

ISSN 2224-5227

2015 • 5

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



---

---

Б а с р е д а к т о р  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр.мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**, доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусентова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И. Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйчик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «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 №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 3000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz>, [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015 г.

---

---

Editor-in-chief

**M.Zh. Zhurinov**, academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

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 5540-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> / [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

**REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 2224-5227

Volume 5, Number 303 (2015), 101 – 105

UDC: 541.13

**ANODIC OXIDATION OF PREVIOUSLY DISSOLVED ELEMENTAL SULFUR IN  
ALKALINE WITH FORMATION OF SULFATE IONS****A.B. Bayeshov, G. Toktar, B.E. Mirzabekov**[bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru), [toktar.gulmira@mail.ru](mailto:toktar.gulmira@mail.ru)«Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry after named D.V. Sokolsky»,  
Almaty, Kazakhstan**Key words:** sulfur, sulfate ions, electrolysis, electrode, anodic polarization, solidum hydroxide, infrared radiation spectroscopy

**Abstract.** In this article, for the first time was presented the elemental sulfur was dissolved in solidum hydroxide and the obtained product was investigated by infrared radiation spectroscopy. This obtained product was studied by electrolysis were the cell with the space of electrode was allocated and investigated the behavior of the sulfate which formed on the anodic side. The product which formed on the anodic side was identified by gravimetric method. The influences of different parameters for electrochemical reaction was studied, which: the current density, the concentration of sodium hydroxide and elemental sulfur, the duration of electrolysis. According to the result, were shown that, by the increasing of current density the current output of sulfate was decreased. When investigated the influence of sodium hydroxide concentration and sulfur concentration were identified that on the anodic side the highest current output was shown at low concentration and by the increasing of concentrations its values was reduced. The effect of electrolysis duration for sulfate current output were considered, On the obtained basis date was shown that by the increasing of the duration of electrolysis, formation of sulfate current output were decreased.

УДК: 541.13

**СІЛТІЛІ ЕРІТІНДІДЕ АЛДЫН-АЛА ЕРІТІЛГЕН ЭЛЕМЕНТТІ КҮКІРТТІҢ  
СУЛЬФАТ ИОНДАРЫН ТҮЗЕ АНОДТЫ ТОТЫҒУЫ****Ә.Б. Басшов, Г. Тоқтар, Б.Э. Мырзабеков**

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

**Тірек сөздер:** күкірт, сульфат-иондары, электролиз, электрод, анодты поляризация, натрий гидроксиді, ИҚ-спектроскопия

**Аннотация.** Алғаш рет ұнтақ түріндегі элементті күкіртті натрий гидроксиді ертіндісінде ерітіп, алынған өнімді ИҚ-спектроскопия әдісі арқылы сараптау нәтижелері келтірілді. Осы алынған өнімді электрод кеңістіктері катионитті МК-40 мембранасымен бөлінген электролизерде электролиз жүргізгенде анод бөлігінде сульфат – иондары түзілу заңдылықтары қарастырылды. Түзілген өнім мөлшері салмақтық анализ арқылы анықталды. Сульфат иондарының түзілуіне әр түрлі параметрлердің әсері зерттелді, олар: ток тығыздығы, натрий гидроксидінің және ерітілген күкірттің концентрациялары, электролиз ұзақтығы. Эксперимент нәтижелерінде анодты ток тығыздығы артқан сайын, сульфат – иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы төмендейтіндігі көрсетілді. Ал натрий гидроксиді мен күкірт концентрацияларының артуында түзілетін сульфат-иондарының ток бойынша шығымы біртіндеп төмендейтіндігі анықталды. Электролиз ұзақтығы артқан сайын, сульфат – иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы төмендейтіндігі көрсетілді.

Көмірсутекті шикізаттар өндірісінің маңызды бір саласы, мұнай-газды өңдеу барысында қосымша өнім ретінде шығатын күкіртті терең өңдеу мен пайдаланудың қазіргі заманға сай жаңа жолдарын қарастыру өзекті мәселелердің бірі болып отыр. Жоғары күкіртті мұнайдың ең ірі кен орындары шоғырланған, Батыс Қазақстан аймақтарында мұнай өндіру мен өңдеудің қарқынды дамуы нәтижесінде миллиондаған тонна күкірт: күкіртті сутектер, меркаптандар және басқа да күкіртті қосылыстар жинақталуда әрі оның мөлшері күн сайын артуда. Қазіргі уақытта Батыс Қазақстанда күкірт өндірісі оның сұранысынан біршама артық болып тұр, осы аймақтың

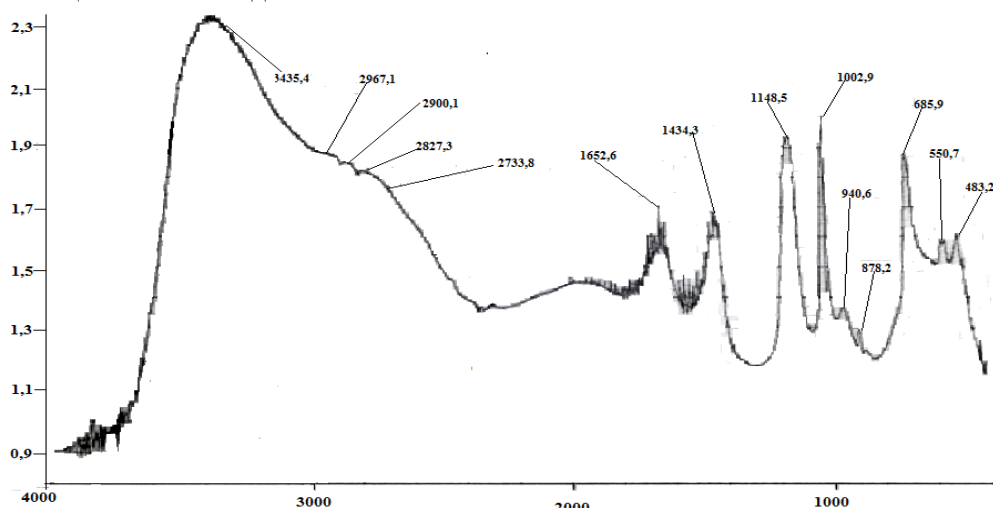
климаттық жағдайына (температураның күрт өзгеруі, жел т.б.) байланысты, уақыт өткен сайын үлкен территориялардың күкіртпен ластануы жүруде, бұл тек қана Батыс Қазақстанда ғана емес, бүкіл әлемдік деңгейде экологиялық мәселелерді туғызуда. Сондықтан қазіргі таңда мұнай-газ өндірісі кезінде шығатын күкіртті ұзақ уақытқа консервациялау мен ауыл шаруашылығында, медицинада, ветеринарияда пайдаланудың жаңа рационалды жолдарын қарастыру маңызды мәселелердің бірі болып табылады [1].

Күкірттің физика-химиялық қасиеттерін жан-жақты білу, күкірттің қосылыстарын алудың теориялық негізі болып табылады. Элементті күкірт ток өткізбейді, суда және қышқылда ерімейді. Сондықтан оның бейорганикалық ортадағы электрохимиялық қасиеті өте аз зерттелген [2].

Бұл жұмыста күкіртті сілтілі ортада алғаш рет химиялық және электрохимиялық қасиеттері қатар қарастырыла отырып, электролиз нәтижесінде анод кеңістігінде сода алу процесінде шикізат ретінде қолданылатын натрий сульфаты алу жолдары жан-жақты қарастырылған.

Элементті күкірттің натрий гидроксидіндегі химиялық қасиетін зерттеу мақсатында ұнтақты күкіртті 0,5–5,0 М натрий гидроксиді ерітіндісінде 90 °С температурада механикалық мешалкамен араластыра отырып ерітілді.

Әдеби деректер бойынша [2] элементті күкірт ұнтағы натрий гидроксиді ерітіндісімен әрекеттескен кезде - сульфид-, полисульфид-, тиосульфат-, сульфит-иондарын түзе ери алады. Әдетте полисульфид-иондары құрамынан күкірттің адатомдары болады. Оның саны 2 мен 6-ның аралығында болатындығы әдебиеттерде көрсетілген. Бұндай ерітіндіні күкірттің сілтілі суспензиялы ерітіндісі деп те айтуға болатын сияқты. Күкірт ерітілген сілтілі ерітінділерге ИҚ-спектроскопиялық анализ жасалды.



1- сурет – Құрамында 50 г еріген күкіртті бар көлемі бір литр 1М натрий гидроксиді ерітіндісінің ИҚ-спектроскопиялық анализі

Зерттеу нәтижелері бұл кезде натрий тиосульфаты,  $\text{SO}_3^{2-}$  – иондарын түзе ерітіндігін көрсетті, дегенмен тек 1 М натрий гидроксиді ерітіндісінде натрий тиосульфаты иондары басқа концентрацияға қарағанда салыстырмалы түрде интенсивті түзіле ерітіндігі анықталды (1 – сурет).

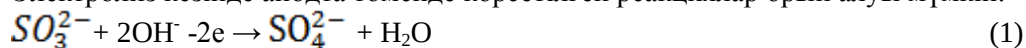
Келесі зерттеулерімізде құрамында күкірт ерітілген 1 М натрий гидроксиді ерітіндісінің электрохимиялық қасиеттері жан-жақты қарастырылды. Электролиз арқылы алдын-ала дайындалған күкірттің суспензиялы ерітіндісін анод кеңістігінде сульфат-иондарын түзе тотығуына әр түрлі параметрлердің әсері зерттелді. Олар: ток тығыздығы, NaOH және күкірттің концентрациялары, электролиз ұзақтығы. Сульфат-иондарының түзілуінің оптималды жағдайы қарастырылды.

Электролиз, электродтар аралығы МК-40 катионитті мембранасымен бөлінген сыйымдылығы 150 мл арнайы электролизерда жүргізілді. Катод ретінде 54 см<sup>2</sup> болат (темір) және анод ретінде 57 см<sup>2</sup> графит электродтары қолданылды.

Электродтағы жүретін реакциялардың бағыты мен жылдамдығына әсер ететін басты факторлардың бірі – электродтағы ток тығыздығы. Сол үшін, алдымен сульфат-иондарының

түзілуінің ток бойынша шығымына, электродтағы ток тығыздығының әсері 50-250 А/м<sup>2</sup> аралығында, бөлме температурасында зерттелінді.

Электролиз кезінде анодта төменде көрсетілген реакциялар орын алуы мүмкін:



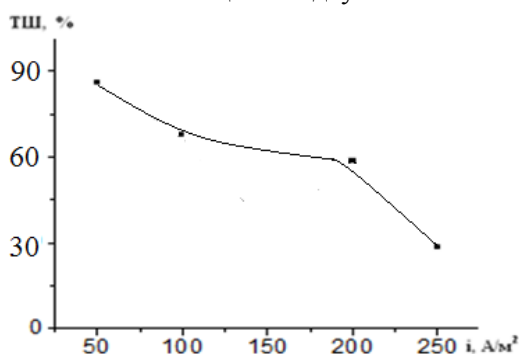
Анод кеңістігінде түзілген сульфат-иондарының мөлшері салмақтық анализ арқылы анықталды [3].

Күкірт ұнтақтарын, жоғарыда көрсетілген жағдайларда натрий гидроксиді ерітіндісінде ерітіп, сол электролитті электролиздің анод және катод кеңістігіне құяды. Бұл жұмыста анод кеңістігінде сульфат-иондарының түзілу процестері зерттелді.

Элементті күкірт сілті ортада ерігенде, немесе гидроксид иондарымен әрекеттескенде сульфид-, полисульфид-, тиосульфат-, сульфит-иондары түзіледі. Күкірт ерітіндіде әр түрлі валентті күйде болады. Күкірт ерітілген сілтілі ерітіндіні катодты тотықсызданғанда немесе анодты тотықтырғанда ток бойынша шығым электрохимиялық реакцияларда элементті күкірт қатысады деп есептелінді.

2-суретте көрініп тұрғандай, электролиздің анод кеңістігінде сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы ток тығыздығы артқан сайын төмендейді. Бұл қосымша процесс – гидроксид иондарының оттегін түзе зарядталуымен байланысты (5-реакция). Анодтағы ток тығыздығы 50 А/м<sup>2</sup> болғанда сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы 82,5 %-дан аспайды, ал 250 А/м<sup>2</sup> кезінде - 30 %-дан төмен.

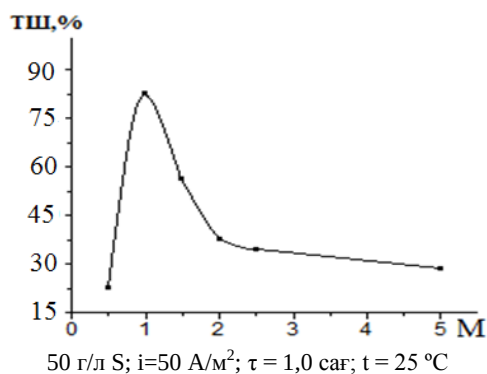
Ток тығыздығы артқан сайын, оттегі газының анод кеңістігінде активті түрде бөлінуі сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының төмендеуіне алып келеді.



1 М NaOH + 50 г/л S;  $i=50$  А/м<sup>2</sup>;  $\tau = 1,0$  сар;  $t = 25$  °C

2-сурет – Күкірт ерітілген сілтілі ерітіндіні анодты поляризациялағанда сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына электродтағы ток тығыздығының әсері

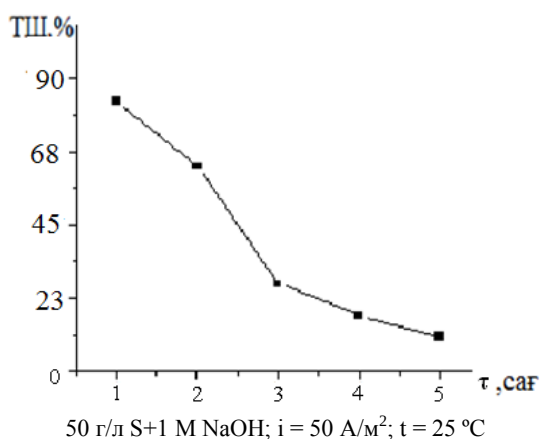
Электролиз нәтижесінде түзілген сульфат-иондарының ток бойынша шығымына натрий гидроксидінің концентрациясының әсері 3-суретте көрсетілген.



3-сурет – Күкірт ерітілген сілтілі ерітіндіні анодты поляризациялағанда сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына натрий гидроксиді концентрациясының әсері

Суретте көрсетілгендей, сульфат- иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына сілті концентрациясының әсерін қарастырғанымызда, сульфат- иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы 0,5 М ең минималды мәнге ие болды – 22,5 %, ал 1 М NaOH ерітіндісінде – 82,5 % жоғарғы ток бойынша шығымды көрсетті.

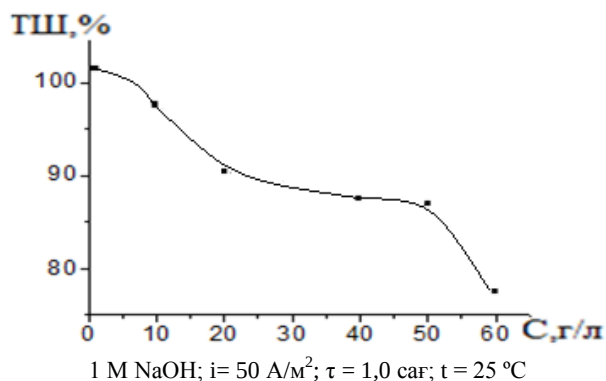
Осы тәжірибелердегі оптималды мәндерді пайдалана отырып, сульфат- иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына, электролиз ұзақтығы 1-5 сағат аралығында зерттелді, тәжірибе нәтижесі 4-суретте көрсетілген.



4-сурет – Күкірт ерітілген сілтілі ерітіндіні анодты поляризациялағанда сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына электролиз ұзақтығының әсері

Зерттеу нәтижесінде, электролиз уақыты ұзарған сайын, сульфат- иондары түзілуінің ток бойынша шығымы 81%-дан 12%-ға дейін төмендейтіндігін көруге болады.

Соңғы зерттеуде осы анод бөлігінде түзілген өнімге күкірттің концентрациясының әсері зерттелді (5-сурет).



5-сурет – Күкірт ерітілген сілтілі ерітіндіні анодты поляризациялағанда сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына күкірттің концентрациясының әсері



Зерттеу нәтижесі, күкірттің концентрациясы артқан сайын, анод кеңістігінде түзілген сульфат-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымы біртіндеп азаятындығы анықталды. Бұл құбылысты элементті күкірттің мөлшері көбейген сайын, оны сілтілі ерітіндіде еру кезінде полисульфид-иондарының үлесінің көбеюімен түсіндіруге болады. Элементті күкірттің сульфат иондарына дейін тотығуына 6 электрон кетсе, сульфид-иондарының тотығуына 8 электрон қажет.

Қорыта айтқанда, тұңғыш рет элементті күкіртті еріту арқылы дайындалған сілтілі күкірт суспензиялы электролиттен электролиз нәтижесінде сульфат-иондарын түзе тотығу заңдылықтары анықталды.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Мұнай-газ шикізаттарын өңдеу барысында шығатын қосымша өнім күкірттен өсімдік ауруына қарсы қолданылатын коллоидтық күкірттің жоғары дисперсті жұқтырғыш ұнтағын алу тәсілі. Халықаралық Студенттер мен жас ғалымдардың «Ғылым әлемі» конференция // ҚазҰУ Алматы, 2011
- [2] Баяшев А.Б., Жданов С.И., Тулебаев А.К. и др. Электрохимия серы и ее соединений Алматы: Ғылым, 1997. С. 160.
- [3] Крешков А.П. Основы аналитической химии. Книга 2. Теоретические основы. Количес. анализ. Москва: Издательство «Химия», 1971. С. 347.
- [4] А.Б.Баяшев, З.К.Асабаева, С.А.Баяшова, Б.Ю.Нөгербек. Композициялы күкірт электродының натрий гидроксиді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеті. Алматы: НАН РК, 2007. №6. С. 32-34

#### REFERENCES

- [1] Munay-gaz shykizattarin ondeu barisinda shigartilgan kosinsha onim kukirtten ocimdik auruna karsi koldanilatin kolloyttik kukirttin jogari dycfersti juktirgish untagin alu tasili. Xalkahalik ctudentter men jas galimdarnin «Gilim alemi» konferensya // Kaz YU Almaty, 2011
- [2] Bayeshov A.B., Zhandosov C.N., Tulebaev A.K. y dr. Electroxymya seri I ee coedenyi Almaty Gilim, 1997. C. 160.
- [3] Kreshkov A.F. Acnovi analytyqeckoi xymyi. Knyga 2. Tevoryqeskoe osnovoi. Kolyqes. analiz. Moskova: Izdatelstova «Хымыа», 1971. C. 347.
- [4] A.B.Bayeshov, Z.K.Asabaeva, S.A.Bayeshova, B.U.Nogerbekov. Komfozysyali kukirt electrodnin natry gydroksydy ertindisinegi electrxymyalik kasyeti. Almaty: NAN RK, 2007. №6. C. 32-34

#### АНОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО РАСТВОРЕННОЙ В ЩЕЛОЧИ ЭЛЕМЕНТНОЙ СЕРЫ С ОБРАЗОВАНИЕМ СУЛЬФАД ИОНОВ

А.Б. Баяшев, Г. Токтар, Б.Э. Мырзабеков

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

**Ключевые слова:** сера, ионы сульфат, электролиз, электрод, анодная поляризация, гидроксид натрия, ИК-спектроскопия

**Аннотация.** Впервые приведены результаты анализа методом ИК-спектроскопии продуктов, полученных при растворении порошкообразной элементной серы в растворе гидроксида натрия. Методом электролиза в электролизере с разделенными катионитовой мембраной МК-40 электродными пространствами установлены закономерности окисления полученных продуктов в анодном пространстве с образованием сульфат-ионов. Концентрация образовавшихся в анодном пространстве ионов определена весовым методом. Исследовано влияние различных параметров на процесс образования, сульфат-ионов: плотности тока, концентрации гидроксида натрия и растворенной серы, продолжительности электролиза. Результаты экспериментов показали, что с увеличением анодной плотности тока уменьшается выход по току образования сульфат-ионов. Установлено также, что с повышением концентрации гидроксида натрия и растворенной элементной серы выход по току образования сульфат-ионов постепенно снижается. Данный показатель, т.е. выход по току образования сульфат-ионов уменьшается также и с увеличением продолжительности электролиза.

Поступила 01.09.2015 г.

**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 work described 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](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <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)

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

Редакторы М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев  
Верстка на компьютере С.К. Досаевой

Подписано в печать 08.10.2015.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
14,2 п.л. Тираж 2000. Заказ 4.