

DETERMINATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF ACTIVE THRUST RAW IN SOLUTIONS OF ALKALI AND SODIUM HYPOCHLORITE

S.Kh. Aknazarov, O.Yu. Golovchenko, O.S. Bayrakova, B. Rakhimova, A.B. Rysbekova

*In the process, studied the factors affecting the degree of opening of hard mineral. The optimal regimes of activation of arsenopyrite in alkaline solutions, salt with the addition of pyrolusite and sodium hypochlorite. The optimum concentration of the reactants in aqueous solution, providing maximum possible transferring the sulfur to soluble compounds and the binding of arsenic in the state of difficulty.*

ӘОЖ 541.13

ӨНЕРКӘСІП МЕКЕМЕЛЕРІНІҢ ҚАТТЫ, СҮЙЫҚ ЖӘНЕ ГАЗ КҮЙІНДЕГІ ТАСТАНДЫЛАРЫН ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗАЛАЛСЫЗДАНДЫРУ

А. Баяшов, А.К. Баяшова

Д.В. Сокольский атындағы органикалық катализ және электрохимия институты, Алматы қаласы, Қазақстан, [bayeshov@mail.ru](mailto:bayeshov@mail.ru)

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қаласы, Қазақстан, [azhar\\_b@bk.ru](mailto:azhar_b@bk.ru)

*Өндірістерден шығатын және қоршаған орта үшін зиянды болып табылатын қатты және газ күйіндегі тастандыларды, сонымен қатар өнеркәсіп мекемелерінің ағызынды сулары мен пайдаланылған ерітінділерін өндеуде электр химиялық әдістерді қолдану мүмкіндігі және тиімділігі көрсетілді.*

Қазіргі замандағы антропогендік іс-әрекеттердің биосферадағы химиялық үдерістердің жүруіне әсер ететіні белгілі. Соңғы жылдары бұл әсердің өсу қарқыны биосферадағы тіршілікті қалыптастырушы объектерде байқалуда: климаттың өзгеруі, атмосфера, гидросфера және литосфераның ластануы. Қоршаған ортада жүретін табиғи химиялық үдерістерге тигізілетін химиялық әсерлерді есепке алып, басқарып отырмаса, олардың әдеттегі жүру тәртібі өзгеріп, биосферадағы тепе-теңдіктердің бұзылуына әкелетіне күмән келтіруге болмайды. Сол себептен биосфералық ресурстың химиялық құраушысына аса ерекше көңіл бөлу қажет. Осындай мәселелер алғаш рет 1972 жылы Стокгольмде БҰҰ-ның ұйымдастыруымен өткізілген Қоршаған орта бойынша Бірінші Дүниежүзілік конференцияда қарастырылды. Осы конференцияда экодаму деген түсінік қабылданды, демек, адамдардың әл-ауқатының артуы, өмір сүру деңгейінің жоғарылауы табиғи ортаның күйреуіне және тіршілік ортасының нашарлауына әкелмейтін экологиялық бағытталған әлеуметтік-экологиялық даму орын алуы тиіс. Стокгольм конференциясы адамзат үшін экологиялық бағытталған прогресті іске асырудың бастамасы болды. Ал 1992 жылы Рио-де-Жанейрода өткен Қоршаған орта және даму бойынша БҰҰ Конференциясында «Тұрақты даму» концепциясы қабылданды, бұл концепция бойынша қоғам қазіргі кездегі адамзаттың қажеттіліктерін қанағаттандыра отырып, болашақ ұрпақтың тіршілігіне және өз қажеттіліктерін қанағаттандыру мүмкіндіктеріне қатер төндірмейтін даму жолын таңдауы тиіс. Қазақстан Республикасы әлемдегі он өзгерістерден тыс қалмады, 2006 жылы Президенттің жарлығымен мақұлданған «Қазақстан республикасының 2007-2024 жылдарға арналған орнықты дамуға көшу тұжырымдамасы қабылданды /1/. Бұл тұжырымдаманың негізгі қағидаттары мен басымдықтарының ішінде келесі мәселелерге назар аударуға болады:

- ел экономикасына жоғары технологияларды белсенді енгізу нәтижесіндегі экономикалық прогресс, ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыру;
- жаңа және экологиялық қауіпсіз технологияларды пайдалану;
- эмиссияларды, олардың ішінде қызған газдар мен озон қабатын бұзатын заттарды азайту;
- сапалы ауыз суға қол жеткізу;
- қалдықтарды кәдеге асыру.

Осыған орай біздің жұмысымыздың мақсаты қазіргі замандағы өнеркәсіп мекемелерінің газ күйіндегі, сұйық (қолданылған ерітінділер мен ағызынды сулар) және қатты қалдықтарын өндеудің электр химиялық әдістерін жасау болып табылады.

Химия, металлургия және өнеркәсіптің басқа да салаларында газ күйінде, қатты күйдегі қосылыстар, сонымен қатар пайдаланылған ерітінділер мен ағызынды сулар ретінде көптеген тастандылар түзілуде.

Көптеген жағдайларда өндіріс қалдықтарын залалсыздандыру немесе олардан пайдалы қосылыстар алу – тотықтыру немесе тотықсыздандыру реакциялары арқылы іске асырылады, демек процестер барысында қосымша реагенттер – тотықтырғыштар мен тотықсыздандырғыштар қолданылады, демек реакциялық ортаға жаңадан басқа заттар енгізіледі де ластану орын алады. Ал біздің зерттеулерімізде пайдаланылатын электр химиялық әдістерді іске асыру кезінде қосымша реагенттердің қажеті жоқ, себебі, тотығу мен тотықсыздану реакциялары анод және катодта жүреді. Сонымен қатар бұл әдістерді жүргізгенде әртүрлі әдіс-амалдарды (беттік ауданы дамыған түйіршікті электродтарды, токтың дәстүрлі емес түрлерін) пайдалану электр химиялық реакциялардың қарқындылығын арттыра түседі, сол себептен бұл әдістердің болашағы зор деп қарастыруға болады.

Түсті металлургия, мұнай химиясы және мұнай өндіру, жылу энергетикасы, автомобиль көлігін пайдалану салаларында айтарлықтай мөлшерде күкірт диоксиді, күкіртсутек, азот оксидтері сияқты газдардың бөлінуі және осының салдарында қоршаған ортаның ластануы орын алатыны белгілі /2,3/. Аталған газ күйіндегі ластағыштарды залалсыздандырудың жаңа әдістерін жасап, олардан пайдалы қосылыстар алу жолдарын іздестіру қазіргі заманның өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Осыған орай, жүргізу жолдары аса күрделі емес әдістердің бірі – электр химиялық әдістерді қолдану тиімді болып көрінеді. Дегенмен, электр химиялық үдерістер гетерогенді болғандықтан, олардың жүру жылдамдығы аса жоғары емес, сол себептен оларды жүйелі түрде жан-жақты қолдану бағыты дамымаған. Әдетте электролиздің жүру жылдамдығын арттыру үшін ток тығыздығын жоғарылатады, бірақ бұл кезде шектік ток пайда болып, анод және катод электродында қосымша реакциялар жүре бастайды да, негізгі үдерістің ток бойынша шығымы күрт төмендейді. Осы қиындықтарды жеңу мақсатында қазіргі кезде дәстүрлі жалпақ электродтардың орнына үш өлшемді электродтық жүйелер немесе жылжымалы ток өткізгіштен құралған электродтар қолданылып жүр. Бұл электродтарды көлемді электродтар деп те атауға болады, олардың жазық электродтарға қарағанда көп артықшылықтары бар. Көлемді электродтардың бір түрі – түйіршікті электродтар болса, оларды пайдаланудың тиімділігі – электрод қабатындағы барлық түйіршіктердің бетінде электр химиялық реакциялардың жүру мүмкіндігінің пайда болуы және соның нәтижесінде бұл электродтар беттік ауданы дамыған электродтар болып табылуы. Осындай электродтардың бетінде жүретін реакциялардың қарқындылығының артуының нәтижесінде тотығу-тотықсыздану үдерістерінің, сонымен қатар алынатын өнімдердің ток бойынша шығымы айтарлықтай артатынын біздің тәжірибелеріміз көрсетіп отыр.

Сипатталған электродтарды газ күйіндегі заттарды залалсыздандыру үшін пайдалану өте тиімді екені өнеркәсіп мекемелерінің тастандылары болып табылатын күкіртсутек, күкірт диоксиді, фосфин, азот оксидтерін тотықтыру арқылы дәлелденді. Газ күйіндегі заттарды түйіршікті электродтардың қабаттары арқылы өткізу және электрод арқылы ток жіберу айтарлықтай оң нәтиже береді. Бұл кезде электрод қабатындағы әрбір түйіршік немесе әрбір бөлшек жіберілетін ток әсерінен зарядталған бөлшекке айналады, демек, олардың әрқайсысының бетінде тотықтыруға немесе тотықсыздандыруға арналған заттың молекуласы электр химиялық реакцияға ұшырайды. Нақты нәтижелерді атап өтетін болсақ, күкіртсутекті, күкірт диоксидін анодта тотықтыру нәтижесінде сульфит-, сульфат-, тиосульфат иондары түзіледі, демек, сәйкесінше, электролиттің табиғатына байланысты күкірттің әртүрлі қосылыстарын синтездеуге болады. Бұрынғы белгілі ғылыми жұмыстарда кейбір газ күйіндегі заттардың тотығуы жалпақ электродтарда немесе поляризациялық қисықтар түсіру арқылы зерттелген. Мысалы, күкірт диоксиді газының электр химиялық тотығу реакциясы күрделі болып табылады. Бұл реакция әртүрлі жолмен жүруі мүмкін.  $\text{SO}_2$  газының сульфат-ионына дейін тотығуы электр химиялық жолмен іске асады.

Күкірт диоксиді газының тотығу механизмі платина, алтын, графит, электродтарында зерттелген. Платина электродында жүргізілген зерттеу үдерісінде  $\text{SO}_2$  газының тотығуы екі түрлі механизммен жүретіні көрсетілген. Бірінші механизм бойынша электронның ауысуы, анион-радикалдың түзілуі стационарлы потенциалға жақын аралықта болады, ал екінші жолы – оксидтердің бетінде оң потенциалға жақын аймақта іске асады.

Платина және алтын электродтарында күкірт диоксидінің тотығуы судың адсорбцияланған, хемосорбцияланған молекулаларымен тура тотығады. Қорыта келе, бұрынғы зерттеулерде күкірт диоксидінің тотығуы электрод бетімен тікелей соқтығысқанда электр химиялық жолмен, ең алдымен суда еріп, күкіртті қышқыл түзілгеннен кейін, осы молекуланың электродта тотығуы арқылы және анодта бөлінетін атом күйіндегі аса белсенді оттегімен әрекеттесу арқылы іске асырылады.

Біздің зерттеулерімізде газ күйіндегі заттардың сулы ерітінділерде түйіршікті электродтарда жоғары ток бойынша шығыммен тотығуы осы көрсетілген механизмдердің әрқайсысы орын алатынын дәлелдей түседі.

Көлемдік электродтарды пайдаланып, біз өнеркәсіп мекемелерінің ағызынды суларын немесе пайдаланылған ерітінділерін әртүрлі ауыр металл иондарынан тазарту әдістерін жасадық. Мысалы, бірқатар зерттеулер қорғасын, хром, мыс, мырыш, никель иондарын пайдаланылған ерітінділерден бөліп алуға арналды. Бұл тәжірибелердің нәтижесінде аталған металл иондарын бөліп алу дәрежесі оптималды жағдайда 98%-дан асатыны көрсетілді.

Қатты заттарды өндеуде және олардың құрамындағы химиялық элементтерді бөліп алуда, ал оның нәтижесінде осы элементтердің пайдалы қосылыстарын алу өзекті проблемалардың бірі. Мысалы, металл қалдықтарын анодта ерітіп, осы металдың тұздарын немесе оксидтерін оңай алуға болар еді, атап айтқанда, мыс, никель, мырыш және т.б. түсті металдардың қалдықтарын (сымдар, сынықтар, пайдаланылған түйіршіктер, электродтар, пластиналар және т.б.) хлоридті, сульфатты қышқыл ерітінділерде ерітіп, сәйкесінше, бұл металдардың хлоридтерін, сульфаттарын оңай алуға болады. Ал титан тәріздес, қиын балқитын металдар анодтық реакция нәтижесінде ерімейді. Анодтық поляризациялау кезінде бұл металдардың бетінде жартылай өткізгіштік қасиетке ие оксидтік пленкалар түзіліп, электрод пассивтеледі де, тізбектен ток өтпей қалады. Сонымен бүгінгі күнге дейін титанды электрохимиялық әдіспен ерітіп, оның тұздарын немесе басқа да қосылыстарын алу мүмкін емес деп есептеліп келді.

Біз жүргізген жан-жақты зерттеулер көрсеткендей, екі титан электродын қышқылды ерітіндіде айналымы токпен поляризациялаған кезде титан қарқынды түрде үш валентті иондар түзе ериді. Ал қолданылған электролиттің табиғатына байланысты, оның құрамындағы аниондардың ерітіндідегі металл иондарымен әрекеттесуі әртүрлі тұздардың түзілуіне әкеледі. Сонымен, қорыта айтқанда, әдеттегі дәстүрлі әдістерді қолдану нәтижесінде ерімейтін, титан және тағы басқа қиын балқитын қатты металдардың қалдықтарын электрохимиялық әдіспен, өндірістік жиіліктегі айналымы токты қолдану нәтижесінде ерітуге және олардан пайдалы қосылыстар алуға болады.

Ал ток өткізбейтін ұнтақ заттарды (мысалы, диэлектриктер болып табылатын күкірт, селен, металл минералдары) қалай өндеуге болады? Біздің зерттеулеріміз көрсеткендей, электродқа соғылған кезде ұнтақтық заттар электрохимиялық белсенділікке ие болады. Ерітіндіні араластыра отырып, ұнтақ заттардың электродқа соғылуын қамтамасыз етеміз және олардың анодта тотығуына немесе катодта тотықсыздануына қол жеткіземіз. Ұнтақ заттардың поляризациялық қисықтарын түсіретін арнайы композициялық электрод конструкциясы жасалып, олардың құрамындағы элементтердің (күкірт, селен) электрохимиялық қасиеттері зерттелді. Бұл кезде жоғарыда аталған, әдетте диэлектрик болып табылатын күкірт және селенді графитпен қосып, «күкірт-графитті», «селен-графитті» тәріздес композициялық электрод дайындалады. Мысалы, композициялы күкірт-графит электродында күкірт біріктіргіш және осы жағдайда электрохимиялық тұрғыдан белсенді заттың рөлін, ал графит – ток өткізгіш рөлін атқарады. Ток өткізгішпен тікелей жанасып тұрған күкірт электрохимиялық белсенділікке ие болады. Аталған электродты натрий гидроксиді ерітіндісінде катодты поляризациялаған кезде – натрий сульфиді, ал анодты поляризациялау кезінде – электролиз жағдайына байланысты – натрий сульфиті, тиосульфаты немесе сульфаты түзіледі. Бұл нәтижелер ток өткізбейтін қатты немесе ұнтақты заттарды арнайы әдіс-тәсілдер қолдану арқылы өндеп, олардың қосылыстарын алу мүмкіндіктерін жасауға болатынын көрсетеді.

### Әдебиеттер

1. Қазақстан Республикасының 2007-2024 жылдарға арналған орнықты дамуға көшу тұжырымдамасы (Қазақстан Республикасы Президентінің 2006 жылғы 14 қарашадағы № 216 жарлығымен мақұлданған).
2. Юсфин Ю.С., Леонтов Л.И., Черноусов П.И. Промышленность и окружающая среда. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 469 с.
3. Хван Т.А. Промышленная экология / Серия «Учебники, учебные пособия» – Ростов н/Д: Феникс, 2003 – 320 с.

### РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ГАЗООБРАЗНЫХ, ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ВЫБРОСОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Баешов, А.К. Баешова

*Показана возможность переработки твердых, газообразных выбросов, а также отработанных растворов производств электрохимическими методами.*

ELABORATION OF GASEOUS, SOLID AND LIQUID EMISSIONS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES BY  
ELECTROCHEMICAL UTILIZATION METHODS

A. Baeshov, A.K. Baeshova

*The possibility of solid, gaseous emissions and waste industrial solutions elaboration by electrochemical methods has been shown.*

УДК 535.37:535.34:539.19

РЕКОМБИНАЦИЯ РАДИАЦИОННЫХ ДЕФЕКТОВ  
И СТРОЕНИЕ МЕТАФОСФАТА КАЛИЯ

А.С. Балтабеков, Т.А. Кокетайтеги, Л.М. Ким, Б.С. Тагаева

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

*Проведены исследования рекомбинационной люминесценции в метафосфате калия. Установлено, что при изменении типа структуры меняется механизм рекомбинации. В кристаллическом метафосфате калия он дырочный, в стеклообразном – электронный. Это подтверждается квантово-химическим моделированием и влиянием примесных ионов марганца.*

Метафосфат калия можно получить при термической обработке кристаллов дигидрофосфата калия (KDP). Известно [1], что при нагревании до 250°C кристаллы KDP теряют половину молекул кристаллической воды, а выше 350°C полностью, трансформируясь в соль Куроля. Особенностью данного соединения является существование двух устойчивых структур в одном и том же температурном диапазоне. В зависимости от режимов термической обработки можно получить стеклообразный образец или кристаллический. Мы нагревали исходные кристаллы KDP до 600°C. При медленном охлаждении полученных порошков (вместе с печью) в течение 4-5 часов был получен кристаллический метафосфат калия. При быстром охлаждении порошков (погружение образцов в жидкий азот) - стеклообразный. Тип образца контролировался рентгенофазовыми методами. Полученные образцы облучались рентгеновскими лучами аппаратом УРС-55а (Мо, I=10 мА, U=35 кВ).

На рисунке 1 приведены типичные кривые термостимулированной люминесценции (ТСЛ). На кривой имеется один пик рекомбинационного свечения с максимумом при 100К и слабое свечение в области 220К.

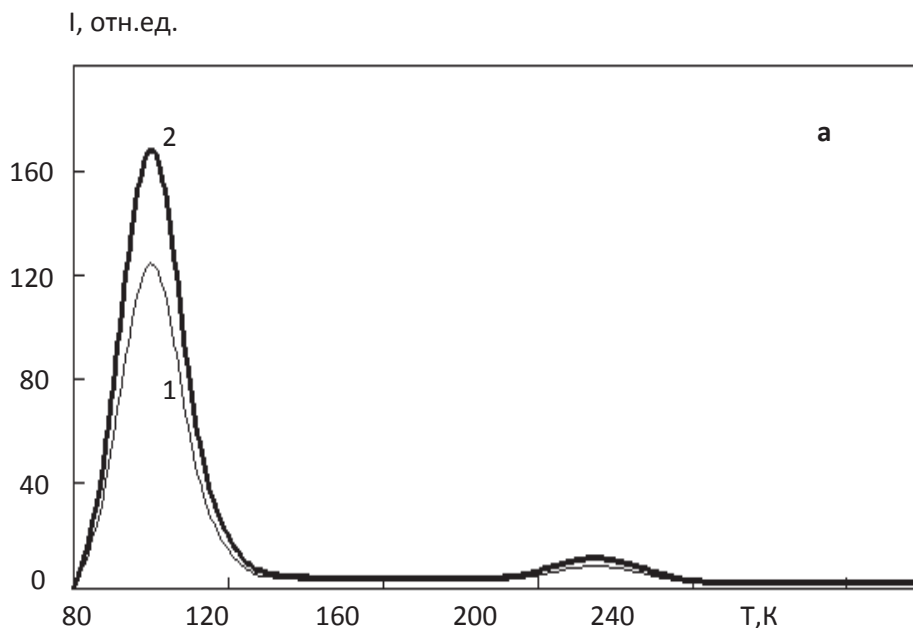


Рисунок 1 - Кривые ТСЛ метафосфата калия в кристаллическом состоянии

1 – доза облучения 100 Гр, 2 – 300 Гр