

A.E.Konurbaev, A.B.Baeshov

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

ELECTROCHEMICAL METHOD FOR PRODUCING OF ZINC SULPHIDE BY USING SULFUR- GRAPHITE COMPOSITE ELECTRODE

Abstract: For the creation of an electrochemical method of synthesis zinc sulfide, electrochemical properties were investigated on composite sulfur-graphite and zinc electrodes in neutral and alkaline media and optimal process parameters were established.

Cathodic reduction of sulfur consisting of composite sulfur-graphite electrode in sodium hydroxide solution was studied by taking the cyclic polarization curve on the "Autolab" potentiostat. On the obtained polarization curves two reduction waves were observed which in the potential of the "minus" 475 mV and "minus" 750 mV, the first restoration wave was corresponds to the formation of polysulfide ions, further, it is reduced to monosulfide ion.

Galvanostatic synthesis of zinc sulfide was carried out in three sectional electrolyzer, where the electrode spaces are divided by cationite (MC-40) and anionite (MA-40) membranes. The cathode section is divided by anionite and the anode section – by cationite membrane, as cathode it was used sulfur-graphite electrode and as anode - zinc electrode. Cathodic space of electrolysis cell was filled with a solution of sodium hydroxide, anodic space sulfuric acid solution and the intermediate space was filled with a solution of sodium sulfate. Zinc sulfide is formed in central zone of the cell from sulfide ions that pass from the catholyte through the anion exchange membrane and zinc ions from the anolyte through the cationite membrane interacting with each other.

It is shown that, at current density on the sulfur-graphite electrode in the range of 5-15 A/m² sulfide ions formation current efficiency is 80%, by the increasing of cathodic current density to 25 A/m², the current efficiency zinc sulfide increases to -400%. The effect of the sodium hydroxide concentration on the formation of zinc sulfide current efficiency was studied, it is found that by the increasing of alkali concentration in the solution in the range of 0.5-3.0 M that leads to a sharp increase in the sulfide ions formation current output.

Key words: sulfur- graphite composite electrode, cathode, electrolysis, concentration, zinc sulfide, the polarization curve, luminophore, reactant, electrode.

A.E. Конурбаев, А.Б. Баешов

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

КОМПОЗИЦИЯЛЫ КҮКІРТ- ГРАФИТ ЭЛЕКТРОДЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ МЫРЫШ СУЛЬФИДІН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖОЛМЕН АЛУ

Аннотация. Жұмыста мырыш сульфиді қосылысын синтездеудің электрохимиялық тәсілін жасау үшін композициялық күкірт-графит электроды мен мырыш электродтарының сілтілі және бейтарап ортадағы электрохимиялық қасиеттері зерттеліп, үрдістің тиімді параметрлері анықталды. Композитті күкірт-графит электроды құрамындағы күкірттің катодты тотықсыздануы натрий гидроксиді ерітіндісінде "Autolab" потенциостатында циклді поляризациялық қисықтарту арқылы зерттелді. Алынған поляризациялық қисықтар күкірттің "минус" 475 мВ пен "минус" 750 мВ потенциал аумағында сатылы тотықсыздану толқындары байқалатынын, алғашқыда полисульфид-иондарының, одан әрі моносульфид-ионының түзілгенін көрсетті.

Мырыш сульфидін синтездеу, катионитті (МК-40) және анионитті (МА-40) мембраналарыбар, үш кеңістікке бөлінген электролизерде жүргізілді. Электролизердің катод бөлігі- анионитті, ал анод кеңістігі катионитті мембранамен оқшауланып, катод кеңістігіне күкірт-графит электроды, ал анод кеңістігіне мырыш электроды орнатылды. Электролизердің катод кеңістігі - натрий гидроксиді ерітіндісімен, анод кеңістігі - күкірт қышқылы ерітіндісімен, ал ортадағы аралық кеңістік - натрий сульфаты ерітіндісімен толтырылды. Мырыш сульфиді, электролизердің орталық кеңістігінде, катод кеңістігінен анионитті мембрана арқылы өткен сульфид-ионы мен анод кеңістігінен катионитті мембрана арқылы өткен мырыш иондардың бір-бірімен әрекеттесуі негізінде түзілді.

Күкірт-графит электродындағы ток тығыздығын $5-15 \text{ A/m}^2$ аралығында жоғарылатқанда, сульфид иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының мәні $\sim 80\%$ құрап, ток тығыздығын одан әрі 25 A/m^2 дейін көтергенде, 400% -ға дейін өсетіні көрсетілді.

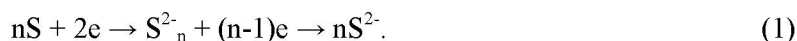
Сульфид-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына ерітіндідегі натрий гидроксиді концентрациясының әсері зерттеліп, сілті концентрациясын $0,5-3,0 \text{ M}$ аралығында өсіргенде, сульфид-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының күрт артатыны анықталды.

Түйін сөздер: Композициялы күкірт-графит электроды, катод, электролиз, концентрация, мырыш сульфиді, поляризациялық қисық, люминофор, реагент, электрод.

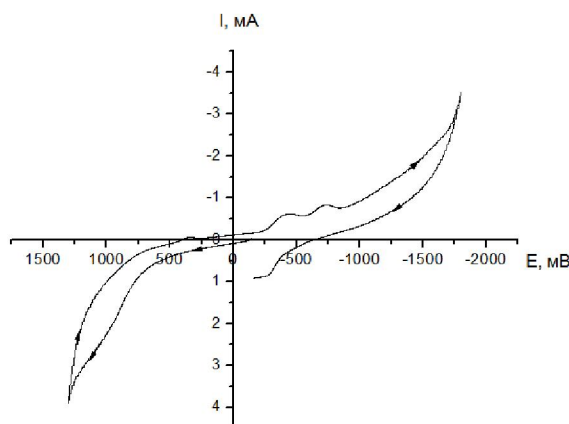
Қазіргі кезде- мұнай, химия өнеркәсіптері, металлургия сондай-ақ өндірістің басқа да салаларында күкірттің - сульфиді, полисульфиді, тиосульфаты, сульфитті және сульфаты қосылыстарына деген сұраныс әлемде жылдан жылға өсіп келеді. Сол себепті, өндірістерге, халық шаруашылығына қажетті күкіртқұрамды қосылыстарға деген сұранысты қанағаттандыру үшін, тиімді технологияны пайдалана отырып, техногенді күкірттен оның қосылыстарын алудың отандық өндіріс саласын құру актуальді проблемалардың бірі. Осыған байланысты табиғи және техногенді шикізаттардан күкірттің бағалы өнімдерді алудың экономикалық тиімді технологиясын жасау маңызды іс шара болып табылады. Бұл, Қазақстанның өндірістік өнім шығару аумағын кеңейтіп қана қоймай, әрі экономикалық жағынан тиімді болып және еліміздің экологиялық ахуалын жақсартады[1-4].

Біздің жұмыстың негізгі мақсаты, мырыш сульфиді қосылысын синтездеудің электрохимиялық жаңа тәсілін жасау үшін, алдымен композициялық күкірт-графит электродының электрохимиялық қасиеттерін сілтілі және бейтарап ортада жан- жақты зерттеп, үрдістің тиімді параметрлерін анықтау. Осы мақсатта композитті күкірт-графит электроды жасалынды, электрод құрамындағы күкірттің тотықсыздану реакциясының кинетикасы мен механизмін потенциодинамикалық поляризациялық қисықтар түсіру тәсілімен зерттелінді. Күкірт-графит композициялы электродында бұл элементтердің массалық ара қатынасы – $S:C = 10:90$ болды.

Бос күйіндегі элементті күкірт диэлектрик болғандықтан, композитті күкірт-графит электроды құрамындағы күкірттің катодты тотықсыздануын натрий гидроксиді ерітіндісінде циклді поляризациялық қисықтар түсіру арқылы "Autolab" потенциостатында зерттелінді, салыстырмалы электрод ретінде күміс хлор электроды қолданылды. Ал күкірт - графит электродында түсірілген поляризациялық қисықта күкірттің "минус" 475 мВ пен "минус" 750 мВ потенциал аумағында тотықсыздану толқындары байқалды(1-сурет). Бұл катодты толқындар элементті күкірттің полисульфид-иондарына онан соң моносульфид-иондарына дейін тотықсыздануы сатылы түрде жүретіндігін көрсетеді:



Бұл реакция бірнеше стадиядан өтуі мүмкін, ал біздің жағдайда полярограммада тек екі толқын ғана тіркелді. Шыныкөміртек электродында минус 1500 мВ потенциал аймақтарында сутегінің бөліну тогы байқалды.

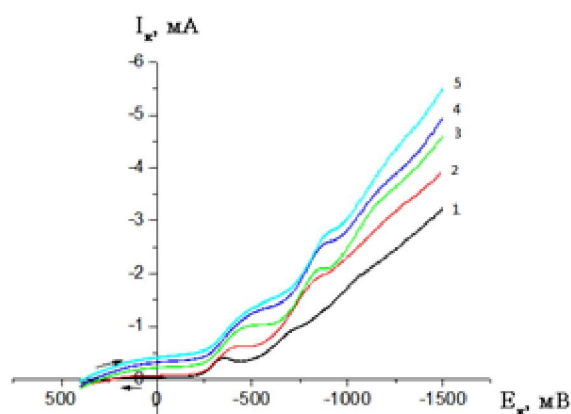


$S:C (10:90)$, $0,5N \text{ NaOH}$, $t=25^{\circ}\text{C}$; $V=15 \text{ мВ/с}$

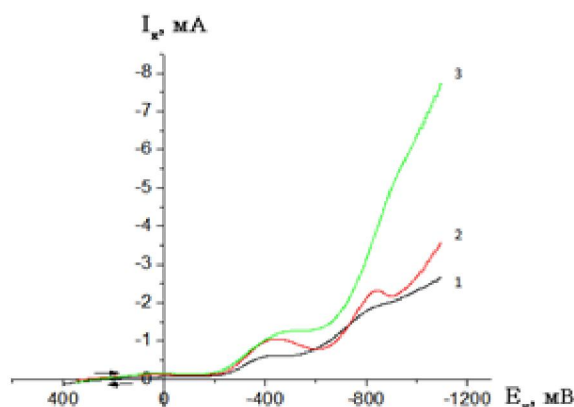
1 сурет – Күкірт-графит композициялы электродының NaOH ерітіндісіндегі циклді поляризациялық қисығы

Күкірт-графит электродын потенциал беру жылдамдығын 15-200 мВ/с мәндері аралығында потенциодинамикалық тәсілмен зерттеу жүргізгенде, потенциал беру жылдамдығының өсуімен катодтық ток толқындарының биіктігінің жоғарылауы байқалды (2-сурет, 1-5 қисықтар). Бұл кезде катодтық поляризациялық қисықтағы бірінші және екінші катод толқын потенциалдары теріс потенциалдар аумағына ығысқанын байқауға болады.

Күкірт-графит композициялы электродын натрий гидроксиді ерітіндісінің әр түрлі концентрацияларында (0,5-5н.) түсірілген катодты поляризациялық қисықтар 4- суретте келтірілген. Натрий гидроксидінің концентрациясының артуы тотықсыздану ток толқындарының мәндерін жоғарылатады (3-сурет, 1-3 қисықтар), одан басқа поляризациялық қисықтағы бірінші және екінші толқын шыңдарының катод потенциалдар аумағына қарай ығысқанын көруге болады.

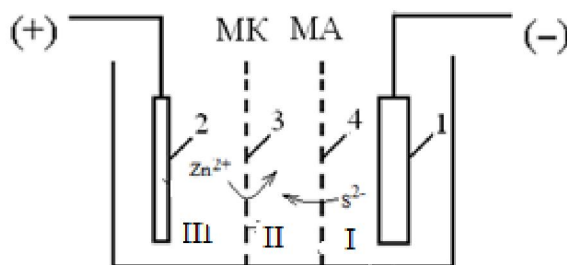


S:C (10:90) 0,5н NaOH, $t=25^{\circ}\text{C}$;
 V , мВ/с: 1- 15; 2- 50; 3- 100; 4-150; 5- 200;
 2 сурет – Күкірт-графит композициялы электродында әр түрлі потенциал беру жылдамдықтарында түсірілген катодты поляризациялық қисықтар



S:C (10:90), $t=25^{\circ}\text{C}$; $V=50$ мВ/с;
 C_{NaOH} , н: 1- 0,5; 2- 2,0; 3- 5,0;
 3 сурет – Күкірт-графит композициялы электродында әр түрлі натрий гидроксидінің концентрацияларында түсірілген катодты поляризациялық қисықтар

Мырыш сульфидін синтездеуді катионитті (МК-40) және анионитті (МА-40) мембраналар көмегімен үш кеңістікке бөлінген электролизерде іске асырдық. Электролизердің катод жағына анионитті, ал анод жағына катионитті мембрана орналастырылды. Катод кеңістігіне күкірт-графит электрод, ал анод кеңістігіне мырыш электроды салынды. Электролизердің катод кеңістігі натрий гидроксиді ерітіндісімен, анод кеңістігі күкірт қышқылы ерітіндісімен, ал ортадағы кеңістік натрий сульфаты ерітіндісімен толтырылды (4-сурет). Мырыш сілтілі ерітінділерде анодты нашар ериді, сол себепті күкірт қышқылы ерітіндісі қолданылды.



4 сурет – Композициялы күкірт-графит электродын қолдану арқылы мырыш сульфидін алуға арналған электролизердің принципальды схемасы: 1- композициялы күкірт-графит электроды; 2- мырыш электроды; 3- катионитті (МК-40), ал 4- анионитті (МА-40) мембраналар; I – электролизердің катод кеңістігі – натрий гидроксиді ерітіндісімен, III- анод кеңістігі күкірт қышқылы ерітіндісімен, II – орта кеңістік – натрий сульфаты ерітіндісімен толтырылды

Жоғарыда көрсетілген электролизердегі электродтарды поляризациялаған кезде электродтарда төмендегідей реакциялар орын алады:

Анодты поляризацияланған мырыш электроды күкірт қышқылы ерітіндісінде оңай ионизацияланып мырыш иондары түзіледі:

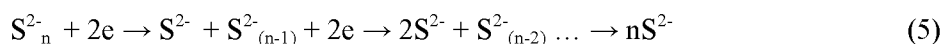


Түзілген мырыш иондары катионитте мембрана арқылы электролизердің орта камерасына өтеді, бірақ ол анионитті мембрана тұрғандықтан катод кеңістігіне өте алмайды.

Катодты поляризацияланған күкірт-графит электроды құрамындағы күкірт тотықсызданып, келесі реакциялар орын алады:



Ал полисульфид-иондары біртіндеп моносұльфид-иондарына дейін тотықсызданады:



Түзілген сульфид иондарының мөлшері ионометриялық және фотокалориметриялық әдістермен анықталды.

Айта кету керек, арнайы жүргізілген зерттеулердің нәтижелері, алғашқы кезде катод кеңістігіндегі электролит қызыл-сары түске боялып, ал электролитті ұзақ уақыт инертті электрод (графит) қолданып катодты поляризациялағанда, бұл электролиттің біртіндеп түссізденетінін көрсетті. Бұл құбылыс полисульфид-иондарының толық моносұльфид-иондарына өткен кезде ғана байқалады. Себебі, полисульфид иондарына қызыл-сары түс беретін, олардың құрамындағы күкірттің өз адатомдары.

Түзілген моносұльфид иондары анионитті мембрана арқылы электролизердің орта кеңістігіне өтіп, ондағы мырыш иондарымен әрекеттесіп мырыш сульфиді түзіледі:

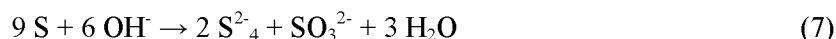


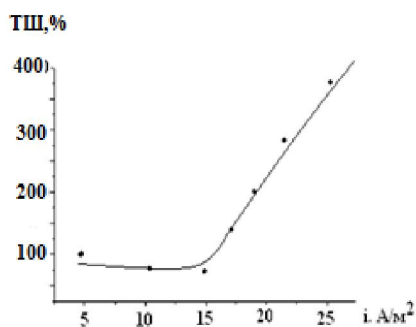
Жоғарыда көрсетілген электролизерді қолдана отырып электролиз жүргізіп, электродтарда жүріп жатқан реакцияларға мән бердік. Мырыш электродының күкірт қышқылы ерітіндісінде анодты жақсы еритіндігі әдебиеттерден белгілі.

Катод кеңістігінде катодты поляризацияланған күкірт-графит электроды құрамындағы күкірттің тотықсыздануына әртүрлі параметрлердің әсері зерттелді. Алғашқы зерттеулері мырыш электродының орнына графит электроды қолданылды.

Күкірт-графит электродының сульфид-иондарын түзе тотықсыздануы – ток тығыздығының, натрий гидроксиді концентрациясының әсерлері зерттелінді.

Күкірт-графит электродындағы ток тығыздығын 5-15 А/м² аралығында жоғарылатқанда, сульфид иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының мәні ~ 80% құрайды. Ал ток тығыздығын одан әрі 25 А/м² дейін көтергенде 400%-дейін өседі (5-сурет). Сульфид иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының күрт өсуі, композициялы электрод құрамындағы күкірттің гидроксид иондарымен әрекеттесе отырып диспропорция реакциясының орын алуымен түсіндіруге болады:

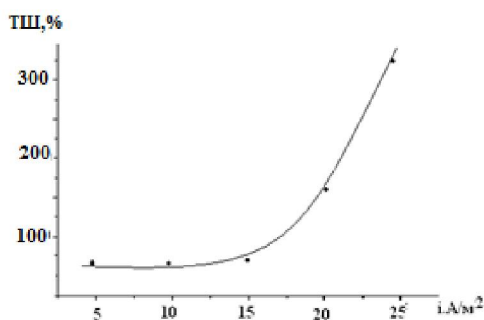




$\tau = 0,5$ сағ, NaOH – 1 М

5 сурет – Электролизерді катод кеңістігінде сульфид-иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына күкірт-графит электродындағы ток тығыздығының әсері

Электролиз жүргізе отырып 0,5 сағаттан кейін, катодта түзілген сульфид иондарының анионитті мембрана арқылы орта камераға өту заңдылықтары зерттелді. 6- суретте күкірт-графит электродындағы ток тығыздығының электролизердің орта камерасына өткен сульфид – иондарының ток бойынша шығымына әсері келтірілген.

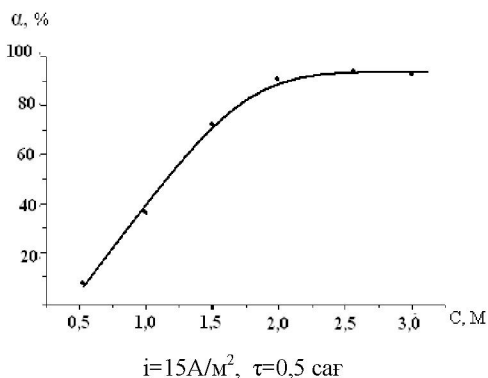


$\tau = 0,5$ сағ, NaOH – 1 М

6 сурет – Күкірт-графит электродындағы ток тығыздығының электролизердің орта камерасына өткен сульфид – иондарының ток бойынша шығымына әсері

6- суретте келтірілген зерттеу нәтижелері, катодта түзілген сульфид иондарының электролизердің орта кеңістігіне өте оңай өтетіндігін көрсетеді.

Келесі зерттеулерде сульфид-иондар түзілуін ерітіндідегі натрий гидроксиді концентрациясының әсері зерттелді. Сілті концентрациясын 0,5-3,0 М аралығында өсіргенде сульфид иондарының түзілуінің ток бойынша шығымының күрт өсетіндігін көрсетті.

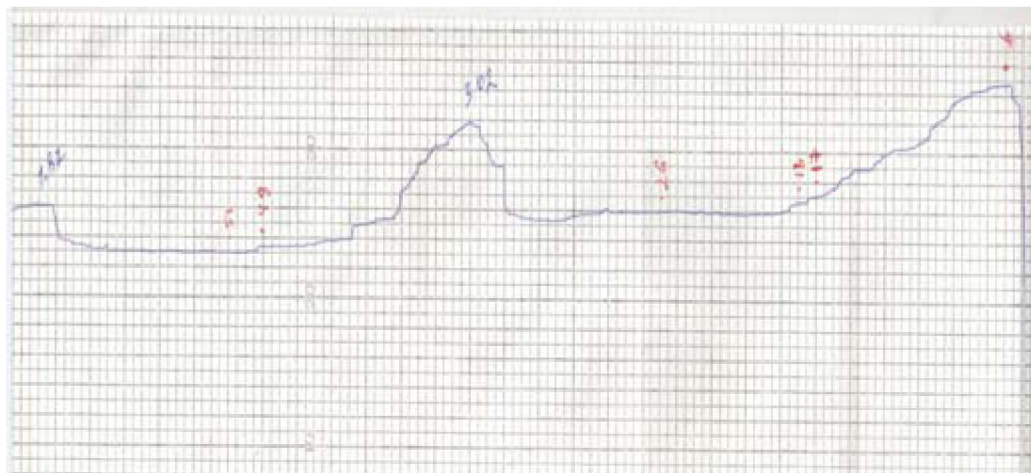


$i = 15 \text{ A/m}^2$, $\tau = 0,5$ сағ

7 сурет – Электролизердің катод кеңістігінде түзілген сульфид иондарының түзілуінің ток бойынша шығымына натрий гидроксиді концентрациясының әсері

Бұл зерттеулер де, түзілген сульфид-иондарының электролизердің орта кеңістігіне анионитті

мембрана арқылы оңай өтетіндігін көрсетті.



8 сурет – Электрохимиялық жолмен алынған мырыш сульфидінің рентгенофазалық талдау тәсілімен алынған рентгенограммасы.

Күкірт-графит және мырыш электродтарын қолданып, үш камералы электролизерде электролиз жүргізіп мырыш сульфиді қосылысы алынды. Электролизердің орта камерасында (6) реакция нәтижесінде ақ тұнба түзілетіні анықталды 8 - суретте алынған тұнбаның рентгенограммасы келтірілген. Бұл өнімнің рентгенофазалық талдау нәтижелері алынып, 3.0А; 1.87; 1.60 рефлекстері мырыш сульфиді (ZnS) (ASTM 39-1363) қосылысы түзілетіндігін көрсетті.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Баешов А.Б., Қоңырбаев А. Сарбаева М.Г. Мырыш сульфидін электрохимиялық әдіспен алу. Известия НАН РК, 2014, № 6, с. 44-49.
- [2] Баешов А.Б., Иванов Н.С. Мырзабеков Б.Э. Композициялы күкірт-графит электродының анодты поляризациясы. Известия НАН РК, 2014, № 6, с. 3-4.
- [3] Баешов А.Б., Қоңырбаев А.Е. Ибрагимова Г.Н. Мырыш сульфидін электрохимиялық тәсілмен алу. Материалы Международной научно-практ. Конференции посвященной 90 летию Е.Ф.Букетова «Научные и творческое наследие академика Е.А.Букетова», г.Караганда, 2015 г., с. 117- 202.
- [4] Қоңырбаев А.Е., Баешов А.Б., Мыршыпова А.С. Мырыш электродтарының натрий сульфиті ерітіндісінде анодты еруі. Известия НАН РК, 2015, № 5, с. 7783.
- [5] Баешов А.Б., Битурсын С.С. Баешова А.К. Электрохимическое поведение цинкового электрода в растворе сульфата натрия при поляризации промышленным переменным током. // В сб.: Материалы докладов XVI Российской конференции «Физическая химия и электрохимия расплавленных и твердых электролитов» Екатеринбург, 2013, с. 19-23.
- [6] Конурабаев А.Е. Баешов А.Б., Баешова А.К. Адайбекова А.А. Композициялы күкірт-графит электродының кальций хлориді ерітіндісіндегі электрохимиялық қасиеттері. Доклады НАН РК, 2016, № 1, с.57-66.
- [7] Баешов А., Конурабаев А.Е., Баешова А.К., Капсалямов Б.А. Түсті металл кендерін байытуда қолданылатын натрий сульфидін синтездеудің жаңа инновациялық тәсілі // Сборник материалов Международных XII Байконуровских чтений и его вклад в развитие горного дела, науки и образования Казахстана. – Жезказган, 2012. – б. 151-154.
- [8] Баешов А.Б., Конурабаев А.Е., Асабаева З.К., Баешова А.К. Электрохимический синтез полисульфида натрия с использованием кусковых электродов // Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы электрохимии и защиты от коррозии в решении экологических проблем». /Материалы докладов I международной научно-практической конференции. Тамбов, 2012, с. 144-145.
- [9] Баешов А.Б., Конурабаев А.Е., Журинов М.Ж., Баешова А.К. Проблемы утилизации серы и возможность создания технологии получения флотореагентов / Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие нефтегазового комплекса Казахстана». Актау, 2013. Т.2. с.448- 451.
- [10] Баешов А.Б., Конурабаев А.Е., Минтаева Г. А., Баешова А.К. Электросинтез полисульфида натрия с использованием сераграфитовых композиционных электродов // 20-летию РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК» и 55-летию Химико-металлургического института им. Ж.А.Абишева // Материалы международной научно-практической конференции. Караганда, 2013. – С.261-263.
- [11] Доспаев М.М., Баешов А.Б., Фигуриняйте И.В. Электрохимические методы получения порошковых сульфидов меди/ Труды международной конференции по химии и химической технологии, Ереван, 2007 с. 158
- [12] Баешов А.Б., Доспаев М.М. Фигуриняйте И.В. Токаева З.М. Сульфидизация труднообогатимых окисленных медных руд с использованием электрохимических процессов. Труды международной конференции по химии и химической технологии, Ереван, 2007 с. с. 160.

[13] Баешов А.Б., Битұрсын С.С. Сарбаева Г.Т. Журинов М.Ж. Зайков Ю.П. Стационарлы емес токпен поляризацияланған мырыш электродының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруі. Известия НАН РК, сер.химия и хим.технология, № 1, 2014, с.76-82

[14] Конурбаев А.Е. Баешов А.Б. Электрохимическая технология получения сульфидов натрия из серы Нефть и газ, № 5 (83), 2014, с. 59-66.

[15] Баешова А.К. Создание научных основ технологии переработки серы с получением флотореагента – моносulfида натрия. Материалы между. Научно-практической конференции «Нефтепереработка - 2013», Уфа. 2013, с. 208-210

[16] Иванов Н.С. Битұрсын Н.С. Журинов М.Ж. Зайков Ю.П. Натрий сульфаты ерітіндісінде потенциодинамикалық поляризациялық қысықтар түсіру әдісі арқылы мырыштың электрохимиялық қасиетін зерттеу. VI международная научно-практическая конференция «Проблемы Инновационного развития нефтегазовой индустрии», Алматы, КБТУ, 2014, с. 283-289.

[17] Инновационный патент РК №22657. Способ получения сульфида цинка. / Баешов А.Б., Асабаева З.К., Баешова С.А., Мусина З. опубл., 15.07.2010. бюл. №7. -3 с.

[18] Инновационный патент РК № 2012/1020.1 Электрохимический способ получения полисульфидов щелочных металлов / Баешов А., Конурбаев А.Е., Асабаева З.К. и др.; дата приор. 04.10.12.

[19] Иннов. патент № 27319 РК Способ получения полисульфидов щелочных металлов / Баешов А.Б., Конурбаев А.Е., Асабаева З.К. Баешова А.К.; опуб. 16.09.2013 г. Бюл. № 9.

[20] Инновационный патент РК № 255500. Способ получения гидросульфида кальция / Баешов А., Конурбаев А.Е., Асабаева З.К. и др.; опубл. 05.04.2011, Бюл. № 3.

REFERENCES

[1] Baeshov A.B., Қонурбаев А. Sarbaeva M.G. Myrysh sul'fidin jelektrohimijalyқ әдіспен алу. Izvestija NAN RK, 2014, № 6, s. 44-49.

[2] Baeshov A.B., Ivanov N.S. Myrzabekov B. Je. Kompozicijaly kykirt-grafit jelektrodynың anodty poljarizacijasy. Izvestija NAN RK, 2014, № 6, s.3-4.

[3] Baeshov A.B., Қонурбаев А.Е. Ibragimova G.N. Myrysh sul'fidin jelektrohimijalyқ тәсілмен алу. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prak. Konferencii posvjashhennoj 90 letiju E.F.Buketova «Nauchnye i tvorcheskoe nasledie akademika E.A.Buketova», g.Karaganda, 2015 g., s. 117- 202.

[4] Қонурбаев А.Е., Baeshov A.B., Myryshova A.S. Myrysh jelektrodtaryның natrij sul'fidi eritindisinde anodty erui. Izvestija NAN RK, 2015, № 5, s. 7783.

[5] Baeshov A.B., Bitursyn S.S. Baeshova A.K. Jelektrohimicheskoe povedenie cinkovogo jelektroda v rastvore sul'fata natrija pri poljarizacii promyslennym peremennym tokom./ V sb.: Materialy dokladov XVI Rossijskoj konferencii «Fizicheskaja himija i jelektrohimija rasplavlennyh i tverdyh jelektrolitov» Ekaterinburg, 2013, s. 19-23.

[6] Konurbaev A.E. Baeshov A.B., Baeshova A.K. Adajbekova A.A. Kompozicijaly kykirt-grafit jelektrodynың kal'cij hlорidi eritindisindegi jelektrohimijalyқ қасиеттері. Doklady NAN RK, 2016, № 1, s.57-66.

[7] Baeshov A., Konurbaev A.E., Baeshova A.K., Kapsaljamov B.A. Түсті металл кендерін байытуда қолданылатын натрий сульфидін синтездеудің жаңа инновациялық тәсілі // Сbornik materialov Mezhdunarodnyh XII Bajkonurovskih chtenij i ego vklad v razvitie gornogo dela, nauki i obrazovanija Kazahstana. – Zhezkazgan, 2012. – b. 151-154.

[8] Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Asabaeva Z.K., Baeshova A.K. Jelektrohimicheskij sintez polisul'fida natrija s ispol'zovaniem kuskovyh jelektrodov // Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija «Aktual'nye voprosy jelektrohimii i zashhity ot korrozii v reshenii jekologicheskikh problem». /Materialy dokladov I mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Tambov, 2012, s. 144-145.

[9] Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Zhurinov M.Zh., Baeshova A.K. Problemy utilizacii sery i vozmozhnost' sozdaniya tehnologii poluchenija flotoreagentov / Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Innovacionnoe razvitie neftegazovogo kompleksa Kazahstana». Aktau, 2013. T.2. s.448- 451.

[10] Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Mintaeva G. A., Baeshova A.K. Jelektrosintez polisul'fida natrija s ispol'zovaniem seragrafitovyh kompozicionnyh jelektrodov // 20-letiju RGP «Nacional'nyj centr po kompleksnoj pererabotke mineral'nogo syr'ja RK» i 55-letiju Himiko-metallurgicheskogo instituta im. Zh.A.Abisheva // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Karaganda, 2013. – С.261-263.

[11] Dospaev M.M., Baeshov A.B., Figurinajte I.V. Jelektrohimicheskie metody poluchenija poroshkovyх sul'fidov medi/ Trudy mezhdunarodnoj konferencii po himii i himicheskoy tehnologii, Erevan, 2007 s. 158

[12] Baeshov A.B., Dospaev M.M. Figurinajte I.V. Tokaeva Z.M. Sul'fidizacija trudnoobogatimyx oksilennyh mednyh rud s ispol'zovaniem jelektrohimicheskikh processov. Trudy mezhdunarodnoj konferencii po himii i himicheskoy tehnologii, Erevan, 2007 s. s. 160.

[13] Baeshov A.B., Битұрсын С.С. Сарбаева Г.Т. Журинов М.Ж. Зайков Ю.П. Стационарлы емес токпен поляризацияланған мырыш электродының күкірт қышқылы ерітіндісінде еруі. Известия НАН РК, сер.химия и хим.технология, № 1, 2014, с.76-82

[14] Konurbaev A.E. Baeshov A.B. Jelektrohimicheskaja tehnologija poluchenija sul'fidov natrija iz sery Neft' i gaz, № 5 (83), 2014, s. 59-66.

[15] Baeshova A.K. Sozdanie nauchnyh osnov tehnologii pererabotki sery s polucheniem flotoreagenta – monosulfida natrija. Materialy mezhd. Nauchno-prakticheskoy konferencii «Нефтепереработка - 2013», Уфа. 2013, с. 208-210

[16] Ivanov N.S. Bitursyn N.S. Zhurinov M.Zh. Zajkov Ju.P. Natrij sul'faty eritindisinde potenciodinamikalyk poljarizacijalyk kısıyktar tıysıru әdisi arqıly myrıshtıń jelektrohımiyalıq kasietin zertteu. VI mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferenciya «Problemy Innovacionnogo razvıtija neftegazovoj industrii», Almaty, KBTU, 2014, s. 283-289.

[17] Innovacionnyj patent RK №22657. Sposob poluchenija sul'fida cinka. / Baeshov A.B., Asabaeva Z.K., Baeshova S.A., Musina Z. opubl., 15.07.2010. bjul. №7. -3 s.

[18] Innovacionnyj patent RK № 2012/1020.1 Jelektrohımičesij sposob poluchenija polisul'fidov shhelochnyh metallov / Baeshov A., Konurbaev A.E., Asabaeva Z.K. i dr.; data prior. 04.10.12.

[19] Innov. patent № 27319 RK Sposob poluchenija polisul'fidov shhelochnyh metallov / Baeshov A.B., Konurbaev A.E., Asabaeva Z.K., Baeshova A.K.; opub. 16.09.2013 g. Bjul. № 9.

[20] Innovacionnyj patent RK № 255500. Sposob poluchenija gidrosul'fida kal'cija / Baeshov A., Konurbaev A.E., Asabaeva Z.K. i dr.; opubl. 05.04.2011, Bjul. № 3.

А.Е. Конурбаев, А.Б. Башов

Акционерное общество "Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского", г. Алматы,
Республика Казахстан

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФИДА ЦИНКА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННОГО СЕРА-ГРАФИТОВОГО ЭЛЕКТРОДА

Аннотация. Для создания электрохимического способа синтеза сульфида цинка исследовано электрохимическое поведение композиционного сера-графитового и цинкового электродов в нейтральных и щелочных средах и установлены оптимальные параметры процесса.

Катодное восстановление серы в составе композиционного сера-графитового электрода в растворе гидроксида натрия изучали методом снятия циклических поляризационных кривых на потенциостате "Autolab". На полученных поляризационных кривых обнаружено две волны восстановления серы при $E = -475$ мВ и $E = -750$ мВ, первая волна восстановления соответствует образованию полисульфид ионов, и далее - моносулфид-иона.

Гальваностатический синтез сульфида цинка проводили в трехсекционном электролизере, где электродные пространства разделены катионитовой (МК-40) и анионитовой (МА-40) мембранами. Катодная секция отделена анионитовой, а анодная секция – катионитовой мембраной, в качестве катода использовали сера-графитовый электрод, а анода-цинковый электрод. Катодное пространство электролизера заполнено раствором гидроксида натрия, анодное пространство - раствором серной кислоты, средняя зона, т.е. промежуточное пространство заполнено раствором сульфата натрия. Сульфид цинка образуется в средней зоне электролизера из сульфид-ионов, проникающих из католита через анионитовую мембрану и ионов цинка, поступающих из анолита через катионитовую мембрану при их взаимодействии.

Показано, что при плотности тока на сера-графитовом электроде, равной $5-15$ А/м², выход по току образования сульфид-ионов составляет 80%, увеличение катодной плотности тока до 25 А/м² увеличивает выход по току сульфида цинка до 400 %. Исследовано влияние концентраций гидроксида натрия на выход по току образования сульфида цинка. Установлено, что увеличение концентрации щелочи в растворе в интервале $0,5-3,0$ М приводит к резкому увеличению выхода по току образования сульфид ионов.

Ключевые слова: сера-графитовый композиционный электрод, катод, электролиз, концентрация, сульфид цинка, поляризационная кривая, люминофор, реагент, электрод.