**ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ**

**Баешова А.Қ.**

**ӨНДІРІСТІК ЭКОЛОГИЯ**

**НЕГІЗДЕРІ**

**(ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫСТАРДЫҢ ЖИНАҒЫ)**

***оқу-әдістемелік құрал***

Алматы

2012

ӘОЖ 502/504 (075.8)

ББК 20.18я 73

Б14

*Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің химия және химиялық технологиялар факультетінің әдістемелік бюро шешімімен ұсынылған (30.03.2012, № 7 хаттама)*

Пікір жазғандар:

химия ғылымдарының докторы, профессор М.К.Алдабергенов

химия ғылымдарының докторы, профессор А.Т. Масенова

**Баешова А.Қ.**

Б 14 Өндірістік экология негіздері (зертханалық жұмыстардың жинағы): оқу-әдістемелік құрал – Алматы, 2012. - 79 бет.

ISBN 978-601-247-463-3

Оқу-әдістемелік құралда студенттерді өндіріс мекемелерінің экологиялық проблемаларымен және оларды шешу жолдарымен таныстыру мақсатында құрастырылған зертханалық жұмыстар жинағы келтірілген. Бұл жұмыстарда ағызынды сулардың сипаттамаларын анықтау, зиянды газдарды залалсыздандыру, экологиялық таза технологиялардың негіздерін жасау, ағызынды суларды тазарту, қатты қалдықтарды өндеу әдістері келтірілген. Әрбір зертханалық жұмыстың алдында теориялық кіріспе, содан кейін жұмысты орындау барысы, нәтижелерді өрнектеу тәсілдері көрсетілген.

**ББК 20.18я 73**

ISBN 978-601-247-463-3

© Баешова А.Қ., 2012

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ,2012

**Алғы сөз**

Қазіргі заманда кез келген саладағы мамандар тек өз мамандығына байланысты арнайы білімді меңгеріп қоймай, экологиялық көзқарас пен экологиялық ойлау қабілетіне ие болуы тиіс. Осыған байланысты ол өзінің өндірістік іс-әрекетіне экологиялық көзқарас қалыптастырып талдауға және бағалауға қабілетті болады. Өндірістік іс-әрекеттердің табиғи ортаға әсерін бағалап үйренген мамандар, сәйкесінше, қоршаған ортаны қорғауға бағытталған іс-шаралар жүргізуге және осыған байланысты шешімдер қабылдауға бетбұрыс жасайды. Экологиялық ойлау қабілетін дамытуда экологияның негізгі заңдары мен түсініктерін білу және түсіну, тірі ағзалардың қоршаған ортамен қарым-қатынастарын зерттеу, биосфера және оның эволюциясы туралы нақты көзқарас қалыптастыру, биосфераның техносфераға және ноосфераға айналу мүмкіндіктерін білу басты рөл атқарады.

Осыған орай университеттерде 5В072000 – «бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығында білім алушы студенттер үшін өткізілетін элективті пәндердің ішінде оқу жоспарына таңдау бойынша пән ретінде енгізілген «Өндірістік экология негіздері» пәнінің алатын орны ерекше. Өндірістік экологияның мақсат-міндеттерін айқындау үшін көптеген алуан түрлі экологиялық проблемаларды шешу қажет. Өндірістік экология белгілі экономикалық мәселелерден бөлек қарастырылмайды. Өндірістік экологияның мақсаты: табиғи ресурстарды тиімді пайдалану проблемаларымен таныстыру және қоршаған ортаның ластануының алдын алу, демек, ластануды болдырмау әдістерімен таныстыру болып табылады. Пәнді оқыту міндеттерінің қатарында: қоршаған ортаның ластануын қадағалау; экологиялық ситуацияны талдау; ластағыштардың көздерін анықтау, ластаушы салаларды айқындау; ластағыш заттардың мөлшерін азайту жолдарын қарастыру; шаруашылық іс-әрекеттердің салдарларын болжау; өнеркәсіптік технологияларды экологияландыру; ауаны және суды тазарту әдістерін жасау; өнеркәсіптің қатты қалдықтарын қолдану немесе залалсыздандыру әдістерін жасау; техникалық шешімдердің экологиялық-экономикалық экспертизасын жасау сияқты мәселелер орын алған.

Ұсынылып отырған еңбекте өнеркәсіп мекемелерінің газ, қатты күйдегі тастандыларды және ластанған ағызынды суларды залалсыздандыруға арналған әдістер сипатталып, олар зертханалық жұмыстар ретінде келтірілген. Мысалы, азот диоксиді, күкірт диоксиді, күкіртті залалсыздандырып, олардан пайдалы қосылыстар алу, ағызынды сулардың сипаттамаларын анықтау және оларды ауыр металл иондарынан тазарту, темір кендерін өндеудің экологиялық таза технологияларын жасау, ластанған топыпрақтың сиапттамаларын құру сияқты Әрбір зертханалық жұмыстың алдында теориялық кіріспелер, ал соңында бақылау сұрақтары келтірілген.

Бұл зертханалық жұмыстар «бейорганикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығында оқитын студенттердің білімін, дағдыларын, біліктілігін қалыптастыруда өте маңызды рөл атқаратыны анық және олардың болашақ кәсіби іс-әрекеттеріне аса қажет болатыны сөзсіз.

1. **№1-зертханалық жұмыс. Ластанған ағызынды сулардың сипаттамаларын анықтау. Теориялық бөлім**

Гидросфера атмосфера мен литосфераға түсетін көптеген ластағыш заттардың табиғи аккумуляторы болып табылады, себебі судың еріткіштік қабілеті жоғары және су табиғатта айналымда болады, сонымен қатар суқоймалар әртүрлі ағызынды сулар келіп түсетін ең соңғы нүкте болып табылады.

Суда ластағыш заттардың болуы түрлі тірі организмдердің тіршілігіне және барлық су жүйесінің қызметіне әсер етеді.

Табиғи су біркелкі емес орта, оның ішінде қалқымалы бөлшектер және газдың микрокөпіршіктері болады. Бөлшектердің өлшемдері әртүрлі. Шөгетін бөлшектер минералдық ядродан және органикалық қабаттан құралған. Су қабаты сонымен қатар қоршаған ортамен тепе-теңдікте болатын көптеген микроорганизмдерге толы.

Ластағыштардың табиғи су объекттеріне тигізетін әсері әртүрлі. Жылулық ластану су организмдерінің тіршілік процестерін қарқындатады, осының нәтижесінде экожүйелердің тепе-теңдігі бұзылады. Минералдық тұздар қоршаған ортамен осмостық әдіспен алмасатын бір клеткалы организмдер үшін қауіпті. Қалқымалы бөлшектер судың мөлдірлігін төмендетеді, су өсімдіктерінде жүретін фотосинтезді және аэрацияны баяулатады, баяу ағатын жерлердегі су түбіндегі шөгу процестерін жеделдетеді, фильтратор болып қызмет атқаратын су организмдерінің тіршілігіне кері әсерін тигізеді. Қалқымалы бөлшектерде әртүрлі ластағыштар сорбцияланады, су түбіне шөге келе, олар судың екіншілік ластануының көзі болуы мүмкін.

Судың ауыр металдармен ластануы тек экологиялық зиян тигізіп қоймай, айтарлықтай экономикалық зиян әкеледі. Судың ауыр металдармен ластануының көзі – гальваникалық цехтер, тау-кен, түсті және қара металлургия өнеркәсібінің мекемелері. Судың мұнай өнімдерімен ластануы кезінде су бетінде судың атмосферамен газ алмасуына кедергі келтіретін пленка пайда болады. Бұл пленкада, сонымен қатар ауыр фракциялардың эмульсияларында басқа ластағыштар жинақталады және мұнай өнімдері су организмдерінде жинақталады. Судың мұнай өнімдерімен ластануының негізгі көздері су көлігі және қала территорияларынан жер бетімен келіп түсетін ағызындылар. Судың биогенді элементтермен ластануы суқоймалардың эфтрофикациясына әкеледі.

Органикалық заттар-бояғыштар, фенолдар, БАЗ, диоксиндер, пестицидтер және т.б. суқоймада токсикологиялық ситуацияның пайда болу қаупін туғызады. Әсіресе токсикалық қасиетке ие және қоршаған ортада тұрақты болатын диоксиндер. Бұл – құрамында хлор бар органикалық қосылыстардың екі тобы, олар дибензодиоксиндерге және дибензофурандарға жатады. Оның бірі – 2,3,7,8-тетрахлордибензодиоксин (2,3,7,8 – ТХДД) ғылымда белгілі ең уытты (токсикалық) зат болып табылады. Әртүрлі диоксиндердің токсикалық әсерлері бірдей болып байқалады, бірақ әсер ету қарқындары әртүрлі болады. Диоксиндер қоршаған ортада жинақталады және олардың концентрациялары артып отырады.

Судың ластануын зерттеудің өз ерекшеліктері бар. Атмосферадағы ластағыштарды анықтаған кездегідей, құрамы өзгеріп тұратын заттардың аз мөлшерлерін басқа ластағыштардың қатысында анықтау қажет. Айырмашылығы – ластанбаған суда әрқашанда құрылымы күрделі органикалық және бейорганикалық заттар болады, сонымен қатар суда химиялық заттардың құрамын өзгертуге әкелетін химиялық және фотохимиялық процестер орын алады. Химиялық өзгерістерде жануарлар мен өсімдіктер тектес биологиялық объекттер белсенді түрде қатысады. Сол себептен оттектің мөлшері су жүйесінің құрылымының аса маңызды көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

Судың ластануын дұрыс бағалауда, сонымен қатар су сынамаларын алуда судың ағынының жылдамдығы мен сипаты, шөгінділер, ластағыш заттардың физика-химиялық қасиеттері, олардың судағы тұрақтылығы сияқты көптеген локалды жағдайларға тәуелді болып келетін заттардың таратылуы аса маңызды орын алады. Әдетте олардың арасында динамикалық тепе-теңдік орнайды. Егер шартты түрде су массасын вертикал жазықтықпен бөлсе, реакциялық қабілеті әртүрлі орындарды бөліп көрсетуге болады: беттік пленка, негігі су массасы және су түбіндегі шөгінді.

Су түбіндегі шөгінді және беттік пленка ластағыш заттардың концентрленетін зоналары болып табылады. Су түбіне суда ерімейтін қосылыстар келіп шөгеді, ал тұнбалар көптеген заттар үшін сорбенттер болып қызмет атқарады.

Суға ыдырамайтын ластағыш заттар да келіп түседі, бірақ олар басқа химиялық қосылыстармен реакцияласуға қабілетті және осының нәтижесінде биологиялық объекттерде (планктон, балық және т.б.) жинақталатын тұрақты заттар түзіледі, ал олар қоректік тізбекпен адам организміне өтеді.

Судың сынамасын алатын орын таңдағанда алынатын сынаманың құрамына әсер етуі мүмкін барлық жағдай ескерілуі тиіс.

Сынаманың екі түрі болады: бір реттік және орташа. Бір реттік сынаманы алғанда судың қажет көлемін бір-ақ рет алады. Орташа сынаманы бірнеше сынамаларды араластыру арқылы дайындайды (бірнеше сынаманың әрқайсысын алу бірдей уақыт өткенде іске асырылады). Уақыт аралығы аз болған сайын орташа сынама дәлдеу бола береді (мысалы, 5 минут сайын алынған сынамалар 10 минут сайын алынған сынамаларға қарағанда дәлірек нәтиже береді).

Анализге алынған суды осы сумен 2-3 рет шайылған таза ыдысқа құяды. Ашық суқоймалардан сынаманы 50 см тереңдіктен алады. Су сынамасын алу үшін арнайы батометр деп аталатын ыдысты пайдаланған жөн. Ыдыстың тығынын судың ішінде ашу керек.

Су сынамасы ұзақ уақыт тұрып қалса, су құрамында айтарлықтай өзгерістер жүруі мүмкін, сол себептен судың анализін сынама алғаннан кейін бірден немесе 12 сағаттан кейін жүргізу керек, ал мұндай мүмкіндік болмаса, химиялық қосылыстарды пайдаланып, суды консервілеу қажет, бірақ консервілейтін зат судың құрамына сәйкес алынады. Белгілі универсалды консерванттар жоқ.

Судың сапасын сипаттайтын көрсеткіштер 3 топқа бөлінеді:

А – судың органолептикалық қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштер;

Ә – судың химиялық құрамын сипаттайтын көрсеткіштер;

Б – судың эпидемиялық қауіпсіздігін сипаттайтын көрсеткіштер.

**1.2. Тәжірибелік бөлім**

**Судың органолептикалық қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштерді (температура, мөлдірлік, түсі, шөгінді, пленка, иісі, дәмі) анықтау**

Органолептикалық қасиеттер адамның оларды айқындау қабілетіне қарай анықталады. Бұлар –судың иісі, дәмі, түсі, мөлдірлігі, лайлылығы,температура, қоспалар (пленка, су организмдері).

**Температура**

Су сынамасын алғаннан кейін бірден немесе суқойманың өзінде анықтайды, ол үшін (цена деления 0,10С) термометр қолданылады. Термометрді суда 5 минуттан кем ұстамайды.

**Мөлдірлік**

Мөлдірлік дәрежесі сұйықтық бағанасының см-мен өлшенген биіктігімен анықталады, осы бағана арқылы арнайы шрифт айқын көрінуі шарт. Ауыз су ретінде пайдаланылатын судың мөлдірлігі 30 см-ден кем болмауы тиіс. Өзен суларының (тау суынан басқа) мөлдірлігі 25 см-ден кем болмауы керек. Табиғи сулардың мөлдірлігі азайған сайын олардың ластануы жоғарылайды деген тұжырымға келеді.

**Қажет құрал-жабдықтар**

1. Жалпақ табанды цилиндр; 2) әріптерінің биіктігі 2 мм-ге тең шрифт, әріптердің жуандығы – 0,5 мм; 3) линейка.

Материалдар: суқоймадан алынған су немесе ластанған су.

**Жұмысты жүргізу барысы**

Анализге дайындалған суды цилиндрге құяды, оның астына 4 см қашықтықта шрифтті орналастырады. Шрифт бірден анық көрінбесе, суды төге бастайды (басқа ыдысқа құйып алуға болады), осылай байқап отырып, суды шрифт анық көрінгенге дейін азайтады. Шрифт анық көрінген кезде қалған судың биіктігін линейкамен өлшейді. Анықтауды жарық кезде (күндіз) жарық түсетін терезеден 1 м қашықтықта жүргізеді.

**Шөгінділер (тұнбалар)**

Бутылкадағы суды шайқап, цилиндрге құяды, судың бағанасының биіктігі шамамен 30 см-ге тең болуы тиіс, осыдан кейін цилиндрді 1 сағатқа қояды (егер сынама ашық суқоймадан алынса) немесе 1 тәулікке қояды (егер сынама жер асты суларынан алынса). Тұнбаны (шөгіндіні) сандық түрде бағалайды (жоқ, аз, байқалатын, көп) және сапалық түрде (құмды, балшықты, ил тәріздес, кристалдық, жапалақ). Тұнбаның түсін сипаттайды. Тұнбаның мөлшері көп болса, су ластанған деп тұжырым жасайды.

**Судың түсі**

Бұл гуминдік заттардың қатысуымен қамтамасыз етілетін табиғи қасиет. Гуминдік заттардың қатысуының нәтижесінде судың түсі сарғыш түстен қоңыр түске дейін өзгереді. Гуминдік заттар топырақтағы органикалық заттар ыдырағанда түзіледі, олар топырақтан шайылып, ашық суқоймаларға келіп түседі. Сол себептен ашық суқоймалардың түсі өзгеріп тұрады және су тасқындары кезеңінде су түсінің өзгеруі қарқынды түрде жүреді. Судың түсі градуспен өлшенеді. Егер судың түсі 200С-қа тең болса, су түссіз деп есептеледі. Осындай суды түссіздендірмей, тұтынушыға жіберуге болады.

**Құрал-жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. Фотоколориметр; 2) цилиндр 100 мл-лік; 2) 1 литрлік өлшеуіш колбалар; 3) дистильденген су; 4) № 1-стандартты ерітінді: 0,0875 г калий бихроматын, 2 г кобальт сульфатын және 1 мл күкірт қышқылын (тығыздығы 1,84 г/мл) дистильденген суда ерітіп, көлемін 1 литрге жеткізеді. Бұл ерітіндінің түсі 5000С - қа тең. 5) № 2- ерітінді: 1 мл концентрленген күкірт қышықылын дистильденген сумен 1 литрге дейін жеткізеді.

Материал: зерттеуге арналған су.

Түстіліктің шкаласын дайындау үшін № 1 және № 2 ерітінділерді келесі кестеге сай араластырады:

Түстіліктің хром-кобальттік шкаласы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № 1-ерітінді | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 |
| № 2-ерітінді | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 95 | 94 | 92 | 90 | 88 | 84 |
| Түстілік градусы | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 |

Судың түсін көзбен көру (визуально) арқылы анықтауға болады. Колориметрлік цилиндрге зерттеуге арналған сүзілген судың 100 мл-ін құяды кесте бойынша дайындалған цилиндрдегі ерітіндімен салыстырып, градусын анықтайды.

Судың түсін дәлірек анықтау үшін фотоколориметр қолдануға болады. Хром-кобальт шкала бойынша градуирленген график құрады. Зерттеуге арналған суды дистильденген сумен салыстырып, фотометрлейді «спектрдің көк түсті аймағында).

Түсі 350С-тан асқан суды қолдануға болмайды.

**Судың иісі**

Судың иісі ұпаймен (балл) бағаланады. Егер судың иісінің ұпайы (балы) 2-ден аспаса, судың иісі жоқ деп есептеледі.

**Қажетті құрал-жабдықтар**

1. Тығыздалып (притертая пробка) жабылатын тығыны бар колба; 2) Көлемі 200 мл-ге тең конус тәріздес колба; 3) сағаттық шыны (часовое стекло); 4) электр плитка, термометр.

**Жұмысты орындау барысы**

Тығыздалып (притертая пробка) жабылатын тығыны бар колбаның 2/3 көлемін зерттеуге арналған сумен толтырады, жақсылап шайқайды, тығынды ашып, суды иіскейді. Судың иісі айқындау шығу үшін суды қыздырады. Көлемі 200 мл-ге тең конус тәріздес колбаның ½ көлемін зерттеуге арналған сумен толтырады, сағаттық шынымен жауып, 600С-қа дейін қыздырады. Осыдан кейін колбаны айналдыра отырып, шайқайды да, шыныны жылжытып, суды иіскейді.

Иістің қарқындылығын 5-ұпайлық шкаламен бағалайды:

0 – иіс білінбейді; 1 – тек өте тәжірибелі маман анықтай алады; 2 – әлсіз иіс, тек иіс бар деген нұсқау болса, анықтауға болады; 3 – білінетін иіс, тұтынушы анықтай алады және ол наразылық білдіреді; 4 – анық білінетін иіс, кез келген адам сезеді, бұл суды ауыз су ретінде пайдалануға болмайды; 5 – өте айқын білінетін күшті иіс, бұл суды мүлде пайдалануға болмайды.

Судың табиғи иістерін кестедегі терминологияға сүйене отырып сипаттайды.

|  |  |
| --- | --- |
| Символ | Иістің сипаты |
| А | Хош иісті (ароматный) |
| Б | Батпақтық (болотный) |
| Г | Шіріген заттың иісі (гнилостный) |
| Д | Ағаштың иісі (древесный) |
| З | Топырақ иісі (землистый) |
| П | Көгерген иіс (плесневый) |
| Р | Балық иісі (рыбный) |
| С | Күкіртсутектік иіс (сероводородный) |
| Т | Шөптің иісі (травянистый) |
| Н | Белгісіз иіс (неизвестный) |

Табиғи таза суларда ешқандай иіс болмайды.

**Судың дәмі немесе татымы (привкус)**

Судың дәмі ұпайлармен анықталады. Егер судың иісі 2 ұпайдан кем болса, судың дәмі жоқ болып есептеледі.

Анықтау температура 200С-қа тең болғанда қауіптілігі жоқ сумен жүргізіледі. Суды ұрттап ішеді, бірақ жұтпайды. Судың дәмін (тұзды, ащы, қышқыл, тәтті) немесе татымы (привкус) (сілтілік, темір дәмі, ауызды қуыратын дәм және т.б.) анықтайды және иіс анықтағандағыдай шкаламен бағалайды.

Егер судың иісі және дәмі 2 ұпайдан жоғары болса, оны қолдану шектеледі, себебі айқын байқалатын иіс пен дәм судың ағызынды сулармен ластанғаны жөнінде немесе суда көк-жасыл балдырлардан бөлінетін биологиялық белсенді заттар бар екені жөнінде мәлімет береді.

Сұрақтар

1. Өнеркәсіп мекемелерінен табиғи суқоймаларға келіп түсетін ластағыштарды атап өтіңіздер.
2. Ластағыштардың табиғи су объекттеріне тигізетін әсерлерін атаңыздар.
3. Судың ауыр металдармен ластануының көздерін атап өтіңіздер.
4. Судың мұнай өнімдерімен ластануының салдарлары қандай?
5. Судың органолептикалық қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштерді атаңыздар.

Әдебиет

1. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды:Учеб.пособие студ. высш.учеб.заведений. – М.: гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
2. **№ 2 зертханалық жұмыс. Судың химиялық құрамының зиянды емес екенін екенін сипаттайтын көрсеткіштер**

Құрғақ қалдық, жалпы кермектік, рН көрсеткіші (активная реакция рН), сілтілік, Ca2+, Na+, НСО-3, Cl-, SО2-4, Mg2+ - иондары судың табиғи құрамын сиапаттайды. Суда Al, Ве, Mn, Cu иондарының, сонымен қатар Pb, Zn, Ag, V полифосфаттарының, радий-226, стронций-90, As және т.б. заттардың болуы суда ағызынды сулармен келіп түсетін химиялық заттардың болуының көрсеткіші. Темір иондары таза табиғи суларда, сонымен қатар ол ағызынды сулармен де келіп түседі.

**2.1. Судың рН-ын анықтау (определение активной реакции рН)**

Табиғи сулардың көпшілігінде рН= 6,5 – 8,5 аралығында болады, оның мәні бос күйіндегі көміртек диоксидінің концентрациясына және бикарбонат-иондарының концентрациясына тәуелді рН-тың төмен мәндері қышқылды батпақтық суларға тән. Жаз айларында, фотосинтез қарқынды жүретін кезде рН мәні 9,0-ге дейін көтеріледі. рН мәніне карбонаттардың, гидроксидтердің, гидролизге ұшырауға қабілетті тұздардың, гуминдік заттардың әсері тиеді. Бұл көрсеткіш (рН) ашық суқоймалардың қышқылды және сілтілі ағызынды сулармен ластануының көрсеткіші болып табылады.

Суда жүретін химиялық және биологиялық процестердің нәтижесінде және көмір қышқылының азаюына байланысты рН тез арада өзгереді, сол себептен рН-ты су сынамасын алғаннан кейін бірден анықтау қажет.

рН-ты анықтау үшін арнайы реактивтер қолданылады **–** индикаторлар, сонымен қатар рН-метрлер. Универсалды индикаторлық қағазбен рН-ты анықтау дәлдігі 0,2-0,3. Түсі анық байқалатын сулардың рН-ын индикаторлармен анықтауға болмайды.

Судың рН-ын электрометриялық (потенциометриялық) әдіспен анықтаудың дәлдігі жоғары (0,02-ге дейін), бұл әдіспен кез-келген (түсі анық байқалатын, лай, тұзды) судың рН-ын анықтауға болады.

Потенциометриялық әдіс электродтың шыны мембранасының сыртқы беті және зерттеуге арналған сұйықтықтың арасындағы шекарада пайда болған потенциалдар айырмасын өлшеуге, сонымен қатар мембрананың ішкі беті және стандартты ерітіндінің арасында пайда болған потенциалдар айырмасын өлшеуге негізделген. Шыны электродтың ішіндегі стандартты ерітіндісіндегі сутек иондарының концентрациясы тұрақты болады, сол себептен мембрананың ішкі бетіндегі потенциал өзгермейді. Өлшенетін потенциалдар айырмасы электродтың шыны мембранасының сыртқы беті және зерттеуге арналған сұйықтықтың арасындағы потенциал болып табылады. рН 1 бірлікке өзгергенде электродтың потенциалы 58,1 мв-ке өзгереді (200С). Электрод потенциалының рН-қа сызықтық тәуелділігінің шегі шыны электродтың қасиеттеріне байланысты. Анықтаудың нәтижесі судың түсіне, лайлылығына, қалқымалы бөлшектердің, бос хлордың, тотықтырғыштардың және тотықсыздандырғыштардың болуына, тұздардың концентрациясының жоғары болуына тәуелді емес. Температураның әсері қондырғы құрылымына орналастырылған арнайы құралмен жойылады.

рН-ты өлшеу үшін әртүрлі маркалы потенциометрлер (рН-метрлер) қолданылады. Бұл қондырғылардың шыны электродтары буферлі ерітінділермен калибрленеді.

**Қондырғы, реактивтер, материалдар**

1. рН-метр; 2) эталондық ерітінділер; 3) дистильденген су; 4) көлемі 200-мл-ге тең стакандар – 4 дана; 5) фильтр қағазы.

Материал: грунт суы, жер бетіндегі сулар, ағызынды сулар.

**Жұмысты орындау барысы**

Жұмысты орындаудың алдында қондырғының инструкциясымен танысу қажет. Инструкцияға сүйене отырып грунт суы, жер бетіндегі сулар, ағызынды сулардың рН-ын анықтайды.

**2.2. Судың жалпы кермектігін анықтау**

Судың жалпы кермектігі (Нжалпы) – судың табиғи қасиеті, ол суда негізінен кальций және магний катиондарының болуына байланысты пайда болған. Кермектіктің түрлері: жалпы, карбонаттық, тұрақты және жоюға болатын уақытша кермектік.

Уақытша кермектік (Нуақытша) және карбонаттық кермектікті (Нк) кальций мен магнийдің бикарбонаттары (карбонаттары) қамтамасыз етеді.

Қайнату кезінде бикарбонаттар аз еритін карбонаттарға айналады және тұнбаға түседі, сол себептен ыдыстың түбінде және қабырғаларында шұгінділер (накипь) пайда болады, ал судың кермектігі төмендейді. Бірақ қайнату кезінде бикарбонаттар толық бұзылмайды, олардың бір бөлігі суда қалады. Уақытша кермектікті эксперименталдық әдіспен анықтауға болады, ол суды қайнатқан кезде кермектік қанша бірлікке азаятынын көрсетеді. Уақытша кермектік әрқашанда карбонаттық кермектіктен төмен. Тұрақты кермектік (Нт) және карбонаттық емес кермектік (Ннк) суда кальций және магнийдің хлоридтері, сульфаттары және басқа карбонаттық емес тұздарымен қамтамасыз етіледі. Кермектіктің бұл түрлері:

Нт **=** Нжалпы **–** Нуақытша; Ннк **=** Нжалпы **–** Нкарб.  формулалары арқылы есептеледі.

Егер судың жалпы кермектігі 3,5 мг-экв/л-ден кіші болса, су жұмсақ су деп сипатталады, ал егер кермектік 3,5 **–** 7 мг-экв/л аралығында болса, су – орташа кермектікке ие, ал 7 – 10 мг-экв/л аралығында болса, су өте кермекті болып саналады.

Судың кермектігі 10 мг-экв/л-ден жоғары болғанда оның дәмі жағымсыз. Өте жұмсақ суды пайдаланып жұріп, бірден кермектігі жоғары суды пайдалану адамдардың денсаулығына кері әсерін тигізеді.

Жалпы кермектікті трилонометриялық әдіспен анықтайды. Негізгі жұмысшы ерітінді болып трилон Б – этилендиаминтетрасірке қышқылының екі натрийлі тұзы табылады. Кальций және магний иондарының қосынды мөлшерін анықтау трилон Б қосылысының осы иондармен сілтілі ортада берік комплексті қосылыстарын түзу қабілетіне негізделген, бұл кезде сутек иондары кальций және магний иондарына алмастырылады.

Са2+ + Nа2Н2R → Nа2СаR + 2Н+

Мұнда R – этилендиаминтетрасірке қышқылының радикалы.

Индикатор ретінде қара хромоген (хромоген черный) қолданылады, олMg2+ -ионымен қызыл шарап түстес қосылыс түзеді, ал Mg2+  жоқ болған кезде көк түске боялады. Реакция рН=10 болғанда жүреді, рН мәнін 10-ға тең етіп ұстау үшін ерітіндіге (NН4ОН + NН4Cl) буферлі ерітіндісін қосады. Ең алдымен кальций иондары реакцияға түседі, содан кейін магний иондары. Анықтауға мыс (>0,002 мг/л), марганец (>0,05 мг/л), темір (>1,0 мг/л), алюминий (>2,2 мг/л) иондары кедергі жасайды.

**Құрал жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. бюретка – 1 дана; 2) пипеткалар: 15 мл – 1 дана, 100 мл – 1 дана; 3) көлемі 250 мл-ге тең конус тәріздес колба – 1 дана, 4) капельница – 1 дана, 5) 100 мл-лік өлшеуіш цилиндр – 1 дана; 6) 0,05 н трилон Б ерітіндісі; 7) 0,05 н MgSО4 ерітіндісі; 8) аммиакты буферлі ерітінді (NН4ОН + NН4Cl); 9) қара хромоген индикаторы.

Материал: ластанған су немесе суқойма суы.

**Жұмысты орындау барысы**

1. Трилон Б ерітіндісінің эквиваленттік (нормальдық) концентрациясын анықтау 0,05 н MgSО4 ерітіндісімен жүргізіледі.

Конус тәріздес колбаға пипеткамен 0,05 н MgSО4 ерітіндісінің 15 мл-ін құяды, осыған 85 мл дистильденген су және 5 мл аммиакты буферлі ерітінді, 5 тамшы қара хромоген индикаторын қосады да, трилон Б ерітіндісімен көгілдір түс пайда болғанға (демек магний ионы жоқ болғанға) дейін титрлейді. Титрлеу жүрген кезде ерітінді түсі шарап түстес қызылдан сиякөк, қоңыр көкке дейін өзгеріп, көгілдір түске ауысады және өзгермейді.

Титрлеу 2 рет жүргізіледі, трилон Б концентрациясына түзету:

К = формуласы бойынша енгізіледі.



Сынаманың жалпы кермектігін анықтау

Зерттеуге арналған судың 100 мл-ін конус тәріздес колбаға құяды, осыған буферлі ерітінді мен индикаторды (олардың мөлшерлері түзету коэффициентін анықтағандағыдай болады) қосады да, трилон Б ерітіндісімен титрлейді. Титрлеуді бірнеше рет қайталайды және нәтижелердің орташа мәнін алады.

Жалпы кермектікті (мг·экв/л):

Нжалпы



формуласы бойынша есептейді, мұнда:

n – титрлеуге жұмсалған трилон Б ерітіндісінің көлемі, мл;

К – трилон Б ерітіндісінің концентрациясына енгізілетін түзету коэффициенті;

V – сынаманың көлемі, мл;

N – трилон Б ерітіндісінің нормалдылығы.

**2.3. Хлоридтерді анықтау**

Хлоридтердің ерігіштігі жоғары, сондықтан олар барлық дерлік табиғи сулардың құрамында болады. Ағындар бар суқоймаларда хлоридтердің концентрациясы әдетте жоғары емес (20-30 мг/л). Топырағы тұзды емес жерлердегі ластанбаған жер асты суларда хлоридтердің концентрациясы әдетте 30-50 мг/л болады. Ал тұзды топырақ арқылы өтетін сулардың 1 литрінде жүздеген немесе мыңдаған милиграмм хлоридтер бар. Егер судың құрамындағы хлоридтердің концентрациясы 35 мг/л-ден асатын болса, судың дәмі тұздылау, ал хлоридтердің концентрациясы 500-1000 мг/л болса, бұл су асқазан жұмысына кері әсерін тигізеді. Хлоридтердің концентрациясы жер асты, жер беті суларының және ағызынды сулардың көрсеткіші болып табылады. Хлоридтерді Мор әдісімен анықтайды.

Мор әдісі хлоридтерді күміс нитратымен калий хроматының қатысында тұндыруға негізделген. Суда хлоридтер болған жағдайда AgNО3 олармен реакцияласады, содан кейін калий хроматымен әрекеттесіп, қына сары (оранж) түсті тұнба түрінде шөгеді.

NаCl + AgNО3 = AgCl↓ + NаNО3

2AgNО3 + К2CrО4 = Ag2CrО4↓+ 2КNО3

**Құрал жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. Көлемі 200 мл-ге тең конус тәріздес колба; 2) 10 мл-лік пипеткалар; 3) көлемі 100 мл-ге тең өлшеуіш цилиндрлер; 4) титрлеуге арналған бюреткалар; 5) дистильденген су; 6) 0,01 н AgNО3 ерітіндісі: 1,6987 г AgNО3  тұзын 1 литр дистильденген суда ерітеді; 7) 0,01 н NаCl ерітіндісі: фиксаналдан дайындайды; 8) 5**%** К2CrО4  ерітіндісі.

Материал: ластанған су немесе суқойма суы.

**Жұмысты орындау барысы**

AgNО3 ерітіндісінің титрін анықтау мақсатында көлемі 200 мл-ге тең конус тәріздес колбаға NаCl ерітіндісінің 10 мл-ін, 90 мл дистильденген су құяды және 5 тамшы К2CrО4 қосады. Алынған ерітіндіні AgNО3 ерітіндісімен титрлейді, бұл кезде лимон түстес сары лай ерітіндінің түсі оранж-қызыл түске дейін өзгереді, бұл түс 15-20 секунд бойы тұрақты болып тұрады.

AgNО3 ерітіндісінің титріне түзету коэффициентін титрлеудің 3 нәтижесінен:

К



формуласы бойынша есептейді, мұнда: П1,П2,П3 – титрлеуге жұмсалған AgNО3 ерітіндісінің көлемі, мл.

Егер зерттелетін суда хлоридтердің мөлшері 250 мг/л-ден кем болса, титрлеу үшін 100 мл алады. Ал хлоридтердің көлемі осы мөлшерден көп болса, 10-50 мл алады. Судың сынамасын екі конус тәріздес колбаға құяды, судың көлемін дистильденген сумен 100 мл-ге дейін жеткізеді, 5 тамшы К2CrО4  ерітіндісін қосады. Бірінші колбадағы ерітіндіні AgNО3 ерітіндісімен титрлейді, ал екінші колбадағы ерітіндіні бақылау (салыстыру) мақсатында пайдаланылады.

Концентрацияны есептеу:Х,



мұнда: Х – хлор-иондарының мөлшері, мг/л;



П- титрлеуге жұмсалған AgNО3 ерітіндісінің көлемі, мл;

К – түзету коэффициенті;

0,355 – 0,01н AgNО3 ерітіндісінің 1 мл-не эквивалентті хлордың мөлшері, мг;

V- зерттеуге алынған судың көлемі, мл.

**2.4. Темірдің жалпы мөлшерін фотометриялық әдіспен анықтау**

Жер беті суларында темір (ІІ) иондары айтарлықтай тұрақты күйде гуминқышқылды темір күйінде, жер асты суларында негізінен бикарбонат - Ғе(НСО3)2 түрінде болады. Жер асты сулары ауамен контактта болған кезде темір (ІІ) бикарбонаты тотығады және қоңыр түсті Ғе(ОН)3 түзіледі, осы кезде су лайланады және сары түс пайда болады (егер темір иондарының мөлшері 0,3 мг/л-ден асса. Егер суда темірдің мөлшері 1 мг/л-ден асса, судың дәмі ауызды қуыртатындай болады. Темірдің мөлшері жоғары болғанда судың органолептикалық қасиеттері нашарлайды, суды май-ірімшік өндірісінде, тоқыма өндірісінде қолдануға болмайды, судағы микрорганизмдердің өсуі қарқындайды, ал бұл үдеріс құбырлардың қабырғаларында артық шөгінділердің пайда болуына әкеледі. Құбырлардағы сулардағы темірдің мөлшері 0,3 мг/л-ден аспауы шарт.

Кейбір ағызынды суларда темір өте көп мөлшерде кездеседі, мысалы травильді цехтардың ағызындыларында, мата бояу өндірісінің ағызынды суларында.

Темірді анықтауға арналған суды консервілеудің қажеттілігі жоқ. Анықтау сульфацил қышқылының сілтілі ортада (рН= 8-11,5) Ғе (ІІ) және Ғе(ІІІ) иондарымен сары түске боялған кешенді қосылыс түзуіне негізделген. Бұл қосылыстың құрамы: [Ғе(НСО3)·С6Н3(ОН)(СООН3)]3-.

Кешенді қосылыстың түсінің қанықтылығы ерітіндідегі темірдің концентрациясына тәуелді. Оны фотоколориметрде өлшейді және оптикалық тығыздықтың мәні бойынша темірдің концентрациясын анықтайды. Егер суда органикалық заттардың мөлшері көп болса, олар анықтауға кедергі жасайды.

**Құрал-жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. Фотоэлектроколориметр; 2) электроплитка; 3) 1 мл-лік және 10 мл-лік пипеткалар (деление бар) және 2-мл-лік, 5 мл-лік, 10 мл-лік пипеткалар (делениесіз). 4) көлемі 25-30 мл-ге тең пробиркалар; 5) көлемі 200 мл-ге тең, қыздыруға шыдамды стакан (термостойкий стакан); 6) көлемі 100 мл-ге тең өлшеуіш колба; 7) дистильдеген су; 8) сульфацил қышқылы, 10%-дық ерітінді; 9) аммиак, 10%-дық ерітінді (2:3): аммиактың 25%-дық ерітіндісінің 200 мл-ін 300 мл дистильденген сумен араластырады; 10) күкірт қышқылы, ч.д.а., тығыздығы 1,84 г/мл; 11) азот қышқылы, х.ч.; 12) темірдің стандартты ерітіндісі (темір-аммоний ашудасы (NН4)2SО4·Ғе2(SО4)3·24Н2О). Ашудастың 0,8634 грамын дистильденген суда ерітіп, 10 мл концентрленген күкірт қышқылын қосады, ерітінді көлемін өлшеуіш колбада 1 литрге дейін жеткізеді. Осы ерітіндіден 100 мл алып, өлшеуіш колбада 1 литрге дейін жеткізеді. Жұмысшы ерітіндінің 1 мл-інде 0,01 мг темір болады.

Материал: гальваникалық цехтың ағызанды ластанған суы, суқойма суы.

**Жұмысты орындау барысы**

Судың сынамасын жақсылап шайқап, араластырады, фильтрлеуге болмайды. Егер сынаманың түсі боялған болса немесе суда органикалық заттар көп болса, суды минералдандыру қажет. Минералдандыру: көлемі 200 мл-ге тең қыздыруға төзімді стаканға зерттелуге арналған суды құяды, бұл суда 0,01-0,1 мг Ғе болуы шарт, 2 мл күкірт қышқылын қосады, суды электр плиткасында қыздырып, SО3 бөлінгенге дейін (қою, ақ булар) буландырады. Қыздыруды тоқтатпай, стаканға 2-3 тамшы концентрленген азот қышқылын қосады, осы кезде сұйықтық мөлдірленеді және түссізденеді.

Өнделген судың сынамасын көлемі 100 мл-ге тең өлшеуіш колбаға құяды. Колбаға 10%-дық сулфацил қышқылының 5 мл-ін қосады, 10 %-дық аммиак ерітіндісінің 5 мл-імен нейтралдайды (артық мөлшерде). Аммиактың артық мөлшерінің болуы ерітіндінің сары түске боялуынан және аммиактың иісінен байқалады. Ерітіндісуығаннан кейін оның көлемін таңбаға дейін жеткізеді, мұқият араластырады және аммиак қосылғаннан бастап 10 минут өткеннен кейін оптикалық тығыздығын өлшейді. Темірдің мөлшерін калибрлік график бойынша анықтайды.

Егер су түссіз болса және оның құрамында органикалық заттар болмаса, судың сынамасының 10 мл-ін көлемі 25-30 мл-ге тең колориметрлік пробиркаға құяды. Осыған сульфасалицил қышқылының 5 мл-ін және 5 мл аммиак қосады да араластырады. 10 минуттан кейін фотоколориметрде толқын ұзындығы 420 нм-ге тең болғанда оптикалық тығыздығын өлшейді.

Калибрлік график тұрғызу үшін пробиркаларға жұмысшы ерітіндінің 0,1; 0,3; 0,5; 0,6; 0,8; 1 мл-ін құяды дистильденген сумен 10 мл-ге дейін сұйылтады, осыдан кейін суды зерттегендей жалғастырады. Калибрлік график құрады.

Темірдің концентрациясын (С мг/л): С= Сх· 100 формуласы бойынша есептейді. Мұнда: Сх – калибрлік график бойынша анықталған темірдің концентрациясы.

Стандарттар шкаласы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Стандарттың нөмірі | Темірдің стандартты ерітіндісі, 0,01 мг/мл, мл | Дистильденген су, мл | Темірдің мөлшері, мг |
| 1 | 0,1 | 9,9 | 0,001 |
| 2 | 0,3 | 9,7 | 0,003 |
| 3 | 0,5 | 9,5 | 0,005 |
| 4 | 0,6 | 9,4 | 0,006 |
| 5 | 0,8 | 9,2 | 0,008 |
| 6 | 01,0 | 9,0 | 0,01 |

2.5. **Судың эпидемиялық қауіпсіздігін сипаттайтын көрсеткіштерін анықтау**

Бұл көрсеткіштер екі топшаға бөлінеді:

1 – санитарлық-микробиологиялық көрсеткіштер,

2 – санитарлық химиялық көрсеткіштер.

Бірінші топша: микробтық сан, коли-индекс, коли-титр,, патогендік бактериялар мен вирустардың болуы.

Санитарлық-микробиологиялық көрсеткіштер судың қауіпсіздігінің ең маңызды көрсеткіштері болып табылады, ал санитарлық-химиялық көрсеткіштер жанама көрсеткіштер болып табылады. Бұл көрсеткіштер суда органикалық заттардың немесе олардың ыдырауының нәтижесінде түзілетін заттардың болуына нұсқайды. Оларды анықтау үшін химиялық әдістер қолданылады.

Перманганаттық және бихроматтық тотығу қабілеті еріген органикалық затты тотықтыруға жұмсалған тотықтырғыштардағы (калий перманганатының немесе бихроматының қышқыл ерітінділеріндегі) оттектің мөлшерін көрсетеді.

Оттекті биохимиялық пайдалану (ОБП) – органикалық заттардың микроорганизмдердің әсерімен белгілі бір уақыттың кесіндісінде тотығуына жұмсалатын еріген оттектің мөлшері.

Табиғи суларда азоттың қосылыстары минералдық түрде де, органикалық түрде де кездеседі. Минералдық түрлері: аммоний ионы, нитриттер, нитраттар. Органикалық түрлері: төменгі молекулалы қосылыстар (амин қышқылдары, мочевина т.б.). Жер бетіндегі сулардағы азоттың концентрациясы жүздеген микрограмдардан 1 мг/л-ге дейін өзгереді.

Аммоний тұздары, азотты және азот қышқылдарының тұздары, хлоридтер суда органикалық заттардың қалдықтарының, қи мен зәрдің ыдырауының нәтижесінде түзілетін заттар ретінде болады. Олармен бірге суқоймаларға инфекциялық аурулар шақыратын микроорганизмдер келіп түседі, сол себептен бұл заттар судың эпидемиялық қауіпсіздігінің жанама көрсеткіштері болып табылады. Құрамында азот бар қосылыстардың мөлшері және олардың ара қатынастары бойынша ластану туралы тұжырым жасайды. Мысалы, суда аммоний тұздарының болуы органикалық ластағыш заттар жақын арада келіп түскені туралы мәлімет береді. Суда нитриттер меннитраттардың болуы (аммоний жоқ болғанда) судың өздігінен тазаруының аяқталғаны туралы мәлімдейді. Ал суда осы қосылыстардың барлығының болуы судың тұрақты түрде органикалық заттармен ластануы жөнінде мәлімдейді.

Дегенмен бұл қосылыстардың суда табиғи түрде болуын және өсімдік қалдықтарымен түсу мүмкіндіктерін де ескеру қажет. Сол себептен су құрамын динамикалық түрде зерттеп, бақылаудың маңызы аса зор. Органикалық ластанудың дәрежесі туралы судың тотығу қабілеті бойынша тұжырым жасауға болады. Судың тотығу қабілетінің жоғары болуы немесе оның маусымдық емес түрде күрт өзгерістерге ұшырауы органикалық заттардың тұрақты түрде түсуі орын алатынын көрсетеді.

**2.6. Судың перманганаттық тотығу қабілетін анықтау**

Судың тотығу қабілеті дегеніміз – жасанды түрде енгізілетін тотықтырғыштың (мысалы, KMnO4 немесе K2Cr2O7) оттегінің судағы органикалық заттардың тотығуына жұмсалған мөлшері. Тотығу қабілетінің екі түрі – перманганаттық және бихроматтық – болады.

Органикалық заттардан басқа , Ғе2+, Mn2+, Н2S тәріздес кейбір бейорганикалық заттар да тотығуға ұшырайды.Тотықтырғыштардың мөлшері көп болған кезде олардың судың тотығу қабілетіне әсері есептеулерде ескеріледі.



Органикалық заттардың шығу тегі және олардың суда болатын мөлшері әртүрлі. Олардың оттекке қатысты химиялық қасиеттері де әртүрлі: кейбір заттардың тотығу қабілеті өте төмен болса, кейбір заттар өте жеңіл түрде тотығады. Табиғи сулардағы органикалық заттардың мөлшерін тура жолмен анықтау өте қиын да күрделі жұмыс болып табылады. Сол себептен жанама әдістерді пайдаланады. Осындай әдістердің бірі – судың перманганаттық тотығу қабілетін анықтау. Бұл әдіспен тез және жеңіл түрде тотығатын заттарды анықтайды. Бихроматтық тотығу қабілеті органикалық заттардың толық (жеңіл түрде де қиын түрде де) тотығуын сипаттайды, тек кейбір белоктық заттардың тотығуы туралы мәлімет бере алмайды. Әдетте перманганаттық тотығу барлық органикалық заттардың тотығуының 40–50% –на сәйкес болады, ал бұл үлес органикалық көміртектің СО2 – ге дейін толық тотығуын көрсетеді.

Тотығу қабілетінің жоғары болуы судың ластану дәрежесінің жоғары екеніне нұсқайды. Тереңдегі жер асты суларының тотығу қабілеті төмен (1– 2 мг/л О2) болады, олар 1-класқа жатады. 2 және 3-класқа жататын жер асты суларының тотығу қабілеті жоғарылау болады, бірақ 5 және 15 мг/л О2 мәнінен аспайды. Грунттық суларда тотығу қабілеті әдетте жоғарылау (2 – 4 мг/л), бұл мән судың түстілігі артқан сайын арта түседі. Сол себептен түссіз сулардың тотығу қабілеті жоғары болса, бұл су ластанған су болып табылады. Ашық суқоймалардың суларының тотығу қабілеті 5 – 6 мг/л (өзендерде), 6 – 8 мг/л ( суқоймаларда – водохранилище), ал батпақтық суларда арта түседі. Перманганаттық тотығу 3,0 мг/л-ден аспаған жағдайда су шаруашылық мақсаттарда және ауыз су ретінде пайдаланылады.

Суда органикалық заттардың мөлшері артқан сайын оның бактериалдық ластануының деңгейі де арта түседі.

Анықтау KMnO4 қосылысының қышқылды ортада күшті тотықтырғыш болып табылып, судағы тотықсыздандырғыштармен (органикалық қосылыстар, темір (ІІ) тұздары, нитриттер) әрекеттесуіне негізделген. Бұл кезде:

+ 8Н+ + 5е → Mn2+ + 4Н2О



реакциясы жүреді, ал KMnO4  қосылысының артық мөлшері ерітіндіге енгізілген қымыздық қышқылының ерітіндісімен әрекеттеседі:

+ 5Н2С2О4 + 6Н+ → 2Mn2+ + 10СО2 + 8Н2О



Реакцияға түспеген қымыздық қышқылының артық мөлшерін келтірілген теңдеу бойынша калий перманганатымен титрлейді. Егер судың тотығу қабілеті 4 мг/л О2 –ден аспаса, әдістің дәлдігі 0,4 мг/л О2 құрайды, ал тотығу қабілеті жоғарылау болған жағдайда, дәлдік 10%-ды құрайды.

**Құрал-жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. Титрлеуге арналған бюретка; 2) 10 мл-лік, 15 мл-лік, 50 мл-лік, 100 мл-лік пипеткалар; 3) көлемі 250 мл-ге тең қыздыруға шыдамды конус тәріздес колба; 4) шыны воронка; 5) 0,01 н KMnO4  ерітіндісі; 6) электроплитка; 7) 0,01 н қымыздық қышқылының ерітіндісі; 8) күкірт қышқылы (1:3), күкірт қышқылының құрамында болуы мүмкін тотықсыздандырғыштарды алдын-ала суық жағдайда KMnO4  ерітіндісімен ашық қызғылт түске дейін тотықсыздандырады);

Материал: жер бетіндегі суқойма суы.

**Жұмысты орындау әдістемесі**

Қыздыруға шыдамды конус тәріздес колбаға пипеткамен зерттеуге арналған судың 100 мл-ін құяды, 5 мл күкірт қышқылын (1:3) және 15 мл 0,01 н KMnO4  ерітіндісін (бюреткадан) қосады. Суды қыздырады, булану басталғаннан кейін суды 10 минут қайнатады. Су қайнаған кезде шашырамау үшін колбаға шыны воронка қояды.

Судың қайнау барысында калий перманганатының түсі өзгерістерге ұшырайды.

1. Егер сұйықтық түссізденіп кетсе, бұл көлемде тотықсыздандырғыштардың көп болғаны, мұндай жағдайда анықтауды аз көлем алып қайталау қажет (аз көлем алғанда сынаманың көлемін дистильденген сумен 100 мл-ге жеткізу қажет);
2. Сұйықтық қошқыл қоңыр түске ие болады, демек күкірт қышқылының мөлшері жеткіліксіз, бұл кезде ерітіндіге тағы да күкірт қышықылын қосып, анықтауды жалғастырады;
3. Сұйықтық қызылдау түске ие болады немесе 10 минут қайнатқаннан кейін де сия көк (фиолет) болып қалады, демек анықтау дұрыс жүріп келеді.

Түсі сия көк ерітіндіге пипеткамен 15 мл 0,01н Н2С2О4  (қымыздық қышқылының мөлшері бастапқыда алынған калий перманганатының мөлшеріне тең болуы шарт). Сұйықтық бұл кезде түссізденеді, Н2С2О4 атом күйіндегі оттекпен тотығады (атом күйіндегі оттек KMnO4 –ының ыдырауының нәтижесінде түзіледі. KMnO4  қосылысының бір бөлігі судағы органикалық заттардың тотығуына жұмсалады, сол себептен сынамаға 15 мл Н2С2О4  қосылған кезде бұл қосылыстың артық мөлшері пайда болады. KMnO4 ерітіндісі құйылған бюретканы толықтырмай тұрып, сынаманы қызғылт түс пайда болғанға дейін титрлейді. KMnO4  қосынды көлемін жазады (алғашқы құйылған және титрлеуге жұмсалған). Бұл көлемді «А» деп белгілейді.

2.7. **Аммоний иондарын анықтау**

Аммоний иондарын Несслер реактивінің көмегімен фотометриялық әдіспен анықтайды. Әдістің ұстанымы аммоний иондарының Несслер реактивімен әрекеттесіп меркуаммоний иодидін түзуіне және осыған байланысты ерітіндінің сары-қоңыр түске ие болуына негізделген. Сары қоңыр түстің қанықтылығы судағы аммоний иондарының концентрациясына пропорционалды. Жүретін реакция:

+ 2К2НgI4 + 2КОН → Нg2I3 + 5КІ + 2Н2О.



Әдетте су құрамында болатын кальций, магний тұздары Несслер реактивімен әрекеттескенде тұнбаға түсуі мүмкін, сол себептен оларды шарап қышқылды натрий-калий (сегнет тұзы) ерітіндісімен тұнбаға түсіреді. Аммонийді анықтау диапазоны – 0,05 – 4 мг/л.

Әдетте таза табиғи суларда аммоний тұздарының концентрациясы 0,01-0,1 мг/л, суқоймаларда аммиактың (азот бойынша) ЗЖЖК (ПДК) 2 мг/л-ге тең.

**Құрал-жабдықтар, реактивтер, материалдар**

Фотоколориметр; 2) электроплитка; 3) 50 мл-лік, 100 мл-лік өлшеуіш колбалар; 4) 1 мл, 10 мл бөлгіш шкаласы бар пипеткалар, 10 мл-лік бөлгіш шкаласы жоқ пипетка; 5) сегнет тұзының ерітіндісі ( КNаС4Н4О6·4Н2О) – осы тұздың 50 грамын қыздыра отырып, дистильденген суда ерітеді, ерітінді көлемін 100 мл-ге дейін жеткізеді, араластырады, сүзеді, NаОН-тың 10%-дық ерітіндісінің 5 мл-ін қосады және аммиак іздерін жою мақсатында 30 минут қайнатады. Ерітінді көлемін қайтадан 100 мл-ге дейін жеткізеді. 6) Несслер реактиві (К2НgI4 – калий тетраиодмеркуратының сілтілі ерітіндісі, сатылымға түсетін препарат); 7) аммиаксыз су – сілті қосылған дистильденген су (NаОН-тың 5 %-дық ерітіндісінің 25 мл-ін дистильденген суда ерітіп, көлемін 1 литрге дейін жеткізеді және қайнатады). 8) NH4Cl тұзының стандартты ерітіндісі. Негізгі ерітінді: аммиаксыз суда 296,5 мг 1000С-та кептірілген сусыз NH4Cl ерітеді, осы сумен көлемін 100 мл-ге дейін жеткізеді; осы ерітіндінің 1 мл-інде 100 мкг - иондары болады. Жұмысшы ерітінді: негізгі стандартты ерітіндінің 5 мл-ін аммиаксыз дистильденген сумен сұйылтып, көлемін 100 мл-ге дейін жеткізеді; осы ерітіндінің 1 мл-інде 5 мкг - иондары болады.



Материал: суқойма суы.

**Жұмысты орындау әдістемесі**

Су сынамасының 100 мл-не 0,2 мл сегнет тұзының ерітінідісін және Несслер реактивінің 0,2 мл-ін қосады, араластырады және 10 минуттан кейін 425 нм-де қалыңдығы 1 см-ге тең кюветада дистильденген судың фонында оптикалық тығыздықты өлшейді. Алынған оптикалық тығыздықтың мәнінен бос сынаманың (холостая проба) оптикалық тығыздығын алып тастайды. Аммоний иондарының концентрациясын калибрлік график бойынша анықтайды.

**Калибрлік график құру**

Көлемі 50 мл-ге тең өлшеуіш колбаларға стандартты NH4Cl ерітіндісінің 0,1,2,3,4,6 және 10 мл-ін құяды. Стандартты ерітіндінің 1 мл-інде 5 мкг - иондары бар. Осы ерітінділердің көлемін аммиаксыз дистильденген сумен таңбаға дейін жеткізеді, араластырады, әрбір колбадан 10 мл-ден сынама алып, пробиркаларға құяды. Ерітінділердегі аммоний иондарының концентрациялары 0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,6 және 1 мг/л-ге тең. Аммоний иондарының концентрациясын жоғарыда келтірілген әдістеме арқылы анықтайды. Алынған оптикалық тығыздық мәндерінен бос (холостая проба) сынаманың оптикалық тығыздықтарын анықтайды.



2.8. **Нитритті азотты анықтау**

Әдіс нитрит-иондарының біріншілік ароматтық аминдермен айқын түске боялған диазоқосылыстар түзе әрекеттесуіне негізделген. Анықтау кезінде сульфанил қышқылының және α-нафтиламин (Грисс реактиві) реакциясы пайдаланылады.

С10Н2 NН2 + NН2С6Н4SО3Н + Н NО2  → NН2С10Н6 N2

Әдістің сезімталдығы – 0,5 мкг 1 литрде. Нитриттердің мөлшері көп болғанда суды сұйылтады.

**Құрал-жабдықтар, реактивтер, материал**

1. Фотоколориметр; 2) электроплитка; 3) 25 мл-лік, 100 мл-лік, 1000 мл-лік өлшеуіш колбалар; 4) бөлгіш шкаласы бар 1 мл-лік, 5 мл-лік пипеткалар және бөлгіш шкаласы жоқ 1 мл-лік, 5 мл-лік пипеткалар; 5) 100-150 мл-лік стакан; 6) Грисс реактиві, 10 %-дық ерітінді. Егер дайын құрғақ реактив болмаса, 0,1 грамм α-нафтиламинді 100 мл дистильденген суда қайната отырып, 15 минут бойы ерітеді. Ерітіндіні суытады, концентрленген сірке қышқылының 5 мл-ін және 1 %-дық сульфанил қышқылын қосады. Қоспаны түсі қоңыр склянкада сақтайды, 7) 12 %-дық сірке қышқылы. 25 мл концентрленген (ледяная) сірке қышқылын дистильденген сумен 200 мл-ге дейін сұйылтады; 8) аммоний гидроксиді – коагуляцияға арналған суспензия; 9) NаNО2 - натрий нитритінің стандартты ерітіндісі. Негізгі ерітіндіні дайындау: 1100С-та кептірілген натрий нитритінің 4,927 грамын 1 литрлік өлшеуіш колбада ерітеді, көлемін таңбаға дейін жеткізеді. Осы ерітіндінің 1 мл-інде 1000 мкг нитриттік азот болады; 10) жұмысшы стандартты ерітінді. Негізгі стандартты ерітіндіні дистильденген сумен өлшеуіш колбада ең алдымен 50 есе сұйылтады, содан кейін алынған ерітіндіні 10 есе сұйылтады. Жұмысшы ерітіндінің 1мл-інде 2 мкг нитриттік азот болады. 1 мл хлороформ қосып, ерітіндіні консервілейді. Ерітіндіні қоңыр түсті склянкада сақтайды.

Материал: суқойма суы.

**Жұмысты орындау әдістемесі**

Түссіздендірілген және алдын-ала сұйытылған судың 100 мл-ін (құрамында азоттың мөлшері 0,004 мг-нан аспауы шарт) 100 мл-ін стаканға немесе колбаға құяды, осыған Грисс реактивін қосады және араластырады. 40 минут өткеннен кейін ерітінді белгілі түске ие болады, бұл түс 3 сағат бойында өзгермейді. 40 минут өткеннен кейін ерітіндіні жасыл светофильтрді қолданып қалыңдығы 5 см-ге тең кюветаларда (λ=530 нм) фотометрлейді, фон ретінде Грисс реактиві қосылған дистильденген су пайдаланылады.

Нитриттердің мөлшерін калибрлік график бойынша немесе боялған ерітіндінің түсін стандартты ерітінділердің шкаласымен салыстыру арқылы анықтайды.

Нитриттердің мөлшері өте аз болған кезде ерітінді 30 минут өткенше ешқандай түске боялмайды, бұл кезде ерітіндіні және стандарттарды 10 минут бойы 700С-қа дейін қыздырады (бірдей жағдайда), суытады және осы стандарттармен фотометрлейді.

**Калибрлі графикті құру**

Бірқатар өлшеуіш колбаларға жұмысшы стандартты ерітіндінің 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 1,0; 1,5; 2,0 мл-ін құяды, бұл ерітінділерде 0,2; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2; 3; 4 мкг нитриттік азот болады. Колбадағы ерітіндінің көлемін дистильденген сумен таңбаға дейін жеткізеді және 5 мл 10%-дық Грисс реактивін қосып, 40 минут бойы араластырады және фотометрлейді. Калибрлік графикті оптикалық тығыздық – нитриттік азот (мкг) координаталарында тұрғызады. Ең дұрысы екі калибрлік график құру, бірінде азоттың мөлшері 0-4 мкг және 0-1,6 мкг.

Нитриттік азоттың мөлшерін: Х= формуласымен есептейді, мұнда: А – калибрлік график бойынша анықталған нитриттік азоттың мөлшері (мкг); V – анализге алынған судың мөлшері (мл).



**2.9. Нитраттық азотты анықтау**

Суқоймалардағы нитраттар үшін ЗЖЖК (ПДК) 10 мг/л (азот бойынша). Нитраттарды анықтау әдісі нитраттар мен фенолдисульфоксил қышқылының фенолдың сары түске боялған нитрозо туындысын түзе отырып әрекеттесуіне негізделген. Егер ерітіндіде хлорид-иондардың концентрациясы 10 мг/л-ден астам болса, олар нитраттарды анықтауға кедергі келтіреді, сол себептен олардың кедергісін жою мақсатында күміс сульфатын қосады. Судың түсі 20-250С-тан жоғары болса, кедергісі келмеу үшін судың 150 мл-іне 3 мл аммоний гидроксидінің суспензиясын қосады, сынаманы мұқият араластырады және тұндырғаннан кейін тұнбаны сүзіп алады.

Әдістің сезімталдығы 0,1 мг/л нитраттық азот.

**Құрал – жабдықтар, реактивтер, материалдар**

1. фотоколориметр; 2) су моншасы; 3) кері тоңазытқыш (обратный холодильник); 4) фарфор ыдыстары; 5) шыны таяқшалар; 6) 100 мл-лік, 1000 мл-лік өлшеуіш колбалар; 7) бөлгіш шкаласы бар 1 мл-лік, 5 мл-лік пипеткалар және бөлгіш шкаласы жоқ 1 мл-лік, 5 мл-лік пипеткалар; 8) 100 мл-лік колбалар; 9) фенолдисульфоқышқыл. 25 грамм кристалдық түссіз фенолды (егер ол белгілі түске ие болса, оны перегонкамен тазартып алады) концентрленген күкірт қышқылының (тығыздығы 1,84 г/см3) 50 мл-інде ерітеді және 6 сағат бойы қайнап тұрған су моншасында кері тоңазытқышты қолдана отырып қыздырады. Ерітіндіні қоңыр түсті тығыз жабылған (притертая пробка) шыны ыдыста сақтайды; 10) күміс сульфатының ерітіндісі. 4,4 грамм Аg2SО4  тұзын дистильденген суда ерітеді, көлемін өлшеуіш колбаның таңбасына дейін жеткізеді. Осы ерітіндінің 1 мл-і 1 мг хлор-ионға эквивалентті. Бұл ерітіндіні де қоңыр түсті тығыз жабылған (притертая пробка) шыны ыдыста сақтайды. 11) аммоний гидроксиді, коагуляцияға арналған суспензия; 12) 25 %-дық аммиак ерітіндісі; 13) калий нитратының стандартты ерітіндісі: 1050С-та тұрақты массаға дейін кептірілген калий нитратының 0,7216 грамын өлшеуіш колбада дистильденген суда ерітеді, көлемін таңбаға дейін жеткізеді. Консервілеу үшін 1 мл хлороформ қосады. Ерітіндінің 1 мл-інде 0,1 мг нитраттық азот болады.

Материал: суқойма суы.

**Жұмысты орындау әдістемесі**

Анализ үшін мөлдір судың немесе фильтраттың 100 мл-ін алады, осыған күміс сульфатының ерітіндісін қосады (оның мөлшері ерітіндідегі хлорид-иондардың мөлшеріне тең толуы тиіс). Фарфор ыдыста қайнап тұрған су моншасына қойып, құрғақ қалдыққа дейін буландырады (егер хлоридтердің мөлшері зерттелетін көлемде 15 мг-нан астам болса, күміс хлоридін сүзіп бөліп алады). Құрғақ қалдық суығаннан кейін ыдысқа 1 мл фенолдисульфоқышқыл қосады, шыны таяқшамен үйкелеп, құрғақ қалдықпен араластырады. 15-20 мл дистильденген су қосып 10-15 минут өткеннен кейін концентрленген аммиактың 5 мл-ін қосады, бұл кезде ерітіндінің түсі қанықтана түседі. Ерітіндіні 100-мл-лік өлшеуіш колбаға құяды, фарфор ыдысын сумен шайып, өлшеуіш колбадағы ерітіндіге қосады, ерітінді көлемін таңбаға дейін жеткізеді.

Фотоколориметрде оптикалық тығыздықты көк светофильтрмен (λ = 480 нм) қалыңдығы 2 см-ге тең кюветада анықтайды, фон ретінде барлық реактивтер қосылған дистильденген су қолданылады.

Нитраттық азоттың мөлшерін калибрлік график бойынша анықтайды немесе сынаманың түсін стандарттық ерітінділердің шкаласымен салыстыра отырып визуалды түрде де анықтауға болады.

**Калибрлік график тұрғызу**

Стандартты ерітіндінің 0,2; 0,5; 1,0; 2,0 мл-ін фарфор ыдыста құрғақ қалдыққа дейін буландырып, сынаманы зерттегендегідей жалғастырады.

Ерітінді құрамында 0,02; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 мг нитраттық азот болатын шкала алынады. Фотометрлейді және оптикалық тығыздық-нитраттық азот (мг) координаталарында калибрлік график құрады.

Азоттың мөлшерін (мг/л):

Х = формуласы бойынша есептейді, мұнда: А – калибрлік график немесе стандартты ерітінділер шкаласы бойынша анықталған нитраттық азоттың мөлшері (мг);



V – анализге алынған су сынамасының көлемі, мл.

**Сұрақтар**

1. Судың химиялық құрамынының зиянды емес екенін сипаттайтын көрсеткіштерді атап өтіңіздер.
2. Судың рН-ын анықтау әдістерін атап өтіңіздер.
3. Судың жалпы кермектігі дегеніміз не?
4. Судың кермектігін анықтауға қажет реактивтерді атап өтіңіз.
5. Судағы хлоридтерді анықтау үшін қандай әдіс қолданылады және осы әдіс қандай реакцияға негізделген?
6. Су құрамындағы темірдің жалпы мөлшерін анықтау әдісін сипаттаңыз.
7. Судың эпидемиялық қауіпсіздігін сипаттайтын көрсеткіштерін атап өтіңіздер.
8. Судың перманганаттық тотығу қабілеті дегеніміз не?
9. Судың перманганаттық қабілетін анықтау қандай реакцияға негізделген?
10. Судағы аммоний иондарын анықтау қандай реакция арқылы іске асырылады?
11. Судағы нитритті азотты анықтау әдісін сипаттаңыздар.
12. Судағы нитратты азотты анықтау әдісін сипаттаңыздар.

Әдебиет

1. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды:Учеб.пособие студ. высш.учеб.заведений. – М.: гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
2. **№ 3,4 зертханалық жұмыстар. Темір кендерін өндеудің экологиялық таза технологияларын жасау. Теориялық бөлім**

**Тақырыптың өзектілігі.**Қазіргі кезде жер шарындағы халық санының жедел өсуі мен техникалық прогрестің қарқынды дамуы, жер, қазба байлықтарының тиімсіз пайдаланылу нәтижесінде өндіріс орындарынан шыққан қалдықтар мен газдар атмосфераны, литосфераны ластап, табиғаттағы қалыпты процестерді бұзуда**.**

Табиғаттағы өзгерістер баяу, байқаусыз өтеді. Ал ондағы өзін-өзі реттеу мен қалпына келтіру процестері ұзаққа созылады. Адамның зиянды істері де бірден байқалмайды, оны адамдар көбінесе ұзақ жылдар өткен соң ғана байқайды да, түзету жұмыстары күткендей нәтиже бермейді. Сондықтан ғылым мен техниканың жетістіктерін пайдалана отырып, өндіріс көлемін ұлғайтуда қалдықты аз бөлетін және қалдықсыз технологияны қамтамасыз ететін, өндіріс қалдықтарын қайта өңдеп, пайдалану жұмыстарын жүргізу қажет болып отыр.

Осындай антропогендік әсерлердің бірі атмосферадағы көмір қышқыл газының концентрациясының көбеюі. Көмір қышқыл газы отын жану процесінде және темірді қазіргі кездегі пирометаллургиялық жолмен бөліп алуда көп мөлшерде бөлінеді. Бұл әдіс үлкен домна пештерінде, жоғары температурада темір кендерінен таза темірді бөліп алғанға дейін іске асырылады. Осы кезде атмосфераға көп мөлшерде газ, литосфераға қалдық, шаң бөлінеді.Сондықтан темір кендерін немесе темір қалдықтарын өңдеуде, олардан таза металл бөліп алуда пирометаллургиялық әдістерді қолдануды азайтып, гидрометаллургиялық әдістерді жетілдіру тиімді болып отыр.

**3.1. Қазақстан Республикасындағы темір кендерінің жалпы сипаттамасы және кен орындары**

Халық шаруашылығын өркендету жоспарларының қай уақыттағысын қарасақ та, ондағы алдыңғы орынның бірін, жетекші рөлді қара металлургия алып келеді. Халық шаруашылығы салаларының қайсысын алсақ та, оның өсуінің бір жағы металдар өндірісіне, оның ішінде қара металдарға тіреледі.

Қара металдардың негізі темір. Бүкіл өндірілетін металдармен салыстырғанда бір темірдің өзі 20 есе артық өндіріледі. Темір ғарыштан түскен метеориттерде ғана таза күйінде болады. Жер ядросы темірден тұрады деген жорамал бар. Жер қыртысын түзетін элементтер ішінде, көптігі жағынан темір елеулі орын алады, ол металдар ішінде, алюминийден кейінгі ең көп тараған металл. Жер қыртысындағы темір — оксид, сульфид, карбонат және силикат түрінде болады.

**Темір кені.** Қара металлургия өндірісінің негізгі шикізаты – темір кені болып табылады. Жер қыртысында темір түрлі дәрежеде тотыққан оксидтер түрінде кездеседі. Тау жыныстарының құрамында оксидтері, бос жыныстары және тағы басқа темір минералдары бар қосылыстарды ***темір кені*** деп атайды. Бос жынысты кеннің құрамы түрлі силикаттар және алюмосиликаттар түзетін кальций, магний, алюминий және кремний оксидтерінен тұрады. Бос жыныстан басқа темір кенінің құрамында марганец, хром, никель, молибден, вольфрам, ванадий кездеседі.

Кеннің құрамындағы темірдің мөлшеріне қарай кендер (30%-төмен) кедей, (30-50%) орташа, (50%-жоғары) темірге бай болып үшке бөлінеді.

Темір кендері құрамындағы темір қосылыстарының қасиеттеріне қарай келесі түрлерге бөлінеді.

***3.*1.1. Пирометаллургиялық процестердің негіздері**

Негізінен металдардың өндірісінде металлургиялық процестер кеңінен қолданылады. Сонымен қатар кен мен қалдықтардан металдарды бөліп алу өндірістерінде технологиялық процестер де қолданылады. Жалпы металлургиялық процестер жүйелі үш бөлімнен тұрады.

***Кенді дайындау.*** Кеннен металл алу жағдайына айландыру күйін қамтамасыз ету.

***Тотықсыздандыру.*** Бос металл бөлінгенге дейін, кеннің құрамындағы қосылыстардың тотықсыздануы.

***Алынған металды екінші рет өңдеу.***

**3.1.2. Қазақстан Республикасындағы темір кендері. Лисаковск темір кені**

Лисаковск қоңыр темір тасты кен орны 1949 жылы ашылған. Жалпы қоры 6 млрд. тоннадан көп, А+В+С1 категориясының теңгерімі бойынша 1724 млн. т. және С2 категориясы бойынша 1158 млн. т.. Кеннің негізгі компоненттерінің орташа құрамы: 34,8% темір, 0,03% күкірт, 1,1% фосфор, 5,0% глиноземнен тұрады. Мұнда 26 кен орны жұмыс істейді. Оның ішінде ең ірісі 1-ші кен орны (негізгі қоры 698,6 млн.т.). Бұл кенді ашық жолмен өңдейтін негізгі объект және орташа мөлшері 37,3% темірі бар, темірге бай кен орны болып саналады. Бұл кен орны (1 және 2 учаскесі) лисаковск (ГБК), бірінші кезекте кенді жерден өңдеп шығаратын орын.

3.2. **ЭКСПЕРИМЕНТТІК БӨЛІМ. Темір кенін тұз қышқылында еріту. Жұмысты жүргізу әдістемесі.**

Темір кенін тұз қышқылында еріткенде келесі реакция жүреді:

Fe2 O3 + 6HCI→ 2FeCI3 + 3H2O

Жұмыс жүргізу үшін Қазақстан Республикасында орналасқан Лисаковск кен орнының темір кені алынды, оның фазалық құрамы кестеде көрсетілген.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ма  териал | Ғежалп | Mnжалпы | SiO2 | СаО | MgО | Al2O3 | Р | S | қоспалар |
| Лисаковск темір кені | 39,38 | 0,5 | 25,08 | 0,30 | 0,48 | 3,81 | 0,4 | 0,013 | 3,39 |

Бір келкі майдаланып, елеуіштен өткізілген темір кенін магниттік араластырғышта араластыра отырып, тұз қышқылында ерітеді. Тәжірибеден кейін ерімеген қалдықты сүзіп алып, фильтратта темір иондарының концентрациясын гравиметриялық әдіспен анықтайды.Темірді кеннен бөліп алу дәрежесін есептейді. Темірді бөліп алу дәрежесінің қышқыл концентрациясына, Қ:С ара қатынасына, тәжірибе ұзақтығына тәуелділігін

анықтайды және графиктер құрады.

№№ 1-5 тәжірибелер.

Темірді кеннен бөліп алу дәрежесінің тұз қышқылы концентрациясына тәуелділігін анықтау.

|  |  |
| --- | --- |
| Тұз қышқылының концентрациясы, % | Темірді бөліп алу дәрежесі, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

3.2. № 4 зертханалық жұмыс. **Темір кенін тұз қышқылында еріту кезінде түзілген ерітінділерден темір (ІІІ) гидроксидін алу.**

Сүзіндіге 2М азот қышқылының 1 мл-ін және аммоний нитратының бірнеше кристалликтерін қосады, содан кейін плиткада қайнағанға дейін қыздырады. Аммоний нитраты темір гидроксидінің - Fe(OH)3 - тез коагуляциялануы үшін қажет. Осыдан кейін плиткадан түсіріп алып, концентрленген аммиак қосады. Сол кезде темір гидроксиді тұнбаға түседі.

FeCI3+3 NH4 OH→ Fe (OH)3↓+3 NH4 CI

Алынған қоспаға 100 мл ыстық дистилденген су қосады. Түзілген тұнбаны 5 минутқа, темір гидроксидінің жапалақтанған түрдегі бөлшектері тұнғанша қояды. Ерітіндінің түсі қоңыр-қызылға боялады. Тұнбаны сүзіп алады («қызыл ленталы фильтр) және төменде көрсетілген реакция орын алмау үшін аммоний нитраты мен аммоний гидроксиді қоспасымен жуады.

Fe(OH)3+ 3NH4CI→ Fe CI3 +3 H2 O↑+3 NH3↑

**Темір (ІІІ) оксидін алу.**

Алынған гидроксидті (алдын-ала күйдіріліп, қыздырылған және өлшенген) фарфор тигліне салады. Алынған тұнбаны фарфор тиглінде муфель пешінде 9000С-та қыздырады. Бірінші рет 30 минут, 2-ші рет 15 минут қыздырады. Қыздырған кезде темір (ІІІ) гидроксиді ыдырайды және темір (ІІІ) оксиді түзіледі.

2Fe (OH)3→Fe2 O3+ 3H2 O

Ескерту: Ерітіндідегі темір иондарын комплексонометриялық, фотоколориметриялық және гравиметриялық әдістермен анықтауға болады. Бұл жұмыста гравиметриялық әдісті қолданады.

**Ерітіндідегі Ғе3+ - иондарын гравиметриялық әдіспен анықтау**

Темірді ерітіндіде гравиметриялық әдіспен анықтау Ғе3+ иондарын аммиак ерітіндісімен тұндыруға негізделген:

FeCI3+3 NH4 OH→ Fe (OH)3↓+3 NH4 CI

Түзілген тұнбаны қыздырған кезде темір оксиді және су түзіледі:

2Fe(OH)3→Fe2 O3+ 3H2 O

Fe (OH)3 қосылысын тұнбаға түсіру мақсатында тек аммоний гидроксидін (NH4OH) қолдану қажет, себебі КОН немесе NаОН қолданған кезде түзілген тұнбаны калий немесе натрий иондарынан тазартып, жуып алу көптеген қиындықтар туғызады. Ал аммоний иондары тұнбаны қыздыру барысында ұшып кетеді.

**Тұндыру әдістемесі.** Құрамында темір иондары бар ерітіндіге дистилдегнен су қосады, азот қышқылының 2 н ерітіндісінің 3-5 мл-ін қосады және су моншасында қыздыру барысында шыны таяқшамен араластыра отырып, аммоний гидроксидінің 10%-дық ерітіндісн баяу, бөліп-бөліп, аммиактың иісі шыққанға дейін құяды. Ерітіндіні тұндырғаннан кейін, тұнбаның бетіндегі ерітіндіні тексеріп, тұнбаның толық мөлшерде түзілгеніне көз жеткізеді. Егер тұнбаның бетіндегі ерітіндіге аммиак қосқан кезде темір гидроксидінің тұнбасы пайда болмаса, ерітіндідегі темір иондары толық түрде темір гидроксиді күйінде тұнбаға түскен деп есептейді.

**Тұнбаны өндеу.** Күлсізденген (көк, қызыл, ақ ленталы) фильтр қағазы салынған шыны воронканы штативке орнатады, фильтр қағазын аз мөлшерде дистильденген сумен сулайды, тұнбаны алдын-ала дайындалған аммоний нитратының 2%-дық ерітіндісімен декантация әдісімен шаяды, содан кейін оны фильтр арқылы сүзеді.

Темір гидроксиді (Fe (OH)3) аморфты зат, сол себептен ол фильтр бетінде жайылып, жабысып қалмау үшін сумен жуған кезде оны фильтрдің ортасына қарай жинайды, содан кейін тұнбаны жайлап кептіреді де орап алдын-ала өлшенген тигельге салып, муфель пешіне қояды. Муфель пешінде температура 6000С-қа тең болуы тиіс. Бірінші рет тигельді 30-35 минут қыздырады, ал содан кейін малмағы тұрақты болғанға дейін 10 минуттан 2-3 рет қыздырады. Тигельді 40 минут бойы суытады да өлшейді. Қыздырылған тұнбаның түсі қоңыр-қызыл болуы шарт (қара болмауы шарт). Тәжірибе нәтижелерін өндеу арқылы темірдің ерітіндіге өту дәрежесін есептейді.

**Қолданылған әдебиеттер**

1. Соколов Р.С. Химическая технология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: В 2т:-M.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003.-Т.2: Металлургические процессы. Переработки химического топлива. Пройзводство органических виществ и полимерных материалов.-448с.

2. Агафонин Н.П., Металлы и сплавы. Москва., 1967. 144с.

3. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана (состояние, проблемы, решения). В 10-ти т. Том 3. Подготовка и металлургическая переработка железных и марганцевых руд.-Астана: Фолиант, 2003. -345с.

4. Комплексная переработка минерального сырья Казахстана (состояние, проблемы, решения). В 10-ти т. Том 4. развитие теории и практики металлургической переработки железоглиноземистых руд.- А. 2003.-416с.

5. Химические методы анализа: Учеб. пособие для хим.- технол. вузов/ В.И. Посыпайко, Н.А.Кузырева, Ю.П. Логачева.- М.: Высш. шк., 1989.-448с.

6. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.- М.: “химия”, 1984-448с.

7. А.П.Крешков, Основы аналитической химий, Физико-химические (инструментальные) методы анализа, Изд. “химия”,1970,-671с.

**4.№ 5,6 зертханалық жұмыстар.**

**4.1. Азот оксидтерін залалсыздандыру әдістері. Теориялық бөлім**

Азот (II) оксиді табиғатта жүретін жану процестері нәтижесінде және табиғи жағдайда атмосфералық ауада найзағай ойнаған кездегі электрлік разрядталу нәтижесінде түзіледі. Әлемдік масштабтағы табиғи көздерден шығатын азот оксидтерінің жалпы мөлшері 450 млн т/жыл құрайды.

Атмосферадағы азот оксидтерінің 95%-ы қазбалы отындарды жағудан түзіледі. Оның ішінде 40% - автомобиль және басқа транспорт моторларынан, 30% - табиғи газды, мұнайды, көмірді электр станцияларының қазандықтарында жаққанда, 20% - қазбалы отынды әртүрлі өндіріс процестерінде қолданғанда, 5-10 % - басқа көздерден шығады.

Атмосферада газ түрінде азот және оның төрт негізгі қосылыстары болады: NН3, N0, N02, N20. Белгілі мәліметтер бойынша азот қосылыстарының ішінде адам ағзасына өте қолайсыз әсер тигізетін азот (ІІ) оксиді, бірақ күн сәулесінің әсерінен бүл оксидтің біраз бөлігі күрделі химиялық реакцияларға қатысып, қауіптілігі өте жоғары азот (IV) оксидіне айналады. Мысалы, көбіне атмосфераға антропогендік жолмен тасталатын азот (II) оксиді ауада мынадай реакцияларға түседі:

2 N О + 02 →2N О2

Осы реакция нәтижесінде түзілген азот (IV) оксиді ауадағы ылғалмен әрекеттесіп, азот қышқылына дейін тотығады:

4N О2 + 2Н20 + 02 →4НN О3

Түрлі өнеркәсіптерден жыл сайын көп мөлшерде шығып жатқан қалдықтарды залалсыздандыру мәселесі, қазіргі күнге дейін шешілмей, барынша өткір күйінде қалып отыр. Республикамызда азот оксидтерінің құрамын зерттеуге және оларды залалсыздандыруға бағытталған ғылыми жұмыстар өте аз болғандықтан өзге мемлекеттерде жүргізілген зерттеу жұмыстарына ерекше назар аударылды.

Мысалы, АҚШ елінің мәліметі бойынша - жылына 25 млн.т. отын жағатын қондырғылардан - 49,7 % (немесе 12,7 млн.т/жыл), автомобиль транспортынан - 35,4 % (8,72 млн.т/жыл) және өнеркәсіптен - 11,7 % (2,88 млн.т/жыл) құрамында азот (II) оксиді бар өндіріс газдары шығады.

ГФР-да жалпы атмосфераға шығарылатын азот оксидтерінің мөлшері жылына 3 млн.т., оның ішінде жылу электр станцияларынан - 940 мың т/жыл, өнеркәсіптен - 580 мың т/жыл құрайды.

**4.2. Экспериментік бөлім. Азот (ІІ) оксидін алуға, тотықтыруға және тотықсыздандыруға арналған қондырғылардың конструкциясы**

Электрохимиялык зерттеулер, гальваностатикалық жағдайда термостат-талған электролизерде жүргізілді. Азот (II) оксиді газын алуға және тотықтыруға арналған электролиз қондырғыларының принципиалды схемасы 1 және 2-суреттерде көрсетілген.

Зерттеулерге қажетті азот (II) оксиді газын алу лабораториялык жағдайда, сұйытылған азот қышқылымен (тығыздығы 1,2 г/см3) металдық мысты әрекеттестіру арқылы жүзеге асырылды:

ЗСu + 8НNО3 = ЗСu(N 03)2 + 2 N О↑ + 4Н20

4.1-суретте көрсетілгендей, салмағы алдын-ала өлшенген металдық мысты реакторға (1) салып араластыра отырып, тамшылатқыш воронка (2) арқылы 33%-ды азот қышқылы құйылады. Химиялық реакцияласу нәтижесінде бөлінген азот (II) оксиді газын (3 -реакция), алдын-ала өлшегіш бюреткаға (4) толтырылған дистилденген суды, су жинағыш ыдысқа (5) қысыммен ығыстыра отырып жинақтайды. Газдың өлшегіш бюреткаға жіберілуі, үш жолды кран (6) көмегімен реттеліп отырады. Бөлінген азот (II) оксиді газының қажетті көлемі, өлшегіш бюреткаға жиналып болған соң, үш жолды кранды қолдану арқылы тоқтатады.



4.1-сурет. 1 – мыс салынған реактор; 2 – азот қышқылы құйылған бөлгіш воронка; 3- Тищенко склянкасы; 4 – газдың көлемін өлшеуге арналған бюретка; 5 – жүйеде қысым пайда болуына қызмет ететін ыдыс; 6 – үш арналы кран; 7-қысқыш (зажим).



2-ші сурет.

Азот (ІІ) оксидін тотықтыруға арналаған қондырғының схемасы.

4.2-сурет. 1-электролизер ; 2– катод (қорғасын, темір, графит түйіршіктері); 3- анод (түйіршікті қорғасын, темір, графит электродтары); 4- бюретка; 5- жүйеде қысым пайда болу үшін қызмет атқаратын ыдыс; 6- үш арналы кран, газ ағынының жылдамдығын реттейді; 7- барботер (газ көпіршіктерінің бір қалыпты жіберілуін қамтамасыз етеді); 8- МК-40 катионитті мембрана; 9- электролит; 10- темір сульфаты құйылған склянка ; 11- электрод-токбергіш; 12-ток көзі; 13– амперметр.

Азот (II) оксиді газын, дамыған беттік ауданды түйіршікті электродтардың көмегімен тотықтыру жэне тотықсыздандыру бағытында қолданылған тәжірибелік қондырғы 4.2-суретте көрсетілген.

Тәжірибелер, көлемі 100 мл электролизерде (1) жүргізілді. Азот (II) оксиді газының электролизерге, оның төменгі бөлігінде орналасқан барботерлік құрылғы арқылы беріліп отырды. Барботер электролизер көлеміне газдың біркелкі таралуын қамтамасыз етеді. Әрекеттесіп үлгермеген азот (II) оксиді газын ұстап қалу үшін, тотықтырғыш қоспасы бар (Ғе2(S04)3 сіңіргіш қоспа қолданылады, ол газ өткізгіш түтікше арқылы электролизердің жоғарғы жағына жалғастырылған. Газ ағынының жылдамдығы үш жолды кран көмегімен реттеліп, электролизерге белгілі бір жылдамдықпен беріліп отырды.

Зерттеу жұмыстарында анод ретінде - түйіршікті электродтар (3) қолданылды. Бұл электродтардың ерекшелігі - процесс электродтың бүкіл көлемінде өтіп, процестің жоғары жылдамдықпен жүруін қамтамасыз етеді.

Анод ретінде қолданылған диаметрі 1,5 мм, ұзындығы 3,0 мм түйіршікті электрод материалдары электролизер түбіне ток бергіш электрод (4) пластинка үстіне салынған. Түйіршікті анод қабатының қалыңдығы, тәжірибе мақсатына қарай 1-4 см аралығында өзгертіліп отырды. Электрод - катод (2) электролизердің үстіңгі бөлігінде орналасқан.

Азот (II) оксидін тотықсыздандыру процестерінде катод ретінде түйіршікті титан электродтары қолданылады.

Анодтың фронтальды беті мен катод ара қашықтығы 50 мм. Электролиз 50-400 А/м2  анодтық ток тығыздықтары аралығында жүргізіледі.

Түйіршікті электродтардың ауданын есептеудің қиындығына байланысты, электродтар цилиндр тәріздес электролизердің белгілі көлемін алып тұрғандықтан, түйіршікті электродтардың ауданы цилиндр бетінің ауданы бойынша есептелінді.

Электролизерге жіберілген газдың көлемін қалыпты жағдайға келтіру үшін Бойль-Мариотт және Гей-Люссактың біріктірілген теңдеуі пайдаланылды.

**Нитрат-ионын қатты электродтарда тотықсыздандыруға арналған қондырғының схемасы**

Нитрат-ионын тотықсыздандыруға арналған электрохимиялық зерттеулер гальваностатикалық жағдайда, көлемі 100 мл термостатталған шыны (±0,5) электролизерде, катодты поляризациялау арқылы жүргізілді. В-24 маркалы тұрақты ток көзі қондырғысы (1) арқылы ток зерттелетін электродтарға (2) беріледі. Олар электролизердегі (3) ерітіндіге батырылған. Электродтар кеңістігі (католит пен анолит кеңістігі) МК-40 мембранасымен бөлінген. Тізбек арқылы өткен электр тогының күші, Э-59/104 маркалы амперметр (5) арқылы өлшеніп отырды. Катод ретінде, зерттеу мақсатына қарай - көлемі 2,0 х 4,0 см болатын титан, мырыш, графит электродтары, ал анод ретінде - диаметрі 0,25 мм дөңгелек стержень формасындағы графит электроды қолданылады.

Тәжірибеден кейін ерітіндіде түзілген аммоний-иондары Несслер реактивімен фотоэлектроколориметрлік әдіс арқылы анықталады.

**Пайдаланылатын реактивтер, препараттар және алынған өнімнің анализі**

Зерттеу жүмыстарында қолданылган барлық реактивтердің тазалық дәрежесі «химиялық таза» (х.ч) немесе «анализ үшін таза» (ч.д.а) деген атауларға сай келеді. Ерітінділер дистильденген суда дайындалады.

Ерітінділер концентрлі күкірт кышкылынан, 33 %-ды азот қышқылынан және калий гидроксиді, натрий сульфаты, хром (III) сульфаты, калий нитраты тұздарынан дайындалды. Дайындалған ерітінділердің концентрациялары көлемдік әдіс бойынша титрленіп, тексеріліп отырды.

Тотығудан кейін нитрат-иондарының мөлшері бойынша азот (II) оксидінің тотығу дәрежесі (n,%) есептелді:

n=



мұнда: m(1) ерітіндідегі нитрат-иондарының бастапқы мөлшері, г.,

m(2) ерітіндідегі нитрат-иондарының электролизден кейінгі мөлшері.

Сонымен қатар азот (II) оксидінің анодты поляризация нәтижесінде тотығуға ұшыраған мөлшері, түзілген нитрат-иондарының мөлшері негізінде анықталады.

Ток бойынша шығымды анықтау үшін Фарадей заңы бойынша теориялық масса есептелінеді:

mтеор = Iqτ, мұнда I – ток күші; q – электрохимиялық эквивалент, г/А-сағ.; τ-электролиз жүргізетін уақыт, сағ.

Ток бойынша шығым ТШ, % = ∙ 100



формуласы бойынша есептелінеді.

Мұнда, m(прак) - электролиз кезінде электродта бөлінген негізгі заттың массасы, г; m(теор) - электролиз кезінде Фарадей заңы бойынша бөлінетін заттың массасы, г.

Азот (II) оксиді тотықсызданғаннан кейінгі түзілген азоттың мөлшері бойынша тотықсыздану дәрежесі есептеледі.

**4.3. Нитрат-иондарын анықтау әдістемесі**

Азот (II) оксиді газын тотықтырғаннан кейін, ерітіндідегі нитрат-иондары фотоэлектроколориметрлік әдіс бойынша анықталады. Бұл әдіс күкірт қышқылы қатысында натрий салицилатымен нитрат-иондарын анықтауға негізделген. Фотоэлектроколориметрлік өлшеулер КФК-3 қондырғысында, 410 нм толқын ұзындығында жүргізіледі. Ерітіндінің оптикалық тығыздығының нитрат-иондарының концентрациясына түзу сызықты тәуелділігі бойынша (Б=Ғ(С)) анализ іске асырылып отырады.

Құрамында нитрат-иондары бар ерітіндіден 10 мл аликвота алып, оны фарфор табақшасына құйып, су моншасында кептіреді. Су моншасында кепкен құрғақ қалдықты суытып, оған 1 мл концентрлі күкірт қышқылын қосып, 10 минутқа қалдырады. Содан кейін фарфор табақшасындағы қоспаны дистильденген сумен сұйылтып, оны 50 мл-ік өлшеуіш колбаға ауыстырады. Оған 10 н натрий гидроксиді ерітіндісінен 7 мл қосып, колбаның белгісіне дейін дистильденген су құйып, мұқият араластырғанда ерітінді сары түске боялады.

Алынған калибрлі қисық бойынша нитрат-иондарының мөлшері (х, мг/л), мына формула арқылы анықталды:

СV2X =

V1

Мұндағы, С - калибрлі қисық бойынша табылған нитрат-иондарының мөлшері, мг/л;

V2 *-* анализ жасау үшін алынған электролиттің көлемі, мл; V1 - боялған ерітіндінің көлемі, мл.

**4.4. Элементті азотты анықтау әдістемесі**

Жұқа асбест қағазына шамамен 1 г ұнтақ магний салып, оны жоғары температураға төзімді шыны трубкасының ортасына қояды. Трубканың бір шетінен құрамында азот бар газды жіберіп, магнийді алдымен жай, сонан соң күштірек қыздырады. Реакция аяқталғаннан кейін қыздыруды тоқтатып, трубканы салқындатады. Реакция нәтижесінде түзілген магний нитридін фарфор табақшасына салып, оған дистильденген су құяды. Магний нитридінің гидролизі кезінде түзілген аммиакты Несслер реактивімен анықтайды.

N2 + 3Мq → Мq3N2

Мq3N2 + 6Н2О → 3 Мq(ОН)2 + *2* NН3

4.5. **Аммоний-ионын анықтау әдістемесі**

Құрамында аммоний-иондары бар ерітіндінің анализін Несслер реактиві арқылы фотоэлектроколориметрлік әдіспен жүргізеді.

Аммоний-иондарын анықтау үшін 50 мл аликвотаға 1-2 тамшы Сегнет тұзын қосып, қоспаны мұқият араластырады, оған 1 мл Несслер реактивін қосқанда сары-коңыр түсті тұнба түзіледі. Калибрлі график арқылы аммоний-иондарының концентрациясы анықталады. Аммоний-иондарының мөлшері (х, мг/л) төмендегі формула бойынша есептелді:

С·50

X =

V

Мұндағы, С - калибрлі қисық бойынша табылған аммоний-иондарының мөлшері, мг/л;

V - анализ жасау үшін алынған электролиттің көлемі, мл; 50 - боялған ерітіндінің көлемі, мл.

Алынған нәтижелерді кестеге жазады.

Сұрақтар

1. Азот (ІІ) оксидін зертханада алу үшін қандай реакция қолданылады, реакцияны жазып, иондық-электрондық әдіспен теңестіріңіздер.
2. Азот (ІІ) оксидінің түзілу көздерін атап өтіңіздер.
3. Азот (ІІ) оксидін залалсыздандырудың белгілі әдістерін атап өтіңіздер.
4. Азот (ІІ) оксидін электрохимиялық әдіспен залалсыздандырған кезде жүретін реакцияларды жазып, түсіндіріңіздер.

Әдебиет

1. Котлер В.Р. Оксиды азота в дымовых газах котлов // Москва: Энергохимиздат, 1987. – 144 с.
2. Хван Т.А. Промышленная экология / Серия «Учебники», учебные пособия». – Ростов н/Д:Феникс, 2003. – 320 с.
3. Титов С.П., Бабий В.М., Барбараш В.М. Исследование образования NОх из азота топлива пригорении пыли каменных углей // Теплоэнергетика. 1980. № 3 . – С.64-67.
4. Аликберова Л.Ю., Лидин Р.А., Молочко В.А., Логинова Г.П. Практикум по общей и неорганической химии. М.: гуманит. Изд. Центр ВЛАДОС, 2004. -320 с.
5. Рипан Р., Четяну И. Руководство к практическим работам по неорганической химии. – М.: Мир, 1965. – 564 с.
6. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Проф. Ю.Ю.Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.
7. Практикум по общей и неорганической химии. Под ред. Карапетьянца М.Х., Дракина С.И. учеб. пособие для хим-технологич. вузов. – М.: Высшая школа, 1969. – 288 с.

1. № 7,8 зертханалық жұмыс . **Күкірт диоксидін залалсыздандыру.**

**5.1. Күкірт диоксидін түйіршікті электродтарда қышқылды ортада залалсыздандыру. Теориялық бөлім.**

Күкірт диоксиді - SO2  атмосферадағы басты ластағыштардың бірі болып табылады. Күкірт диоксиді қара және түсті металлургиялардың тастандыларының құрамында болады.

**Қара металлургия.** Толық циклді металлургиялық комбинаттарда негізгі өндірістер (кендерді дайындау, кокс шығару, шойын, болат өндіру) және қосалқы қызметтер (энергетикалық, көлік, механикалық жөндеу) болады.

Шойын өндіру және оны болатқа айналдыру кезінде атмосфераға көптеген зиянды заттар тасталынады, оның ішінде 2,7 кг күкірт диоксиді болады (өндірілетін шойынның 1 тоннасына есептелген). Күкірт диоксидінің көзі болып агломерациялық фабрикалар табылады, тасталынатын күкірт диоксидінің жалпы массасындағы агломерациялық фабрикалардың үлесі 82,5% . Металлургиялық комбинаттардың басқа бөлімдері атмосфераға 0,9 - 7,5 қа дейін шығарады. Майдаланған сульфидті (пириттер) кенді агломерациялау (түйіршіктендіру) кезінде күкірт күйіп бөлініп шығады. Пириттердің құрамында 10% күкірт болады, ал агломерациядан кейін тек 0,2-0,8%. Қалады. Сондықтан SO2  газының тастандысының мөлшері 1 тонна кенге 190 кг құрайды.

**Түсті металлургия.** Глинозем, алюминий, мыс, қорғасын, мырыш, никель және басқа металдарды өндіргенде **(**балқыту, күйдіруге арналған және индукциялық пештерде, үгіту-ұсатуға арналған қондырғыларда, конфертерлерде, жүк арту, түсіру кезінде, материалдарды жөнелту кезінде т.б.) **з**иянды заттар түзіледі. Түсті металлургия мекемелері, атмосфераны негізінен күкірт диоксидімен (атмосфераға тасталынатын ластағыштардың 75%-ы), көміртек оксидімен (10,5%) және шаңмен ластайды.

**Химиялық өнеркәсіп.** Химиялық өнеркәсіптердің өнімдері өте көп, оның ішінде көп тонналы өндірістерді (күкірт қышқылының, азот қышқылының, фосфор қышқылының, тұз қышқылының, минералды тыңайтқыштардың өндірісі) атап өтуге болады. Өндірістердің бір бөлігі көп тонналы болып табылса, енді кейбіреулері өнімді килограмдап шығарады (мысалы реактивтер). Осы өндірістердің барлығы атмосфераны зиянды тастандылармен ластайды. Бейорганикалық заттарды өндірген кезде негізгі ластағыштар ретінде атмосфераға күкірт диоксиді, азот оксидтері және қалқымалы бөлшектер тасталынады. Күкірт диоксиді күкірт қышқылы өндірісінде, целлюлоза өндірісінде және мұнай тазарту кезінде түзіледі.

Өндіріс газдарын күкірт диоксидінен тазарту үшін көптеген хемосорбциялық әдістер ұсынылған, бірақ іс-жүзінде олардың тек кейбіреулерін қолданады: ізбеспен немесе ізбестаспен, сумен адсорбциялау, магнезиттік әдіс, мырыш қосылыстарымен адсорбциялау, натрийге негізделген хемосорбенттермен адсорбциялау.

Бірақ химиялық әдістердің кемшіліктері көп, мысалы, бұл процестер өте ұзақ жүреді және қосымша көптеген реактивтер қолдану қажет, оларды қайтадан қалпына келтіру қажет.

Бұл жұмыста күкірт диоксидін тотықтырудың электрохимиялық әдісі ұсынылған.

**5.2.Эксперимент әдістемесі. Күкірт диоксидін алу және оны электрхимиялық әдіспен тотықтыру.**

Тәжірибеге қажет күкірт диоксиді келесі реакция бойынша алынады:

Na2SO3 + H2SO4 = Na2SO4 + SO2 ↑ + H2O

**Күкірт диоксидін алу реакциясын жүргізу әдістемесі.**

Құрғақ натрий сульфитінің 15г-ын өлшеп алып, реактор (1) ыдысына салады, содан кейін бөлгіш воронканың (2) көмегімен, араластыра отырып, концентрленген күкірт қышқылын қосады. Алынған газды Тищенко склянкасы (3) арқылы өткізеді, содан кейін газбен (ВМ-4) майымен толтырылған бюретканы (4) толтырады және 5-ші ыдысқа жинайды. Газды бюреткаға үш арналы кран (6) арқылы жібереді.



5.1-сурет. Күкірт диоксидін алуға арналған қондырғының схемасы.

1 – натрий сульфиті салынған колба; 2 – күкірт қышқылы құйылған бөлгіш воронка; 3 –Тищенко склянкасы; 4 – газдың көлемін өлшеуге арналған бюретка; 5 – жүйеде қысым пайда болуына қызмет ететін ыдыс; 6 – үш арналы кран; 7-зажим.

**5.2.1. Күкірт диоксидінің тотығуы**

Күкірт диоксидінің тотығуы келесі реакциялар арқылы жүруі мүмкін:

1. Анодта бөлінетін оттегінің қатысуымен:

2SO2  + О2  = 2SO3

2) анод бетінде тура жолмен тотығу:

SO2  - 2е +2Н2 О = SO4 2- + 4Н+

3) Күкірт диоксиді алдымен суда ериді:

SO2  + H2O = H2SO3 ,

Содан кейін сульфит-ион анодта тотығады:

SO32- - 2е +Н2 О = SO4 2- + 2Н+

Күкірт диоксидін беттік ауданы дамыған түйіршікті электродтарда тотықтыруға арналған қондырғы 2-ші суретте келтірілген. Тәжірибелерді электролизерде жүргізеді. Электролизердің анодтық және катодтық кеңістіктері МК-40 (8) мембранасымен бөлінген. Күкірт диоксиді электролизерге (1) барботерлық қондырғы арқылы жіберіледі. Барботер арқылы газдың бір қалыпты тарауы қамтамасыз етіледі. Күкірт диоксиді триоксидке дейін тотығып, түтік арқылы 30%-дық калий гидроксиді ерітіндісімен толтырылған 10-шы ыдысқа жіберіледі. Тәжірибе аяқталғаннан кейін 10-шы ыдыстағы ерітіндіде сульфат-иондарының концентрациясы анықталады.

Анод ретінде қорғасын түйіршіктері (3). қолданылады. Түйіршікті электродтардың артықшылығы және ерекшелігі: олардың беттік ауданы дамыған және электролиз электродтың барлық көлемінде жүреді, демек процесс жеделтетіледі және тотығудың жылдамдығы жоғарылайды.



2-ші сурет.

5.2-сурет. Күкірт диоксидін тотықтыруға арналаған қондырғының схемасы.

1-электролизер ; 2– катод (қорғасын пластинкасы); 3- анод (түйіршікті қорғасын электродтары); 4- бюретка; 5- жүйеде қысым пайда болу үшін қызмет атқаратын ыдыс; 6- үш арналы кран, газ ағынының жылдамдығын реттейді; 7- барботер (газ көпіршіктерінің бір қалыпты жіберілуін қамтамасыз етеді); 8- МК-40 катионитті мембрана; 9- электролит; 10- 30% -дық КОН ерітіндісі құйылған склянка ; 11- электрод-токбергіш; 12-ток көзі; 13– амперметр.

Ұзындығы 3 мм, диаметрі 1,5 мм-ден бөлінген қорғасын бөлшектері (түйіршіктері) электрод-ток бергіштің (11) бетіне орналастырылады. Электрод қабатының қалыңдығы 1-7 см аралығында болады. Катод (2) қорғасыннан дайындалады, оны мембрананың ішіне салып, электролизердің үстіңгі жағына орналастырады. Электролизерге концентрацисы 100-150 г/л-ге тең күкірт қышқылы құйылады.

Ток тығыздығын, қышқыл концентрациясын, элетролиз ұзақтығын өзгерте отырып күкірт диоксидінің тотығуын жүргізеді. Тәжірибе аяқталғаннан кейін сульфит-иондарының концентрациясын иодометриялық әдіспен, ал сульфат-иондарының концентрациясын комплексонометриялық немесе гравиметриялық әдіспен анықтайды.

**Сульфат-иондардың мөлшерін гравиметриялық әдіспен анықтау.**

Құрамында сульфат-иондары бар ерітіндіге 2- 3 мл 2 н тұз қышқылының ерітіндісін қосады, ерітіндіні қыздырады (егер тәжірибе сілтілі ортада жүргізілген болса, міндетті түрде алдын-ала ортаның рН-ын қышқылдық ортаға өзгертіп алу шарт!) Барий хлоридінің ерітіндісін бөлек дайындайды, қыздырады және шыны таяқшамен араластыра отырып, оны құрамында сульфат-иондары бар ерітіндіге қосады. Түзілген тұнбаны (барий сульфаты) тұндырғаннан кейін, оның бетіндегі ерітіндіге барий хлоридінің ерітіндісін тамшылап қосып, сульфат-ионларының толық тұндырылғанына көз жеткізеді. Түзілген барий сульфаты өте майда кристалды зат, сол себептен сүзген кезде ол өте тығыз фильтрлерден де өтіп кетуі мүмкін, сондықтан алынған тұнбаны біраз уақытқа стакан ішінде қалтыру керек, сол кезде тұнбадағы бөлшектер іріленеді. Тұнбаны декантация әдісімен жуып-шаяды. Содан кейін күлсізденген фильтр (көк ленталы) арқылы сүзіп, тигельге салып, муфельде күйдіреді. Тұнбаның массасын анықтап, сульфат-иондарының мөлшерін есептейді.

Алынған нәтижелер бойынша күкірт диоксидінің тотығу дәрежесін немесе тотығуының ток бойынша шығымын анықтайды.

Алынған нәтижелерді кестеге жазады.

1- кесте. Ток тығыздығының күкірт диоксидінің тотығу дәрежесіне және тотығуының ток бойынша шығымына әсері.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №№ | Ток тығыздығы, А/м2 | Күкірт диоксидінің тотығу дәрежесі,% | Күкірт диоксидінің ток бойынша шығымы, % |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |

2- кесте. Электролит концентрациясының күкірт диоксидінің тотығу дәрежесіне және тотығуының ток бойынша шығымына әсері.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №№ | Электролит концентрациясы,моль/л | Күкірт диоксидінің тотығу дәрежесі,% | Күкірт диоксидінің ток бойынша шығымы, % |
| 1 |  |  |  |
| 2 |  |  |  |
| 3 |  |  |  |
| 4 |  |  |  |
| 5 |  |  |  |

Орындалған жұмыс бойынша есеп беру:

Есепте процестің теориясы қысқаша түрде, эксперименттің мақсаты мен міндеттері, эксперименттердің қысқаша сипаттамасы, анализ әдістемесінің қысқаша сипаттамасы, есептеу әдістері, кестелер, тәуелділіктер қисықтары, алынған нәтижелерді талқылау және қорытынды болуы қажет.

**Қажет қондырғылар мен реактивтер**

1. Вюрца колбасы - 1

2.Бөлгіш воронка - 1

3. Тищенко склянкасы -2

4.Газ көлемін өлшеуге арналған бюретка -1

5. Үш арналы кран -1

6.Зажим -1

7.Электролизер – 1

8. Қорғасын пластинасы

9. Қорғасын түйіршіктері

10.Барботер

11.МК-40 –катионитті мембрана

12. Конусты колба

13. тығындар, шлангілер, шыны түтіктер

14. Ток көзі

15.Амперметр

Реактивтер:

1.Калий немесе натрий гидроксиді

2.Күкірт қышқылы

3.Натрий сульфиті

4.Барий хлориді.

**Сұрақтар**

* 1. Күкірт диоксидінің негізгі химиялық қасиеттерін атап өтіңіздер
  2. Күкірт диоксидінің негізгі түзілу көздерін атап өтіңіздер
  3. Күкірт диоксидін залалсыздандырудың белгілі әдістері қандай?
  4. Күкірт диоксидін зертханада электр химиялық әдіспен залалсыздандырған кезде жүретін реакцияларды сипаттаңыздар?
  5. Газ күйіндегі заттың анодта тотығуының ерекшеліктері қандай?
  6. Газ күйіндегі заттарды тотықтыруда түйіршікті электродтарды қолданудың тиімділігін түсіндіріңіздер.
  7. Күкірт диоксидін зертханада электрхимиялық әдіспен тотықтыру әдісін сипаттаңыздар және ток бойынша шығымды есептеу әдісін түсіндіріңіздер.

Әдебиет

1.Баетова К.Ж., Баешова А.К., Баешов Ә. Күкірт диоксиді газын түйіршікті қорғасын электродында электрохимиялық әдіс арқылы тотықтыру // Қ.А.Яссауи атындағы Халықаралық Қазақ-Түрік университетінің хабаршысы. – 2000. - № 6. – 13-18 Б.

2. Баешов А., Баетова К.Ж., Баешова А.К. Натрий сульфаты ерітіндісіндегі күкірт диоксидінің графит электродында тотығуы // В кн.: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 10-летию Независимости Республики казахстан. – кокшетау,2001. – Том V. – С.44-47.

3. Баетова К.Ж., Баешова А.К., Баешов А. Утилизация диоксида серы путем электролиза в щелочной среде // В кн.: Наука –образование – производство в решении экологических проблем. Материалы докладов Международной научно-практической конференции. – Уфа, 1999. – С.67-69.

4.Розенталь К.И., Вечеловский В.И. Изучение механизма и кинетики реакции электрохимического окисления методом анодной полярографии на платиновом электроде // Журн. физ. химии. – Москва: Изд. Академии наук СССР. – 1953. Вып.8. – Т. 27. – С.1163-1171.

5. Баетова К.Ж., Баешова А.К., Баешов А. Күкірт диоксидін сілтілі ортада түйіршікті темір электродында тотықтыру // Поиск. – 2001. - № 3. – С.10-14.

1. **№ 9,10 Зертханалық жұмыстар.**

**6.1.Түйіршікті электродтар арқылы пайдаланылған қышқыл ерітінділерді мыс иондарынан тазарту. Теориялық бөлім**

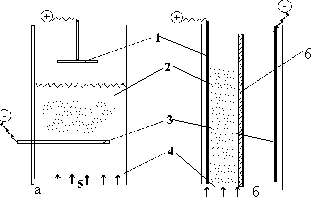
Қиын еритін қосылыстарды электрохимиялық әдіспен көлемді электродтарды қолдана отырып бөліп алу - жаңа, экологиялық таза технологиялардың ең өзекті саласының бірі. Бұл әдіс, көптеген гидрометаллургиялық процестерді жылдамдатуға, реагенттерді үнемдеуге, қоршаған ортаны ластамауға, ал кейбір жағдайда кедей кендерді және өндірістік қалдықтарды өңдеуге және пайдалы өнімдерді бөліп алуға мүмкіндік туғызады.

Электрохимиялық процестердің жылдамдығы аса жоғары емес, сондықтан олар интенсивті күйде жетілдірілмегін. Электролиз процесін жылдамдату мақсатында ток тығыздығын жоғарылатса, шектелген ток пайда болып, көптеген қосымша реакциялардың жүруіне мүмкіндік туады. Сондықтан, кәзіргі күні классикалық жазық электродтардың орнына, үш өлшемді электродтық жүйелерді қолданған жөн. Бұл үш өлшемді (көлемдік) электродтық жүйелер - бекітілген немесе жылжымалы ток тасымалдаушылардан тұрады, ал бұлар дисперсті ток өткізгіштермен контактта болады.

Көлемді электродтардың жазық электродтардан көп артықшылығы бар. Біріншіден, “зат-электролит” аралығында меншікті бет жақсы дамыған, осының нәтижесінде ток тығыздығын азайта отырып, ток күшін көбейтуге болады, бұл кезде ток бойынша шығым жоғарылайды, аппараттың өнімділігі артады, электр энергиясының шығыны азаяды. Кейбір жағдайларда псевдосұйытылған электродтарда токты 5 есе көбейтіп, ток тығыздығын компакты электродтағыдан 40 есе азайтуға болады.

Дисперсті материалдарды псевдо-сұйытылған (ПСЭ), суспензиялық (СЭ) және түйіршікті электрод (ТЭ) түрінде қолдануға болады. Псевдо-сұйытылған электрод дегеніміз, электролизер көлемінде орналастырылған, ток жеткізгішпен контактта болатын, дисперсті электрөткізгіш материалдың жылжымалы қабаты. 1-ші суретте сұйытылған электродтардың екі түрлі конструкциясы көрсетілген.

Электрохимиялық ұяшықтың төменгі жағында кішкене саңылаулары бар пластинка орнатылған, оның бетіне майда электродтық материал салынады. Электролит төменнен жоғары қарай көтеріледі, сонда дисперсті электродтық қабат сұйытылғандай болады. Псевдосұйытылған электродқа токты арнайы ток жеткізгіш арқылы береді, ток өткізгіш көзі болып пластинаның өзі де қызмет ете алады. Псевдосұйытылған электродтың қарастырылған схемасын, катод және анод процестеріне қолдануға болады. Электродтық материалды псевдосұйылту үшін, вибрацияны да қолдануға болады. Псевдосұйытылған электродтарды зерттеген кезде көптеген қызықты құбылыстар кездеседі, осы құбылыстарды қиын еритін заттарды поляризациялаған кезде ескерген жөн. Мысалы, биіктігі 25 мм-ден артық псевдосұйытылған электродты қолданған кезде, катодтық поляризация кезінің өзінде, электродтың 80%-ті анод болып қызмет етуі мүмкін, себебі кейбір бөлшектерде биполярлық электродтық қасиет пайда болады.



6.1-сурет. Псевдосұйытылған электродтың

схемасы:

а) электролит ағыны мен ток күштер сызығы паралелді;

б) электролит ағынына ток күштер сызығы перпендикулярлы;

1- анод, 2- псевдо-сұйытылған катод

3- ток жеткізгіш катод , 4- ағынды реттейтін пластина

1. электролит ағыны 6- диафрагма.

Сонымен қатар, ПСЭ қабатында максималды полярланатын және мүлде полярланбаған зоналар байқалады. Ал, өте майда бөлшектер үшін агломерация құбылысы тән. Ірі бөлшектер агломерацияға ұшырамайды, олардың поляризациялануы соқтығысу жиілігіне байланысты.

Егер, электролит ағыны күшейіп кетсе, бөлшектердің бір-бірімен және ток өткізгішпен жанасып соқтығысуы көбейеді, ал бұл кезде, ПСЭ-нің жоғарғы жағы дұрыс поляризацияланады да, төменгі жағы аз поляризацияланады.

ПСЭ жасауда көбінесе ірі бөлшектер қолданылады (10-1см), ал электродтың әрбір нүктесінің потенциалы олардың ток өткізгішпен қашықтығының функциясы болып табылады. Псевдосұйытылған электродтағы ток тығыздығы асқын кернеуге (η), ерітінді концентрациясына (C), температураға (T), электролит ағынының жылдамдығына (νт), бөлшек материалының табиғатына және электролиттің өткізгіштігіне (жж), бөлшек диаметріне (d), қабат биіктігіне (h) тәуелді.

і = f (η, C, T, U, νт, жж , d , h)

Кейінгі кезде ток бергіш электродтың үстіне салынған түйіршікті электродтар кеңінен қолданыс тауып жүр. Бұл электродтардың да беттік аумағы, жазық электродтармен салыстырғанда бірнеше есе үлкен болады.

**6.2.Тәжірибелік бөлім**

Өнеркәсіпте пайдаланылған ерітінділердің және сулардың құрамында химиялық қоспалардың әр алуан түрлерін кездестіруге болады. Олардың улы, канцерогенді әсері әр түрлі деңгейде болады. Мысалы, мырыш, кадмий, қорғасын, никель сияқты ауыр металдардың өте аз мөлшері организмге пайдалы микроэлементтер болып саналады. Бірақ, осы металдардың концентрациясы жоғарыласа, олар ингибитор ретінде қызмет етіп, тірі организмдердің улануына әкеп соғады. Қазіргі заманда қолданылған ағызынды суларды тазартып, қайтадан пайдалануға жіберудің маңызы ерекше. Осы су шығынын және оның ластануын азайтуға арналған ғылыми-зерттеу жұмыстары кеңінен жүргізілуде.

Бұл жұмыста, электролит цехынан шыққан, пайдаланылған қышқыл ерітінділерден дамыған беттік ауданды түйіршікті электродтарды қолдана отырып, мыс иондарын бөліп алу мақсаты қойылып отыр.

Электролизді жүргізу үшін пайдаланылатын қондырғының схемасы 2-ші суретте көрсетілген. Қондырғы екі шыны ыдыстан (1 және 5) және түйіршікті электродтары бар электролизерден (6) тұрады, мұнда катод қызметін атқаратын түйіршікті мыс электродтары (3) ұсақ саңылаулы мыстан жасалған токжеткізгіш катодтың үстіне салынады, ал анод күкірт қышқылында ерімейтін қорғасыннан (2) немесе графиттен жасалынады. Анодта мынадай процесс жүреді:

2Н2О →O2 + 4H+ + 4e

Түйіршікті мыс электродында (катодта) келесі реакция жүреді:

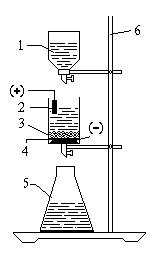
Сu2+ + 2e → Сu0

Құрамында мыс (ІІ) иондары бар ерітінді жоғарыдан төмен қарай белгілі бір жылдамдықпен өткізіліп отырады. Электрохимиялық тізбек тоққа қосылады. Ток бергіш мыс катодындағы ток тығыздығының мәні ерітіндідегі мыс (ІІ) иондарының концентрациясына байланысты 50-200 А/м2 аралығында болады.

Түйіршікті мыс электроды диаметрі 1 мм ұзындығы 5 мм болатын мыс сымдарынан жасалады. Шыны ыдыстың біреуі (1) пайдаланылған ерітіндіні құю үшін, екіншісі (5) тазаланған ерітіндіні жинау үшін қолданылады. Жұмысты бастамастан бұрын катодты сұйытылған азот қышқылының ерітіндісімен тазалап, содан кейін өте мұқият дистилденген сумен жуады.

Электролизердің түбіндегі ток бергіш катодқа мыс түйіршіктерін саламыз. Түйіршіктер қабатының қалыңдығы 0,5 - 4 см дейінгі аралықта өзгертіп, зерттеуге болады.

Құрамында мыс (ІІ) иондары бар тазартуға арналған ерітінді белгілі бір жылдамдықпен түйіршікті мыс катоды арқылы төмен қарай өткізіледі.



6.1-сурет. Ағызынды сулар құрамындағы Cu (ІІ) иондарын

түйіршікті электродтар арқылы бөліп алуға арналған қондырғы:

1. Құрамында мыс (ІІ) иондары бар ерітіндіні электролизерге белгілі жылдамдықпен қосып тұруға арналған ыдыс, 2- қорғасын аноды, 3- түйіршікті мыс электроды, 4- токжеткізгіш мыс - катод пластинкасы, 5- тазартылған ерітіндіге арналған ыдыс, 6- штатив
   1. **Анализ әдістемесі**

Электролизерден өткізілген ерітіндіден Cu2+- иондарының мөлшері иодометриялық әдіспен анықталады. Бұл әдіс Cu2+-иондарының калий иодидімен әрекеттесуіне негізделген.

2Cu2+ + 4І-  → 2СuІ + І2

Тәжірибеден кейінгі ерітіндіні калий иодидінің есептелінген мөлшерімен өндеп, бөлінген иодты тиосульфаттың 0,1 н ерітіндісімен 5%-ті крахмал ерітіндісінің қатысуында титрлейді.

2Na2S2O3 + І2 → 2NaІ + Na2S4O6

Ерітіндіде қалған мыс (ІІ) иондарының концентрациясы мынадай теңдеу бойынша есептелінеді:

Сu2+, г/л = Т1. V ж .1000/ V

T1- тиосульфаттың мыс бойынша титрі

V ж - жұмсалған тиосульфаттың көлемі

V - анализделінетін ерітіндінің көлемі

Ерітіндінің мыс (ІІ) иондарынан тазалау дәрежесі α есептеледі.

*Қажетті құрал – жабдықдар мен реактивтер:*

1. 2-ші суреттегі қондырғы

2. Құрамында мыс (ІІ) иондары бар, тазартуға арналған ерітінді

3. 0,1 моль-экв./л Na2S2O3 ерітіндісі

4. 5 %- дық крахмал ерітіндісі

5. HNO3 сұйытылған ерітіндісі

6. Калий иодиді

7. Конусты колбалар

8. Амперметр

9. Ток түзеткіш

*Жұмыста зерттелінетін параметрлер*

1. Тазартылатын ерітіндідегі мыстың мөлшерін тәжірибеге дейін иодометрлік әдіспен анықтайды.

2. Ерітінді ағынының жылдамдығы - V=60 мл/сағ., мыс түйіршіктерінің қабат қалыңдығы l=1,0 см, катодтағы ток тығыздығы 50-200 А/м2 болғандағы тазартылатын қышқыл ерітіндіден мысты бөліп алу процесін зерттеу. Тазартылған ерітіндідегі қалған мыс иондары иодометрлік әдіспен анықталады. Ерітіндінің мыс иондарынан тазалану дәрежесін есептеу және ток тығыздығының, түйіршікті электрод қабатының әсерін анықтау.

3. Тәжірибені жүргізу ұзақтығының немесе тазаланатын ерітіндінің электролизерден өту жылдамдығына мысты бөліп алу процесіне әсерін зерттеу.

№№ 1-5 тәжірибелер

Тәжірибелер жүргізу шарттары:

Ерітіндіні электролизер арқылы өткізу жылдамдығы - V=60 мл/сағат; түйіршікті электродтард қабатының қалыңдығы - l=1,0 см, катодтағы ток тығыздығын 50 - 200 А/м2 аралығында өзгертеді.

№№ 6 – 9 тәжірибелер

Тәжірибелер жүргізу шарттары:

Ерітіндіні электролизер арқылы өткізу жылдамдығы - V=60 мл/час; Катодтағы ток тығыздығы: - 200 А/м2, түйіршікті электродтар қалыңдығын 1 – 5 см аралығында өзгертеді.

Тәжірибеден кейін ерітіндідегі мыс ионджарының концентрациясын анықтайды, мыс иондарын бөліп алу дәрежесін есептейді, алынған мәліметтерді кестелерге енгізіп, графиктер тұрғызады.

6.1-кесте

|  |  |
| --- | --- |
| Катодтағы ток тығыздығы, А/м2 | Ерітіндіні мыс иондарынан тазарту дәрежесі, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

6.2-кесте

|  |  |
| --- | --- |
| Түйіршікті электродтар қабатының қалыңдығы, см | Ерітіндіні мыс иондарынан тазарту дәрежесі, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Ескертулер:

1) Тәжірибелерде түйіршікті электродтар және ток жеткізгіш электрод ретінде графитті қолдануға болады.

2) Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде ток бойынша шығымды есептеуге болады.

Ток бойынша шығымды есептеу

ТШ=(Δmпр / Δmтеор)⋅100%

Δmтеор - катодта теория бойынша бөлінуге тиіс, Фарадей заңына сәйкес есептелген зат мөлшері, грамм

Δmпр - катодта іс жүзінде бөлінген зат мөлшері, грамм

Фарадей заңы бойынша:

Δmтеор=І**.**τ**.**q

τ - уақыт, сағат (тәжірибе ұзақтығы);

І - ток күші, А.

q - металдың электрхимиялық эквиваленті, г-экв/А

q= 

А- атомның молярлық массасы, г/моль;

n - тотығу-тотықсыздану процесіне қатысқан электрондар саны;

F- Фарадей саны , (F=26,8 А.час).

Ток бойынша шығымды есептеген кезде алынған нәтижелерді келесі кестелерге енгізу қажет.

6.4-кесте

|  |  |
| --- | --- |
| Катодтағы ток тығыздығы, А/м2 | Ерітіндіні мыс иондарынан тазартудың ток бойынша шығымы, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

6.5-кесте

|  |  |
| --- | --- |
| Катодтағы ток тығыздығы, А/м2 | Ерітіндіні мыс иондарынан тазартудың ток бойынша шығымы, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Жұмыс бойынша есеп беру:**

Жұмыс бойынша есеп келесі мәселелерді қамтиды: қысқаша түрде процестің теориясын сипаттау, эксперименттің мақсаты мен міндеттері, эксперименттерді қысқаша сипаттау, анализ әдістемелерін қысқаша сипаттау, тәжірибелердің нәтижелерін есептеу, кестелер құру, графиктер тұрғызу, алынған нәтижелерді талқылау және тұжырымдар жасау.

**Сұрақтар**

1. Ерітіндідегі мыс иондарының концентрациясын анықтау әдісін сипаттаңыздар.
2. Ерітіндіні мыс иондарынан электрохимиялық әдіспен тазарту кезінде катодта жүретін реакцияны жазып түсіндіріңіздер.
3. Ерітіндіден мыс иондарын бөліп алу дәрежесін есептеу әдісін түсіндіріңіздер.
4. Ток бойынша шығымды есептеу әдісін түсіндіріңіздер.
5. Электродтағы ток тығыздығын есептеу әдісін түсіндіріңіздер.

**Қолданылған әдебиеттер тізімі**

1. Кипарисов С.С., Сучков А.Б., Ясиновский К.Д., Бескин А.Л. Использование порошкообразных псевдоожиженных электродов для электролитического получения цветных металлов. Серия: Производство тяжелых цветных металлов. - Выпуск 2, обзорная информация. – Москва 1981, с.47.

1.Угорец М.З., Шалаева Т.С., Пивоварова Л.С. Электролиз порошковых неорганических материалов в водной среде: (Катодные процессы). – Алма-Ата: Наука, 1989. – 144 с.

2. Практикум по прикладной электрохимии. Под ред. Проф. Н.Т.Кудрявцева и проф. П.М.Вячеславова. Л., «Химия», 1973, с.263.

3 .Баешов А.Б., Жылысбаева Г.Н., Баешова А.К. Предварительный патент РК, № 7412 от 09.02.98. Способ извлечения меди (II) из отработанных растворов.

4. Баешова А.К. Современные методы очистки сточных вод // В сб.: Материалы региональной научно-практической конференции «Казахстан – 2030 – здоровый образ жизни» ч. II) . – Караганда, 1998. –

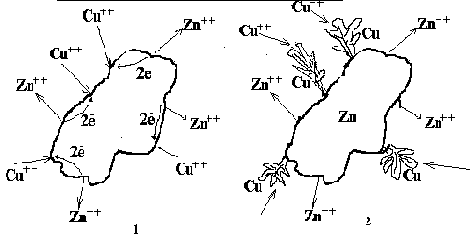
1. **7.1. № 11 зертханалық жұмыс. Пайдаланылған ерітінділерді және ағызынды суларды металл иондарынан цементация әдісімен тазарту. Теориялық бөлім**

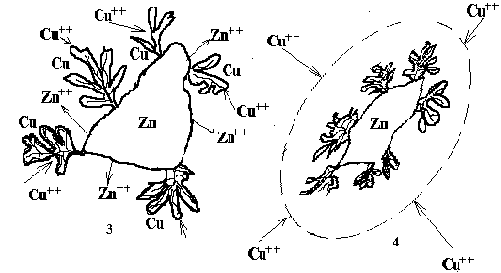
Цементация дегеніміз – тұз ерітінділеріндегі металл иондарын басқа металмен ығыстырып шығару. Цементация әдісі гидрометаллургияда кеңінен қолданылады, мысалы шахта суларындағы мысты темір иондарымен ығыстырып бөліп алады. Сонымен қатар цементация әдісі ағызынды сулардағы және пайдаланылған ерітінділердегі потенциалдары оң қоспаларды бөліп алу үшін қолданылады (мысалы, никель электролиттеріндегі мысты никель ұнтағымен бөліп алу, немесе мыс және кадмийді мырыштың өте майда ұнтағымен бөліп алу). Осыдан басқа цементация цианды ерітінділердегі алтын иондарын бөліп алу үшін кеңінен қолданылады.Негізінен цементация әдісі металл концентрациясы ағызынды суларда өте аз болғанда қолданылады.

Цементация – бұл электрхимиялық процесс. Бұл процесте электрлік коррозия процесіндегідей, екі реакция қатарымен жүреді. Электрлігі теріс (цементтейтін) металдың анодтық тотығуы және цементтелетін металдың катодтық тотықсыздануы қатар жүреді.Бұл екі процестің жылдамдықтары тең болуы шарт. Цементация процесінің теориясына кейбір түсініктерді металдар коррозиясының теориясынан қолдануға болады. Цементацияның жылдамдығына әртүрлі факторлардың әсері цементация жүретін аумаққа тәуелді. Егер цементация цементтелетін металл үшін шекті токтың аумағында жүретін болса, цементацияның жылдамдығы, негізінен иондардың катод учаскелеріне жеткізілуінің жылдамдығына тәуелді. Цементация кезінде цементтейтін металдың түйіршіктері цементтелетін металдың кристалдарымен қаптала бастайды.

1-ші суретте осы процестің 4 сатысы көрсетілген. Суретте көрсетілгендей, мырыштың түйіршігі мыс кристалдарымен қапталған, демек мыс кристалдарының бетінде қабыршық пайда болады. Ал енді осы «қабыршық» цементацияның жүруін тежей ме, жоқ цементацияның жүруін жеделдете ме? Кейбір зерттеушілер цементацияның жылдамдығы тек диффузиялық процестерге тәуелді деп ойлайды, олар цементацияны тежейді деген пікір айтады, себебі «қабыршық» цементтейтін металл иондарының цементтелетін металл иондарына жақындауын қиындатады, сонымен барлық процесс баяулайды. Ал осы процесті электрхимиялық процесс ретінде қарастырсақ, цементтелетін металл (мыс) иондарының «қабыршық» арқылы өтуінің қажеттілігі жоқ, себебі олар өзіне қажет электрондарды цементтеуші металдан (мырыштан) «қабыршықтың» кез келген учаскесінде ала алады. «Қабыршықтың» беттік ауданы дамыған, сондықтан оның бетінде электрон беру процесі мырыш түйіршігінің бетіндегі электрон беру процесіне қарағанда жеңілдеу жүреді (поляризация аздау болады).

Диффузия құбылысы цементация кезінде негізінен цементтеуші металл «қабыршықтан» шығу кезінде орын алады. Егер цементация процесінің жылдамдығы цементтеуші металдың анодтық еру процесінің жылдамдығына тәуелді болса, «қабыршықты» бұзып, цементтейтін металдың шығуына жағдай жасау керек болар еді. Әдетте, қолданылған ерітінділерде еріген заттың концентрациясы аз болса, жылдамдық катодтық процеске тәуелді болады.





1-ші сурет. Цементация кезінде мыстың кристалдарының мырыш түйіршігінің бетінде сатылап қондырылуының схемасы.

Диффузиялық аумақта жүретін цементация процесінің барысына ерітіндіні араластыру өте қатты әсер етеді. Біріншіден, араластыру шектік токтың шамасын жоғарылата отырып, цементацияның жылдамдығын арттырады, ал екіншіден, араластыру кезінде еріген оттегінің мөлшері көбейеді де, кристалдардың әкетілуіне байланысты катодтың беттік ауданы азаяды, бұл кезде цементацияның жүру жағдайлары нашарлайды.

Температура жоғарылаған сайын цементацияның жылдамдығы аз артады, бірақ бәсекелес сутегінің бөліну реакциясының жылдамдығы артуы мүмкін.

Диффузия белгілі бір деңгейде орын алса, цементация электродтық процестердің кинетикасының заңдарына бағынады. Бұл кезде цементацияға келесі факторлар әсер етеді:

Ц е м е н т т е й т і н м е т а л д ы ң қ а с и е т т е р і. Бұл металдың цементтелетін металмен салыстырғанда потенциалы теріс болуы шарт. Потенциалдар айырмасы цементацияның толық жүруіне әсер етеді. Цементтеуші металдағы (егер бұл металдың потенциалы сутектің потенциалына қарағанда теріс мәнге ие болса): егер ол аз болса, цементациямен қатар сутегінің бөлінуі орын алады, бұл кезде цементацияның жылдамдығы кемиді.

Сутектің бөлінуін тежеу үшін кейбір кезде электролитке металдардың тұздарын қосады (бұл металдарда сутектің асқын кернеуінің мәні өте жоғары болуы шарт); мысалы цианды ерітінділерден алтынды мырышпен цементация арқылы бөліп алған кезде электролитке қорғасынның тұзын қосады. Әдетте цементация процесін тежейтін бір мәселе: бұл процесс кезінде цементтейтін металдың пассивацияға ұшырауы (мысалы алюминий, темір, никель нитрат ерітінділерінде күмісті, сынапты және мысты ығыстырып шығармайды. Кейбір кезде цементтеуші металл цементтелуші металмен құйма түзеді, бұл кезде цементация процесі жеделдетіледі.

2. Ц е м е н т т е л е т і н м е т а л д ы ң қ а с и е т т е р і.Катодта аз асқын кернеумен бөліетін металл. Ал кейбір металдардың асқын кернеуі өте жоғары болады, сонда цементтеуші металмен цементтелуші металдың арасындағы айырма өте уүлкен болады, сонда цементтелетін ионның бөліп шығуына кедергі жасайды. Мысалы мырыш суықта кобальтты ығыстырып шығармайды. Ал егер элеткролитті ауыстырса, демек бұл электролитте кобальттың асқын кернеуі аздау болса, ал мырыштың потенциалы электртерістілеу болса (комплекс түзілуіне байланысты), мысалы цементтеуді аммиак ерітіндісінде жүргізсе, кобальттың цементтелуі жүреді.Цементтелетін металдың сутегінің бөлінуіне байланысты катод жанындағы кеңістіктің сілтіленуіне байланысты түзілетін оксидтермен және гидроксидтермен пассивтелуі цементация процесін тежейді.

3. Е р і т к і ш т і ң т а б и ғ а т ы. Ерітіндіде комплекс түзушілердің болуы, ерітіндідегі сутек иондарының концентрациясы, демек ерітіндінің рН-ы, ерітіндіде тотықсызданатын басқа заттардың болуы (оттегі, нитраттар және т.б.), анодтық кеңістіктің пассивтелуі – осының бәрі маңызды роль атқарады.Ерітіндінің тұтқырлығы және электр өткізгіштігі өте маңызды роль атқарады, неғұрлым тұтқырлық аз болып, электр өткізгіштік жоғары болса, жүйедегі кедергі аз болады да, цементацияның жылдамдығы арта түседі.

4. Т е м п е р а т у р а цементация процесіне әртүрлі әсер етеді. Біріншіден,температура артқан сайын иондардың диффузиясның жылдамдығы артады, концентрациялық поляризация төмендейді. Екіншіден, температураның жоғарылауы сутегінің асқын кернеуін және цементтелетін металдың асқын кернеуін төмендетеді. Сонымен қатар температура жоғарылаған сайын еріген оттегінің мөлшері азаяды, цементтелетін және цементтейтін металдың потенциалдары өзгереді, ерітіндінің өткізгіштігі артады.

Іс жүзінде цементацияның толық жүруі маңызды, ал бұл мәселе электролитте қоспалардың болуына және потенциалдар айырымына тәуелді.

Айта кететін мәселе: ерітіндіде қалып кеткен металдың бөлініп шығуы шектік токтың мәніне жеткенде іске асырылады (металл иондарының концентрациясының төмен болуынан), сондықтан цементация жылдамдығы процесс кезінде төмендейді. Сол себептен бәсекелес реакциялардың жылдамдығы артуы мүмкін (сутектің бөлінуі, оттектің және тағы басқа тотықтырғыштардың тотықсыздануы). Катодтық процеспен қатар басқа да тотықсыздану процестері жүруі мүмкін, демек цементация процесін толық жүргізу мақсатында бәсеклес процестердің ролін азайту қажет (температураның аса жоғарыламауы, ерітіндіде тотықтырғыштардың болмауы, сутек иондарының асқын кернеуінің жоғары болуы.

**7.2. ТӘЖІРИБЕЛІК БӨЛІМ. Экспериментті жүргізу әдістемесі.**

Жұмыстың мақсаты: Қолданылған ерітінділерді (немесе ағызынды суларды цементация әдісімен темір ұнтағын (темір жоңқаларын) қолдану арқылы мыс иондарынан тазарту.

Қондырғылар, химиялық ыдыстар, реактивтер, материалдар:

1. Көлемі 400 мл-ге тең конустық колбалар.
2. Вакуумдық сүзуге арналған қондырғы (бунзен колбасы, Бюхнер воронкасы, склянка, су насосы)
3. Темір ұнтағы (темір жоңқасыстружки) ;
4. 0,05 моль-экв./л K2Cr2O7 ерітіндісі (тұздың 0,6 г-ын 250 мл суда еріту);
5. 5% -ды КІ ерітіндісі (1,25 г тұзды 250 мл суда еріту);
6. 4,0 моль-экв./л H2SO4 ерітіндісі;
7. Құрамында 4 г/л мыс иондары бар қолданылған;
8. 0,1 моль-экв./л Na2S2O3  ерітіндісі;

9. 0, 5%-дық крахмал ерітіндісі.

Тәжірибені жүргізуге дайындық

1.Тиосульфаттың дәл концентрациясын калий бихроматы бойынша анықтау: Конустық колбаға 20 мл КІ ерітіндісін құяды (ерітілген калий иодидінің мөлшері эквивалентті мөлшерден 3-4 есе артық болуы керек), содан кейін 15-20 мл К2Cr2O7 ерітіндісін құйып, 5-7 минут қараңғыда ұстайды. Содан кейін натрий тиосульфатымен титрлейді.Титрлеуді алдымен индикаторсыз ақшылт сары түске дейін жүргізеді. Содан кейін 2-3 мл крахмал қосады да, көк бояу жоқ болғанға дейін титрлейді. Бұл кезде Cr3+-иондарының пайда болуына байланысты ерітінді жасыл түске боялады. Титрлеудің нәтижесі бойынша Na2S2O3 ерітіндісінің дәл концентрациясын 1-3 теңдеулер бойынша анықтайды.

N1.V1 = N2 . V2

N(Na2S2O3)N(K2Cr2O7).VK2Cr2O7/VNa2S2O3

T(Na2S2O3) = N(Na2S2O3) . Э(Na2S2O3)/ 1000

7.3. **Қолданылған ерітінділердегі мыс иондарының концентрациясын анықтау (тәжірибеге дейін).**

Ерітіндідегі мыс иондарының концентрациясын анықтау мыс иондарының иодид-иондармен әрекеттесуіне негізделген:

2Cu2+ + 4І - = 2CuІ + І2

Қолданылған ерітіндіден 25 мл алып, оны конустық колбаға құямыз, 3-4 г калий иодидін, 5 мл күкірт қышқылын қосамыз және қараңғы жерге қоямыз.5 минут өткеннен кейін бөлінген иодты тиосульфаттың 0,1 моль-экв./л ерітіндісімен титрлейміз:

2Na2S2O3+І2 = 2NaІ + Na2S4O6

Мыс иондарының концентрациясы келесі формула бойынша анықталады

mCu2+ = М(ЭCu ) ∙N1 . Vраствора. / 1000

N1  - натрий тиосульфатының концентрациясы, моль-экв./л.;

М(ЭCu ) - мыстың эквиваленттік массасы;

Vерітіндінің- титрлеуге жұмсалған натрий тиосульфатының ерітіндісінің мөлшері.

**7.4.Мыс (ІІ) иондарын темір ұнтағымен (темір жоңқасымен) цементациялау:**

Цементация келесі реакция бойынша жүреді.:

Cu2+ + Ғе0 = Cu + Ғе3+

№№ 1-5 тәжірибелер:

Тәжірибелер жүргізу әдістемесі:

Конустық колбаға тазалауға арналған ерітіндінің 25 мл-ін құйып, темір ұнтаған (темір жоңқасын) қосады. (m=0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 г.). Колбаны 30 минут қа қояды, содан кейін түзілген мыс ұнтақтарын сүзіп алып, сүзінді ерітіндіде қалған мыс иондарының концентрациясын йодометриялық әдіспен анықтайды. Ерітіндінің тазалану дәрежесін келесі теңдеу бойынша есептейді:

α=(С1–С2 /С1) .100%

С1 – мыс иондарының тәжірибеге дейінгі концентрациясы

С2 – мыс иондарының тәжірибеден кейінгі концентрациясы.

№№ 6-10 тәжірибелер

Конустық колбаға тазалауға арналған ерітіндінің 25 мл-ін құйып, 0,5 г темір ұнтаған (темір жоңқасын) қосады. Тәжірибе жүргізетін уақытты өзгерте отырып (10; 15; 20; 25; 30 минут) ерітіндіні араластырады. Содан кейін ерітіндіні сүзіп алып, сүзінді ерітіндіде қалған мыс иондарының концентрациясын йодометриялық әдіспен анықтайды. Ерітіндінің тазалану дәрежесін есептейді.

Эксперименттер нәтижелерін кестелерге енгізеді:

1-ші кесте

Цементацияны араластырусыз жүргізеді. Цементтеуші заттың массасы өзгеріп тұрады.

|  |  |
| --- | --- |
| Цементтеуші заттың массасы,г | Қолданылған ерітіндінің тазалану дәрежесі, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

2-ші кесте

Цементацияны араластыру арқылы жүргізеді. Тәжірибе уақытын өзгертеді.

|  |  |
| --- | --- |
| Тәжірибе ұзақтығы, мин. | Қолданылған ерітіндінің тазалану дәрежесі, % |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Есепте процестің теориясы қысқаша түрде, эксперименттің мақсаты мен міндеттері, эксперименттердің қысқаша сипаттамасы, анализ әдістемесінің қысқаша сипаттамасы, есептеу әдістері, кестелер, тәуелділіктер қисықтары, алынған нәтижелерді талқылау және қорытынды болуы қажет.

Сұрақтар

1. Цементация дегеніміз не?
2. Цементтейтін металдың қасиеттерін сипаттаңыздар.
3. Цементтелетін металдардың қасиеттерін сипаттаңыздар.
4. Цементация жүргізген кезде ерітіндінің табиғатына қойылатын талаптарды атап өтіңіздер.
5. Цементация процесіне температураның әсерін сипаттаңыздар.
6. Мыс иондарын темір ұнтағымен (темір жоңқаларымен) ығыстырып шығару әдісін сипаттаңыздар, жүретін реакцияны жазып, түсіндіріңіздер.
7. Ерітіндідегі мыс иондарын анықтау әдісін сипаттаңыздар.
8. Цементтеудің немесе мыс иондарын бөліп алу дәрежесін есептеу әдісін түсіндіріңіздер.

Әдебиет.

1. Бухман С.Н. Цементация амальгамами металлов. – Алма-Ата: Наука,1986. – 206 с.

2. Федотьев Н.П., Алабышев А.Ф., Ротинян А.П. и др. Прикладная электрохимия – Изд-во «химия», Ленинградское отделение

**8. № 12 зертханалық жұмыс.**

**8.1. Қалдық түрінде түзілетін күкірттен пайдалы қосылыстар алу**

Графит және күкіртті майдалап, араластырғаннан кейін, біртіндеп қыздырады. Бір қалыпты масса түзілген кезде балқыманы арнайы формаға салып, бөлме температурасына дейін суытады. Алынған қоспаны күкірт-графитті композициялық электрод ретінде пайдалануға болады.

**Күкірт-графитті композициялық электродты пайдаланып**

**электролиз жүргізу**

Күкірт-графитті электродты пайдаланып электролиз жүргізу үшін анодтық және катодтық кеңістікті мембранамен (МК-40) бөледі. Электролизді шыны элеткролизерде жүргізуге болады. Екінші электрод ретінде графитті қолдануға болады. Элеткролиз жүргізудің мақсатына байланысты күкірт-графитті электродты катод ретінде де, анод ретінде де поляризациялауға болады. Қышқылды ортада катодты поляризациялаған кезде күкірт тотықсызданады, бұл кезде күкіртсутек газын алуға болады. Ал сілтілі ортада катодты поляризациялаған кезде сульфид- немесе полисульфид-иондарын алуға болады және электролиз нәтижесінде өнеркәсіпте қолданылатын сілтілі және сілтілі жер металдардың сульфидтерін алуға болады. Күкірт-графитті электродты анод ретінде поляризацияласақ, анодтық кеңістікте сульфит-, тиосульфат-, сульфат-иондары түзіледі, демек металдардың сульфиттерін, тиосульфаттарды, сульфаттарды алуға болады.

Электролиз жүргізгеннен кейін ерітіндіден күкірттің әртүрлі иондарын анықтау қажет.

* 1. **Полисульфид-, сульфид-, сульфит-, тиосульфат-, сульфат- иондарын және күкіртсутекті анықтау әдістері.**

Күкірт-графитті электродты катодтық кеңістікте поляризациялағанда полисульфид-, сульфид-иондар түзіледі.

Ерітіндіде сульфид-, сульфит-, тиосульфаттар болған кезде ең алдымен мырыш тұзының көмегімен полисульфид- және сульфид-иондарын тұнбаға түсіреді. Содан кейін ерітіндіде сульфит- және тиосульфат-иондарын анықтайды.

**Полисульфид- және сульфид-иондарын тұндыру**

Полисульфид-иондарының құрамында сульфид-иондар және тиосульфат-иондар болады. Тиосульфат-иондары сульфид қосылысы ауамен әрекеттескенде түзіледі:

2Na2S2 + 3O2 →**2Na**2S2O3

Полисульфид ерітіндісінде Na2S, Na2S2O3 және күкірттің жалпы мөлшерін анықтайды.

Na2S, Na2S2O3 мөлшерін анықтау үшін йодпен титрлеу әдісін қолданады. Бұл кезде келесі реакция жүреді:

Na2S + І2 → NaІ + S↓

Na2S2O3 + І2 →2NaІ + Na2S4O6

Для определения только тиосульфата сульфид натрия осаждают сульфатом цинка (карбонатом цинка):

Na2S + ZnSO4 →Na2SO4 + ZnS↓

Мырыш сульфидін фильтрлеп бөліп алғаннан кейін ерітіндіде йодометриялық әдіспен тиосульфат ионының мөлшерін есептейді. Бірінші және екінші титрлеудің айырмасы бойынша натрий сульфидінің мөлшерін есептейді.

Көлемі 250 мл-ге тең конустық колбаға 50-100 мл ерітінді құйылады (электролизден кейінгі), содан кейін 10 мл глицерин қосылады және 20 мл мырыш карбонатының суспензиясын қосады. Қоспаны араластырады және сүзіп алады. Тұнбаны ыстық сумен шаяды.

**Сульфид-иондарын анықтау әдісі**

Сульфид-иондарын анықтау үшін йодометриялық әдісті қолданады. Бұл кезде келесі реакция жүреді:

S2- + I2 → 2I- + S↓

Тұнбаны фильтрмен бірге көлемі 250 мл-ге тең конустық колбаға салады және осы колбаға 0,01н йод ерітіндісінің 25-50 мл-ін қосады, содан кейін 5 мл тұз қышқылын қосады (1:9). Йодтың артық мөлшерін 0,01н тиосульфат ерітіндісімен 0,5% крахмал қатысында титрлейді.

Сульфид-иондарының жалпы мөлшерін келесі формула бойынша есептейді:



**Бұл формулада:**



b – иодтың артық мөлшерін титрлеуге жұмсалған тиосульфат ерітіндісі, мл



V – анализге алынған ерітіндінің көлемі (проба), мл;

0,01 – титрлейтін ерітінділердің эквиваленттік концентрациясы.



16,03 – сульфид-ионның эквиваленттік массасы.

Тиосульфат-иондарының мөлшерін анықтау

Нейтрал ортада қыздырған кезде полисульфид-иондар тиосульфатқа өтеді. Осы ерітіндіге формальдегид қосқанда, сульфит-иондарды жасыруға болады, содан кейін йодометриялық титрлеу әдісімен тиосульфатты анықтайды. Фильтраттан аликвота алып, конустық колбаға құйып, 5 мл формальдегид, 10 мл сірке қышқылын, 1-2 мл крахмал ерітіндісін қосады және йод ерітіндісімен титрлейді. Жұмсалған йодтың мөлшері S2O3 2- -иондарының мөлшеріне сәйкес келеді.

Тиосульфат мөлшері келесі формула бойынша анықталады:

*Х*



**Бұл формулада:**



V – анализге алынған ерітіндінің көлемі, мл;



V1 - осы анализге алынған ерітіндінің мөлшері, мл;

1,121 - S2O3 2- -ионының 1 мл 0,01 н йод ерітіндісіне эквивалентті мөлшері, мг

**Сұрақтар.**

1. Қазақстан республикасындағы күкіртке байланысты орын алған экологиялық жағдайды сипаттаңыздар.
2. Күкірттің химиялық қасиеттерін сипаттаңыздар. Күкірттің электрохимиялық қасиеттерін сипаттаңыздар.
3. Элемент түріндегі күкіртті электрохимиялық әдіспен өндеуге бола ма?
4. Күкірттің тотығуының нәтижесінде түзілетін қосылыстарды атап өтіңіздер.
5. Күкірттің тотықсыздануының нәтижесінде түзілетін қосылыстарды атап өтіңіздер.
6. Сульфид-, полисульфид-, сульфит-, тиосульфат-, сульфат-иондарын анықтау ерекшеліктерін сипаттаңыздар.
7. Күкірттің электрохимиялық тотығуын және тотықсыздануын қалай іске асыруға болады?

**Әдебиет**

1. Надиров Н.К. Тенгиз – море нефти, море проблем. – Алматы: НИЦ «Ғылым», 2003.– 266 с.

2 Некрасов Б.В. Основы общей химии. – Т.І, второе стееортипное издание. – Изд-во «Химия». – Москва, 1969 г. – 517 с.

3 Воробьев Е.И., Прусанов В.М., Душутин К.К. Охрана атмосферы и нефтехимия. – Л.: Гидрометиздат. – 1985. – 231 с.

4.Матрос Ю.Ш., Загоруйко А.Н. Нестационарный каталитический способ получения серы методом Клауса // ДАН СССР. – 1987. – Т.294. - № 6. – С.1424-1428.

5.Таскараева А.С., Баешова А.К., Баешов А.Б. Мұнай-газ өндіру саласында түзілетін күкіртсутек газын залалсыздандыру әдістерін жасау / В сб.: Материалы III Международного конгресса студентов и молодых ученых «Мир науки», посвященного 75-летию КазНУ им. аль-Фараби. – Алматы, 2009 г., с.52-53.

**6.**Баешов А.Б., Баешова А.К. Перспективные электрохимические способы решения проблем гидролэлектрометаллургии // Вестник КазНУ им. Аль-фараби, серия химическая. Посвящается 100- летию выдающегося ученого-основателя каталитической химии в Казахстане, Героя Социалистического Труда, академика Сокольского Д.В. – Алматы, 2010. - № 2(58). С. 202-207.

**7.**Баешов А.Б., Асабаева З.К., Баешова С.А., Баешова А.К. Разработка способа получения гидросульфида кальция из серосодержащих отходов нефтегазопереработки // В сб.: Материалы Международной научно-практической конференции «Нефтегазопереработка – 2010». – С.168-170.

8.Баешов А.Б., Асабаева З.К., Баешова С.А., Баешова А.К. Разработка основ технологии утилизации отходов нефтегазопереработки в виде серы с использованием электрохимических реакции // там же, с. 171 -173.

9.Баешова А.К., Наурзбаева Г.М., Создание способов утилизации сероводородсодержащих газов – решение одной из актуальных проблем нефтегазопереработки // там же, с.166-168.

10.Баешов А.Б., Баешова С.А.Электрохимические способы получения ценных соединений серы из серусодержащих отходов нефтегазопереработки // там же, с. 176-177.

11.Кипчакова О.О., Баешова А.К. Газ күйіндегі күкіртсутекті залалсыздандыру мақсатында түйіршікті электродтарды пайдалану//там же, с.292.

12.Наурзбаева Г.М., Баешова А.К. Газ күйіндегі күкіртсутекті залалсыздандыру нәтижесінде күкірттің пайдалы қосылыстарын алу // там же, с.285.

13.Саинова Б.Ғ., Таскараева А.С., Баешова А.К. Қалдық түріндегі күкірттен пайдалы өнімдер алу әдістерінің негіздерін жасау // там же, с.296

**9. № 14 зертханалық жұмыс.**

**9.1. Ластанған топырақтың қасиеттері. Топырақтың жалпы сілтілігін анықтау**

**Приборлар мен қондырғылар:** сыйымдылығы 100 мл болатын конустық колбалар, пипеткалар, 50 мл-лік бюреткалар.

**Ерітінділер:** 0,01 н *Н2S04* ерітіндісі, метилоранж индикаторы.

**Жұмыстың мақсаты:** топырақтың су тартпасының сілтілігін титриметриялық эдіспен анықтау.

**Жұмыстың жүргізілу реті**

Химиялық анализдеуде топырақтағы қосылыстарды әр түрлі тартпалардан (вытяжка) (сулы, тұздық, қышқылдық немесе сілтілік) анықтайды.

Су тартпасынан (вытяжка) топырақтың құрамында болатын суда еритін органикалык және минералдық заттар туралы мағлұмат алуға болады. Суда еріген тұздар қауіпті болуы мүмкін. Қауіптілік көрсеткіші бойынша оларды мына ретпен орналастырады: Na*2СОг >NaНСОг >NaСІ> СаС12 > Na2S04 > МgС12 > МgS04.* Na2СO3 болуы (тіпті 0,005%) тұзды топырақта өсімдіктердің тіршілігін жоюға әкеледі.

Қышқылды батпақты топырақтарда суда еритін темір (II), марганец, алюминий қосылыстарының артық мөлшерде болуы өсімдіктер үшін қауіпті. 1- кестеде құрамындағы улы тұздардың мөлшеріне байланысты топырақтың жіктелуі көрсетілген.

Анализге құрғақ ауада кептірілген, ступкада майдаланып, тесіктерінің диаметрі 1 мм елегіш арқылы өткізілген топырақ сынамасы алынады. Ол үшін 500 - 1000 г топырақ сынамасын алып, қағаз бетіне жұқа қабатпен жайып, таза және құрғақ бөлмеде кептіреді.

Топырақтың ірі кесектерін қолмен үгітеді, ондағы өсімдік тамырлары, тас т.б алынып тасталады. Органикалық қалдықты, оған жабысатын электрленген таяқша арқылы алып тастайды. Үлгінің бір бөлігін электрондық таразыда өлшейді.

**Кесте 1- Тұздылығына байланысты топырақтың жіктелуі.**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тұздану көрсеткіші** | **Тұздану түрлері, масс. бірл., %** | | | |
| **Хлоридті** | **Сульфатты-хлоридті** | **Содалы-хлоридті және хлоридті-содалы** | **Содалы-сульфатты және сульфатты-содалы** |
| **Тұзданбаған** | **0,03** | **0,05** | **0,1** | **0,15** |
| **Аз тұзданған** | **0,10-0,30** | **0,05-0,12** | **0,10-0,15** | **0,15-0,20** |
| **Орташа тұзданған** | **0,10-0,30** | **0,12-0,35** | **0,15-0,30** | **0,25-0,35** |
| **Күшті тұзданған** | **0,30-0,60** | **0,35-0,70** | **0,30-0,50** | **0,35-0,60** |
| **Өте күшті тұзданған** | **0,6** | **0,7** | **0,5** | **0,6** |

100 г топырақты сыйымдылығы 750-1000 мл болатын кеңмойынды (широкогорлую) шыны ыдысқа салып, көлемі 5 есе артық болатын дистилденген су қүяды. Шыны ыдыстың (склянка) аузын тығынмен жауып, 5 мин шайқайды. Тұздалған топырақтарды зерттегенде шайқауды 2 сағат жүргізіп, 1 тәулікке түндырып қояды немесе шайқауды 6 сағат жүргізеді. Воронкаға фильтр қағазын салып, ерітіндіні фильтрлейді. Фильтрат түссіз болуы керек.

Жалпы сілтілікті () фильтратты 0,01 н Н2S04 –пен титрлеу арқылы анықтайды. Ол үшін сыйымдылығы 100 мл болатын конустық колбаға пипеткамен 25 мл фильтратты құйып, 1-2 тамшы метилоранж қосамыз. Бюреткадағы Н2S04 ерітіндісімен ашық қызғылт түс пайда болғанша титрлейді. Жалпы сілтілікті () *(%,* масс.бірлікпен) және моль-экв/100г топырақтағы мөлшерін келесі формулалармен анықтайды:



*W =* 0,00061·V*К·* 20

Х== 0,2 V*К экв* () = 200 V*К экв* ().



Мұнда: 0,00061 – сілтілікті есептеу коэффициенті, себебі 1 мл 0,01 н Н2S04 ерітіндісіне 0,00061 г сәйкес келеді; V – 25 мл фильтратты титрлеуге жұмсалған 0,01 н Н2S04-тің көлемі, мл; К - Н2S04 титріне түзету; 20- 100 г топыраққа есептеу коэффициенті (мэкв); 61 - эквиваленті.



**Жұмысты жүргізу әдістемесі**

10 г. топырақты сыйымдылығы 200 мл-ге тең стаканға салып, 50 мл су кұяды. Қоспаны мұқият араластиыраты, сүзеді. Осылай алынған сынаманы (вытяжка) аммиак ерітіндісімен нейтралдайды, содан кейін метилоранждың ашық қызғылт түсіне дейін түз қышқылымен қышқылдаңдырады. Осыдан кейін қайтадан 1 мл *НСІ* қосады.

Қышқылданған фильтратты қайнағанға дейін қыздырып, көлемі 1-5 мл-лік пипеткадан тамшылатып қыздырылған *ВаС12* ерітіндісімен тұнбаға түсіреді.

Барий ионымен сульфат-ионын түнбаға түсіргенде тұнбаға *ВаS04 түседі.* Бұл кезде жүретін реакцияның қысқаша теңдеуі:

*S024 + Ва2+ = ВаS04*

Тұнбасы бар стаканның бетін жауып, 2-3 минут қайнатып, 2 сағатқа қойып қояды. Тұнбаны фильтр арқылы фильтрлеп, барийге реакция жойылғанша 10%-тік *НСІ* ерітіндісімен аздап қышқылданған ыстық сумен жуады. Тұнбасы бар фильтрді воронкада кептіріп, фарфор табақшаға салып, 600-7000С температурада 20-25 минут муфель пешінде ұстайды. Фарфор табақшаны муфель пешінен алып, аналитикалық таразыда өлшейді. Кептірілген тұнбаның салмағы арқылы берілген үлгідегі сульфат-ионының мөлшері есептеледі.

**Нәтижені өңдеу. S***024 -* ионының мөлшерін (масс. бірл.,%) келесі формуламен табады:

*ω = т-0,414·10К*

мұнда: ***т*** *- ВаS04* тұнбасының массасы, 0,414 - *ВаS04-ті S02-4* -ке есептеу факторы, 10- 100 г топыраққа есептеу коэффициенті, *К*- кұрғақ топыраққа

есептеу коэффициенті.

100 г топырақтағы *S02-4* мэкв мөлшері келесі формуламен есептеледі:

Х =ω·1000/48,03,

10.**№ 15 ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС.**

**10.1. М¥НАЙ ЖӘНЕ М¥НАЙ ӨНІМДЕРІМЕН ӨНІМДЕРІМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАҒЫ КҮКІРТСУТЕКТІҢ МӨЛШЕРІН АНЫҚТАУ**

**Приборлар мен кондырғылар:** фильтр қағазы, 200-250 мл-лік колбалар, пипеткалар, воронкалар, мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанған топырақ.

**Ерітінділер:** 0,01М *КМп04,* 0,005 *М Na2S2О3* ,1:3 сұйытылған тығыздығы 1,84 г/см *Н2S04,* 10%- тік *КІ*, 1%- дық крахмал ерітінділері.

**Жұмыстың мақсаты:** мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтың құрамынан күкіртсутекті анықтау әдісімен танысу.

**Жұмысты жүргізу әдістемесі**

Сыйымдылығы 250-лік конустық колбаға 100 г құрғақ кептірілген топырақ салып, оның үстіне 200 мл дистильденген су құяды. Колбаны жақсылап тығындап, 4-5 минут жақсылап шайқайды. Воронкаға фильтр қағазын салып, ерітіндіні фильтр қағазы арқылы фильтрлейді. Таза конустық колбаға фильтраттан 100 мл құйып, 5-6 тамшы күкірт қышқылын тамызады, содан кейін 1 мл КІ ерітіндісін құйып, араластырады. Бюреткаға *КМп04* ерітіндісін нөлдік деңгейге дейін құйып, сары түс пайда болғанға дейін фильтратты титрлейді. Осы ерітіндідегі иодтың артық мөлшерін жою үшін крахмал ерітіндісінен 2-З тамшы тамызып, бюреткадағы тиосульфат ерітіндісімен титрлейді. Титрлеуге кеткен 0,01М *КМпО4* ерітіндісі мен 0,005 М Na*2*S*203* ерітіндісінің айырмасы 100 мл фильтраттағы күкіртсутектің тотығуына жұмсалатын 0,01Н иод ерітіндісінің мөлшеріне тең. 1 мл 0,01 Н иод ерітіндісінде 0,17 мг күкірт сутек болады.

**Нәтижені өңдеу.** Титрлеуге кеткен 0,01М *КМп04* ерітіндісі мен 0,005 М

Na*2* S*203* ерітіндісінің айырмасы 5 мл болса, онда 100 мл фильтраттағы күкіртсутек мөлшері - 0,17-5=0,85 мг болады. Олай болса, 200 мл фильтраттағы, яғни 100 г топырақтағы күкіртсутек мөлшері - 0,85-2=1,7 мг болады. Топырақтағы Н2S концентрациясын былайша есептейді:

х= 1000 · 1,7:100 = 17 мг/кг.

**Сұрақтар**

1. Топырақ неше фазадан түрады?
2. Топырақтағы ылғалдың қандай түрлерін білесіңдер?
3. Эрозия дегеніміз не?
4. Эрозияның қандай түрлерін білесіңдер?
5. Топырақтың ластану көздерін атаңдар.
6. Топырақтың құрамында қандай тұздар болады?
7. Тұздылығына байланысты топырақты қалай жіктейді?
8. Су тартпасы (вытяжка) қалай дайындалады?
9. Топырақтағы сульфат-ионын анықтау қандай әдіске негізделген? 10.Сульфат-ионын гравиметриялық әдіспен анықтау реакциясының теңдеуін

жазыңдар.

Әдебиет

1. Панин М.С. Химическая экология: Учебник для вузов. – Семипалатинск, 20012.
2. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды:Учеб.пособие студ. высш.учеб.заведений. – М.: гуманит.изд.центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.
3. Вигдорович В.И. Практикум по химической экологии (атмосфера, гидро- и литосфера) / В.И.Вигдорович, Н.В.Вервекина, А.Г.Шубина. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2007. – 263 с.

МАЗМҰНЫ

Алғы сөз.................................................................................................. 3

1.№1-зертханалық жұмыс. Ластанған ағызынды сулардың сипаттамаларын анықтау. Теориялық бөлім.........................................5

1.2.Тәжірибелік бөлім. Судың органолептикалық қасиеттерін сипаттайтын көрсеткіштерді (температура, мөлдірлік, түсі, шөгінді, пленка, иісі, дәмі) анықтау......................................................................7

2. № 2- зертханалық жұмыс. Судың химиялық құрамының зиянды емес екенін екенін сипаттайтын көрсеткіштер................................................11

2.1. Судың рН-ын анықтау..........................................................................11

2.2. Судың жалпы кермектігін анықтау.....................................................13

2.3. Хлоридтерді анықтау............................................................................15

2.4.Темірдің жалпы мөлшерін фотометриялық әдіспен анықтау..................................................................................................16

2.5.Судың эпидемиялық қауіпсіздігін сипаттайтын көрсеткіштерін анықтау.....................................................................................................19

2.6.Судың перманганаттық тотығу қабілетін анықтау....................................................................................................20

2.7.Аммоний иондарын анықтау..........................................................22

2.9.Нитритті азотты анықтау.................................................................25

2.10. Нитраттық азотты анықтау...............................................................25

3. № 3,4-зертханалық жұмыстар. Темір кендерін өндеудің экологиялық таза технологияларын жасау. Темір кендерінің жалпы сипаттамасы............................................................................................28

3.1. Эксперименттік бөлім. Темір кенін тұз қышқылында еріту........................................................................................................30

3.2. № 4 зертханалық жұмыс. Темір кендерінен темір (ІІІ) гидроксидін алу. Темір кендерінен темір (ІІІ) оксидін алу..................................................................................................................31

4. № 5,6- зертханалық жұмыстар. Азот оксидтерін залалсыздандыру әдістері. Теориялық бөлім......................................................................34

4.1.Экспериментік бөлім. Азот (ІІ) оксидін қатты түйіршікті электродтарда тотықтыру (немесе тотықсыздандыру)........................35

4.2.Нитрат-иондарын анықтау әдістемесі..............................................39

4.3.Элементті азотты анықтау әдістемесі..................................................40

4.4.Аммоний-ионын анықтау әдістемесі...............................................40

5.№ 7,8- зертханалық жұмыстар. 5.1.Күкірт диоксидін түйіршікті электродтарда қышқылды ортада залалсыздандыру. Теориялық бөлім.........................................................................................................42

5.2. Эксперимент әдістемесі. Күкірт диоксидін алу және оны электр химиялық әдіспен тотықтыру. .............................................................43

6. № 9,10-зертханалық жұмыстар. 6.1.Түйіршікті электродтар арқылы пайдаланылған қышқыл ерітінділерді мыс иондарынан тазарту. Теориялық бөлім...................................................................................49

6.2.Тәжірибелік бөлім..................................................................................52

6.3. Анализ әдістемесі.................................................................................53

7. №11-зертханалық жұмыс. 7.1.Пайдаланылған ерітінділерді және ағызынды суларды металл иондарынан цементация әдісімен тазарту. Теориялық бөлім....................................................................................58

7.2.Тәжірибелік бөлім. Экспериментті жүргізу әдістемесі.................................................................................................61

7.3. Қолданылған ерітінділердегі мыс иондарының концентрациясын анықтау (тәжірибеге дейін).........................................................................62

7.3.Мыс (ІІ) иондарын темір ұнтағымен (темір жоңқасымен) цементациялау..............................................................................................638.№ 12- зертханалық жұмыс. Қалдық түрінде түзілетін күкірттен пайдалы қосылыстар алу. Теориялық бөлім.........................................65

8.1. Күкірт-графитті композициялық электродты пайдаланып электролиз электролиз жүргізу..............................................................65

8.2. Полисульфид-, сульфид-, сульфит-, тиосульфат-, сульфат- иондарын және күкіртсутекті анықтау әдістері....................................65

9.№ 14-зертханалық жұмыс. ластанған топырақтың қасиеттері. Топырақтың жалпы сілтілігін анықтау.....................................................69

10. № 15- зертханалық жұмыс. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтағы күкіртсутектің мөлшерін анықтау..................72

*Оқу басылымы*

*Баешова Ажар Қоспанқызы*

**ӨНДІРІСТІК ЭКОЛОГИЯ НЕГІЗДЕРІ**

(зерханалық жұмыстар жинағы)

Оқу-әдістемелік құрал