

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

2

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

НАУРЫЗ
МАРТ
MARCH

Б а с р е д а к т о р ы

х. ғ. д., проф., ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абиев Р.Ш. проф. (Ресей)
Абишев М.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Аппель Юрген проф. (Германия)
Баймуқанов Д.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Байпақов К.М. проф., академик (Қазақстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Қазақстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Қазақстан)
Велихов Е.П. проф., РҒА академигі (Ресей)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Әзірбайжан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Қалимолдаев М.Н. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан), бас ред. орынбасары
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., корр.-мүшесі (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалықов Ж.У. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Полещук О.Х. проф. (Ресей)
Поняев А.И. проф. (Ресей)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Қазақстан)
Таткеева Г.Г. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Умбетаев И. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Тәжікстан)

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы».

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы»РҚБ (Алматы қ.)

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде
01.06.2006 ж. берілген №5551-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 2000 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Главный редактор
д. х. н., проф. академик НАН РК
М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

Абиев Р.Ш. проф. (Россия)
Абишев М.Е. проф., член-корр. (Казахстан)
Аврамов К.В. проф. (Украина)
Апель Юрген проф. (Германия)
Баймуканов Д.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Байпаков К.М. проф., академик (Казахстан)
Байтулин И.О. проф., академик (Казахстан)
Банас Иозеф проф. (Польша)
Берсимбаев Р.И. проф., академик (Казахстан)
Велихов Е.П. проф., академик РАН (Россия)
Гашимзаде Ф. проф., академик (Азербайджан)
Гончарук В.В. проф., академик (Украина)
Давлетов А.Е. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Джрбашян Р.Т. проф., академик (Армения)
Калимолдаев М.Н. проф., чл.-корр. (Казахстан), зам. гл. ред.
Лаверов Н.П. проф., академик РАН (Россия)
Лупашку Ф. проф., чл.-корр. (Молдова)
Мохд Хасан Селамат проф. (Малайзия)
Мырхалыков Ж.У. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Новак Изабелла проф. (Польша)
Огарь Н.П. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Полещук О.Х. проф. (Россия)
Поняев А.И. проф. (Россия)
Сагиян А.С. проф., академик (Армения)
Сатубалдин С.С. проф., академик (Казахстан)
Таткеева Г.Г. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Умбетаев И. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Хрипунов Г.С. проф. (Украина)
Якубова М.М. проф., академик (Таджикистан)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан».

ISSN 2518-1467 (Online),
ISSN 1991-3494 (Print)

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов
Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK

M. Zh. Zhurinov

E d i t o r i a l b o a r d:

Abiyev R.Sh. prof. (Russia)
Abishev M.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Avramov K.V. prof. (Ukraine)
Appel Jurgen, prof. (Germany)
Baimukanov D.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Baipakov K.M. prof., academician (Kazakhstan)
Baitullin I.O. prof., academician (Kazakhstan)
Joseph Banas, prof. (Poland)
Bersimbayev R.I. prof., academician (Kazakhstan)
Velikhov Ye.P. prof., academician of RAS (Russia)
Gashimzade F. prof., academician (Azerbaijan)
Goncharuk V.V. prof., academician (Ukraine)
Davletov A.Ye. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Dzhrbashian R.T. prof., academician (Armenia)
Kalimoldayev M.N. prof., corr. member. (Kazakhstan), deputy editor in chief
Laverov N.P. prof., academician of RAS (Russia)
Lupashku F. prof., corr. member. (Moldova)
Mohd Hassan Selamat, prof. (Malaysia)
Myrkhalykov Zh.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nowak Isabella, prof. (Poland)
Ogar N.P. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Poleshchuk O.Kh. prof. (Russia)
Ponyaev A.I. prof. (Russia)
Sagiyani A.S. prof., academician (Armenia)
Satubaldin S.S. prof., academician (Kazakhstan)
Tatkeyeva G.G. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Umbetayev I. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Khripunov G.S. prof. (Ukraine)
Yakubova M.M. prof., academician (Tadjikistan)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

ISSN 2518-1467 (Online),

ISSN 1991-3494 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

G. N. Zhylysbayeva¹, A. K. Amirbekova¹, A. B. Bayeshov², A. S. Kadirbayeva², M. Zh. Zhurinov²

¹Kh. A. Yassawi international kazakh-turkish university, Turkestan, Kazakhstan,

²D. V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: gulkhan.zhylysbayeva@ayu.edu.kz, amirbekova_aika@mail.ru, bayeshov@mail.ru, altinay_aidyn2789@mail.ru

OBTAINMENT OF CALCIUM CHLORATE BY ELECTROCHEMICAL METHOD

Abstract. This article describes a method for producing calcium chlorate by electrochemical method from calcium chloride solution. In this paper we studied the electrochemical method obtaining of chlorate-ions, as it has several advantages compared with the chemical method. The study established the mechanism of electrochemical oxidation process of chloride ion to hypochlorite ions, then the ions hypochlorite ions to chlorate ions. The investigation results showed that the maximum current output of formed chlorate-ions takes place at pH = 6. It is shown that an increase in the anodic current density on the graphite electrode from 200 to 1000 A/m², the current efficiency of formed chlorate-ions reduced from 67% to 25%, but at higher concentrations of calcium chloride in the range of 60-140 g/l it increased to 82%. Chlorates of calcium and magnesium are widely used in agriculture as a defoliant and desiccant. In our country, chlorates of calcium and magnesium are used to harvest cotton leaves before the assembly, and for drying cotton balls.

Keywords: chlorate, hypochlorite, electrochemistry, process, mechanism, electrolyte, electrolysis, diffusion, a cathode, an anode.

ӘОЖ 546.4/135

Г. Н. Жылысбаева¹, А. К. Әмірбекова¹, А. Б. Баяшов², А. С. Кадирбаева², М. Ж. Жұрынов²

¹Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан,

²Д. В. Сокольский атындағы Жанармай катализ және электрохимия институты, Алматы, Қазақстан

КАЛЬЦИЙ ХЛОРАТЫН АЛУДЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ТӘСІЛІН ЖАСАУ

Аннотация. Кальций хлориді ерітіндісін электролит ретінде пайдаланып, электрод кеңістіктері бөлінбеген жағдайда электролиз жүргізу арқылы кальций хлоратын алу жолы көрсетілді. Хлорид-иондарының графит электродында гипохлорит-иондарына дейін және ары қарай хлорат-иондарына дейін анодты тотығуының нәтижелері келтірілген. Хлорат-иондарының түзілуінің тоқ бойынша шығымының максималды мәні ерітіндіде рН=6 болған кезде орын алатыны анықталды. Графит анодындағы тоқ тығыздығын 200-1000 А/м² интервалында өзгерткен кезде хлорат-иондарының тоқ бойынша шығымының 67%-дан 25%-ға дейін төмендейтіні көрсетілді. Ерітіндідегі кальций хлоридінің концентрациясын 60-140 г/л аралығында өзгерту алынатын өнімнің тоқ бойынша шығымының 82%-ға дейі өсуіне әкелді. Хлораттың түзілу барысында хлорид-иондарының химиялық жолмен тотығуы да орын алатыны анықталды. Ерітінді температурасын жоғарылатқан сайын тоқ бойынша шығымның артуын ерітінді құрамындағы молекулалардың активтілігінің артуымен және иондар қозғалғыштығының жоғарылауымен, олардың әрекеттесу жылдамдығының артатындығымен түсіндіруге болады. Электролиздің тиімді жағдайларында ($i_a=200\text{A/m}^2$; $t=40^\circ\text{C}$; $\text{pH}=6,0$; $C_{\text{CaCl}_2}=100\text{г/л}$) кальций хлораты түзілуінің тоқ бойынша шығымы 67,0% тең болатындығы анықталды.

Түйін сөздер: хлорат, гипохлорит, электролиз, процесс, механизм, электролит, тотығу, диффузия, катод, анод.

Хлордың оттекті қосылыстары – ағартқыштық, тотықтырғыштық қасиеттерінің болуына байланысты техникада және халық шаруашылығында көп қолданысқа ие болып келеді. Хлордың жоғары оттекті қосылыстарына – хлораттар, перхлораттар және хлор қышқылы жатады, өндірісте бұл қосылыстардың соңғы жылдардағы даму аймағы кеңейуде [1-3]. Алдымен хлораттарды Либих әдісі бойынша химиялық жолмен алған: яғни ізбес сүтін хлорлау арқылы кальций хлоратын алып, ары қарай натрий хлоратына айналдырған немесе натрий гидроксидінің ерітінділерін хлорлау арқылы сәйкесінше хлораттардың ерітінділерін алған. Хлораттарды электрохимиялық жолмен өндіру әдістері, химиялық әдіспен салыстырғанда бірқатар артықшылықтары бар, сондықтан қазіргі кезде көбінесе бұл қосылыс электрохимиялық әдіспен алынып жүр [4-6].

Кальций және магний хлораттары ауыл-шаруашылығында дефолиант және десикант ретінде қолданысқа ие. Біздің елімізде кальций және магний хлораттары мақта жинау алдында жапырақтарын алып тастау үшін және қозасын кептіру үшін қолданылады [7, 8].

Хлорлау үдерісі келесі реакция бойынша жүреді:



Кальций хлоратының ерітінділерін ізбес сүтін хлорлау арқылы немесе негізгі кальций хлораты мен хлоридін бөлу арқылы концентрлеудің немесе тазартудың көптеген әдістері ұсынылған [9].

Кальций хлоратының концентрациясын жоғарлату үшін және хлорат-хлорид қатынасын хлорат есесіне есейту үшін тазартудың химиялық әдістері қолданылады, яғни кальцийдің жарты бөлігін сода көмегімен карбонат түрінде тұндыру арқылы жүзеге асады.



Мұндай жағдайда кальций карбонаты және натрий хлоридінің қомақты бөлігі тұнба болып түзіледі. Тұнбаны бөліп алған соң хлорат-хлорид кальцийлі дефолиант ерітіндісінен алынады [10-13].

Электрохимиялық тәсілдерді қолдана отырып қалдықсыз технология жасауға болады. Осыған байланысты біздің ұсынып отырған ғылыми зерттеу жұмысымыздың мақсаты қалдықсыз технологияны жүзеге асыру негізінде, электрохимиялық тәсілмен кальцийдің бейорганикалық қосылысы – кальций хлоратын алу және алу әдісінің оңтайлы жағдайларын қарастыру болды. Осы мақсатта эксперименттер көлемі 400 мл, шыны электролизерде жүргізілді. Электрод ретінде аудандары 4,3 және 5,5 см² графит электродтары қолданылды, екі электрод бір-бірінен 0,5 см, ара қашықтықта орналастырылды. Электролит ретінде, өндіріс қалдығы болып табылатын кальций хлориді ерітіндісі алынды.

Анодта бөлінетін хлордың жылдам ұшып кетуіне кедергі жасау үшін электролизер ішіне органикалық шыныдан жасалған, майда тесікшелері бар дөңгелек қабаттар орналастырылды. Электродтарды әр тәжірибе алдында зімпара қағазымен тазалап, дистилденген сумен және этил спиртімен шайып, кептіріп электролизге дайындалды. Жүргізілген тәжірибе нәтижелері кальций хлоридінің сулы ерітіндісін электрод кеңістіктері бөлінбеген жағдайда электролиз кезінде кальций хлоратының түзілетіндігін көрсетті. Кальций хлоратының концентрациясы әр эксперименттен кейін химиялық титрлеу әдісі арқылы анықталып отырылды [14].

Кальций хлоридінің ерітіндісінде графит электродтарын қолданып электролиз жүргізген кезде – анодта хлордың, ал катодта – сутек газының бөліну реакциялары орын алады:



Бірінші сатыда анодтық және катодтық өнімдердің электролит көлемінде әсерлесу нәтижесінде, ерітіндінің рН мәніне қарай – гипохлорит иондары немесе хлорлылау қышқылы түзіледі:

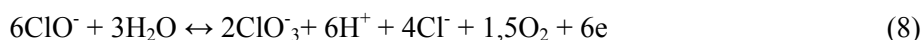


Соңғы қосылыстың аз диссоциацияланатын, мұндай жүйедегі ClO^- иондарының концентрациясы, ерітіндінің рН мәніне тәуелді болады [15, 16].

Кальций хлоратын электрохимиялық механизм бойынша алу кезінде алғашқы анодта ClO^- иондарының аноты разрядталуы орын алады:



ClO^- - иондарының хлорат иондарына айналуын схема түрінде келесі жиынтық теңдеумен бейнелеуге болады:



ClO^- иондарының ClO_3^- иондарына дейін электрохимиялық тотығу реакциясын келесі түрде де өте алады:



Жалпы хлораттың түзілу процесіндегі электрохимиялық процеске келетін үлес, анодқа жақын гипохлорит иондарының концентрациясына тәуелді болады. Оны электролиттің рН мәнін, оның температурасын, электролиттің меншікті көлемін бір жүктемеге сай өзгерте отырып, сонымен қатар анодқа гипохлорит иондарының диффузиялануын шектей немесе қиындата отырып кемітуге болады.

Ерітіндіде түзілген гипохлорит және хлорлылау қышқылы өзара әрекеттесіп мына химиялық реакция бойынша хлорат иондары түзеді:

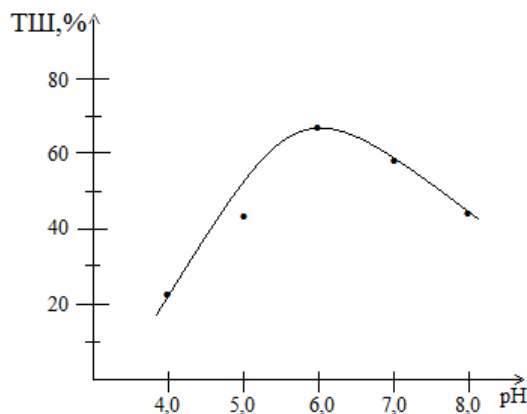


(10) және (11) реакцияларының жүруіне электролиттің әлсіз қышқылды реакциясы және температураның жоғарылауы жағдай жасайды.

(10)-реакциясының максималды жылдамдығы рН=7 кезінде орын алады, ал (11)-реакция жүруі үшін рН=7,6 болуы керек. (10) және (11) реакциялардың жылдамдық константалары бір-біріне жақын [17, 18].

Біздің зерттеулеріміз, кальций хлоридінің хлоратқа дейін электрохимиялық тотығу процесі электролиттің рН мәніне тікелей тәуелді екендігін көрсетті.

1-суретте кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымының ерітіндінің рН мәнінің әсері көрсетілген.



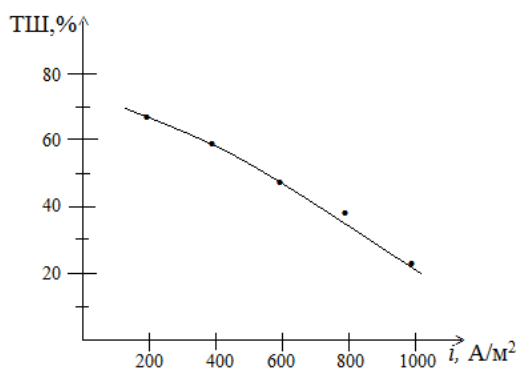
$i_a = 200 \text{ А/м}^2$; $\text{CaCl}_2 - 100 \text{ г/л}$; $t = 40^\circ\text{C}$; $\tau = 0,5 \text{ сар.}$

1-сурет – Кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына ерітінді рН мәнінің әсері

Графит анодтағы ток тығыздығы $i_a = 200 \text{ А/м}^2$, кальций хлориді концентрациясы - 100 г/л, температура 40°C және ерітінді рН мәні 6-ға тең аумақтарда хлорат- иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының максималды мәні байқалады.

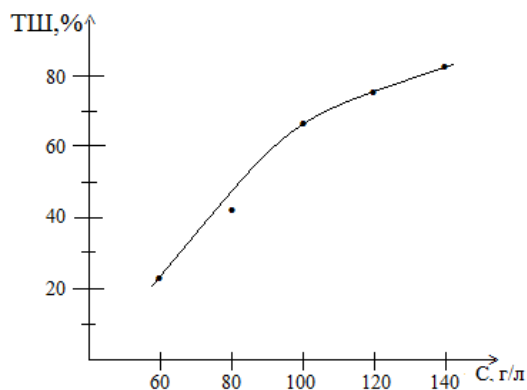
Графит электродындағы ток тығыздығын $200-1000 \text{ А/м}^2$ аралығында өзгеруінің электролиз процесіне әсері жан-жақты зерттелді. Ток тығыздығы артқан сайын кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымы 67%- дан 25% -ға дейін төмендейтіні байқалды (2-сурет). Ток тығыздығы артқан сайын анодта хлор газының бөліну жылдамдығы өседі, нәтижесінде бөлінген хлордың көпшілік мөлшері ерітіндімен және гидроксид- иондарымен (1 және 5 реакциялар) химиялық

әрекеттесіп үлгермей, сыртқа ұшып кетеді. Сондай-ақ, графитті анодтардың тозуы анодты ток тығыздығының $800-1000 \text{ A/m}^2$ ара қашықтығында күрт жоғарлай түседі. Кальций хлоридінің хлоратқа дейін электрохимиялық тотығу процесі электролиттің рН мәніне және анод материалдарына [19, 20] тікелей тәуелді екендігі белгілі. Сол себепті бұл жағдайда электролизді жоғары ток тығыздықтарында жүргізу тиімсіз.



$t = 40^\circ\text{C}$; $\tau = 0,5 \text{ с}$; $\text{CaCl}_2 - 100 \text{ г/л}$.

2-сурет – Кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына анодтың ток тығыздығының әсері



$i_a = 200 \text{ A/m}^2$; $t = 40^\circ\text{C}$; $\tau = 0,5 \text{ с}$.

3-сурет – Кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына CaCl_2 концентрациясының әсері

3-суретте кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына кальций хлориді концентрациясының әсері көрсетілген, зерттеу $60 \text{ г/л}-140 \text{ г/л}$ аралығында жүргізілді. Кальций хлориді концентрациясын 140 г/л -ге дейін жоғарылатқанда хлорат иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы 82% -ға дейін артады, бұл құбылыс хлор иондарының диффузиялық шектелуінің төмендеуіне байланысты.

Айта кету керек, кальций хлоридінің концентрациясының төмендеуі графитті анодтардың тозуына мардымды әсер етеді. Хлорид иондарының концентрациясы 80 г/л болғанда графит анодтар бұл концентрация 120 г/л болғандағыға қарағанда екі есе тезірек тозатындығы әдеби мәліметтерден белгілі.

Кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына температураның әсері кестеде келтірілген. Зерттеу нәтижелері бойынша 200 A/m^2 ток тығыздығында ерітінді температурасын 10°C -тан 40°C -қа дейін жоғары-латқанда кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымы 28% - дан 67% - ға дейін артты. Температура жоғарлаған сайын, хлораттың қосылысының химиялық түзілу сатысының жылдамдығы да арта түседі. Бірақ температураны жоғарлатқан сайын анодтардың тозғыштығы да артады, сондықтан графитті анодтарда электролизді әдетте 40°C жоғары температурада жүргізбеген дұрыс.

Кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымына электролит температурасының әсері
($i_a = 200 \text{ A/m}^2$; $\tau = 0,5 \text{ с}$; $\text{CaCl}_2 - 100 \text{ г/л}$)

$t, ^\circ\text{C}$	10	20	30	40
ТШ, %	28,6	41,2	52,5	67,0

Ерітінді температурасын жоғарылатқан сайын ток бойынша шығымның артуын, ерітінді құрамындағы молекулалар активтілігінің артуымен және осыған байланысты иондар қозғалғыштығының жоғарылауымен олардың әрекеттесу жылдамдығының артатындығымен түсіндіруге болады.

Қорыта келгенде, жүргізілген зерттеу жұмыстарының нәтижелерінде, кальций хлоридінің сулы ерітіндісін электрод кеңістіктері бөлінбеген жағдайда электролиз арқылы кальций хлоратын синтездеудің жаңа тиімді әдісі жасалды. Электролиз кезінде хлораттардың түзілуінің ток бойынша шығымына электрохимиялық параметрлердің (электролит концентрациясы, электролиттің рН мәні,

графит электродындағы анодты ток тығыздығы) әсерлері зерттелінді. Электролиздің тиімді жағдайларында ($i_a=200\text{A}/\text{m}^2$; $t=40^\circ\text{C}$; $\text{pH}=6,0$; $\text{CaCl}_2=100\text{г}/\text{л}$) кальций хлораты түзілуінің ток бойынша шығымы 67,0% тең болатындығы анықталды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Зубкова Н.Ф., Грузинская Н.А. Применению и особенности действия дефолиантов и десикантов // *Агрохимия*. – 1991. – № 8. – С. 126-143.
- [2] Богомолова И.В. Неорганическая химия. – Издательство: Альфа-М, НИЦ Инфра-М, 2015. – 336 с.
- [3] Попков В.А., Пузаков С.А. Общая химия. – М., 2010. – С.362-365, 474, 483-485.
- [4] Якименко Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. – М.: Химия, 1974. – 600 с.
- [5] Фиошин М.Я. Успехи в области электросинтеза неорганических соединений. – 1974. – 17-45 б.
- [6] Якименко Л.М. Электрохимические процессы в химической промышленности: производство водорода, кислорода, хлора и щелочей. – М.: Химия, 1981. – 280 с.
- [7] Москвичев Ю.А., Фельдблум В.Ш. Химия в нашей жизни (продукты органического синтеза и их применение): Монография. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. – 411 с.
- [8] Эшмуратова М.Ш. Исследование технологии получения дефолианта на основе хлората магния, карбамида и нитрата гуанидина: Дис. ... академической степени магистра. – Навои, 2014. – 74 с.
- [9] Трапезников Ю.Ф. Обезвреживание хлорсодержащих газов содовым раствором и известковым молоком // *Хим. промышл.* – 2003. – Т. 80, № 5. – С. 27-30.
- [10] Патент UZ № 1А 2009 0300. Состав для дефолиации хлопчатника / Искандаров Т.И., Махматхонов М.М. Рахмон-Заде., Искандарова Г.Т. Официальный бюллетень, 2011. № 4. С. 9-10.
- [11] Бахир В.М., Леонов Б.И., С.А.Паничева, Прилуцкий В.И., Шомовская Н.Ю. Химический состав и функциональные свойства хлорсодержащих дезинфицирующих растворов // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2003. – № 4.
- [12] Хамдамова Ш. Получение дефолиантов на основе хлоратов, этаноламинов и 2-хлоретилфосфонатов этаноламина.: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 2005. – 23 с.
- [13] Список химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, дефолиантов и регуляторов роста растений, разрешенных для применения в сельском хозяйстве Республика Узбекистон на 2002–2006 годы. – Ташкент, 2002. – 96 с.
- [14] Фрумина Н.С., Кручкова Е.С., Муштакова С.И. Аналитическая химия кальция. – М.: Наука, 1974. – 252 с.
- [15] Белкин А.В., Яковлева С.А., Кудрявский Ю.П. Технология разложения пульпы гипохлорита кальция отходами производства красителей, содержащих тиосульфат натрия // *Цветная металлургия*. – 2000. – № 1. – С. 16-18.
- [16] Мишурина О.А., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Химические превращения кислородсодержащих ионов хлора растворов при разных значениях диапазона pH // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 2. – С. 43-46.
- [17] Якименко Л.М., Серышев Г.А. Электрохимический синтез неорганических соединений. – М.: Химия, 1984. – С. 31-70.
- [18] Зарецкий С.А., Сучков В.Н., Животинский П.Б. Электрохимическая технология неорганических веществ и химические источники тока. – М.: Высшая школа, 1980. – 423 с.
- [19] Слипченко А.В., Максимов В. В., Кульский Л. А. Современные малоизнашиваемые аноды и перспективы развития электрохимических технологий водоподготовки // *Химия и технология воды*. – 1993. – Т. 15, № 3. – С. 180-231.
- [20] Жук А.П. и др. Малоизнашиваемые аноды и применение их в электрохимических процессах // *Тез.докл. V Всесоюзного совещания*. – М.: ЦИНХО им. Д. И. Менделеева, 1984. – С. 61-76.

REFERENCES

- [1] Zubkova N.F., Gruzinskaya N.A. Primeneniyu i osobennosti deystviya defoliantov i desikantov // *Agrokhimiya*. 1991. N 8. P. 126-143.
- [2] Bogomolova I.V. Neorganicheskaya himiya. Izdatelstvo: Alfa-M, NITs Infra-M, 2015. 336 p.
- [3] Popkov V.A., Puzakov S.A. Obschaya himiya. M., 2010. P. 362-365, 474, 483-485.
- [4] Yakimenko L.M. Proizvodstvo hlora, kausticheskoy sodyi i neorganicheskikh hlorproduktov. M.: Himiya, 1974. 600 p.
- [5] Fioshin M.Ya. Uspehi v oblasti elektrosinteza neorganicheskikh soedineniy. 1974. P. 17-45.
- [6] Yakimenko L.M. Elektrohimiicheskie protsessyi v himicheskoy promyishlennosti: proizvodstvo vodoroda, kisloroda, hlora i shelochey. M.: Himiya, 1981. 280 p.
- [7] Moskvichev Yu.A., Feldblyum V.Sh. Himiya v nashey zhizni (produkty organicheskogo sinteza i ih primeneniye): Monografiya. Yaroslavl: Izd-vo YaGTU, 2007. 411 p.
- [8] Eshmuratova M. Sh. Issledovanie tehnologii polucheniya defolianta na osnove hlorata magniya, karbamida i nitrata guanidina. Dissertatsiya na soiskanie akademicheskoy stepeni magistra. Navoi, 2014. 74 p.
- [9] Trapeznikov Yu.F. Obезvrezhivanie hlorsoderzhaschih gazov sodovym rastvorom i izvestkovyim molokom // *Him. promyishlen*. 2003. Vol. 80, N 5. P. 27-30.
- [10] Patent UZ №1А 2009 0300. Sostav dlya defoliatsii hlopatnika / Iskandarov T.I., Mahmathonov M.M. Rahmon-Zade., Iskandarova G.T. Ofitsialnyiy byulleten. 2011. N 4. P. 9-10.
- [11] Bahir V.M., Leonov B.I., S.A.Panicheva, V.I.Prilutskiy, N.Yu.Shomovskaya. Himicheskiy sostav i funktsionalnyie svoystva hlorsoderzhaschih dezinfitsiruyuschih rastvorov // *Vestnikovyih meditsinskih tehnologii*. 2003. N 4.

[12] Hamdamova Sh. Poluchenie defoliantov na osnove hloratov, etanolaminov i 2-hloretilfosfonatov etanolammoniya: Avtoref. dis... kand. tehn. nauk. Tashkent, 2005. 23 p.

[13] Spisok himicheskikh i biologicheskikh sredstv borbi s vreditelyami, boleznyami rasteniy i sornyakami, defoliantov i regulyatorov rosta rasteniy, razreshennykh dlya primeneniya v selskom hozyaystve Respublika Uzbekiston na 2002–2006 godi. Tashkent, 2002. 96 p.

[14] Frumina N.S., Kruchkova E.S., Mushtakova S.I. Analiticheskaiya himiya kalsiya. M.: Nauka, 1974. 252 p.

[15] Belkin A.V., Yakovleva S.A., Kudryavskiy Yu.P. Tehnologiya razlozheniya pulpyi gipohlorita kaltsiya othodami proizvodstva krasiteley, sodержaschih tiosulfat natriya // Tsvetnaya metallurgiya, 2000. N 1. P. 16-18.

[16] Mishurina O.A., Chuprova L.V., Mullina E.R. Himicheskie prevrascheniya kislorodsoderzhaschih ionov hlora rastvorov pri raznykh znacheniyakh diapazona pH // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy. 2014. N 2. P. 43-46.

[17] Yakimenko L.M., Seryishev G.A. Elektrohimiicheskiy sintez neorganicheskikh soedineniy. M.: Himiya, 1984. P. 31-70.

[18] Zaretskiy S.A., Suchkov V.N., Zhivotinskiy P.B. Elektrohimiicheskaya tehnologiya neorganicheskikh veshchestv i himicheskie istochniki toka. M.: Vysshaya shkola, 1980. 423 p.

[19] Slipchenko A.V., Maksimov V.V., Kulskiy L.A. Sovremennyye maloiznashivaemye anody i perspektivnyy razvitiy elektrohimiicheskikh tehnologiy vodoobrabotki // Himiya i tehnologiya vody. 1993. Vol. 15, N 3. P. 180-231.

[20] Zhuk A.P. i dr. Maloiznashivayushiesya anody i primeneniye ih velektrohimiicheskikh protsessah // Tez. dokl. V Vsesoyuznogo soveshaniya. M.: TsPNHO im. D. I. Mendeleeva, 1984. P. 61-76.

Г. Н. Жылысбаева¹, А. К. Амирбекова¹, А. Б. Басшов², А. С. Кадирбаева², М. Ж. Журинов²

¹Международный казахско-турецкий университет им. Х. А. Ясави, Туркестан, Казахстан,

²Д. В. Сокольский атындағы Жанармай катализ және электрохимия институты АҚ, Алматы, Қазақстан

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРАТА КАЛЬЦИЯ

Аннотация. Показана возможность получения хлората кальция путем электролиза без разделения электродных пространств с использованием растворов хлорида кальция в качестве электролита. Приведены результаты процесса анодного окисления хлорид-ионов до гипохлорит-ионов и далее, до хлорат-ионов на графитовом электроде. Установлено, что максимальная величина выхода по току образования хлорат-ионов наблюдается при pH=6. При изменении плотности тока на графитовом аноде в интервале 200-1000 А/м² происходит уменьшение выхода по току образования хлорат-ионов от 67 до 25%. Варьирование концентрации хлорида кальция в растворе в пределах 60-140 г/л приводит к возрастанию выхода по току образования целевого продукта до 82%. Установлено, что при образовании хлората имеют место и химические процессы окисления хлорид-ионов. Увеличение выхода по току с повышением температуры объясняется тем, что возрастает активность молекул в растворе и подвижность ионов и в этой связи увеличивается скорость их взаимодействия. Установлено, что при оптимальных значениях электролиза ($i_a=200\text{А/м}^2$; $t=40^\circ\text{C}$; pH=6,0; CaCl₂ - 100 г/л) выход по току образования хлората кальция равен 67,0%.

Ключевые слова: хлорат, гипохлорит, электролиз, процесс, механизм, электролит, окисление, диффузия, катод, анод.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

ISSN 2518-1467 (Online), ISSN 1991-3494 (Print)

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т. М. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 13.04.2017.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

19,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 2.