

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Scott K. Introduction to Electrolysis, Electrolysers and Hydrogen Production / K. Scott // *Electrochemical Methods for Hydrogen Production*. – 2019. – pp. 1–27. DOI: 10.1039/9781788016049-00001
2. Sequeira C. A. C. Electrochemical routes for industrial synthesis / C.A.C. Sequeira, D.M.F. Santos // *Journal of the Brazilian Chemical Society*. – 2009. – V. 20, № 3. – P. 387–406.
3. Гиренко Д.В. Влияние условий получения на образования гипохлорита и хлората при электролизе низкоконцентрированных растворов хлорида натрия / Д.В. Гиренко, А.А. Пилецкая, А.Б. Величенко // *Вопр. химии и хим. технологии*. – 2014 – №1 – С. 138–144.
4. Гиренко Д.В. Электролиз разбавленных растворов NaCl в присутствии гидрокарбоната натрия в электролизере с диафрагмой / Д.В. Гиренко, Н.В. Николенко, А.Б. Величенко // *Вопр. химии и хим. технологии*. – 2015. – № 3. – С. 4–9.
5. Гиренко Д.В. Электролиз низкоконцентрированных растворов хлорида натрия в электролизере с неразделенным электродным пространством. Влияние концентрации NaCl / Д.В. Гиренко, А.А. Пилецкая, А.Б. Величенко // *Вопр. химии и хим. технологии*. – 2013. – № 3. – С. 199–204.
6. Гиренко Д.В. Синтез низкоконцентрированных растворов гипохлорита натрия в электролизерах без разделения межэлектродного пространства / Д.В. Гиренко, А.Б. Величенко // *Вопр. химии и хим. технологии*. – 2018. – № 4. – С 82–91.
7. Величенко А.Б. Растворы гипохлорита натрия для медицины и ветеринарии / А.Б. Величенко, Д.В. Гиренко, Т.В. Лукьяненко, И.Л. Плаксиенко, Г.И. Коцюмбас, И.Я. Коцюмбас, Г.Ю. Тесляр // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2006. – № 6. – С. 158–162.

8. Sodium Hypochlorite Market Size, Share & Trends Analysis Report By Application (Cleaning & Disinfection, Bleaching, Chemical Manufacturing), By Region, And Segment Forecasts, 2020-2027 [Електронний ресурс]. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/sodium-hypochlorite-market#>.

9. Величенко А.Б. Химический состав и стабильность растворов гипохлорита натрия медицинского назначения / А.Б. Величенко, Т.В. Лукьяненко, И.Л. Плаксиенко, Г.И. Коцюмбас, И.Я. Коцюмбас, Г.Ю. Тесляр // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – № 6. – С. 154–158.

10. Петренко Н.Ф. Діоксид хлору як оптимальний засіб забезпечення якості питної води / Н.Ф. Петренко, А.В. Мокієнко, А.І. Гоженко, А.М. Пономаренко // Одеський медичний журнал. – 2007. – № 2 (100). – С. 75–78.

11. Кудрявцев С.В. Совершенствование технологических параметров установок получения электролитического гипохлорита натрия для обеззараживания воды / С.В. Кудрявцев // Водоочистка. – 2010. – № 4. – С. 44–51.

12. Любушкин В.И. Кинетика процессов, протекающих при электролизе хлористого натрия в бездиафрагменном электролизере / В.И. Любушкин, Е.Т. Любушкина // Изв. СКНЦВШ. Сер. естеств. наук. – 1980. – № 2. – С. 49–51.

13. Кульский Л.А., Слипченко А.В., Мацкевич Е.С. Особенности работы гипохлоритных электролизеров при низких концентрациях хлоридов в воде // Химия и технология воды. – 1988. – Т. 10, № 5. – С. 438–441.

14. Никифоров Г.И. Отечественные электролизные установки для обеззараживания воды низкоконцентрированным гипохлоритом натрия / Г.И. Никифоров, Д.И. Кибирев, Н.П. Куприков // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 1. – С. 38–42.

15. Мишурина О.А. Технология электрохимической очистки сточных вод / О.А. Мишурина, Э.Р. Муллина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4. – С. 29–31.

16. Фесенко Л.Н. Сравнительный анализ электрохимических методов получения хлорсодержащих реагентов для обеззараживания воды / Л.Н. Фесенко // Водоочистка. – 2010. – № 8. – С. 17–22.

17. Фесенко Л.Н. Дезинфектант воды – гипохлорит натрия: производство, применение, экономика и экология / Л.Н. Фесенко, В.В. Денисов, А.Ю. Скрябин // Под ред. проф. В.В. Денисова. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ. – 2012. – 246 с.

18. Медриш Г.Л. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза / Г.Л. Медриш, А.А. Тейшева, Д.Л. Басин // М: Стройиздат. – 1982. – 81с.

19. Любушкин В.И. Исследование анодных процессов, протекающих на различных электродах при синтезе гипохлорита / В.И. Любушкин, М.Г. Смирнова Е.Т. Любушкина // Тез. докл. 6-й Всесоюзн. конф. по электрохимии. – 1982. – Т. 2. – С. 316.

20. Фесенко Л.Н. Опыт эксплуатации электролизных установок для получения гипохлорита натрия / Л.Н. Фесенко, С.И. Игнатенко, С.В. Кудрявцев // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 1. – С. 25–28.

21. Петров В.Б. Установки по производству электролитического  $\text{NaClO}$  / В.Б. Петров, А.Е. Синяков, В.Л. Драгинский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 1. – С. 33–36.

22. Кудрявцев С.В. Исследование электрохимического способа получения растворов гипохлорита натрия в электролизере проточного типа / С.В. Кудрявцев, А.А. Бабаев, Л.Н. Фесенко // Изв. ВУЗов Сев.-Кавк. регион. техн. н. – 2000. – № 2. – С. 81–83.

23. Величенко А.Б. Химический состав и стабильность растворов, полученных в электролизерах СТЭЛ / А.Б. Величенко, Т.В. Лукьяненко,

Д.В. Гиренко, М.В. Белоножко, В.П. Пилипенко, Н.И. Прихода, Г.И. Коцюмбас, Г.Ю. Тесляр // Вопросы химии и химической технологии. – 2006. – № 6. – С. 148–153.

24. Смирнов О.О. Електролізна установка для синтезу концентрованих розчинів  $\text{NaClO}$  та  $\text{ClO}_2$  / О.О. Смирнов, Г.Г. Тульський, С.Г. Дерібо, Хассан Муса Діаб // Вісник НТУ «ХП». – Харків: НТУ «ХП». – 2011. – № 31. – С. 148–151.

25. Якименко Л.М. Электродные материалы в прикладной электрохимии / Л.М. Якименко // М.: Химия. – 1977. – 204 с.

26. Якименко Л.М. Электрохимические процессы в химической промышленности: производство водорода, кислорода, хлора и щелочей / Л.М. Якименко // М.: Химия. – 1981. – 280 с.

27. Bing Y. Nanostructured Pt-alloy electrocatalysts for PEM fuel cell oxygen reduction reaction / Y. Bing et al. // Chem. Soc. Rev. – 2010. – Vol. 39, № 6. – P. 2184–2202.

28. Wang Y. A review of polymer electrolyte membrane fuel cells: Technology, applications, and needs on fundamental research / Y. Wang et al. // Applied Energy. – 2011. – Vol. 88, № 4. – P. 981–1007.

29. Chen Z. A review on non-precious metal electrocatalysts for PEM fuel cells / Z. Chen // Energy & Environmental Science. – 2011. – Vol. 4, № 9. – P. 3167–3192.

30. Larminie J. Fuel Cells System Explained. -2nd ed. / J. Larminie, A. Dicks. – John Wiley & Sons. – 2003. – 428 p.

31. Debe M.K. Electrocatalyst approaches and challenges for automotive fuel cells / M.K. Debe // Nature. – 2012. – Vol. 486. – P. 43–51.

32. Lamy C. Electrocatalysis with electron-conducting polymers modified by noble metal nanoparticles / C. Lamy, J.-M. Leger // Catalysis and electrocatalysis at nanoparticle surfaces / Ed. by A. Wieckowski, E.R. Savinova, C. Vayenas. – N.Y.-Basel: M. Dekker. – 2003. – Ch. 25.

33. Song C. Electrocatalytic oxygen reduction reaction / C. Song, J. Zhang // PEM fuel cell electrocatalysts and catalyst layers. Fundamentals and applications / Ed. by J. Zhang – London: Springer-Verlag. – 2008. – Ch. 2. – P. 89–129.
34. Cheng F. Metal–air batteries: from oxygen reduction electrochemistry to cathode catalysts / F. Cheng, J. Chen // Chem. Soc. Rev. – 2012. – Vol. 41, №6. – P. 2172–2192.
35. Тарасевич М.Р. Неплатиновые катодные катализаторы для топливных элементов со щелочным электролитом (обзор) / М. Р. Тарасевич, Е. С. Давыдова // Электрохимия. – 2016. – том 52. – №3. – с. 1–30.
36. Monnier J. Localisation of oxygen reduction sites in the case of iron long term atmospheric corrosion / J. Monnier et al. // Corrosion Science. – 2011. – Vol. 53, №8. – P. 2468–2473.
37. Kolyagin G.A. Electrochemical reduction of oxygen to hydrogen peroxide in a gas-diffusion electrode based on mesoporous carbon / G.A. Kolyagin, G.V. Kornienko, V.L. Kornienko et al. // Russ J Appl Chem. – 2017.– Vol. 90. – P. 1143–1147.
38. Garcia A.C. Poinsignon C. Evaluation of several carbon-supported nanostructured Ni-doped manganese oxide Materials for the Electrochemical Reduction of Oxygen / A.C. Garcia, A.D. Herrera, E.A. Ticianelli, M. Chatenet, // J. Electrochem. Soc. – 2011. – Vol. 158, № 3. – P. B290–B296.
39. Tang Q.W. Effect of Surface Manganese Valence of Manganese Oxides on the Activity of the Oxygen Reduction Reaction in Alkaline Media / Q.W. Tang, L.H. Jiang, J. Liu, S.L. Wang, G.Q. Sun // ACS Catalys. – 2014. – Vol. 4, № 2. – P. 457–463.
40. Корниенко В.Л. Электровосстановление кислорода до пероксида водорода в газодиффузионных электродах в кислых растворах / В.Л. Корниенко, Г.А. Колягин // Журнал Сибирского Государственного Университета. Химия 1. – 2009. – № 2. – С.33–41.

41. Roche I. Carbon-Supported Manganese Oxide Nanoparticles as Electrocatalysts for the Oxygen Reduction Reaction (ORR) in Alkaline Medium: Physical Characterizations and ORR Mechanism / I. Roche, E. Chainet, M. Chatenet, J. Vondrak // *J. Phys. Chem. C.* – 2007. – Vol. 111, № 3. – P. 1434–1443.
42. Maltanova H.M. Electrocatalysis of oxygen reduction reaction on gold nanoparticles modified titanium dioxide films with different morphology / H.M. Maltanova, N.Yu. Brezhneva, A.V. Mazanik, S.O. Mazheika, et al // *Journal of the Belarusian State University. Chemistry.* – 2020. – №2. P. 63–75.
43. Ruvinskiy P.S. Using Ordered Carbon Nanomaterials for Shedding Light on the Mechanism of the Cathodic Oxygen Reduction Reaction / P.S. Ruvinskiy, A. Bonnefont, E.R. Savinova // *Langmuir.* – 2011. – Vol. 27, №14. – P. 9018–9027.
44. Ruvinskiy P.S., Further Insight into the Oxygen Reduction Reaction on Pt Nanoparticles Supported on Spatially Structured Catalytic Layers / P.S. Ruvinskiy, A. Bonnefont, E.R. Savinova // *Electrocatalysis.* – 2011. – Vol. 2, № 2. – P. 123–133.
45. Багоцкий В.С. Электрохимическое восстановление кислорода / В.С. Багоцкий, Л.Н. Некрасов, Н.А. Шумилова // *Успехи химии.* – 1965. – Т. 34. – №10. – С. 1697–1720.
46. Тарасевич М.Р. Вращающийся дисковый электрод с кольцом / М.Р. Тарасевич, Е.И. Хрущева, В.Ю. Филиновский // М.: Наука. – 1987. – 298 с.
47. Fortunelli A. Optimizing the oxygen evolution reaction for electrochemical water oxidation by tuning solvent properties / A. Fortunelli, W. Goddard, L. Sementa, G. Barcaro // *The Royal Society of Chemistry.* – 2015. DOI: 10.1039/c4nr07277d.
48. Ньюмен Дж. Электрохимические системы / Дж. Ньюмен // М.: Мир. – 1977. – 464 с.

49. Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина // М.: Химия. – Колос. – 2006. – 672 с.

50. Liu Y. Influence of Microporous and Mesoporous in Activated Carbon air Cathode Catalyston Oxygen Reaction Reaction in Microbioal Fuel Cell / Y. Liu, K. Li, B. Ge, L. Pu, Z. Liu // *Electrochim. Acta.* – 2016. – Vol. 214. – P. 110–118.

51. Слипченко А.В. Современные малоизнашиваемые аноды и перспективы развития электрохимических технологий водообработки / А.В. Слипченко, В.В. Максимов, Л.А. Кульский // *Химия и технология воды.* – 1993. – Т. 15, № 3. – С. 180–231.

52. Калиновский Е.А. Выбор анода для электрохимической обработки воды / Е.А. Калиновский и др. // *Химия и технология воды.* – 1988. – Т. 10, № 2. – С. 138–140.

53. Горбачев А.К. Влияние анодного материала на процессы электрохимического синтеза растворов гипохлорита натрия / А.К. Горбачев, А.Ю. Бровин, Г.Г. Тульский, Е.Н. Ваулина // *Вопросы химии и химической технологии.* – 2003. – №1. – С. 112–116.

54. Коварский Н.Я. Получение концентрированных растворов гипохлорита из морской воды электролизом с применением металлоксидных анодов / Н.Я. Коварский, В.П. Гребень., Г.Ю. Драчев // *Химия и технология воды.* – 1989. – Т. 11. – №1. – С. 63–66.

55. Fischer P. Mechanistic aspects of cathodic oxygen reduction / P. Fischer, J. Heitbaum // *Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry.* – 1980. –Vol. 112. – № 2. – P. 231–238.

56. Saldan I. Size and distribution of palladium nanoparticles electrodeposited on graphite / I. Saldan, A. Girella, C. Milanese, E. Fratini, O. Dobrovetska, I. Levchuk, O. Kuntiyi // *Functional materials.* – 2018. – vol. 25, № 1. – P. 82–87.

57. Даниель-Бек В.С. К вопросу о поляризации пористых электродов / В.С. Даниель-Бек // Электрохимия. – 1965. – т. 1, вып. 11. – С. 1319–1324.
58. Даниель-Бек В.С. К вопросу о поляризации пористых электродов / В.С. Даниель-Бек // Электрохимия. – 1966. – т. 2, вып. 6. – С. 672–677.
59. Dicks A.L. The role carbon in fuel cells / A.L. Dicks // J. of Power sources. – 2006. – Vol. 156 – P. 128–141.
60. Qu J. Preparation of hybrid thin film modified carbon nanotubes on glassy carbon electrode and its electrocatalysis for oxygen reduction / J. Qu, Y. Shen, X. Qu, S. Dong // Chem. Commun. – 2004. – Vol. 1 – P. 34–35.
61. Cere S. Surface redox catalysis and reduction kinetics of oxygen on copper–nickel alloys / S. Cere, M. Vazquez, S.R. de Sa´nchez, D.J. Schiffrin // J. Electroanal. Chem. – 2001. – Vol. 505 – P. 118–124.
62. Yang J. Nanoporous amorphous manganese oxide as electrocatalyst for oxygen reduction in alkaline solutions / J. Yang, J. Xu // Electrochem. Commun. – 2003. – Vol. 5 – P. 306–311.
63. El-Deab M.S. Electrocatalysis by nanoparticles: oxygen reduction on gold nanoparticles-electrodeposited platinum electrodes / M.S. El-Deab, T. Ohsaka // J. Electroanal. Chem. – 2003. – Vol. 553 – P. 107–115.
64. Jahnke H. Organic dyestuffs as catalysts for fuel cells / H. Jahnke, M. Schönbron, G. Zimmerman // Top. Curr. Chem. – 1976. – Vol. 61. – P. 133–181.
65. Wiesener K. N4-chelates as electrocatalyst for cathodic oxygen reduction / K. Wiesener // Electrochim. Acta. – 1986. – Vol. 31. – P. 1073–1078.
66. Осина М.А. Влияние природы углеродных носителей на биоэлектрокаталитическую активность иммобилизованной на них пероксидазы в реакции восстановления пероксида водорода / М.А. Осина, В.А. Богдановская // Электрохимия. – 2006. – Т. 42, № 8. – С. 987–992.



67. Рычагов А.Ю. Электрохимические характеристики и свойства поверхности активированных углеродных электродов двойнослойного конденсатора / А.Ю. Рычагов, Н.А. Уриссон, Ю.М. Вольфкович // Электрохимия. – 2001. – Т.37. – №11. – С. 1348–1356.
68. Елецкий А.В. Сорбционные свойства углеродных наноструктур / А.В. Елецкий // Успехи физ. Наук. – 2004. – № 174. – С. 1191.
69. Тарасевич М.Р. Поверхностно модифицированные углеродные материалы для электрокатализа / М.Р. Тарасевич, В.А. Богдановская // Успехи химии. – 1987. –Т. 562. – Вып. 7. – С. 1139–1166.
70. Shamsipur M. Electrocatalytic activity of cobaloxime complexes adsorbed on glassy carbon electrodes toward the reduction of dioxygen / M. Shamsipur, A. Salimi, H. Haddadzadeh, M. Fazlollah Mousavi // J. Electroanal. Chem. – 2001. – Vol. 517 – P. 37–44.
71. Гуревич И.Г. Жидкостные пористые электроды / И.Г. Гуревич, Ю.М. Вольфкович, С.В. Багоцкий // Минск: Наука и техника. – 1974. – 248 с.
72. Косогін О.В. Поведінка високодисперсного титану та каталітично-активних матеріалів на його основі в перхлоратній кислоті / О.В. Косогін, А.І. Кушмирук, Ю.С. Мірошніченко, О.В. Лінючева // Фізико-хімічна механіка матеріалів.– 2012. – Т. 51, №2. – С. 58–63.
73. Saltykov Yu.V. Theory of Porous Hydrophobized Electrodes Applied in Electrosynthesis (Review) / Yu. V. Saltykov, V.L. Kornienko // Chemistry for Sustainable Development. – №13.– 2005.– P. 587–598.
74. Park S. A review of gas diffusion layer in PEM fuel cells: materials and designs / S. Park, J.-W. Lee, B.N. Popov // Int. J. Hydrogen Energy. – 2012. – № 37. – P. 5850.
75. Tufa R.A. Salinity gradient power-reverse electro dialysis and alkaline polymer electrolyte water electrolysis for hydrogen production / R.A. Tufa, E. Rugiero, D. Chanda, J. Hnàt // J. Membr. Sci. – 2016. – № 514. – P. 155.

76. Pan J. Advanced architectures and relatives of air electrodes in Zn-Air batteries / J. Pan, Y.Y. Xu, H. Yang, Z. Dong, H. Liu, B.Y. Xia // *Advanced Science* (Weinheim, Baden-Wurttemberg, Germany). – 2018. – №5. – P. 1691.

77. Amirante R. Overview on recent developments in energy storage: mechanical, electrochemical and hydrogen technologies / R. Amirante, E. Cassone, E. Distaso, P. Tamburrano // *Energy Convers. Manage.* – 2017. – № 132. – P. 372.

78. Gallo A.B. Energy storage in the energy transition context: a technology review / A.B. Gallo, J.R. Simões-Moreira, H. K. M. Costa, M. M. Santos, E. Moutinho dos Santos // *Renew. Sustain. Energy Rev.* – 2016. – № 65. – P. 800.

79. Götz M. Renewable power-to-gas: a technological and economic review / M. Götz, J. Lefebvre, F. Mörs, A. McDaniel Koch, F. Graf, S. Bajohr, R. Reimert T. Kolb // *Renewable Energy.* – 2016. – №85. – P. 1371.

80. Tahir M. Electrocatalytic oxygen evolution reaction for energy conversion and storage: a comprehensive review / M. Tahir, L. Pan, F. Idrees, X. Zhang, L. Wang, J.-J. Zou, and Z. L. Wang // *Nano Energy.* – 2017. – №37. – P. 136.

81. Zhang K. Nanostructured Mn-based oxides for electrochemical energy storage and conversion / K. Zhang, X. Han, Z. Hu, X. Zhang, Z. Tao, J. Chen // *Chem. Soc. Rev.* – 2015. – №44. – P. 699.

82. Fang X. Electrode reactions of manganese oxides for secondary lithium batteries / X. Fang, X. Lu, X. Guo, Y. Mao, Y.-S. Hu, J. Wang, Z. Wang, F. Wu, H. Liu, L. Chen // *Electrochem. Commun.* – 2010. – №12. – P. 1520.

83. Chou S. Electrodeposition synthesis and electrochemical properties of nanostructured  $\gamma$ -MnO<sub>2</sub> films / S. Chou, F. Cheng, and J. Chen // *J. Power Sources.* – 2006. – №162. – P. 727.

84. Tsai Y.-C. An effective electrodeposition mode for Porous MnO<sub>2</sub>/Ni foam composite for asymmetric supercapacitors / Y.-C. Tsai, W.-D. Yang, K.-C. Lee, C.-M. Huang // *Materials* (Basel, Switzerland). – 2016. – №9. – P. 246.

85. Benhangi P.H. Manganese dioxide-based bifunctional oxygen reduction/evolution electrocatalysts: effect of Perovskite doping and potassium ion insertion / P.H. Benhangi, A. Alfantazi, E. Gyenge // *Electrochim. Acta.* – 2014. – № 123. – P. 42.

86. Fabbri E. Developments and perspectives of oxide-based catalysts for the oxygen evolution reaction / E. Fabbri, A. Haberer, K. Waltar, R. Kötz, T.J. Schmidt // *Catal. Sci. Technol.* – 2014. – №4. – P. 3800.

87. Ryabova A.S. Rationalizing the Influence of the Mn(IV)/Mn(III) Red-Ox transition on the electrocatalytic activity of manganese oxides in the oxygen reduction reaction / A.S. Ryabova et al. // *Electrochim. Acta.* – 2016. – №187. – P.161.

88. Stern L.-A. Enhanced oxygen evolution activity by NiOx and Ni(OH)<sub>2</sub> nanoparticles / L.-A. Stern, X. Hu // *Faraday Discuss.* – 2014. – №176. – P. 363.

89. McCrory C.L. Benchmarking heterogeneous electrocatalysts for the oxygen evolution reaction / C.L. McCrory, S. Jung, J.C. Peters, and T.F. Jaramillo // *JACS.* – 2013. – №135. – P. 16977.

90. Kockar H. Electrodeposited CoFeCu films at high and low pH levels: structural and magnetic properties / H. Kockar, E. Ozergin, O. Karaagac // *Journal of Materials Science: Materials in Electronics.* – 2015. – Vol. 26. – P. 2090–2094.

91. Ved' M.V. Functional Properties of Fe-Mo and Fe-Mo-W Galvanic Alloys / M.V. Ved', M.D. Sakhnenko, H.V. Karakurkchi et al. // *Materials Science.* – 710. – 2016. – Vol. 51, № 5. – P. 701.

92. Бурков А.А. Влияние СО, Ni, MO и W на коррозионные свойства аморфных электроискровых покрытий / А.А. Бурков, А.В. Зайцев, В.О. Крутикова // *Письма о материалах.* – 2018. – Т.8, № 2 (30). – С. 190–195.

93. Богдановская В.А. Электрохимические процессы на многокомпонентных катодных катализаторах PtM и PtM1 M2 (M = Co, Ni, Cr): влияние состава поверхности на стабильность катализатора и его

активность в восстановлении  $O_2$  / В.А. Богдановская, М.Р. Тарасевич // Электрохимия. – 2011. – Т. 47, №4. – С. 404–410.

94. Слинкин А.А. Структура и каталитические свойства нанесенных металлов. Итоги науки и техники. Кинетика и катализ / А.А. Слинкин. – М.: ВИНТИ. – 1982. – Т. 10. – С. 5–115.

95. Averkov I.S. Modeling of electrochemical processes in solid oxide fuel cells / I.S. Averkov, A.V. Baykov, L.S. Yanovski, V.M. Volokhov // Russian Chemical Bulletin. – 2016. – Vol. 65, № 10. – P. 2375–2380.

96. Ved' M.V. Functional properties of electrolytic alloys of Cobalt with Molybdenum and Zirconium / M. V. Ved', M.A. Koziar, N. D. Sakhnenko, M.A. Slavkova // Functional materials. – 2016. – Vol. 23, № 3. – P. 420–426.

97. Фиошин М.Я. Электросинтез окислителей и восстановителей / М.Я. Фиошин, М.Г. Смирнова // Л. Химия. – 1981. – 212 с.

98. Wang Z.-L. Oxygen electrocatalysts in metalair batteries: from aqueous to nonaqueous electrolytes / Z.-L. Wang, D. Xu, J.-J. Xu, X.-B. Zhang // Chem. Soc. Rev. – 2014. – Vol. 43. – P. 7746.

99. Кузнецов В.В. Электрокаталитические свойства осадков сплава кобальт-молибден в реакции выделения водорода / В.В. Кузнецов, Л.А. Калинина, Т.В. Пшеничкина и др. // Электрохимия. – 2008. – Т. 44. – № 12. – С. 1449–1457.

100. McCrory C.C.L. Benchmarking hydrogen evolving reaction and oxygen evolving reaction electrocatalysts for solar water splitting devices / C.C.L. McCrory, S. Jung, I.M. Ferrer, S.M. Chatman, J.C. Peters, T.F. Jaramillo // Journal of the American Chemical Society. – 2015. – Vol. 135. – P. 4347.

101. Крюков Ю.И. Разработка научных основ технологий активации электродов для электролиза воды / Ю.И. Крюков, В. П. Луковцев, Е.М. Петренко // Вестник МИТХТ. – 2010. – Т. 5, № 1. – С. 47–50.

102. El Boraie N.F. Preparation, characterisation and electrochemical study of crack-free nanocrystalline electrodeposited Co-W alloy coating of high

hardness / N.F. El Boraie, M.A.M. Ibrahim // The International Journal of Surface Engineering and Coatings. – 2020. – Vol. 98, No.5 – P. 234–242.

103. Кербер М.Л. Композиционные материалы / М.Л. Кербер // Соросовский общепрообразовательный журнал. – 1999. – № 5 – С. 33–41.

104. Карпинос Д.М. Новые композиционные материалы / Д.М. Карпинос, Л.И. Тучинский, Л.Р. Вишняков // Киев: Вища школа. – 1977. – 312 с.

105. Матусевич А.С. Композиционные материалы на металлической основе / А.С. Матусевич // М.: Наука и техника. – 1978. – 216 с.

106. Юсти Э. Топливные элементы / Э. Юсти, А. Винзель // Изд-во Мир. – 1964. – 480 с.

107. Gu P. Rechargeable zinc–airbatteries: a promising way to green energy / P. Gu, M. Zheng, Q. Zhao, X. Xiao, H. Xue, H. Pang // J. Mater. Chem. A. – 2017. – Vol. 5. – P. 7651.

108. Lee D.U. Recent progress and perspectives on bi-functional oxygen electrocatalysts for advanced rechargeable metal–air batteries / D.U. Lee, P. Xu, Z. P. Cano, A.G. Kashkooli, M.G. Park, Z. Chen // J. Mater. Chem. A.– 2016. – Vol. 4 – P. 7107.

109. Moureaux F. Development of an oxygenevolution electrode from 316L stainless steel: application to the oxygen evolution reaction in aqueous lithium–air batteries / F. Moureaux, P. Stevens, G. Toussaint, M. Chatenet // J. Power Sources. – 2013. – Vol. 229. – P. 123.

110. Ng J.W.D. A carbon-free, precious-metal-free, high-performance O<sub>2</sub> electrode for regenerative fuel cells and metal–air batteries / J.W.D. Ng, M. Tang, T.F. Jaramillo // Energy Environ. Sci. – 2014. – Vol. 7. – P. 2017.

111. Xu K. Enhancement of oxygen transfer by design nickel foam electrode for zinc–air battery / K. Xu, A. Loh, B. Wang, X. Li // J. Electrochem. Soc. – 2018. – Vol. 165. – P. A809.

112. Jie H. Etching and heating treatment combined approach for superhydrophobic surface on brass substrates and the consequent corrosion

resistance / H. Jie, Q. Xu, L. Wei, and Y. Min // *Corros. Sci.* – 2016. – Vol. 102. – P. 251.

113. Liu W. A novel combination approach for the preparation of superhydrophobic surface on copper and the consequent corrosion resistance / W. Liu, Q. Xu, J. Han, X. Chen, and Y. Min // *Corros. Sci.* – 2016. – Vol. 110. – P. 105.

114. Pourbaix M. Atlas of Electrochemical Equilibria in Aqueous Solutions / M. Pourbaix // Second English Edition 1974 ed., Library of Congress Catalog Card. – 1974. – № 65. – P. 1670.

115. Корниенко В.Л. Электросинтез в гидрофобизированных электродах / В.Л. Корниенко, Г.А. Колягин, Ю.В. Салтыков // Изд-во СО РАН. – 2011. – 170 с.

116. Pudukudy M. Synthesis, characterization, and photocatalytic performance of Mesoporous  $\alpha$ - $Mn_2O_3$  microspheres prepared via a precipitation route / M. Pudukudy, Z. Yaakob // *Journal of Nanoparticles.* – 2016. – Vol. 1.

117. Menezes P.W. Nanostructured manganese oxides as highly active water oxidation catalysts: a boost from manganese precursor chemistry / P.W. Menezes, A. Indra, P. Littlewood, M. Schwarze, C. Göbel, R. Schomäcker, M. Driess // *ChemSusChem.* – 2014. – Vol. 7. – P. 2202.

118. Röhe M. Processes and their limitations in oxygen depolarized cathodes: a dynamic model-based analysis / M. Röhe, F. Kubanek, U. Krewer // *ChemSusChem.* – 2019. – Vol. 12. – P. 2373.

119. Will F.G. Significance of Electrolyte Films for Performance of Porous Hydrogen Electrodes I. Film Model / F.G. Will, D.J. BenDaniel // The Electrochemical Society, General Electric Research and Development Center, Schenectady. – New York. – 1969. – Vol. 116. – P. 933.

120. Björnbom P. Modelling of a double-layered PTFE-bonded oxygen electrode / P. Björnbom // *Electrochim. Acta.* – 1987. – Vol. 32. – P. 115.

121. Kubannek F. Modeling oxygen gas diffusion electrodes for various technical applications / F. Kubannek, T. Turek, and U. Krewer // Chem. Ing. Tech. – 2019. – Vol. 1.

122. Волков В.В. Наночастицы металлов в полимерных каталитических мембранах и ионообменных системах для глубокой очистки воды от молекулярного кислорода / В.В. Волков, Т.А. Кравченко, В.И. Ролдугин // Успехи химии. – 2013. – Т. 82, №5. – С. 465–482.

123. Bhugun I. Enhancement of the Catalytic Activity of a Macrocyclic Cobalt(II) Complex for the Electroreduction of O<sub>2</sub> by Adsorption on Graphite / I. Bhugun, F.C. Anson // Inorg. Chem. – 1996. – Vol. 35 – P. 7253–7259.

124. Van den Ham D. Electrocatalytic oxygen reduction: the role of oxygen bridges as a structural factor in the activity of transitionmetal phthalocyanines / D. van den Ham, C. Hinnen, G. Magner, M. Savyf // J. Phys. Chem. – 1987. – Vol. 91, № 18. – P. 4743–4748.

125. Jung Y.J. An investigation of the formation of chlorate and perchlorate during electrolysis using Pt/Ti electrodes: the effects of pH and reactive oxygen species and the results of kinetic studies / Y.J. Jung, K.W. Baek, B.S. Oh // Water Res. – 2010. – Vol. 44. – P. 5345–5355.

126. Патент ЧССР 662618, МПК С25В 11/12 Газодиффузионный электрод / Я. Балей, О. Шпалек; власник патенту иностранное предприятие «Чехословеска академия вед» (ЧССР) – № 2372554/23-26: заявл. 18.06.76; опубл. 15.05.79, Бюл. № 18. – 4 с.

127. Тарасевич М.Р. Оптимизация газодиффузионного катода для щелочного электролита / М.Р. Тарасевич, Б.В. Клейменов, П.В. Мазин, Л.Н. Кузнецова // Электрохимическая энергетика. – 2008. – Т. 8, № 3. – С. 174–179.

128. Патент RU 2 423 555, МПК С25В 11/03 С25В 1/46. Газодиффузионный электрод для ячеек с перколяцией электролита / К. Урджеге, Ф. Федерико; власник патенту ИНДУСТРИЕ ДЕ НОРА С.П.А.

(ИТ). – № 2008144590/07 ; заявл. 12.04.2007 ; опублик. 10.07.2011, Бюл. № 19. – 8 с.

129. Кульский Л.А. Получение гипохлорита натрия на магнетитовом аноде при электролизе разбавленных растворов / Л.А. Кульский, А.В. Слипченко, Е.С. Мацкевич // Химия и технология воды. – 1988. – Т. 10, № 3. – С. 219–221.

130. Горбачев А.К. Об электродных процессах на диоксидсвинцовых титановых анодах и возможности их применения для электролиза кислых растворов / А.К. Горбачев, Г.Г. Тульский, И.В. Сенкевич // Журн. прикл. химии. – 1999. – Т. 72, № 3. – С. 415–420.

131. Городецкий В.В. Титановые аноды с активным покрытием на основе оксидов иридия. Химический состав покрытий и распределение их компонентов по глубине на анодах из  $\text{IrO}_2$ ,  $\text{IrO}_2+\text{TiO}_2$ ,  $\text{IrO}_2+\text{RuO}_2+\text{TiO}_2$ ,  $\text{IrO}_2+\text{RuO}_2+\text{TiO}_2+\text{Ta}_2\text{O}_5$  / В.В. Городецкий, В.А. Небурчилов // Электрохимия. – 2003. – Т. 39, № 10. – С. 1249–1256.

132. Тарасевич М.Р. Электрокатализ кислородной реакции пирополимерами N4-комплексов / М.Р. Тарасевич, К.А. Радюшкина, Г.В. Жутаева // Электрохимия. – 2004. – Т. 40, № 11. – С. 1369–1383.

133. Kang C. Deactivation of bilirubin oxidase by a product of the reaction of urate and  $\text{O}_2$  / C. Kang, H. Shin, Y. Zhang, A. Heller // Bioelectrochemistry. – 2004. – Vol. 65, № 1. – P. 83–88.

134. Yu X. Recent advances in activity and durability enhancement of Pt/C catalytic cathode in PEMFC Part I. Physico-chemical and electronic interaction between Pt and carbon support, and activity enhancement of Pt/C catalyst / X. Yu, S. Ye // J. of Power Sources. – 2007. – Vol. 172. – P. 133–144.

135. Yu X. Recent advances in activity and durability enhancement of Pt/C catalytic cathode in PEMFC Part II: DegrActation mechanism and durability enhancement of carbon supported platinum catalyst / X. Yu, S. Ye // J. of Power Sources. – 2007. – Vol. 172. – P. 145–154.



136. Емец В.В. Разработка мембранно-электродного блока с пониженным содержанием Pt для водородно-воздушного топливного элемента на основе PtCoCr-катализатора и мембраны F950/ В.В. Емец, М.Р. Тарасевич, С.А. Бусел // Электрохимия. – 2011. – Т. 47, №3. – С. 367–378.

137. Шаповал Г.С. Вольтамперометрическое исследование каталитических redox-процессов с участием аминокислот / Г.С. Шаповал, И.Е. Миронюк, В.Ф. Громова, О.С. Кругляк // Катализ и нефтехимия. – 2006. – №14. – С. 43–47.

138. Телли Э. Электрокаталитическое окисление метанола на Pt/NiZn-электроде в щелочной среде / Э. Телли, Р. Сольмаз, Г. Кардаш // Электрохимия. – 2011. – Т. 47, № 7. – С. 865–872.

139. Тарасевич М.Р. Исследование кинетики ионизации кислорода на пирографите в щелочных растворах / М.Р. Тарасевич, Ф.З. Сабиров // Электрохимия. – 1969. – Т. 5, № 6. – С. 643–649.

140. Тарасевич М.Р. Механизм электрохимического восстановления кислорода на пирографите / М.Р. Тарасевич, Ф.З. Сабиров, Р.Х. Бурштейн // Электрохимия. – 1971. – Т. 7, № 3. – С. 404–407.

141. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева // Учебник для высших технических учебных заведений. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. – 1990. – 528 с.

142. Cruz D.N. Disinfection by sodium hypochlorite: dialysis applications / D.N. Cruz, C. Ocampo, A. Brendolan, Etc. // Karger Medical and Scientific Publishers. – 2007. – Vol. 154. – P 97–102.

143. Kratajic N. Hypochlorite production II. Direct electrolysis in a cell divided by an anodic membrane / N. Kratajic, V. Nakic, M. Spasojevic // Journal of Applied Electrochemistry. – 1991. – Vol. 21, № 7. – P. 637–641.

144. Staser J.A. Quantifying Individual Potential Contributions of the Hybrid Sulfur Electrolyzer / J.A. Staser, M.B. Gorenssek, J.W. Weidner // Journal of the Electrochemical Society. – 2010. – Vol. 6, №157. – P. 952–958.

145. ДСТУ EN 15077:2020 Хімічні речовини, які використовують для очищення води в басейні. Гіпохлорит натрію (EN 15077:2013, IDT).

146. Бервицкая О.С. Композиционные покрытия никель углеродный материал / О.С. Бервицкая, Ю.В. Полищук // *Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry: Monograph*. Kyiv: KNUTD. – 2016. – P. 122–126.

147. Saldan I. Size and distribution of palladium nanoparticles electrodeposited on graphite / I. Saldan, A. Girella, C. Milanese, E. Fratini, O. Dobrovetska, I. Levchuk, O. Kuntiyi // *Functional materials*. – 2018. – Vol. 25, №1. – P. 82–87.

148. Гиренко Д.В. Электролиз низкоконцентрированных растворов хлорида натрия в электролизере с неразделенным электродным пространством. Влияние концентрации NaCl / Д.В. Гиренко, А.А. Пилецкая, А.Б. Величенко // *Вопр. химии и хим. технологии*. – 2013. – № 3. – С. 199–204.

149. Рутковська К.С. Застосування газодифузійного катоду в електрохімічному синтезі гіпохлориту натрію / К.С. Рутковська, Г.Г. Тульський, І.В. Сінкевич, В.М. Артеменко // *Вісник НТУ «ХП»*. – 2018. – вип. 39. – С. 23–26.

150. Рутковська К.С. Обґрунтування технологічних показників застосування газодифузійного катоду в електрохімічному синтезі розчинів гіпохлоритів / К.С. Рутковська, Г.Г. Тульський, В.П. Гомозов, О.І. Русінов // *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія. Х.: НТУ «ХП» – 2020. – №2 (4). – С. 10–16.

151. Rutkovska K.S. Combined cathode processes in the electrochemical synthesis of sodium hypochlorite / K.S. Rutkovska, H.H. Tulskeyi, I.H. Chahine, A.G. Tulska // *Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry: Monograph*. – Kyiv: KNUTD. – 2019. – P. 190–197.

152. Рутковська К.С. Кінетика суміщених катодних процесів у водному розчині NaCl / К.С. Рутковська, Г.Г. Тульський, В.П. Гомозов,

Т.В. Ворона // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки. – 2020. – № 2 (144). – С. 90–97.

153. Bogdanovskaya V. Nanocomposite Cathode Catalysts Containing Platinum Deposited on Carbon Nanotubes Modified O, N, and P Atoms / V Bogdanovskaya, I. Vernigor, M. Radina, V. Andreev, O. Korchagin // Catalysts. – 2021. – т 11. – № 3. – с. 1–13.

154. Богдановская В.А. Углеродные нанотрубки, модифицированные кислород- и азотсодержащими группами, перспективные катализаторы электровосстановления кислорода / В.А. Богдановская, М.В. Радина, О.В. Корчагин, Н.А. Капустина, Л.П. Казанский // Электрохимия, издательство Наука (М.). – 2020. – том 56. – № 10. – с. 896–908.

155. Богдановская В.А. Влияние структуры положительного электрода на процесс разряда литий-кислородного (воздушного) источника тока. Теория монопористого катода / В.А. Богдановская, Ю.Г. Чирков, В.И. Ростокин, В.В. Емец, О.В. Корчагин, В.Н. Андреев, О.В. Трипачев // Физикохимия поверхности и защита материалов. Издательство ИКЦ «Академкнига». – 2018. – том 54, № 6. – с. 549–559.

156. Богдановская В.А. Биоэлектрокаталитическое восстановление кислорода лакказой, иммобилизованной на различных углеродных носителях / В.А. Богдановская, М.А. Осина, И.Н. Аркадьева // Электрохимия, изд-во Наука (М.). – 2017. – том 53, № 12. – с. 1506–1516.

157. Coutanceau C. Electrocatalytic reduction of dioxygen at platinum particles dispersed in a polyaniline film / C. Coutanceau et al. // Electrochim. Acta. – 2000. – V. 46. – P. 579–588.

158. Johnston C.M. Transition metal/polymer catalysts for O<sub>2</sub> reduction / C.M. Johnston, P. Piel, P. Zelenay // Handbook of fuel cells: advances in electrocatalysis, materials, diagnostics and durability / Ed. by W. Vielstich, H. Yokokawa, H.A. Gasteiger –Wiley. – 2009. – Vol. 5, Ch. 1. – P. 48–70.

159. Рутковская Е.С. Выбор каталитического покрытия газодиффузионного катода для электрохимического синтеза NaClO /

Е.С. Рутковская, Г.Г. Тульский, М.Д. Хассан // *Colloquium-journal*. – 2021. – №14 (101). – С. 20–23.

160. Єпіфанова А.С. Структурно-фазовий склад композиційного сплаву Со–Мо–TiO<sub>2</sub> / В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, М.М. Метеньканич, Т.В. Школьнікова // *Записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. – 2019. – Т. 30 (69), № 2, ч. 1. – С. 131–135.

161. Єпіфанова А.С. Механізм катодних реакцій осадження сплаву Со–Мо / В.В. Штефан, А.С. Єпіфанова, М.М. Метеньканич, А.Д. Пойманов, Т.В. Школьнікова // *Записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Сер.: Технічні науки*. – 2019. – Т. 30 (69), № 1, ч. 2. – С. 51–56.

162. Пат. на винахід 139063 Україна, МПК С25D 3/56, С25D 3/52, С25D 3/12. Електроліт для нанесення покриття кобальт-молібден-діоксид титану / Штефан В.В., Єпіфанова А.С., Метеньканич М.М.; заявник та власник патенту НТУ «ХПІ». – № u201903749 ; заявл.11.04.2019 ; опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24. – 3 с.

163. Epifanova A.S. Electrolytic deposition of highly hard coatings of a cobalt–molybdenum alloy. / V.V. Shtefan, A.S. Epifanova, A.A. Koval'ova, V.I. Bairachnyi / *Mater. Sci.* – 2017. – Vol. 53, Issue 1. – P. 47–54.

164. Rutkovska K.S. The differential voltametry method for studying the combined cathodic processes in aqueous NaCl solution / K.S. Rutkovska, G.G. Tulskey // *–Promising Materials and Processes in Applied Electrochemistry – 2020: Monograph*. – Kyiv: KNUTD. – 2020. – P. 240–243.