проблеми. Серед оксидних сполук досить поширені подвійні солі типу $MR(EO_4)_2$, M^+ – NH_4 , Li, Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Tl, R^{3+} – трива-

лентний p-, d- або f-метал, E^{6+} – S, Se, Cr, Mo, W. На їх основі одержані окремі функціональні матеріали, наприклад, лазерні кристали, люмінофори та

сегнетоелектрики [1]. У порівнянні із загальною кількістю всіх сполук цього типу на практиці використовуються лише деякі. Причиною цього є вузьке коло вивчених властивостей названих сполук. Це стосується також й окремо взятих подвійних молібдатів рзе та купруму(I) складу $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$. Під час їх синтезу необхідно дотримуватися температур до 500°C і використовувати захисну атмосферу аргону, гелію або вакуум.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R-рзе, одержані, вивчені методами рентгенофазового аналізу (РФА), дериватографії, ІЧ-спектроскопії [2] та ідентифіковані як індивідуальні сполуки. Досліджені також їх електрофізичні властивості [3]. Серед $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ виділено дві групи сполук – з R – La-Er, Y (діелектрики) і $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Tm, Yb, Lu (напівпровідники). Перша група сполук має жовто-зелений колір із різними відтінками залежно від природи рзе, а друга – чорний. Усі сполуки термічно нестійкі та при нагріванні розкладаються у твердій фазі. При нагріванні на повітрі в них відбувається окиснення Cu^+ до Cu^{2+} .

Особливість сполук у тому, що в їх складі є як d-елементи (Cu^+ і Mo^{6+}), так і f-елементи (R^{3+}). Це спричиняє міграції електронів з одних незаповнених енергетичних рівнів на інші. Така природа атомів перехідних металів викликає їх активність у різних окисно-відновних і каталітичних процесах. Дані про такі властивості сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ не виявлені.

Постановка завдання. У роботі поставлена мета кількісно дослідити реакційні властивості деяких представників сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ при R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb з модельною речовиною – гідроген пероксидом у водному розчині. Гідроген пероксид реагує з багатьма речовинами, проявляє окисно-відновні властивості й зазнає каталітичного впливу різноманітних речовин [4]. Ступінь окиснення кисню в $\text{H}_2\text{O}_2 - 1^-$, тому речовина має як окисні (домінантні), так і відновні властивості. Вона використовується як дезінфікуючий засіб, у целюлозно-паперовій промисловості, промислового виробництва оксиду пропілену тощо. Гідроген пероксид має унікальні властивості в біологічних системах і навколишньому середовищі. Важливо, що при його розкладанні одночасно утворюється дві біологічно незамінні речовини – вода й кисень. Через це дослідження $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ для розкладання гідроген пероксиду має наукове значення.

Виклад основного матеріалу. Подвійні молібдати самарію, європію, ербію, ітербію та купруму(I) одержували за відомою методикою [2]

з відповідних оксидів, узятих у мольному співвідношенні $[\text{Cu}_2\text{O}]:[\text{R}_2\text{O}_3]:[\text{MoO}_3] = 1:1:4$. Сполуку із церієм синтезували з Cu_2O , $\text{Ce}_2(\text{MoO}_4)_3$ і MoO_3 у кількостях відповідно до формули $\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$. Вихідні речовини мали кваліфікацію «хч» і «чда», молібденову кислоту одержували в лабораторних умовах із реактивів марки «чда». Суміші оксидів розтирали у фарфоровій ступці, переносили їх у фарфорові тиглі, де запресовували. Як захисну атмосферу використовували потік гелію, який мав марку А по ТУ 51-940-80. Спікання проводили в трубчатій печі, куди поміщали кварцову трубу. У неї вкладали нікелевий піддон із фарфоровими тиглями, наповненими реакційними сумішами. Вхід і вихід кварцової труби закривали корками з тонкими скляними трубками для забезпечення потоку гелію. Вихідна трубка герметизувалася водним затвором. Процес спікання проводили протягом 32 годин при температурах $470\text{--}490^\circ\text{C}$ з триразовою проміжною гомогенізацією. Кожного разу перед нагріванням печі кварцову трубу з реакційними сумішами промивали гелієм протягом двох годин. Після виключення печі гелій пропускали до її охолодження до 150°C . Це запобігало окисненню кінцевих речовин.

Для ідентифікації одержаних $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb використовували метод РФА (установка ДРОН УМ-1, Cu_{Ka} – випромінювання, комп'ютерна реєстрація кутів відбиття з точністю $2\Theta \pm 0,04$ град). Дериватограми знімали на дериватографі Л. Паулік, П. Паулік та Л. Ердей зі швидкістю нагрівання $0,167$ град/с з навантаженнями $0,50\text{--}0,80$ г в корундових тиглях, ДТА – $1/10$, ДТГ – $1/10$, точність вимірювання температури – $\pm 10^\circ\text{C}$. ІЧ-спектри знімали на спектрографі UR-20 (готували пігулки в KBr).

РФА одержаних у роботі $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ показав відсутність у їх складі вихідних речовин і підтвердив їх належність до двох описаних типів кристалічних модифікацій [1; 2].

На рис. 1 показана дериватограма $\text{CuSm}(\text{MoO}_4)_2$ (для решти сполук виявлений такий же тип дериватограм). На кривій ДТА при 550°C помітний чіткий екзоефект, який викликаний розкладанням сполуки у твердій фазі. При цій же температурі на кривій ТГ реєструється різке збільшення маси за рахунок окиснення Cu^+ до Cu^{2+} . Після 600°C нагрітий продукт є сумішшю, яка плавиться при 800°C . Приріст маси всіх $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, нагрітих до 600°C , відповідає формульному вмісту купруму(I). Одержані за цим методом чисельні характеристики синтезованих сполук також відповідають відомим [2].

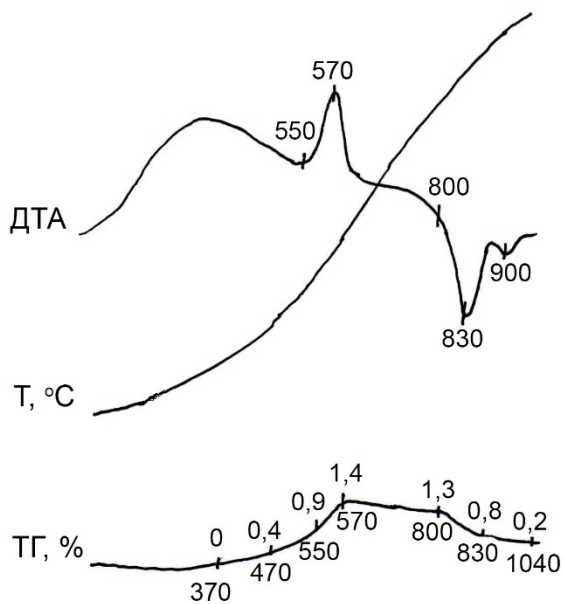


Рис. 1. Дериватограма $\text{CuSm}(\text{MoO}_4)_2$

ІЧ-спектроскопія зразків $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb підтвердила дані РФА про існування для них двох типів кристалічних структур (рис. 2). Наприклад, для $\text{CuEr}(\text{MoO}_4)_2$ реєструються такі частоти валентних коливань тетраедричних йонів MoO_4^{2-} , cm^{-1} : γ_1 – 930 с., 910 с., 900 с.; γ_3 – 835 с.ш., 820 пл., 760 с., 730 с., γ_{as} (Mo-O-Mo) – 608 пл., γ_4 – 500 ср. В ІЧ-спектрі $\text{CuYb}(\text{MoO}_4)_2$ спостерігаються смуги валентних коливань октаедра MoO_6^{6-} , cm^{-1} : 850 ср., 830 ср., 810 с., 740 пл., 660 с.ш. і 590 с.ш. Коливання в ділянці 470–400 cm^{-1} належать до симетричних коливань Mo-O-Mo. Скорочення: с. – сильна, с.ш. – сильна широка, ср. – середня, пл. – плече.

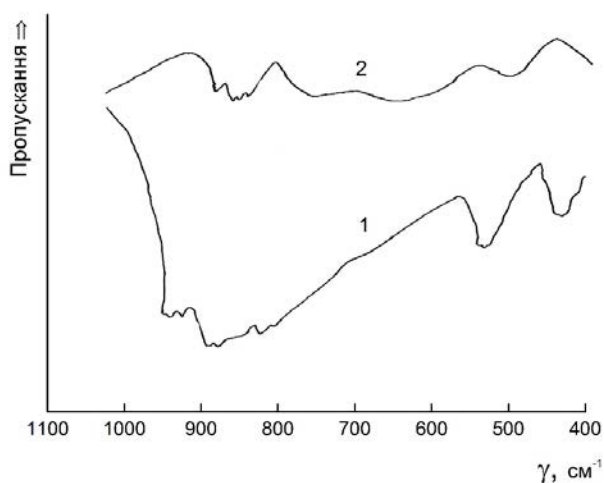


Рис. 2. ІЧ-спектри $\text{CuSm}(\text{MoO}_4)_2$ (1) і $\text{CuYb}(\text{MoO}_4)_2$ (2)

На підставі порівняння даних РФА, дериватографії та ІЧ-спектроскопії одержаних сполук

$\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ з відповідними відомими характеристиками [1; 2] впливає доказ їх хімічної ідентифікованості.

Саме взаємодію цих сполук досліджено в модельній реакції розкладання гідроген пероксиду. Молібденову кислоту використано для порівняння. Попередні якісні проби на взаємодію гідроген пероксиду з $\text{MR}(\text{MoO}_4)_2$, M^+ – NH_4 , K, Ag; R – La, Sm були негативні, тільки $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ проявляли активність. Для визначення кінетики розкладання гідроген пероксиду використовували волюмометричний метод [5]. Вихідну концентрацію гідроген пероксиду в розчині визначали методом перманганатометричного титрування [6]. Експеримент проводили протягом 30 хв. при постійному перемішуванні реакційної суміші загальним об'ємом 25 мл. Виділений об'єм кисню фіксували з точністю $\pm 0,01$ мл. Кількісне визначення реакційної активності дослідних об'єктів зроблено шляхом розрахунку константи швидкості реакції з точністю $\pm 5\%$. Максимальну швидкість реакції визначали з кінетичних даних розкладання гідроген пероксиду в розчині при концентраціях 1,0–10,0% у діапазоні рН 8,5–10,5 (фосфатний буфер) аналітичною наважкою досліджуваної сполуки. На рис. 3 наведені кінетичні дані виділення кисню при розкладанні 8,93% розчину гідроген пероксиду при рН = 7 (точність вимірювання рН = $\pm 0,1$) наважкою $\text{CuEu}(\text{MoO}_4)_2$ 0,0015 г.

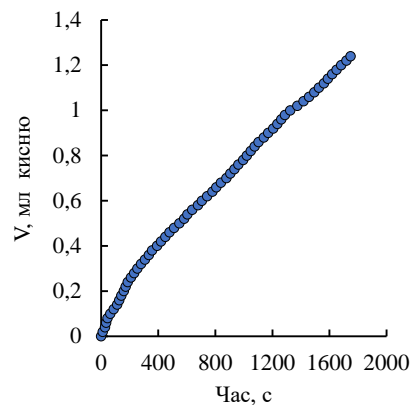


Рис. 3. Кінетичне виділення кисню при розкладанні 8,93-процентного розчину гідроген пероксиду при рН = 7 наважкою $\text{CuEu}(\text{MoO}_4)_2$ 0,0015 г

Початкову максимальну швидкість реакції виділення кисню при розкладанні 8,93-процентного розчину гідроген пероксиду для цієї речовини в тих же умовах визначали графічно із залежності швидкості виділення кисню (мл/с.г) від часу (с). Потім із залежності логарифму початкової (максимальної) швидкості реакції від логарифму концентрації гідроген пероксиду визначено

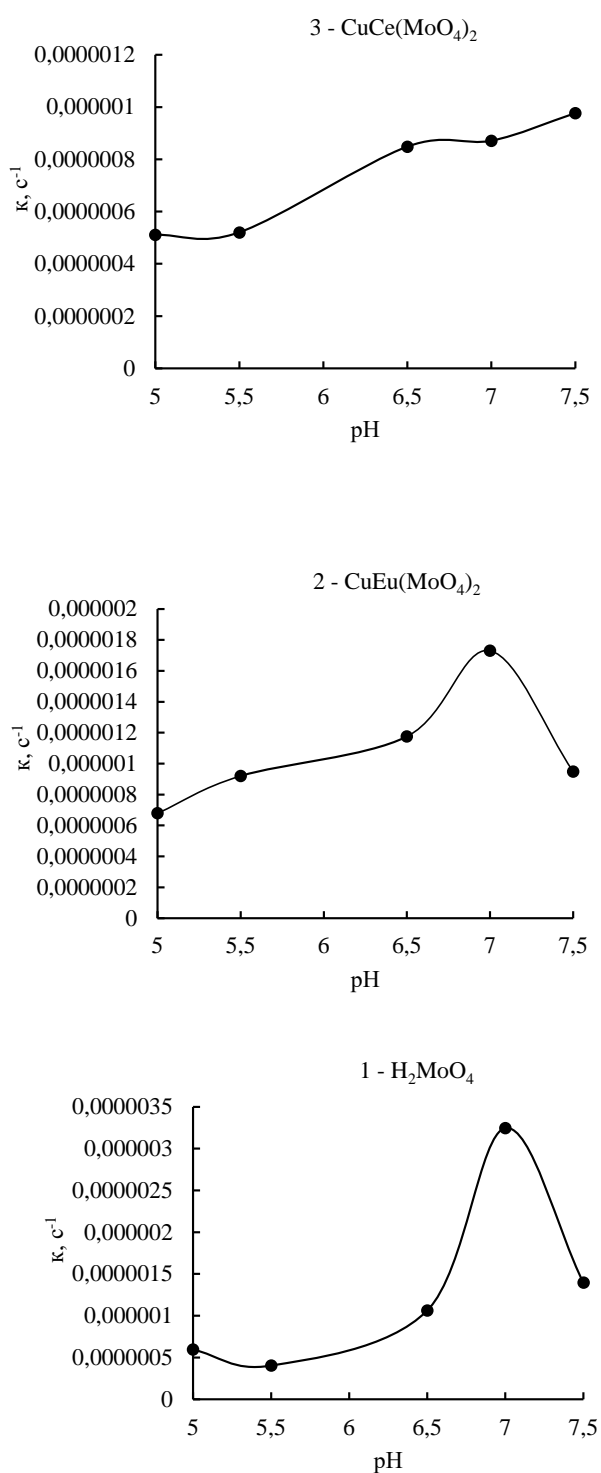


Рис. 4. Залежність константи швидкості розкладання гідроген пероксиду різними речовинами від рН розчину (1 – H_2MoO_4 , 2 – $\text{CuEu}(\text{MoO}_4)_2$ і 3 – $\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$)

константу швидкості реакції. Вона визначається з лінійної залежності $\log(V_{\max}) = ax \log([C_{\text{H}_2\text{O}_2}])^+$ і позначається як k , $\text{s}^{-1} = 10^B$. Для розкладання гідроген пероксиду при рН = 7 сполукою $\text{CuEu}(\text{MoO}_4)_2$ $k = 10^{-5,762} = 1,73 \cdot 10^{-6} (\text{s}^{-1})$.

Досліджено залежність константи швидкості реакції розкладу гідроген пероксиду від рН реакційного розчину для H_2MoO_4 і $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb (рис. 4). Одержано три типи графічних залежностей – для H_2MoO_4 , $\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$ і $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Sm, Eu, Er, Yb. Для $\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$ графік має згладжений характер, а для H_2MoO_4 – максимум на графіку чітко виражений. Для всіх шести досліджених речовин найбільше значення константа швидкості реакції має при рН = 7.

У таблиці наведені визначені значення константи швидкості ($k(\text{s}^{-1})$) розкладання гідроген пероксиду в розчині різними дослідженими в роботі речовинами при рН = 7. Це значення є оптимальним для розкладу гідроген пероксиду, бо надміри як гідроксонієвих, так і гідроксильних йонів можуть блокувати активні центри досліджуваних речовин як каталізаторів.

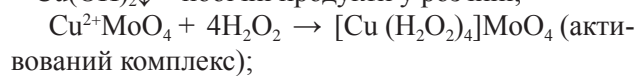
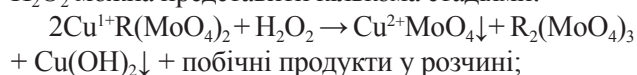
Таблиця
Значення констант швидкості (k , s^{-1}) розкладу гідроген пероксиду дослідженими речовинами при рН = 7

Формула речовин	k , s^{-1}
H_2MoO_4	$3,25 \cdot 10^{-6}$
$\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$	$0,85 \cdot 10^{-6}$
$\text{CuSm}(\text{MoO}_4)_2$	$1,63 \cdot 10^{-6}$
$\text{CuEu}(\text{MoO}_4)_2$	$1,73 \cdot 10^{-6}$
$\text{CuEr}(\text{MoO}_4)_2$	$1,17 \cdot 10^{-6}$
$\text{CuYb}(\text{MoO}_4)_2$	$1,50 \cdot 10^{-6}$

Помітно, що найефективніше впливає на розкладання гідроген пероксиду молибденова кислота ($k = 3,25 \cdot 10^{-6}$, s^{-1}), найменше – $\text{CuCe}(\text{MoO}_4)_2$ ($k = 0,85 \cdot 10^{-6}$, s^{-1}). Для решти речовин така константа має значення в межах від $1,17 \cdot 10^{-6}$ до $1,73 \cdot 10^{-6}$, s^{-1} . Із таблиці помітно, що вплив досліджених $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ на розклад гідроген пероксиду досить помірний і менший такого для H_2MoO_4 . Але, оскільки взаємодія $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ і H_2O_2 описана вперше, цей факт може мати практичне значення, тому що залежно від потреб у певних умовах гідроген пероксид потрібно розкласти з різною швидкістю – більшою або меншою.

Якщо розглядати ряд однотипних сполук $\text{MR}(\text{MoO}_4)_2$, M^+ – NH_4 , K, Ag, Cu; R^{3+} – La, Sm, то лише сполуки з Cu (I) викликають розкладання гідроген пероксиду. Звідси очевидна провідна роль Cu (I) у такому процесі. Про вплив різних йонів купруму на H_2O_2 є дані, що суперечать одні іншим. У роботі [7] описаний процес каталітичного розкладання гідроген пероксиду молибдатами купруму (II), наведена схема, за якою із H_2O_2 утворюється радикал $\text{H}_2\text{O}^\bullet$, що відновлює Cu^{2+} до Cu^{1+} , останній

відновлює Mo^{6+} до Mo^{5+} . Але окисні властивості H_2O_2 переважають його відновні властивості, тому запропонований механізм мало ймовірний. У низці інших робіт [8; 9] указується на окиснення Cu^{1+} гідроген пероксидом до Cu^{2+} з утворенням радикала $\text{H}_2\text{O}^\bullet$, а вже він викликає розкладання H_2O_2 . Спостереження за змінами кольорів $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ і розчину H_2O_2 над ними вказують на більшу ймовірність переходу Cu^{1+} до Cu^{2+} , що узгоджується з працями [8; 9]. Осади проб $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ після обробки H_2O_2 стають блакитними, а розчин над ними має зелено-блакитний колір. Спрощену схему взаємодії $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ з H_2O_2 можна представити кількома стадіями:



Шиєлітоподібний $\text{Sm}_2(\text{MoO}_4)_3$ у твердій фазі ідентифіковано методом РФА. Це спрощена схема, а реальний процес складніший і може супроводжуватися утворенням розчинних сполук (пероксомолібдатів, гетерополімолібдатів тощо) і радикала $\text{H}_2\text{O}^\bullet$. Такий радикал може ініціювати нерозгалужену ланцюгову реакцію розкладу H_2O_2 на воду та кисень.

З наведеної схеми видно, що розкладання гідроген пероксиду подвійними молібдатами рзе та

купруму(I) відбувається щонайменше за рахунок двох процесів: перший – це пряма реакція Cu^{1+} сполук $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – Ce, Sm, Eu, Er, Yb з гідроген пероксидом, унаслідок цього утворюється $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$; другий – каталітична дія $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$ на гідроген пероксид, що призводить до його розкладання. Отже, розкладання гідроген пероксиду під впливом $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ спричинене як реакційним, так і каталітичним процесами.

Одержані в роботі результати показують на реальну можливість використання $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ як активних матеріалів для розкладання H_2O_2 з помірною швидкістю, хоч більший інтерес становить не розкладання, а прямий каталітичний синтез гідроген пероксиду з водню та кисню [10].

На закінчення зазначимо, що тільки у 2018 р. світове виробництво гідроген пероксиду становило ~1,7 млн. тонн і продовжує зростати.

Висновки і пропозиції. Волюмометричним методом досліджена взаємодія подвійних молібдатів РЗЕ (Ce, Sm, Eu, Er, Yb) і купруму(I) з гідроген пероксидом, що супроводжується утворенням кисню і води. Визначені значення констант швидкості такої взаємодії. Доведена активність $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ як функціональних матеріалів, що впливають на розкладання гідроген пероксиду. Одержані результати можуть мати практичне значення.

Список літератури:

1. Перепелиця О.П., Максін В.І. Система подвійних вольфраматів і молібдатів $\text{MR}(\text{EO}_4)$, M – NH_4 , Ag, Cu, Tl, R – тривалентний метал, E – Mo, W. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія «Хімія»*. 2018. № 1 (55). С. 19–24.
2. Синтез двойных молибдатов меди (I) и трехвалентных металлов $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ / П.В. Клевцов, А.П. Перепелица, А.В. Синкевич и др. *Журнал неорганической химии*. 1987. Т. 32. № 3. С. 643–646.
3. Синтез и физико-химические свойства двойных молибдатов РЗЭ и скандия с аммонием и метиламмонием / А.П. Перепелица, В.Н. Ищенко, В.В. Фоменко и др. *Украинский химический журнал*. 1995. Т. 61. № 11. С. 7–11.
4. Pedziwiatr P., Mikolajczyk F., Zawadzki D. et al. Decomposition of hydrogen peroxide – kinetics and review of chosen catalysts. *Acta Innovations. ISSN 2300-5599*. 2018. № 26. P. 45–52.
5. Ляликов Ю.С. Физико-химические методы анализа. 5-ое изд., перераб. и доп. Москва: Химия, 1973. 536 с.
6. Pataki L., Zapp E., Basic analytical chemistry: Pergamon Press, 1980. 457 p.
7. Snaheen W.M., Selim M.M. Characterization and Catalytic Properties of a Series of CuO-MoO_3 Mixed Oxides. *Egypt. J. Chem.* 2017. Vol. 60. № 4. P. 627–638.
8. Sharma V.K., Millero F.J. The oxidation of Cu(I) with H_2O_2 in natural waters. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1989. V. 53. № 9. P. 2269–2276.
9. Guowei Xing, z3214434. Reactions of Cu(I) and Cu(II) with H_2O_2 in natural waters: kinetics, mechanism and the generation of reactive oxidizing intermediates: School of Civil and Environmental Engineering. The University of New South Wales, 2012. 113 p.
10. Menegazzo F., Signoreto M., Ghedini E. et al. Looking for the «Dream Catalyst» for Hydrogen Peroxide Production from Hydrogen and Oxygen. *Catalysts*. 2019. № 9 (3). P. 251.

Bakalinska O.M., Hrynko A.M., Petrenko T.V., Perepelytsia O.P., Petrovska V.V. INTERACTION OF DOUBLE MOLYBDATES OF REE AND COPPER(I) WITH HYDROGEN PEROXIDE

Since the compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, R – ree, contain both d- elements (Cu^+ and Mo^{6+}) and f- elements (R^{3+}), this causes the migration of electrons from some unfilled energy levels to others. This nature of the transition

metal atoms causes their activity in various oxide reduction and catalytic processes. Data on such properties of compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ were not found, so the purpose of the article is to quantify the reaction properties of some representatives of compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ at $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, with a model substance – hydrogen peroxide in aqueous solution. The hydroxide peroxide reacts with many substances, exhibits oxide-reducing properties and is catalyzed by various substances. During its decomposition two biologically indispensable substances are simultaneously formed – water and oxygen. Because of this, the study of $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ for the decomposition of peroxide hydrogen is of scientific importance.

The known compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$ (I) were obtained by sintering stoichiometric mixtures of oxides of copper(I), ree and molybdenum at 470-490°C in a helium atmosphere. (I) identified by X-ray phase analysis (RPA), derivatography and IR spectroscopy. Based on comparison of RPA data, derivatography and IR spectroscopy of the obtained compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ with the corresponding known characteristics, proof of their chemical individuality follows.

The volumetric method investigated the interaction of double molybdates ree ($\text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$) and copper(I) with hydrogen peroxide, accompanied by the formation of oxygen and water. The values of the rate constants of such interaction are defined. The scheme of decomposition of hydrogen peroxide under the influence of (I) is offered. From the above scheme, it can be seen that the hydrogenation decomposition of peroxide with double molybdates is cut and copper (I) due to at least two processes. The first is the direct reaction of Cu^{1+} compounds $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$, $R - \text{Ce, Sm, Eu, Er, Yb}$, with hydrogen peroxide. As a result, $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$ is formed. And the second is the catalytic effect of $\text{Cu}^{2+}\text{MoO}_4$ on the hydroxide peroxide, which leads to its decomposition. So the hydrogen peroxide decomposition under the influence of $\text{CuR}(\text{MoO}_4)_2$ is caused by both reaction and catalytic processes.

The activity of double molybdates of REE and copper(I) as catalysts the hydrogen peroxide decomposition has been proven.

The obtained results can be used in industrial and biological processes.

Key words: catalytic processes, double molybdates of ree and copper(I), hydrogen peroxide, RPA method, derivatography, volumetric method, IR spectroscopy.