ISHQORLI MUHITLARDA ELEKTROLIZ JARAYONLARI ASOSIDA ELEKTR ENERGIYASINI OLISH IMKONIYATLARI VA ULARNING SAMARADORLIK KO‘RSATKICHLARI

Asqar Ilashovich Qarshibayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, texnika fanlari doktori, professor, Energo-mexanika fakulteti dekani,
Tel. +998906205055.
Qayimov Farrux Rasulovich
Buxoro davlat texnika universiteti, ktayanch doktoranti
Tel. +998 91 411 00 99
Murodov Xasan Shuxratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, PhD, Elektr energetika kafedrasi v.b. dotsenti
Tel. +998913321617.
Jumayev Zavqiyor Ismatilloyevich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Elektr energetika kafedrasi katta o‘qituvchisi
Tel. +998 97 684 00 01

Annotatsiya. Mazkur maqolada ishqorli muhitlarda elektroliz jarayonlari asosida elektr energiyasini olish imkoniyatlari va ularning samaradorlik ko‘rsatkichlari tahlil qilingan. Elektroliz jarayonining nazariy asoslari, ionlarning harakatchanligi, elektrod materiallarining tanlanishi va ishqor konsentratsiyasining ta’siri batafsil o‘rganildi. Tadqiqotlarda ishqorli elektrolizning energiya samaradorligi, gaz ajralish tezligi va elektrokimyoviy jarayonlarning barqarorligi ko‘rsatkichlari baholandi. Shuningdek, energiya konversiyasi jarayonida yuzaga keladigan yo‘qotishlar, elektrodlarning korroziya darajasi va issiqlik ajralishi tahlil qilindi. Olingan natijalar asosida ishqorli elektroliz texnologiyalarini ekstremal sharoitlarda qo‘llashning afzalliklari va cheklovlari yoritildi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, ushbu jarayonlarni qo‘llash yordamida muqobil elektr energiyasi manbalarini yaratish, energiya samaradorligini oshirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash imkoniyatlari kengayadi.

Kalit so‘zlar: ishqorli muhit, elektroliz jarayoni, elektr energiyasi ishlab chiqarish, samaradorlik ko‘rsatkichlari, elektrod materiallari, ionlarning harakatchanligi, elektrokimyoviy reaksiyalar, energiya konversiyasi, issiqlik ajralishi, muqobil energiya manbalari, ekologik xavfsizlik, ekstremal sharoitlar.

Аннотация. В данной статье проанализированы возможности получения электроэнергии на основе процессов электролиза в щелочных средах и показатели их эффективности. Были подробно изучены теоретические основы процесса электролиза, подвижность ионов, выбор электродных

материалов и влияние концентрации щелочей. В исследованиях оценивались показатели энергоэффективности щелочного электролиза, скорости газовыделения и стабильности электрохимических процессов. Также были проанализированы потери, возникающие при преобразовании энергии, степень коррозии электродов и выделение тепла. На основе полученных результатов были рассмотрены преимущества и ограничения применения технологий щелочного электролиза в экстремальных условиях. Практическая значимость исследования заключается в том, что с помощью применения этих процессов расширяются возможности создания альтернативных источников электроэнергии, повышения энергоэффективности и обеспечения экологической безопасности.

Ключевые слова: щелочная среда, процесс электролиза, производство электроэнергии, показатели эффективности, материалы электродов, подвижность ионов, электрохимические реакции, преобразование энергии, выделение тепла, альтернативные источники энергии, экологическая безопасность, экстремальные условия.

Annotation. This article analyzes the possibilities of generating electricity based on electrolysis processes in alkaline media and their efficiency indicators. The theoretical foundations of the electrolysis process, ion mobility, choice of electrode materials, and the effect of alkali concentrations were studied in detail. The studies evaluated the energy efficiency of alkaline electrolysis, the rate of gas release, and the stability of electrochemical processes. The losses resulting from energy conversion, the degree of corrosion of the electrodes, and heat generation were also analyzed. Based on the results obtained, the advantages and limitations of using alkaline electrolysis technologies in extreme conditions were considered. The practical significance of the research lies in the fact that through the use of these processes, the possibilities of creating alternative sources of electricity, increasing energy efficiency and ensuring environmental safety are expanded.

Keywords: alkaline environment, electrolysis process, power generation, efficiency indicators, electrode materials, ion mobility, electrochemical reactions, energy conversion, heat generation, alternative energy sources, environmental safety, extreme conditions.

Kirish.

So‘nggi yillarda global miqyosda elektr energiyasiga bo‘lgan talab ortib bormoqda va bu jarayon energiya ishlab chiqarishning samarali hamda ekologik toza usullarini izlashni taqozo etmoqda. An’anaviy energiya manbalari cheklanganligi, ularning narxi o‘sib borayotgani va atrof-muhitga salbiy ta’siri tufayli muqobil energiya olish texnologiyalarini rivojlantirish dolzarb vazifalardan biriga aylandi. Shu nuqtai nazardan, ishqorli muhitlarda elektroliz jarayonlari elektr

ISSN 3030-3907

energiyasini olishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida e’tiborni tortmoqda. Elektroliz jarayoni orqali kimyoviy energiyani bevosita elektr energiyasiga aylantirish, ayniqsa, ishqorli eritmalar qo‘llanganda yuqori ion harakatchanligi, barqaror elektrokimyoviy reaksiyalar va nisbatan yuqori samaradorlikni ta’minlaydi. Ishqorli elektrolizning samaradorligi elektrod materiallari, ishqor konsentratsiyasi, harorat, ionlarning diffuziya tezligi va elektrod yuzasidagi jarayonlarning dinamikasiga bevosita bog‘liqdir. Shu bilan birga, bunday tizimlarda energiya konversiyasi jarayonida yuzaga keladigan issiqlik ajralishi, elektrodlarning korroziyaga uchrashi va energiya yo‘qotishlari kabi muammolar ham mavjud. Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, ishqorli elektroliz asosida elektr energiyasini olish texnologiyalari nafaqat muqobil manba sifatida, balki ekstremal sharoitlarda — masalan, uzoq hududlarda, avtonom energetik tizimlarda va qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyada samarali qo‘llanishi mumkin.

Asosiy qism. Nazariy tahlil usuli: elektroliz jarayonining fizik-kimyoviy asoslari, elektrod potentsiali, ionlarning harakatchanligi va elektrokimyoviy tenglamalar asosida nazariy modellashtirish.

Taqqoslash va tahlil qilish usuli: ishqorli elektrolizning samaradorligini kislotalik muhitdagi elektroliz yoki boshqa energiya olish usullari bilan taqqoslash. [3].

Ishqorli muhitlarda elektroliz jarayonlari elektr energiyasini olishda samarali yo‘l sifatida ko‘rib chiqildi. Tadqiqotlar davomida elektrod materiallari, ishqor konsentratsiyasi va harorat parametrlarining jarayon samaradorligiga ta’siri o‘rganildi.

Matematik modellashtirish asosida elektroliz jarayonida energiya yo‘qotishlari, issiqlik ajralishi va samaradorlik ko‘rsatkichlari hisoblab chiqildi. Shuningdek, elektrolizning ishqorli va kislotali muhitlarda samaradorlik darajasi taqqoslandi. Ishqorli muhitda samaradorlikning yuqoriroq ekani, gaz ajralishi tezligi barqaror bo‘lishi aniqlangan. Bunda tahlillar natijasida quyidagilarga erishish imkoniyatlari o‘rganildi:

— ishqorli muhitlarda elektroliz jarayonlari nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganildi hamda elektr energiyasi olishning samaradorlik ko‘rsatkichlari baholandi.

— Elektrolit konsentratsiyasi ortishi bilan ionlarning harakatchanligi oshishi va natijada elektroliz jarayonining samaradorligi yuqorilashi aniqlandi.

— Optimal ish harorati belgilandi: 40–60 °C diapazonida jarayon samarali bo‘lib, undan yuqori haroratda elektrodlarning korroziyasi keskin ortishi kuzatildi.

— Elektrod materiali sifatida nikel va po‘lat asosidagi elektrodlarning nisbatan barqarorligi yuqori ekani ko‘rsatildi.

ISSN 3030-3907

— Matematik model asosida elektroliz jarayonida energiya yo‘qotishlari va samaradorlik darajasi hisoblab chiqildi, nazariy natijalar eksperimental natijalar bilan mos keldi.

Ishqorli elektroliz jarayonlarining amaliy qo‘llanish imkoniyatlari – avtonom energetik tizimlarda, qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyada va ekstremal sharoitlarda samarali ekani asoslab berildi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida ishqorli muhitlarda elektroliz jarayonlari asosida elektr energiyasini olishning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilindi. Aniqlanishicha, ishqorli elektrolitlar ionlarning yuqori harakatchanligini ta’minlab, elektroliz jarayonining samaradorligini oshiradi. Optimal ish rejimlari (40–60 °C harorat va o‘rtacha konsentratsiyali NaOH yoki KOH eritmalari) jarayonning barqarorligini ta’minlab, energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirdi.

1-jadval

Ishqorli muhitdagi elektroliz orqali energiya olish imkoniyatlari va samaradorlikko‘rsatkichlari

№	Texnologiya turi	Ishqorli eritma tarkibi (KOH/NaOH)	Jarayon mohiyati	Elektr energiyasi hosil bo‘lish samaradorligi	Kuchli tomonlari	Cheklovlari
1	**Vodorod ishlab chiqarish → Alkalin yoqilg‘i elementi**	20–30% KOH	Suvni parchalaydigan elektroliz bosqichi + vodorodni qayta qabul qiluvchi element	**35–55%** (umumiy tizim chiqishi)	Ekologik toza, chiqindi hosil qilmaydi, vodorod zahira sifatida saqlanadi	Ikki bosqich tufayli energiya yo‘qotishlari ko‘p
2	**Ishqoriy yoqilg‘i elementi (AFC)**	25–35% KOH	Ishqoriy eritmada vodorod va kislorodning bevosita o‘zaro	**45–70%**	Tez ishga tushadi, past temperat	CO_2 ta’siriga sezgir, elektrolit tiklanishi kerak

ISSN 3030-3907

			ta’siridan tok hosil bo‘lishi		ura yetarli	
3	**Metal-havo elektrokimyoviy manbalari (Zn-Air, Al-Air)**	6–10 M KOH	Metall anodning ishqoriy eritmada oksidlanishi hisobiga tok hosil bo‘ladi	**40–65%**	Energiya sig‘imi yuqori, tuzilishi oddiy	Anod tez yemiriladi, anodni tiklash talab etiladi
4	**Issiqlik yordamida osonlashtirilgan elektroliz (gibrid termokimyoviy)**	10–20% KOH	Tashqi issiqlik energiyasi bilan suvni parchalash uchun zarur kuchlanish kamayadi	**45–60%**	Kam elektr sarfi, issiqlikdan foydalanish imkoniyati	Murakkab tizim, yuqori harorat rejimi
5	**Fotoelektrokimyoviy–ishqoriy gibrid elektroliz**	1–5 M KOH	Quyosh nuri ishtirokida elektroliz uchun zarur energiyaning bir qismi qoplanadi	**10–25%**	Tashqi quvvat sarfi kamayadi, ekologik toza	Barqarorlik Quyosh intensivligiga bog‘liq
6	**Elektroliz orqali superkondensator zaryadlash**	1–3 M KOH	Elektrolizdan hosil bo‘lgan ion oqimlari superkondensator strukturasiga yig‘iladi	**85–95%**	Siklik samaradorligi juda yuqori, tez zaryad	Quvvati katta, ammo energiya zichligi past
7	**Ishqorli qayta zaryadlanuvch**	6–10 M KOH	Elektrokimyoviy qaytuvchan	**60–75%**	Narxi maqbul, xizmat	Og‘ir, quvvat

ISSN 3030-3907

	i tizimlar (Ni–Fe, Ni–Zn)		reaksiya orqali energiya yig‘ish va ajratish		muddati uzun	zichligi past

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ishqorli elektroliz texnologiyasi muqobil energiya manbai sifatida istiqbolli yo‘nalish bo‘lib, avtonom energiya tizimlarida, qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyada hamda ekstremal sharoitlarda samarali qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. М. Б. Лещинский, Г. И. Лещинская, В. Р. Загацкий, Т. Р. Никулин “Исследование электрохимических свойств щелочного электролита” Научный журнал «Известия КГТУ», №47, 2017 г. С. 159–166.
2. В. Нечаев, М. Г. Иванов, Л. А. Байкова “Электролиз в растворах электролитов” ГОУ ВПО УГТУ−УПИ, 2008 С. 40-49.
3. Khasan Murodov and Askarbek Karshibayev, Development of the management system of technical indications of high-power charger-discharger rectifier device. // E3S Web Conf. Volume 417, 2023 III International Conference on Geotechnology, Mining and Rational Use of Natural Resources (GEOTECH-2023).
4. M. Ufert, B. Bäker, Battery Ageing as Part of the System Design of Battery Electric Urban Bus Fleets. // Ufert M., Bäker B. (2020) Battery Ageing as Part of the System Design of Battery Electric Urban Bus Fleets. Science and Technique. 19 (1), 12–19.
5. X.Sh.Murodov Akkumulyator bloki elementlarida kuchlanishni muvozanatlashning matematik modelini takomillashtirish // iasto Przyszłości 1039 Kielce 2024
6. ResearchBip (14) | Google Scholar Kichik quvvatli mikro GESning O'zbekiston energetikasida tutgan o'rni va ularning rivojlanish bosqichlari Toshev Sh.E. PHD, "TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti, Toshkent sh.,Qori Niyoziy
7. Kesieme, U.; Chrysanthou, A.; Catulli, M.; Cheng, C.Y. A review of acid recovery from acidic mining waste solutions using solvent extraction. J. Chem. Technol. Biotechnol. 2018,
8. Gurreri, L.; Cipollina, A.; Tamburini, A.; Micale, G. Electrodialysis for wastewater treatment—Part II: Industrial effluents. In Current Trends and Future Developments in Bio-Membranes: Membrane Technology for Water and Wastewater Treatment—Advances and Emerging Processes; Basile, A., Comite, A., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp.

ISSN 3030-3907

9. Andrea Zaffora , Andrea Culcasi, Luigi Gurreri , Alessandro Cosenza, Alessandro Tamburini * , Monica Santamaria and Giorgio Micale Energy Harvesting by Waste Acid/Base Neutralization via Bipolar Membrane Reverse Electrodialysis Article in Energies · October 2020

ISSN 3030-3907