

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

1

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2017

ҚАҢТАР
ЯНВАРЬ
JANUARY

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)
Моход 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)
Сагьян 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

A. B. Bayeshov¹, M. M. Sapieva¹, A. K. Bayeshova², U. A. Abduvaliyeva¹, M. Zh. Zhurinov¹

¹JSC Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky, Almaty, Kazakhstan,

²Kazakh National University named after Al-Farabi, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bayeshov@mail.ru, smm0704@mail.ru, azhar_b@bk.ru, abdumida14@gmail.com

DISSOLUTION OF ELECTRODES OF MOLYBDENUM DURING POLARIZATION BY ANODIC IMPULSE CURRENT

Abstract. The paper presents the results of the study of the electrochemical behavior of molybdenum at the polarization pair of electrodes "molybdenum-graphit" during anodic polarization by impulse current in a solution of sodium hydroxide. It were taken off the anode-cathode cyclic potentiodynamic polarization curves of molybdenum in an alkaline environment and found that two maximums of anodic oxidation appear at the potentials of the "minus" 0.1 - "plus" 0.3. It is shown that at the potential of "plus" 1.75 molybdenum dissolves in the mode of "transpassivation". It was studied the influence of the current density (500-5000 A/m²), of the concentration of sodium hydroxide (0,5-2,5M) and of the duration of electrolysis (0.5-2.5 h) on the current efficiency of metal's dissolution by electrolysis. It is shown that an increase of current density of electrode of molybdenum to 4000 A/m² leads to increase of the current efficiency of metal's dissolution to 71%. It is found that the maximum (79%) of the current efficiency of molybdenum's dissolution is observed at the concentration of 0.5 M sodium hydroxide and the lowest (31%) current efficiency is observed at the alkali concentration of 1.5 M. In the study of the effect of the duration of the electrolysis is set linear increase of the current efficiency of molybdenum's dissolution.

Keywords: pulsed alternating current, molybdenum, electrolysis, polarization, the current efficiency, alkali, current density, concentration, electrode.

УДК 541.1.38

А. Б. Баяшов¹, М. М. Сапиева¹, А. К. Баяшова², У. А. Абдувалиева¹, М. Ж. Журинов¹

¹«Д. В. Сокольский атындағы Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан,

²Аль-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

АНОДТЫ ИМПУЛЬСТІ ТОКПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН МОЛИБДЕН ЭЛЕКТРОДЫНЫҢ ЕРУІ

Аннотация. Жұмыста «молибден -графит» жұбын натрий гидроксидінің сулы ерітіндісінде жиілігі 50 Гц анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі молибденнің электрохимиялық еруі зерттелінді. Сілтілі ортада молибден электродының анодты-катодты циклді потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары түсіріліп, «минус» 0,1 - «плюс» 0,3 В потенциалдар аумағында екі анодты тотығу максимумдары байқалатындығы анықталды. «Плюс» 1,75 В потенциалдар мәнінен бастап, молибден электродының «транспассивация» режимінде еритіндігі көрсетілді. Электролиз әдісі арқылы металдың еруінің ток бойынша шығымына ток тығыздығының (500-5000 А/м²), натрий гидроксиді концентрациясының (0,5-2,5М) және электролиз ұзақтығының (0,5-2,5 сағ) әсерлері зерттелді. Молибден электродындағы ток тығыздығын жоғарылатқанда металдың еруінің ток бойынша шығымы артып 4000 А/м² кезінде 71 % жететіндігі көрсетілді. Молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы натрий гидроксидінің концентрациясы 0,5 М кезінде максималды мәнді (79%) көрсетті, ал ең төменгі көрсеткіш (31%) NaOH мөлшері 1,5 М болғанда орын алатындығы анықталды. Электролиз уақытының әсерінен молибденнің еру бойынша ток шығымы сызықты түрде өсетіндігі көрсетілді.

Түйін сөздер: импульсті айнымалы ток, молибден, электролиз, поляризация, ток шығымы, сілті, ток тығыздығы, концентрация, электрод.

Молибден және оның қосылыстары қиын балқитын металдар қатарына жатады [1]. Молибденді пластина және сымдар күйінде радиоэлектрондық өндірістерде және рентгенотехникада, рентген түтіктері мен вакуумды қондырғылар жасауда кеңінен қолданылып келеді [2].

Молибден – күкірт, тұз және фосфор қышқылдарымен жұмыс істейтін қондырғылар жасауда перспективті материалдардың бірі болып табылады. Оның жоғары тұрақтылығына байланысты шыны балқытатын электродтар дайындауда кеңінен қолданылып жүр.

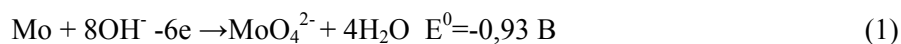
Молибден болаттың сапасын біршама жақсартады. Конструкциондық болатқа молибденнің аз ғана мөлшері қосылғанның өзінде, ол бұл металдың беріктігін, қаттылығын, коррозиялық тұрақтылығын мың еседей арттыра алады. Кобальт пен хром қосылыстарының қаттылығын және де басқа қасиеттерін арттыру үшін де молибден қолданылып келеді [1-4].

Молибденнің тағы бір кең қолданатын аймағы - ол 1600⁰С температурада сутегі атмосфера-сында жұмыс жасайтын электрпештердегі қыздырғыш элементтерін жасауда қолданылуы.

Молибденнің қосылыстары - сульфидтер, оксидтер, молибдаттар химиялық реакцияларды жүргізуде катализаторлары, бояғыштардың пигменттері болып табылады. Молибден тағы да тыңайтқыштардың құрамына микрокоспа ретінде қосылады. Молибденнің гексафториді әр түрлі материалдардың бетіне металдық молибденді қондыру үшін пайдаланып жүр. Таза монокристалдық молибден газодинамикалық лазерлер өндірісінде, ал оның теллуридін термоэлектрогенератор өндірісінде өте жақсы термоэлектрлік материал ретінде қолданылса, молибденнің (III) тотығы литий ток көзі үшін оң электрод қызметін атқарады [3, 4].

Молибденнің физика-химиялық қасиетін зерттеу негізінде көптеген монографиялар мен ғылыми мақалалар жазылған [5, 6]. Көптеген ғалымдар молибденнің қышқылды немесе сілтілі ортада анодтық еруі оксидтік қабат арқылы өтеді деп пайымдайды. Осы ретте профессор А.Б. Баяшовтың шәкірттерімен жүргізген зерттеулерінде молибденнің бір фазалы айналымы ток қатысында поляризацияланған зерттеулері өте қызық нәтижелер көрсеткен [7-20]. Бұл зерттеулерде екі молибден электродтарының 50 Гц жиіліктегі айналымы токпен поляризациялағанда өте жоғары ток бойынша шығыммен еритіндігі көрсетілген. Жүйелі түрдегі зерттеулер нәтижесінде молибден электродтарын өндірістік айналымы токпен поляризациялағанда металдың интенсивті еритіндігі көрсетілген. Алдын-ала жасалған тәжірибелердің нәтижесінде молибденнің айналымы токпен еруі төмендегідей механизм арқылы жүруі мүмкін деп болжаған.

Айналымы токтың анодты жарты периодында металдың тотығуы және еруі келесі реакция арқылы жүреді:



Катодтық жартылай периодта сутек иондары тотықсызданады:

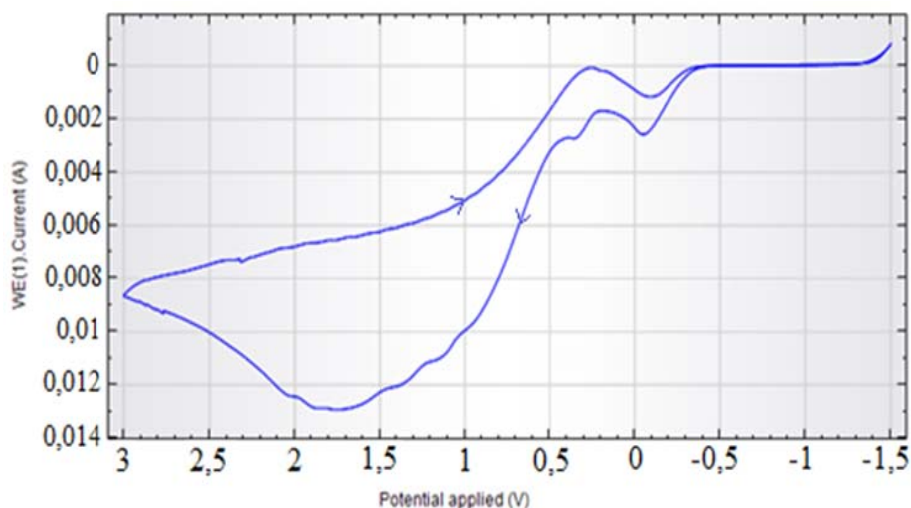


Молибден электродтарының анодты импульстік айналымы ток қатысында еруінің электрохимиялық қасиеттері бүгінге дейін зерттелмеген. Сол себепті де молибденнің анодты импульстік ток қатысында электрохимиялық қасиеттерін зерттеу осы мақаланың басты мақсаты болып табылады. Молибденнің электрохимиялық қасиеті импульстік айналымы ток қатысында натрий гидроксиді ерітіндісінде зерттелді.

Сілтілі ортада молибденнің анодты-катодты циклдік потенциодинамикалық қисықтарын түсіру арқылы, оның транспассивті күйде болып аралық оксидтерін түзе отырып еритіндігі анықталды. NaOH ерітіндісінде молибден күрделі механизм бойынша сатылы түрде тотығатындығы және электродтың беттік қабатында оның әр-түрлі құрамды оксидтері түзілетіндігі көрсетілді.

Токтың поляризациясы өзгеруі нәтижесінде уақыт өткен сайын электродты процестерде жүзеге асатын электрохимиялық өзгерістерді толықтай түсіну мақсатында молибден электродының потенциодинамикалық поляризациялық қисықтары түсірілді. Концентрациясы 0,5 М натрий гидроксиді ерітіндісінде молибденнің циклдік анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығын түсіру үшін «Autolab» потенциостаты қолданылды.

1-суреттен көрініп тұрғандай, NaOH ерітіндісінде түсірілген молибденнің циклдік анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығында, потенциал мәні оң бағытқа қарай ығысқанда «минус» 0,1 және «плюс» 0,3 В потенциалдары аумағында екі максимумның орын алатындығын байқауға болады. Ары қарай потенциал мәнін оң бағытқа ығыстырған кезде әлсіз



C (NaOH) = 0,5 M; $v = 50$ мВ/с; $t = 25$ °C

1-сурет – Молибден электродында түсірілген циклді анодты-катодты потенциодинамикалық поляризациялық қисығы

байқалатын тағы бірнеше толқынды полярограммдан байқауға болады. Потенциал мәні «плюс» 1,75 В болғанда токтың ең жоғарғы мәні 0,013 А -ге жетті. Ары қарай потенциал мәнін оң бағытқа қарай ығыстырғанда ток мәні азайып, молибден электродының беті пассивациялана бастайды және металл транспассивті күйге өтеді. Дегенмен молибденнің толық пассивациялануы байқалмайды. Өте аз мөлшерде электрод бетінде кара-көк түсті пленка түзіледі. Оттегі газының электрод бетінде бөлінуі визуалды түрде байқалмайды, бірақ теориялық тұрғыдан бұл процесс жүруі анық, шамасы молибденнің оксидтік қосылыстары түзіліп оның бетінде оттегі өте жоғары асакернеулікпен бөлінеді.

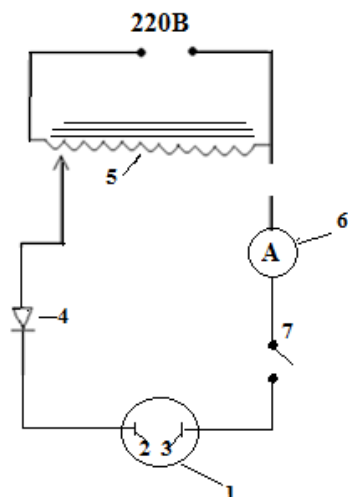
Потенциал кері бағытқа жөнелгенде полярограммада тағы бір аномалды анодты ток байқалып, оның пайда болуын келесідей түсіндіруге болады: алғашта анод потенциалы өзгеріп өсіп жатқан кезінде, молибденнің төмен валентті оксидтері түзіледі, ал металдың жоғары валентті оксидтері төмен валентті оксидтерінің бетінде түзіле бастайды. Осы түзілген жоғары валентті оксидтері ери бастағанда осы потенциалдар аумағындағы анодты электрбелсенді төменгі валентті оксиді ары қарай тағы да тотығуы мүмкіндігі болғандықтан аномалды анодты ток пайда болады, деп болжаймыз.

Потенциал мәні «минус» 1,4 В-тан бастап сутегі газы бөліне бастайды. Натрий гидроксиді ерітіндісі құйылған электролизерге «молибден-графит» электродтар жұбы орналастырылып, анодты импульстік токпен поляризацияланды. Жиілігі 50 Гц анодты импульсті ток алу электрохимиялық тізбекке диод жалғау арқылы іске асырылды. Электродтар кеңістігі бөлінбеген, электролиздің негізгі зерттеу уақыты - 0,5 сағ., натрий гидроксидінің концентрациясы – 1М, электролит температурасы - 20°C.

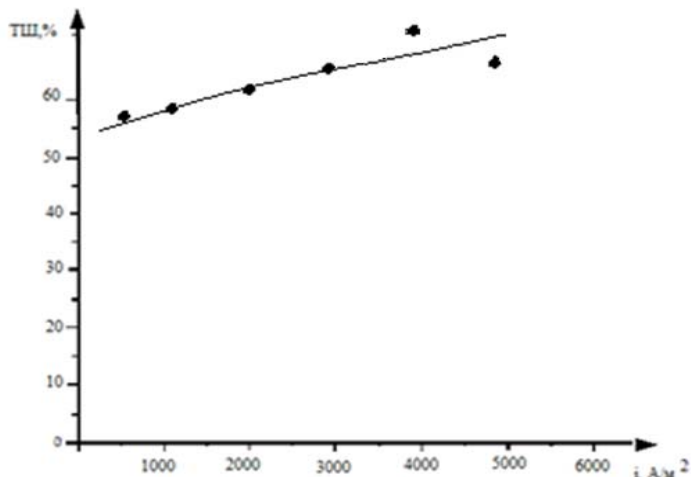
Натрий гидроксиді ерітіндісі құйылған электролизерге «молибден-графит» электродтар жұбы орналастырылып, анодты импульстік токпен поляризацияланды. Жиілігі 50 Гц анодты импульсті ток алу электрохимиялық тізбекке диод жалғау арқылы іске асырылды. Электродтар кеңістігі бөлінбеген, электролиздің негізгі зерттеу уақыты - 0,5 сағ., натрий гидроксидінің концентрациясы – 1М, электролит температурасы - 20°C.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродтарын электрохимиялық ерітуге арналған қондырғының принципіалды схемасын 2-суреттен көруге болады.

Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруінің ток бойынша шығымына молибден электродындағы ток тығыздығының әсері $500-5000$ А/м² аралығында зерттелінді (3-сурет). Ток тығыздығы артқан сайын молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы да арта бастайды және ток тығыздығы 4000 А/м² болған кезде ток бойынша шығымның мәні 71 %-ды көрсетті.



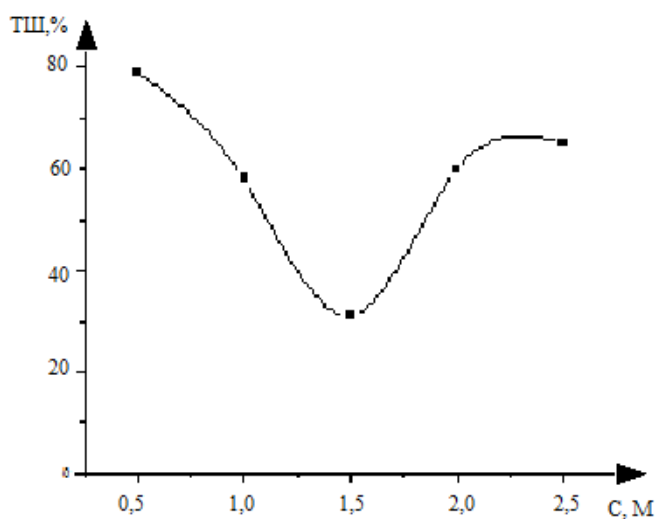
2-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруін зерттеуге арналған қондырғының принципіалды схемасы: 1 – электролизер, 2 – молибден және 3 – графит электродтары, 4 – диод (КД 213А), 5 – зертханалық трансформатор ЛАТР, 6 – амперметр, 7 – кілт



NaOH-1M, $\tau = 0,5$ сaғ., $\nu = 50$ Гц

3-сурет – Молибденді анодты импульстік токпен поляризациялау кезінде еруінің ток бойынша шығымына электродтағы ток тығыздығының әсері

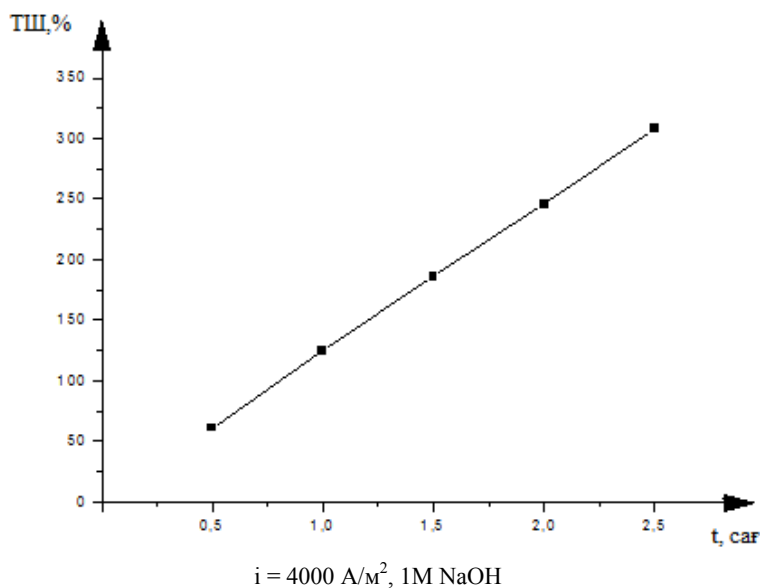
Молибден электродын анодты импульстік токпен поляризациялау кезіндегі оның еруінің ток бойынша шығымына натрий гидроксидінің концентрациясының әсері 0,5-2,5M аралығында зерттелінді (4-сурет). Электролит концентрациясын арттырған сайын молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы кемитіндігі анықталды. Натрий гидроксидінің концентрациясы 0,5M кезінде, молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы максималды мәнді көрсетіп, 79,0% -ды құрайды. Ал, натрий гидроксидінің концентрациясын 1,5M -ге дейін жоғарылатқанда, молибден электродының еруінің ток бойынша шығымы - 31%- ға дейін төмендейтіндігі байқалды, ал натрий гидроксидінің концентрациясын ары қарай жоғарылатқанда ток бойынша шығымның жоғарылағаны байқалды. Біздің болжамымыз бойынша мұндай өзгерістердің орын алуы молибденнің оксидтік қабатының өзіндік ерекшеліктерімен байланысты. Алайда, бұл аномалды құбылыстың себептерін айқындау мақсатында ары қарай зерттеулеріміз жалғасуда.



$i = 150$ A/m²; $\tau = 0,5$ сaғ., $\nu = 50$ Гц

4-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибденнің еруінің ток бойынша шығымына натрий гидроксидінің концентрациясының әсері

Электролиз уақытын жоғарылатқан сайын да молибденнің еруінің ток бойынша шығымының өсетіндігін байқалады (5-сурет). Шамасы электролиз уақыты өткен сайын молибден электродының бетіндегі борпылдақ оксид пленкаларының қалыңдығы біртіндеп азаюы нәтижесінде металдың еру жылдамдығы жоғарылай бастайды.



5-сурет – Анодты импульстік токпен поляризацияланған молибден электродының еруінің ток бойынша шығымына уақыттың әсері

Айта кету керек, молибден сілтілі ортада жоғары ерігіштік қабілетімен ерекшеленеді, сол себепті оның еруінің ТШ 100 %-дан артуы оның жоғары химиялық еруімен және төменгі валентті иондарының түзілуімен түсіндіруге болады.

Сонымен қорыта келгенде, бұл зерттеу нәтижелері, қиын еритін молибден электродын сулы ерітінділерде анодты импульсті токпен ерітіп, оның халық шаруашылығында кеңінен қолданылатын әртүрлі қосылыстарын (мысалы, натрий молибдаты бояулар алуда, коррозия ингибиторлары ретінде және т.б. бағыттарда қолданылады) алу технологияларын жасауға болатындығын көрсетіп отыр.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Васько А.Т., Ковач С.К. Электрохимия тугоплавких металлов. – Киев: Техника, 1983. – 148 с.
- [2] Фримен Р.Р. Свойства и области применения технического молибдена и его сплавов // В кн.: «Молибден» под ред. Натансона А.К. – М.: Издательство иностранной литературы, 1969. – С. 11-27.
- [3] Сонгина О.А. Редкие металлы. – М.: Металлургия, 1964. – 568 с.
- [4] Натансон А.К. Молибден. – М.: Металлургия, 1959. – 304 с.
- [5] Васько А.Т. Электрохимия молибдена и вольфрама. – Киев: Наукова думка, 1977. – 171 с.
- [6] Бусев А.И. Аналитическая химия молибдена. – М. Металлургия, 1962. – 7 с.
- [7] Баешов А., Баешова С.А. Иванов Н.С. Абдувалиева У.А. Конурбаев А.Е. Электрорастворение ряда тугоплавких металлов при нестационарном режиме поляризации / Тезисы докладов XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Т. 3. – Волгоград, 2011. – С. 301-302.
- [8] Баешов А., Иванов Н.С., Даулетбаев А.С. Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в аммиачных растворах // Известия НАН РК. Сер. хим. – 2010. – № 6. – С. 49-52.
- [9] Баешов А., Даулетбаев А.С., Баешова С.А. Журинов М.Ж. Исследование растворения молибдена в соляной кислоте при поляризации переменным током // Вестник НАН РК. – 2010. – № 5. – С. 53-57.
- [10] Баешов А., Иванов Н.С., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в серноокислых растворах // Доклады НАН РК. – 2010. – № 5. – С. 29-33.
- [11] Баешов А., Иванов Н.С., Мырзабеков Б., Журинов М.Ж. Электрохимическое поведение молибдена в солянокислых растворах / Промышленность Казахстана. – 2010. – № 6(63). – С. 83-86.
- [12] Баешов А., Баешова С.А., Журинов М.Ж. Электрохимический способ переработки молибденового лома и отходов / Предварительный патент РК № 18333 от 12.09.05., бюл. №3, 2007.
- [13] Баешова С.А. Электрохимическое поведение молибдена в солянокислых растворах при поляризации промышленным переменным током // Вестник КазНУ им. Аль-Фараби. – 2004. – № 1(33). – С. 94-99.

- [14] Баешова С.А., Баешов А. Электрохимическое растворение молибдена в сернокислым растворе при поляризации переменным током // Химический журнал Казахстана. – 2004. – № 1. – С. 74-79.
- [15] Баешова С.А., Ревенко С., Баешов А. Электрохимическое поведение молибдена в растворе нитрата аммония при поляризации промышленным переменным током // Вестник НАН РК. – 2004. – № 6. – С. 165-171.
- [16] Баешова С.А., Журинов М.Ж., Баешова А. Поведение молибдена в растворе гидроксида калия при поляризации переменным током // Известия НАН РК. – 2005. – № 2. – С. 31-37.
- [17] Баешова С.А., Баешов А. Электрохимическое поведение молибдена в карбонатных растворах при поляризации промышленным переменным током // Материалы семинара – совещания. Проблемы совершенствования технологий на обогатительных предприятиях Казахстана – наука и практика. – Алматы, 2002. – 231 с.
- [18] Баешов А., Баешова А.К. Заманауи электрохимиялық технологиялардың ғылыми негізін жасау // Сб. докл. VIII-межд. Беремжановского съезда по химии и химической технологии. – Усть-Каменогорск, 2014. – С. 68-72.
- [19] Баешов А. Электрохимический синтез неорганических соединений // Национальный доклад НАН РК по науке (за 2011 год). – Астана-Алматы, 2011. – Т. 8. – С. 5-64.
- [20] Баешов А. Электрохимические процессы при поляризации нестационарными токами // Национальный доклад по науке «О состоянии и тенденциях развития мировой и отечественной науки» // Известия НАН РК (серия химии и технологии). – 2011. – № 2. – С. 3-23.

REFERENCES

- [1] Vas'ko A.T., Kovach S.K. Jelektrohimiya tugoplavkih metallov. Kiev: Tehnika, 1983. 148 p.
- [2] Frimen R.R. Svoystva i oblasti primeneniya tehniceskogo molibdena i ego splavov // V knige «Molibden» pod red. Natanson A. K. M.: Izdatel'stvo inostrannoj literatury, 1969. P. 11-27.
- [3] Songina O.A. Redkie metally. M.: Metallurgija, 1964. 568 p.
- [4] Natanson A.K. Molibden. M.: Metallurgija, 1959. 304 p.
- [5] Vas'ko A.T. Jelektrohimiya molibdena i vol'frama. Kiev: Naukova dumka, 1977. 171 p.
- [6] Busev A.I. Analiticheskaja himija molibdena. M.: Metallurgija, 1962. 7 p.
- [7] Baeshov A., Baeshova S.A., Ivanov N.S., Abduvalieva U.A., Konurbaev A.E. Jelektro-rastvorenije rjada tugoplavkih metallov pri nestacionarnom rezhime poljarizacii // Tezisy dokladov XIX Mendeleevskogo s#ezda po obshhej i prikladnoj himii. Vol. 3. Volgograd, 2011. P. 301-302.
- [8] Baeshov A., Ivanov N.S., Dauletbaev A.S. Zhurinov M.Zh. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v ammiachnyh rastvorah // Izvestija NAN RK. Ser. him. 2010. N 6. P. 49-52.
- [9] Baeshov A., Dauletbaev A.S., Baeshova S.A. Zhurinov M.Zh. Issledovanie rastvorenija molibdena v soljanoj kislote pri poljarizacii peremennym tokom // Vestnik NAN RK. 2010. N 5. P. 53-57.
- [10] Baeshov A., Ivanov N.S., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v sernokislyh rastvorah // Doklady NAN RK. 2010. N 5. P. 29-33.
- [11] Baeshov A., Ivanov N.S., Myrzabekov B., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v soljanokislyh rastvorah // Promyshlennost' Kazahstana. 2010. N 6(63). P. 83-86.
- [12] Baeshov A., Baeshova S.A., Zhurinov M.Zh. Jelektrohimicheskij sposob pererabotki molibdenovogo loma i othodov // Predvaritel'nyj patent RK № 18333. ot 12.09.05., bjul. №3, 2007.
- [13] Baeshova S.A. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v soljanokislyh rastvorah pri poljarizacii promyshlennom peremennym tokom // Vestnik Kaz NU im. Al'-Farabi. 2004. N 1(33). P. 94-99.
- [14] Baeshova S.A., Baeshov A. Jelektrohimicheskoe rastvorenije molibdena v sernokislym rastvore pri poljarizacii peremennym tokom // Himicheskij zhurnal Kazahstana. 2004. N 1. P. 74-79.
- [15] Baeshova S.A., Revenko S., Baeshov A. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v rastvore nitrata ammonija pri poljarizacii promyshlennom peremennym tokom // Vestnik NAN RK. 2004. N 6. P. 165-171.
- [16] Baeshova S.A., Zhurinov M.Zh., Baeshova A. Povedenie molibdena v rastvore gidroksida kalija pri poljarizacii peremennym tokom // Izvestija NAN RK. 2005. N 2. P. 31-37.
- [17] Baeshova S.A., Baeshov A. Jelektrohimicheskoe povedenie molibdena v karbonatnyh rastvorah pri poljarizacii promyshlennym peremennym tokom // Materialy seminar – soveshhanija. Problemy sovershenstvovaniya tehnologij na obogatitel'nyh predpriyatijah Kazahstana – nauka i praktika. Almaty, 2002. 231 p.
- [18] Baeshov A., Baeshova A.K. Zamanaui jelektrohimiyaлық технологиялардың ғылыми негізін жасау // Sb. dokl. VIII-mezhd. Beremzhanovskogo s#ezda po himii i himicheskoi tehnologii. Ust'-Kamenogorsk, 2014. P. 68-72.
- [19] Baeshov A. Jelektrohimicheskij sintez neorganicheskikh soedinenij // Nacional'nyj doklad NAN RK po nauke (za 2011 god). Astana-Almaty, 2011. Vol. 8. P. 5-64.
- [20] Baeshov A. Jelektrohimicheskije processy pri poljarizacii nestacionarnymi tokami // Nacional'nyj doklad po nauke «O sostojanii i tendencijah razvitija mirovoj i otechestvennoj nauki». Izvestija NAN RK (serija himii i tehnologii). 2011. N 2. P. 3-23.

А. Б. Башов¹, М. М. Сапиева¹, А. К. Башова², У. А. Абдувалиева¹, М. Ж. Журинов¹

¹АО«Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Казахстан,

²Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

РАСТВОРЕНИЕ МОЛИБДЕНОВОГО ЭЛЕКТРОДА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ АНОДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ

Аннотация. Приведены результаты исследования электрохимического поведения молибдена при поляризации пары электродов «молибден-графит» анодным импульсным током в растворе гидроксида натрия. Сняты анодно-катодные циклические потенциодинамические поляризационные кривые молибдена в щелочной среде, и установлено, что при потенциалах «минус» 0,1 - «плюс» 0,3 В образуются два его максимума анодного окисления. Показано, что с потенциала «плюс» 1,75 В молибден начинает растворяться в режиме «транспассивации». Методом электролиза на выход по току растворения металла исследовано влияние плотности тока (500-5000 А/м²), концентрация гидроксида натрия (0,5-2,5М) и продолжительности электролиза (0,5-2,5 ч). Показано, что с увеличением плотности тока на молибденовом электроде выход по току растворения металла повышается до 71 % при 4000 А/м². Установлено, что максимальный выход по току растворения молибдена (79%) наблюдается при концентрации гидроксида натрия 0,5 М, самое низкое значение выхода по току (31%) наблюдается при концентрации щелочи 1,5 М. При исследовании влияния продолжительности электролиза установлено линейное повышение выхода по току растворения молибдена.

Ключевые слова: импульсный переменный ток, молибден, электролиз, поляризация, выход по току, щелочь, плотность тока, концентрация, электрод.

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

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 24.02.2017.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
12,4 п.л. Тираж 2000. Заказ 1.