

## INFLUENCE OF THE ULTRASONIC FIELD ON CATHODIC RESTORATION OF IONS OF TIN AT POLARIZATION BY CATHODIC PULSE CURRENT ON THE TITANIC ELECTRODE

A.B. Bayeshov<sup>1</sup>, T.E. Gaipov<sup>2</sup>, A.A. Adaybekova<sup>3</sup>,  
U.A. Abuvaliyeva<sup>4</sup>, G.T. Sarbayeva<sup>5</sup>, M.Zh. Zhurinov<sup>6</sup>

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

H.A.Yasavi International Kazakh-Turkish University, Kentau, Kazakhstan

[bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru), [tolya77784@mail.ru](mailto:tolya77784@mail.ru),

[777altin@mail.ru](mailto:777altin@mail.ru), [abdumida14@gmail.com](mailto:abdumida14@gmail.com)

**Keywords:** electrode, tin, titan, hydrochloric acid, pulse current, ultrasonic field, polarization, electrolyzer, electrolyte

**Abstract:** The results of researches received on restoration of ions of tin by an electrolysis method in the non-stationary mode in the sour environment are given in article. It was investigated the effect of ultrasound (US) field on the formation of tin powder in a solution of hydrochloric acid of various concentration at polarization with pulse current. Investigation of influence current density of the titanium electrode on Current yield formation of the metal powder shows that the optimum value of the above parameter is 1.0 kA / m<sup>2</sup>. In the study of the influence of the concentration of hydrochloric acid it is found that the optimum concentration of acid is 1.0-2.0 M, in this case Current yield equal to the maximum 90% (using a pulse cathode current with the ultrasonic field) and 96% (using a pulse cathode current without ultrasound field). The resulting tin powders were analyzed by electron microscopy with a scanning electron microscope. The results of these studies have shown, that depending on the electrolysis parameters there are formed tin powders, that have dendritic and a square-pyramidal shape. Microscopic examination revealed the powder particles obtained by using the ultrasonic field is within 35,8-116,7 nm, and without the use of ultrasonic field - 27,1-77,4 nm.

ӘОЖ 541.13

## ТИТАН ЭЛЕКТРОДЫНДА КАТОДТЫ ИМПУЛЬСТІ ТОҚПЕН ПОЛЯРИЗАЦИЯЛАНҒАН ҚАЛАЙЫ ИОНДАРЫНЫҢ КАТОДТЫ ТОТЫҚСЫЗДАНУЫНА УЛЬТРАДЫБЫСТЫҚ ӨРІС ӘСЕРІ

А.Б. Баешов<sup>1</sup>, Т.Е. Гаипов<sup>2</sup>, А.А. Адайбекова<sup>3</sup>,  
У.А. Абувалиева<sup>4</sup>, Г.Т. Сарбаева<sup>5</sup>, М.Ж. Журинов<sup>6</sup>

Д.В.Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан

Х.А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университеті, Кентау, Қазақстан

[bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru), [tolya77784@mail.ru](mailto:tolya77784@mail.ru),

[777altin@mail.ru](mailto:777altin@mail.ru), [abdumida14@gmail.com](mailto:abdumida14@gmail.com)

**Түйін сөздер:** электрод, қалайы, титан, тұз қышқылы, импульсті ток, ультрадыбыстық өріс, поляризация, электролизер, электролит.

**Аннотация.** Мақалада қышқылды ортада стационарлы емес режимде электролиз барысында қалайы иондарына тотықсыздануы бойынша алынған мәліметтер келтірілген. Тұз қышқылының әр түрлі концентрацияларында катодты импульсті токпен поляризацияланған электродта қалайы ұнтақтарының

түзілуіне ультрадыбыстық (УД) өрістің әсері зерттелді. Қалайы ұнтағы түзілуінің тоқ бойынша шығымына (ТШ) титандағы тоқ тығыздығының әсері қарастырылып, оның ең тиімді жағдайы  $1,0 \text{ кА/м}^2$  тең болатындығы көрсетілді. Ал металл ұнтақтарының түзілуіне тұз қышқылы ерітіндісінің әсері зерттелгенде оның ең тиімді концентрациясы  $1,0-2,0 \text{ М}$  мәнге ие болды, яғни бұл кезде максималды ТШ  $90\%$  (УД өрісі бар, катодты импульсті тоқ кезінде) және  $96\%$  (УД өрісі жоқ, катодты импульсті тоқ кезінде) жетті. Түзілген қалайы ұнтақтарына, сканирлеуші электронды микроскоп аспабында электронды-микроскопиялық талдау жүргізілді. Бұл талдаудың нәтижелері, электролиз жағдайына байланысты қалайы ұнтақтары – дендритті және квадрат-пирамида тәрізді формада түзілетіндігі көрсетілді. Алынған ұнтақтар, микроскоптың көрсеткіштері бойынша УД өрісі бар кезде бөлшектерінің өлшемі  $35,8-116,7 \text{ мкм}$  аралығында, ал бұл өріс жоқ кезде –  $27,1-77,4 \text{ мкм}$  аралығында болатындығын көрсетті.

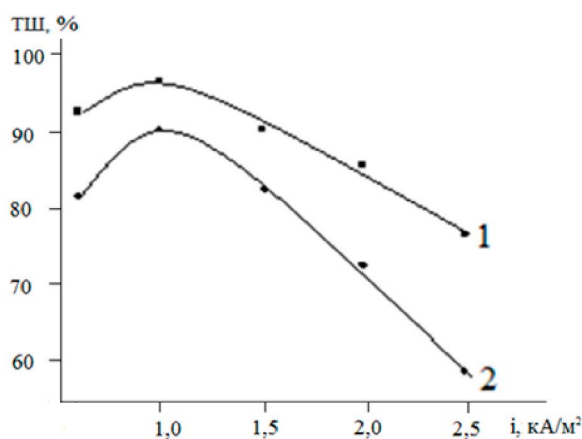
Кейінгі кезде стационарлы емес тоқтардың әртүрлі формалары - металдарды ерітуде және оның қосылыстарын синтездеуде және металл иондарын тотықсыздандыруда кеңінен қолданылып жүр. Стационарлы емес тоқ түрлерін тиімді пайдалану, көп жағдайларда электродтың пассивтелуін жойып, анодтың еру үрдісін активтендіреді [1-16]. Стационарлы емес тоқ түрлерінің бірі болып табылатын импульсті тоқ - электрод поляризациясына және тоқ бойынша шығымға, сондай-ақ электролиттік тұнбалардың түзілуіне және құрылымына елеулі әсер ететіндігі белгілі [17-18].

Катодты импульс тоқтың берілу уақыты қысқа, ал импульстар арасындағы үзіліс уақыты ұзақтау болуы, металл ұнтақтарының сапасын жақсартуға мүмкіндік беретіндігі туралы мәліметтер [19-20] әдебиеттерде келтірілген.

Біздің ұсынып отырған ғылыми-зерттеу жұмысымызда алғаш рет қышқылды электролиттерде қалайы иондарының катодты импульсті тоқпен поляризациялау кезінде тотықсыздануына ультрадыбыстық (УД) өріс әсері зерттелді.

Ультрадыбыстық өріс қатысында жүргізілген электролиз процестері арнайы Proskit SS-803 F маркалы ультрадыбыстық қондырғыны қолдану арқылы жүргізілді.

Тәжірибелерде титан және қалайы электродтары қолданылды. Импульсті тоқ тізбекке ЕД214А маркалы диодты қосу арқылы іске асырылды. Катодты импульсті тоқпен поляризациялау кезінде қалайы иондарының тотықсызданып, металл ұнтағының түзілуінің ТШ-на, титан электродындағы тоқ тығыздығының әсері УД өрісі жоқ және бар кезде зерттелді (1 – сурет).

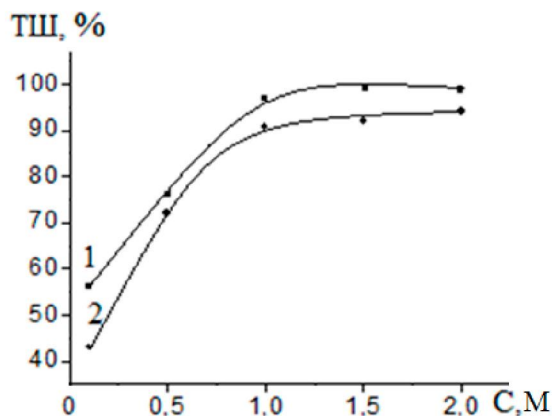


$$i_{\text{сн}} = 1000 \text{ А/м}^2; \text{C}(\text{HCl}) = 1 \text{ М}; \text{C}(\text{SnCl}_2) = 0,5 \text{ М}; t = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \tau = 0,5 \text{ с}$$

Сурет 1 - Қалайы ұнтағы түзілуінің ТШ-на титандағы катодта импульсті тоқ тығыздығының әсері: 1) УД өрісі жоқ; 2) жиілігі  $32 \text{ кГц}$  УД өрісінде

Бұл кезде титандағы тоқ тығыздығы  $0,5 \text{ кА/м}^2$ -ден  $2,5 \text{ кА/м}^2$ -ге дейін артқан сайын, сүтегі тотықсыздануы үлесінің басым бола бастауымен металл ұнтақтарының түзілуінің ТШ төмендейді. Зерттеу нәтижелері қалай ұнтағының түзілуінің максималды ТШ - жиілігі  $32 \text{ кГц}$  ультрадыбыстық өрісте  $90\%$ -ды, ал ультрадыбыстық өрісі жоқ кезде  $96\%$ -ды құрайтындығын көрсетті. Ультрадыбыстық өрісі жоқ кезде, титандағы катодты импульсті тоқ тығыздығы  $500 \text{ А/м}^2$  болған кезінде, электрод бетінде өте көп мөлшерде қалайының ұсақ ұнтақтары және аз ғана мөлшерде ірі

ұнтақтар түзілетіндігі анықталды. Одан жоғары ток тығыздықтарында - ұнтақтардың пішіні ине тәрізді бола бастайды. Титан электродында катодты импульсті ток тығыздығы  $1000 \text{ A/m}^2$  болған кезде, негізінен ине тәрізді ұнтақтар түзіледі. Ал ультрадыбысты өріс бар кезде, өте ұсақ қалайы ұнтақтары түзіледі, ал титан электродында ток тығыздығының жоғарылауы, түзілген металл ұнтақтардың - ұсақтылығына және формасына әсер етпейтіндігі көрсетілді. Қалайы ұнтағының түзілуінің ТШ-на тұз қышқылының концентрациясы әсері  $0,1-2,0 \text{ г/л}$  аралығында УД өрісі бар және жоқ жағдайда зерттелді (2-сурет). Тұз қышқылының концентрациясы артқан сайын, УД өрісі жоқ және бар жағдайда да, қалайы ұнтақтарының түзілуінің ТШ артады. Себебі тұз қышқылының концентрациясын жоғарылатқанда, қалайы электродының ерігіштігі артады, ал бұл өз кезегінде, металл ұнтақтарының көп мөлшерде түзілуіне алып келеді.



$$i_{\text{Sn}} = 1000 \text{ A/m}^2; i_{\text{Ti}} = 1000 \text{ A/m}^2; C(\text{SnCl}_2) = 0,5 \text{ M}; t = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \tau = 0,5 \text{ сар}$$

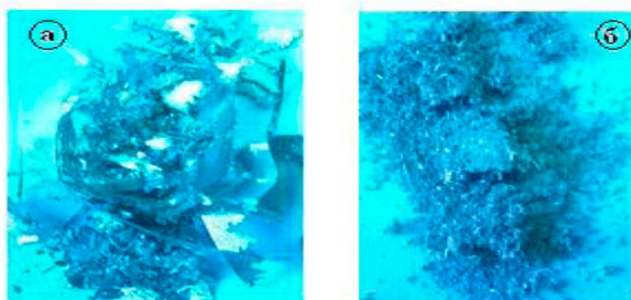
Сурет 2 - Катодты импульсті токпен поляризацияланған титан электродында қалайы ұнтағының түзілуінің ток бойынша шығымына тұз қышқылы концентрацияның әсері: 1) УД өрісі жоқ; 2) 32 кГц УД өрісі бар

Катодты импульсті токпен поляризациялағанда ірі ине тәрізді, жылтырлығы жоғары қалайы ұнтақтары түзілсе, ал ультрадыбыс өрісі қатысында өте ұсақ ұнтақтар түзілді (3-сурет).

Қалайы ұнтағы – қауіпсіз және улы емес болып табылады, сондықтан азық-түлік өнімдерін өндіруде, дәнекерлеуіш пасталар жасауда және металл бұйымдарын жасау үшін пайдаланылады. Бұдан басқа магнит өндірісінде, әр түрлі электр материалдар алуда және сәндік бұйымдарды кескіндеу және безендіру үшін қолданылып келеді.

Зерттеу жұмыстарымызды жүргізу барысында алынған қалайы ұнтақтарына электронды-микроскопиялық талдаулар жүргізілді. Сканирлеуші электронды микроскопта, алынып жатқан ұнтақтардың микросуреттері түсірілді.

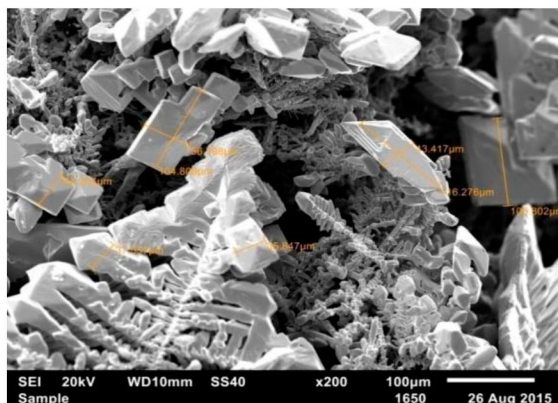
4, 5-суреттерде, ультрадыбыс өрісі және жоқ (4-сурет) және бар кезде (5-сурет) катодты импульсті токпен поляризациялау арқылы алынған қалайы ұнтақтарының микрофотографиялары мен өлшемдері келтірілген.



$$i_{\text{Sn}} = 1000 \text{ A/m}^2; i_{\text{Ti}} = 1000 \text{ A/m}^2; C(\text{HCl}) = 1 \text{ M}; C(\text{SnCl}_2) = 10 \text{ г/л}; t = 20 \text{ }^\circ\text{C}; \tau = 0,5 \text{ сар}$$

Сурет 3 – Титан электродын катодты импульсті токпен поляризациялағанда УД өрісі жоқ (а) және УД өрісі бар (б) кезінде алынған қалайы ұнтағы





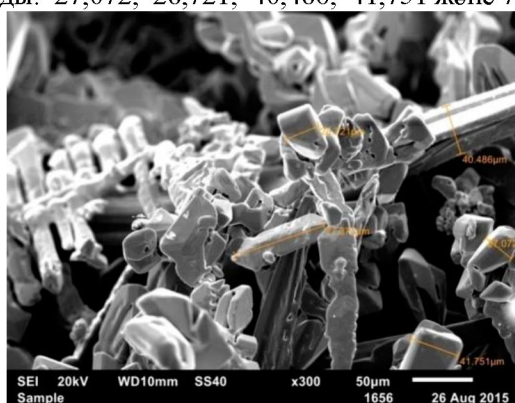
$i_{Sn}=1000 \text{ A/M}^2$ ;  $i_{Ti}=1000 \text{ A/M}^2$ ;  $C(\text{HCl})=1\text{M}$ ;  $C(\text{SnCl}_2)=10 \text{ г/л}$ ;  $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau=0,5 \text{ сaғ}$   
 Сурет 4 – УД өрісі жоқ кезде катодты импульсті токпен поляризацияланған титан электродында алынған қалайы ұнтақтарының формасы мен өлшемі

4-, 5- суреттерде келтірілген қалайы ұнтақтарының микросуреттерін физика-химиялық әдістер зертханасының қызметкері В.И.Яскевич түсірген, олардың түсіндірмесін аталған зертхананың қызметкері Л.В. Комашко берді.

Суреттерден көрініп тұрғандай, алынған қалайы ұнтақтарының барлығы, негізінен дендритті пішінге ие. Алайда, осы келтірілген суреттердегі қалайыұнтақтарының көрінісін салыстыратын болсақ, келесідей айырмашылықтарды байқауға болады:

– 4-суретте келтірілген қалайы ұнтақтарының микросуретіне назар аударсақ, алынған ұнтақтардың құрамы біртекті емес, яғни ірі және майда ұнтақтардан тұрады. Бұл жерде қалайы ұнтақтарының түзілу процессінің бастапқы сатысында, металлдың майда дендритті пішінге ие ұнтақтары түзіліп, уақыт өте келе бұл дендриттердің монокристаллдарға өсуі байқалады. Бұл монокристаллдардың пішіні квадрат-пирамида тәрізді. Алынған ұнтақтардың бөлшектері, микроскоптың көрсеткіштері бойынша келесі өлшемге ие: 35,847; 37,537; 43,417; 44,204; 56,798; 104,809; 105,802; 116,726 (мкм);

– 5-суретте келтірілген қалайы ұнтақтарының микросуретінде монокристаллды бөлшектердің саны басым, ал дендритті бөлшектердің саны өте аз. Мұны УД өрісті қолдана отырып жүргізілген электролиз кезінде орын алатын механикалық тербеліс, дендриттердің көп мөлшерде түзілуіне кедергі келтіреді деп түсіндіруге болады. Электролиз кезінде түзілген қалайы ұнтақтары бөлшектерінің өлшемі келесі мәндерді құрайды: 27,072; 28,721; 40,486; 41,751 және 77,371 (мкм).



$i_S=1000 \text{ A/M}^2$ ;  $i_{Ti}=1000 \text{ A/M}^2$ ;  $(\text{HCl})=1\text{M}$ ;  $C(\text{SnCl}_2)=10 \text{ г/л}$ ;  $t=20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\tau=0,5 \text{ сaғ}$   
 Сурет 5 – Жиілігі 32 кГц УД-өрісте титан электроды катодты импульсті токпен поляризациялау кезінде түзілген қалайы ұнтақтарының формасы мен өлшемі

Сонымен қорыта айтқанда, қалайы ұнтақтарының түзілуінің жоғары ТШ – УД-өрісі бар кезде - 90%, ал жоқ кезде - 96% және мынадай оптималды жағдайларда –  $i_{Ti} = 1,0 \text{ кA/M}^2$  және  $C(\text{HCl}) = 1,0\text{-}2,0 \text{ г/л}$  қалыптасатындығы айқындалды. Электронды-микроскопиялық талдау

нәтижелері, электролиз жағдайына байланысты алынған қалайы ұнтақтарының пішіні және өлшемі біркелкі еместігін, алайда осы түзілген ұнтақтардың негізгі бөлігі дендритті формада болатындығын көрсетті.

#### ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов А.Б. 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.
- [2] Жылысбаева Г.Н., Баешов А.Б., Шеримбетова Г., Абдувалиева У.А. Электрохимическое растворение олова при поляризации промышленным переменным током // Вестник НАН РК, 2014, №2, с.33-37.
- [3] Баешов А.Б., Бейбитова А., Борова Е.Н., Омельянович Е., Бревнова Е.Ф. Электрохимическое поведение меди, титана, свинца, олова, алюминия при поляризации переменным током // В кн.: Нестационарные электрохимические процессы (тезисы докладов), Барнаул, 1989
- [4] Баешов А.Б., Кушкинбаева А., Баешова А.К., Жылысбаева Г.Н. Поведение олова в водном растворе при поляризации переменным током // «Актуальные проблемы высшей школы в третьем тысячелетии». (Материалы Международной научно-практической конференции), Петропавловск, 2002, том I, с.207-213.
- [5] Баешов А.Б., Егинбаева А., Баешова А.К. Формирование мелкодисперсных порошков олова в щелочных растворах при поляризации промышленным переменным током / «Вопросы комплексной переработки сырья Казахстана». Тр I-международной конф-ции, Алматы, 2003, с.326-400.
- [6] Bayeshov A., Kadirbayeva A.S. Laws dissolution of copper electrodes polarized by the alternating current in solution of potassium iodide / International conference on computational and experimental science and engineering (ICCESEN), Antalya – Turkey, 2014, p.470-471.
- [7] Bayeshov A., Bitursyn S.S., Zhurinov M., Zhutinov M.Zh. Dissolution of zinc in acetic acid solution at polarization by non-stationary current / Int. J.Chem. Sci: 12 (2), 2014, P. 438-444.
- [8] Bayeshov A., Sarbayeva M.T., Sarbayeva A.T., Sarbayeva K.T., Bayeshova A.K., Zhurinov M.Zh. Dissolution of iron electrodes during polarization with three-phase AC in hydrochloric and sulfuric acids solutions / American Journal of Advanced Drug Delivery, 2014, ISSN 2321-547X
- [9] Баешова А.К. Электрохимические методы извлечения металлов и халькогенов при поляризации переменным током: автореф...докт. хим. наук: 02.00.05.-Алматы, 2002.-60 с.
- [10] Жданова Н.В., Ханова Е.А. Электрохимическое окисление никеля при поляризации переменным током //Материалы Российской молодежной научно-практической конференции, посвященной 125-летию Томского государственного университета, Томск, 2003.-С.22.
- [11] Куксина О.Ю. Анодные и катодные процессы при переменноточковой поляризации меди в хлоридной среде.//Успехи в химии и хим. технол. Сб. научн. трудов 17 Межд.конф.мол. ученых по химии и хим.технол. «МКХТ - 2003», Москва, 2003.-Т.17, №9.-С.121-124.
- [12] Bayeshov A., Kadirbayeva A.S., Zhurinov M.J. Dissolution of copper electrode in sulfuric acid at polarization by an industrial alternating current / International Journal of Chemical Science.Int.j.chem.Sci 12(3), 2014, p.1009-1014 ISSN 0972-768x
- [13] Bayeshov A., Sarbayeva M. Bitursyn S. Sarbayeva G. Dissolution of aluminum electrodes in chloride solutions at polarization by three-phase current / Int. J. Chem. Sci. 11 (4), 2013, p.1793-1798.
- [14] Bayeshov A., Bitursyn S.S., Sarbaeva M. Electrochemical behavior of zink electrode in an neutral environment at polarization with industrial alternating current / Advanced Materials Reseach Vols. 781-784, pp.367-371.
- [15] Bayeshov A., Myrzabekov B.E., Ivanov N.S., Bayeshova A.K., Zhurynov M.Zh. Platinum powder formation at polarization induced by impulse alternating current in the presence of quadrivalent titanium ions / International Journal of Chemical Sciences, 11 (2) 2013, p.825-832.
- [16] Асанкулова Э., Баешов А. Электрохимическое поведение меди в солянокислом растворе при поляризации переменным током //Поиск. – 2002. №3. –С. 7-11.
- [17] Винник А.Ф., Бойко А.В., Слюсарская Т.В. Некоторые вопросы теории и практики импульсного электролиза // Прикл.электрохимия. Теория технологии и защитные свойства гальванических покрытий. Казанский хим.техн.ин-т.-Казань, 1991.-С.31-35.
- [18] Kudryavtsev Yu.D., Kudrjavitseva I.D. Deposition of oxide coating from solutions with alternating asymmetric current. //55 Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry. «Electrochemistry»: From Nanostructures to Power Plants. Thessaloniki, 2004. Lausanne: Int.Soc.Electrochem., 2004.-P.487.
- [19] Черненко В.И., Литовченко К.И., Папанова И.И. Прогрессивные импульсные и переменноточковые режимы электролиза. – Киев: Наука думка, 1988. – 171 с.
- [20] Баешов А., Мырзабеков Б.Э., Иванов Н.С. Электрохимический способ восстановления платины (IV) при поляризации импульсным током с образованием ультрадисперсного порошка // Материалы I-Российско-Казахстанской конференции по химии и химической технологии. Томск, 2011, с.8-11.

#### REFERENCES

- [1] Baeshov A.B. Electrochemical processes in the polarization fixed points. *Izvestija NAN RK (serija himii i tehnologii)*, 2011, 2, p. 3-23.
- [2] Zhylyysbaeva G.N., Baeshov A.B., Sherimbetova G., Abduvalieva U.A. Electrochemical dissolution of tin when polarization industrial AC. *Vestnik NAN RK*, 2014, 2, p.33-37.
- [3] Baeshov A.B., Bejbitova A., Borova E.N., Omel'janovich E., Brevnova E.F. Electrochemical behavior of copper, titanium, lead, tin, aluminum and the polarization AC. *V kn.: Nestacionarnye jelektrohicheskie processy (tezisy dokladov)*, Barnaul, 1989.

[4] Baeshov A.B., Kushkinbaeva A., Baeshova A.K., Zhylybaeva G.N. The behavior of tin in aqueous solution at alternating current polarization. «Aktual'nye problemy vysshej shkoly v tret'em tysjacheletii». (Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii), Petropavlovsk, **2002**, 1, p.207-213.

[5] Baeshov A.B., Eginbaeva A., Baeshova A.K. Formation of fine powders of tin in alkaline solutions at industrial polarization AC. «Voprosy kompleksnoj pere-rabotki syr'ja Kazahstana». tr I-mezhdunarodnoj konf-cii, Almaty, **2003**, p.326-400.

[6] Bayeshov A., Kadirbayeva A.S. Laws dissolution of copper electrodes polarized by the alternating current in solution of potassium iodide. *International conference on computational and experimental science and engineering (ICCESEN), Antalya – Turkey*, **2014**, p.470-471.

[7] Bayeshov A., Bitursyn S.S., Zhurinov M., Zhutynov M.Zh. Dissolution of zinc in acetic acid solution at polarization by non-stationary current. *Int. J. Chem. Sci.* **2014**, 12, P. 438-444.

[8] Bayeshov A., Sarbayeva M.T., Sarbayeva A.T., Sarbayeva K.T., Bayeshova A.K., Zhurinov M.Zh. Dissolution of iron electrodes during polarization with three-phase AC in hydrochloric and sulfuric acids solutions. *American Journal of Advanced Drug Delivery*, **2014**, ISSN 2321-547X.

[9] Baeshova A.K. Electrochemical methods of extracting metals and halogens with alternating current polarization. *Avto-ref. dokt. him. nauk: 02.00.05.-Almaty*, **2002**, 60 p.

[10] Zhdanova N.V., Hanova E.A. Electrochemical oxidation of nickel at an alternating current polarization. *Materialy Rossijskoj molodezhnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 125-letiju Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, Tomsk*, **2003**, P.22.

[11] Kuksina O.Ju. The anode and cathode processes with alternating currents of polarization of copper in the bleach medium. *Uspehi v himii i him. tehnol. Sb. nauchn. trudov 17 Mezhd.konf.mol. uchenyh po himii i him.tehnol. «MKHT -2003», Moskva*, **2003**, T.17, 9, P.121-124.

[12] Bayeshov A., Kadirbayeva A.S., Zhurinov M.J. Dissolution of copper electrode in sulfuric acid at polarization by an industrial alternating current. *International Journal of Chemical Science. Int.j.chem.Sci.* **2014**, 12, p.1009-1014 ISSN 0972-768h.

[13] Bayeshov A., Sarbayeva M. Bitursyn S. Sarbayeva G. Dissolution of aluminum electrodes in chloride solutions at polarization by three-phase current. *Int. J. Chem. Sci.* **2013**, 11, p.1793-1798.

[14] Bayeshov A., Bitursyn S.S., Sarbaeva M. Electrochemical behavior of zink electrode in an neutral environment at polarization with industrial alternating current. *Advanced Materials Reseach*. Vol. 781-784, pp.367-371.

[15] Bayeshov A., Myrzabekov B.E., Ivanov N.S., Bayeshova A.K., Zhurynov M.Zh. Platinum powder formation at polarization induced by impulse alternating current in the presence of quadrivalent titanium ions. *International Journal of Chemical Sciences*, **2013**, 11, p.825-832.

[16] Asankulova Je., Baeshov A. Electrochemical behavior of copper in sulfuric acid solution under polarized alternating current. *Poisk*, **2002**, 3, P. 7-11.

[17] Vinnik A.F., Bojko A.V., Sljusarskaja T.V. Some questions of the theory and practice of pulsed electrolysis. *Prikl.jelektrohimiya. Teorija tehnologii i zashhitnye svoystva gal'vanicheskikh pokrytij. Kazanskij him.tehn.in-t.- Kazan'*, **1991**, P.31-35.

[18] Kudryavtsev Yu.D., Kudryavtseva I.D. Deposition of oxide coating from solutions with alternating asymmetric current. *55 Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry. «Electrochemistry»: From Nanostructures to Power Plants. Thessaloniki, 2004. Lausanne: Int.Soc.Electrochem.*, **2004**, P.487.

[19] Chernenko V.I., Litovchenko K.I., Papanova I.I. Progressive impulse and AC modes of electrolysis. *Kiev: Nauka dumka*, **1988**. 171 p.

[20] Baeshov A., Myrzabekov B.Je., Ivanov N.S. An electrochemical process for the recovery of platinum (IV) and the polarization current pulse to form soot. *Materialy I-Rossijsko-Kazahstanskoj konferencii po himii i himicheskoj tehnologii. Tomsk*, **2011**, 8-11.

#### ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ПОЛЯ НА КАТОДНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИОНОВ ОЛОВА ПРИ ПОЛЯРИЗАЦИИ КАТОДНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ НА ТИТАНОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ

А.Б. Баешов<sup>1</sup>, Т.Е. Гаипов<sup>2</sup>, А.А. Адайбекова<sup>3</sup>, У.А. Абувалиева<sup>4</sup>, Г.Т. Сарбаева<sup>5</sup>, М.Ж. Журинов<sup>6</sup>

АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского», Алматы, Казахстан  
Международный Казахско-Турецкий университет им. Х.А.Ясави, Кентау, Казахстан  
[bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru), [tolva77784@mail.ru](mailto:tolva77784@mail.ru), [777altin@mail.ru](mailto:777altin@mail.ru), [abdumida14@gmail.com](mailto:abdumida14@gmail.com)

**Ключевые слова:** электрод, олово, титан, соляная кислота, импульсный ток, ультразвуковое поле, поляризация, электролизер, электролит.

**Аннотация.** В статье приводятся результаты исследований, полученные по восстановлению ионов олова методом электролиза в нестационарном режиме в кислой среде. Исследовано влияние ультразвукового (УЗ) поля на образование порошков олова в растворе соляной кислоты различной концентрации при поляризации импульсным током. При исследовании влияния плотности тока на титановом электроде на выход по току (ВТ) образования порошка металла показано, что оптимальное значение приведенного параметра равно 1,0 кА/м<sup>2</sup>. При исследовании влияния концентрации раствора соляной кислоты установлено, что оптимальной концентрацией кислоты является 1,0-2,0 М, в данном случае максимальные ВТ равны 90% (при использовании катодного импульсного тока с УЗ полем) и 96 (при использовании катодного импульсного тока без УЗ поля). Образовавшиеся порошки олова анализированы электронно-микроскопическим методом на сканирующем электронном микроскопе. Результаты указанных исследований показали, что в зависимости от параметров электролиза образуются порошки олова дендритной и квадрат-пирамидной формы. По данным микроскопа, размер получаемых частиц порошка при использовании УЗ поля находится в пределах 35,8-116,7 мкм, а без использования данного поля – 27,1-77,4 мкм.

Поступила 12.03.2016 г.