



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТЫ

**Табигатты қорғау
АУЫЗ, ТАБИФИ, ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА,
АҒЫН, ТАЗАРТЫЛҒАН АҒЫНДЫ СУЛАР
Таллий, селен және құмістің массалық концентрациясын инверсиялық
вольтамперметрия әдісімен анықтау**

**Охрана природы
ВОДА ПИТЬЕВАЯ, ПРИРОДНАЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ,
СТОЧНАЯ, ОЧИЩЕННАЯ СТОЧНАЯ
Определение массовых концентраций таллия, селена и серебра методом
инверсионной вольтамперометрии**

ҚР СТ 2487-2014

Ресми басылым

**Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің
Техникалық реттеу және метрология комитеті
(Мемстандарт)**

Астана



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫң ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТЫ

Табиғатты қорғау

АУЫЗ, ТАБИҒИ, ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА, АҒЫН, ТАЗАРТЫЛҒАН АҒЫНДЫ СУЛАР

**Таллый, селен және құмістің массалық концентрациясын инверсиялық
вольтамперметрия әдісімен анықтау**

ҚР СТ 2487-2014

Ресми басылым

**Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің
Техникалық реттеу және метрология комитеті
(Мемстандарт)**

Астана

Алғысөз

1 Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Техникалық реттеу және метрология комитетінің «Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорны мен № 71 «Шикізат, материалдар, заттар мен құрылыштардың экологиялық қауіпсіздігі» стандарттау бойынша ТК **ӘЗІРЛЕП ЕҢГІЗДІ**.

2 Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі Техникалық реттеу және метрология комитеті Тәрағасының 10.10.2014 ж. № 207-од бұйрығымен **БЕКІТІЛПІ ҚОЛДАНЫСҚА ЕҢГІЗІЛДІ**.

3 Осы стандарт № 08 – 47/341 «Инверсиялық вольтамперметр әдісімен ауыз, минералды, табиги және ағынды сулардағы салмақтық концентрациясын өлшеу әдістемесі (әдісі)» өлшеу әдістемесін, № 08 – 47/342 «Инверсиялық вольтамперметр әдісімен ауыз, минералды, табиги және ағынды сулардағы күкірттің салмақтық концентрациясын өлшеу әдістемесі (әдісі)» өлшеу әдістемесін, № 08-47/350 «Инверсиялық вольтамперметр әдісімен топырактағы таллайдың салмақтық концентрациясын өлшеу әдістемесі (әдісі)» өлшеу әдістемесін есепке ала отырып әзірленді,

**4 БІРІНШІ ТЕКСЕРУ МЕРЗІМІ
ТЕКСЕРУ КЕЗЕҢДІЛІГІ**

**2021 жыл
5 жыл**

5АЛҒАШ РЕТ ЕҢГІЗІЛДІ

Осы стандартқа енгізілетін өзгерістер туралы ақпарат «Стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар» ақпараттық корсеткіштерінде жыл сайын, сондай-ақ мәтін өзгерістер мен түзетулер ай сайын басылатын «Ұлттық стандарттар» ақпараттық корсеткішінде жария етіледі. Осы стандарттың қайта қараша (өзгерту) жою жағдайында, тиісті хабарлар ай сайын басылатын «Ұлттық стандарттар» ақпараттық корсеткішінде жария етіледі.

Осы стандарт Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Техникалық реттеу және метрология комитетінің рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толықтай және бөлшектеліп басылып шығарыла, көбейтіле және таратыла алмайды.

Мазмұны

1	Қолданылу саласы	1
2	Нормативтік сілтемелер	1
3	Әдістің мәні	3
4	Сынамаларды іріктеу, консервациялау және сақтау	4
5	Қауіпсіздік талаптары, біліктілік талаптары мен өлшем жүргізу шарттары	4
6	Өлшеу құралдары, қосалқы жабдық, ыдыс, реактивтер мен материалдар	5
7	Өлшеуге дайындау	7
8	Өлшеу	13
9	Нәтижелерді есептеу және рәсімдеу	13
10	Өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру	14
11	Өлшеу нәтижелерін рәсімдеу	15
12	Зертханада әдісті іске асыру кезіндегі өлшеу нәтижелерінің сапасын бақылау	16
13	Екі зертхана үшін өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру	16
14	Өлшеу дәлдігі көрсеткіштерінің сипаттамалары А қосымшасы (міндетті) Талдау шарасын жедел басқару алгоритмдері	17
	Б қосымшасы (акпараттық) СТА вольтамперометрлік талдамалық кешенін пайдаланып селеннің массалық концентрациясын анықтауды орындау	18
	В қосымшасы (акпараттық) СТА вольтамперометрлік талдамалық кешенін пайдаланып, күмістің массалық концентрациясын анықтауды орындау	21
	Г қосымшасы (акпараттық) СТА вольтамперметрлік талдамалық кешенін пайдаланып талийдің массалық концентрациясын анықтауды орындау	26
	Библиография	31
		36

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТЫ**Табигатты қорғау****АУЫЗ, ТАБИГИ, ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ТАЗА,
АҒЫН, ТАЗАРТЫЛҒАН АҒЫНДЫ СУЛАР****Таллий, селен және құмістің массалық концентрациясын инверсиялық
вольтамперметрия әдісімен анықтау****Енгізілген күні 2016-01-01****1 Қолданылу саласы**

Осы стандарт ауыз судағы, табиги, технологиялық, ағынды және тазартылған ағынды судағы таллий, селен және құмістің салмақтық концентрациясын анықтаудың инверсиялық-волтамперметр әдісін (бұдан әрі ИВ) белгілейді.

Таллийдің 0,0005-тен 0,01 мг/дм³ дейінгіні қоса, селеннің 0,0003-тен 0,1 мг/дм³ дейінгі қоса, күкірттің 0,0001-ден 0,1 мг/дм³ дейінгіні қоса салмақтық концентрациясының ауқымы.

2 Нормативтік сілтемелер

Осы стандартты колдану үшін мынадай сілтемелік нормативтік құжаттар қажет:

ГОСТ 8.315-97 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілері. Негізгі ережелер.

ГОСТ 12.1.019-79 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Электр қауіпсіздігі. Жалпы талаптар және қорғаныс түрлерінің номенклатуrasesы

ГОСТ 12.4.021-75 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Желдеткіш жүйелер. Жалпы талаптар

ГОСТ 17.1.5.04-81 Табигатты қорғау. Гидросфера. Табиги су сынамаларын іріктеу, бастапқы өндөр және сактау құралдары мен құрылғылары. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 17.1.5.05-85 Табигатты қорғау. Гидросфера. Беткі және теніз сулары, мұздар мен атмосфералық жауын-шашын сынамалырн іріктеуге койылатын жалпы талаптар

ГОСТ 1770-74 Зертханалық шыны өлшеуіш ыдыс. Цилиндрлер, өлшеуірлер, шыны сауыттар, шыны түтіктер. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 2156-76 Реактивтер. Қосқышқылды натрий. Техникалық шарттар

ГОСТ 2405-88 Манометрлер, вакуумметрлер, мановакуумметрлер, арын өлшегіштер, күш өлшегіштер мен күш-арын өлшегіштер. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 3760-79 Реактивтер. Су аммиагы. Техникалық шарттар

ГОСТ 4165-78 Реактивтер. Күкірт қышқылды бессулы мыс (II). Техникалық шарттар

ГОСТ 4204-77 Реактивтер. Күкірт қышқылы. Техникалық шарттар

ГОСТ 4212-76 Реактивтер. Колориметриялық және нефелометриялық талдауға арналған ерітінділерді дайындау әдістері

ГОСТ 4234-77 Реактивтер. Хлорлы калий. Техникалық шарттар

ГОСТ 4461-77 Реактивтер. Азот қышқылы. Техникалық шарттар

ГОСТ 4520-78 Реактивтер. Азот қышқылды 1-сұлы сынап (II). Техникалық шарттар

Ресми басылым

ГОСТ 6709-72 Тазартылған су. Техникалық шарттар

ГОСТ 9293-74 Газ тәрізді және сұйық азот. Техникалық шарттар

ГОСТ 9736-91 Электр емес шамаларды өлшеуге арналған электрлік тұра түрлендіргіш құралдары. Жалпы техникалық талаптар мен сынау әдістері

ГОСТ 10652-73 Реактивтер. Динатрий этилендиамин тұзы –N, N,N',N'-2-сулы тетрасірке қышқылы (трилон Б). Техникалық шарттар

ГОСТ 10929-76 Реактивтер. Сүтегі пероксиді. Техникалық шарттар

ГОСТ 11088-75 Реактивтер. 6-сулы магний нитрат. Техникалық шарттар

ГОСТ 11125-84 Реактивтер. Айрықша таза азот қышқылы. Техникалық шарттар

ГОСТ 12026-76 Зертханалық сұзғі қағаз. Техникалық шарттар.

ГОСТ 13861-89 Газ жалынды өңдеуге арналған редукторлар. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 14261-77 Айрықша таза тұз қышқылы. Техникалық шарттар

ГОСТ 14262-78 Айрықша таза құқырт қышқылы. Техникалық шарттар

ГОСТ 14919-83 Электрплиталар, электрплиткалар мен қуыратын тұрмыстық электр шкафтары. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 19790-74 Техникалық калий селитрасы (техникалық азот қышқылды калий). Техникалық шарттар

ГОСТ 19908-90 Отбакырлар, шыны аяктар, стакандар, шыны сауыттар, құйғыштар, шыны тұтіктер мен мөлдір кварц шыныдан жасалған ұштықтар. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 20490-75 Реактивтер. Марганец қышқылды калий. Техникалық шарттар.

ГОСТ 24104-2001 Зертханалық таразы. Жалпы техникалық шарттар

ГОСТ 25336-82 Зертханалық шыны ыдыс және жабдық. Типтері, негізгі параметрлер мен өлшемдер

ГОСТ 27384-2002 Су. Құрамы мен қасиеті көрсеткіштерінің кателік нормалары

ГОСТ 28165-89 Шыныдан жасалған құралдар мен аппараттар. Аквадистилляторлар. Буландырыштар. Ректификациялық құрылғылар. Жалпы техникалық талаптар

ГОСТ 28311-89 Медициналық зертханалық мөлшерлеуіштер. Жалпы техникалық талаптар мен сынау әдістері

ГОСТ 29169-91 Зертханалық шыны ыдыс. Бір белгілі тамшуыр

ГОСТ 29227-91 Зертханалық шыны ыдыс. Градуирлеу тамшуыры. 1-бөлім. Жалпы талаптар

ГОСТ 31861-2012 Су. Сынамаларды іріктеуге қойылатын жалпы талаптар

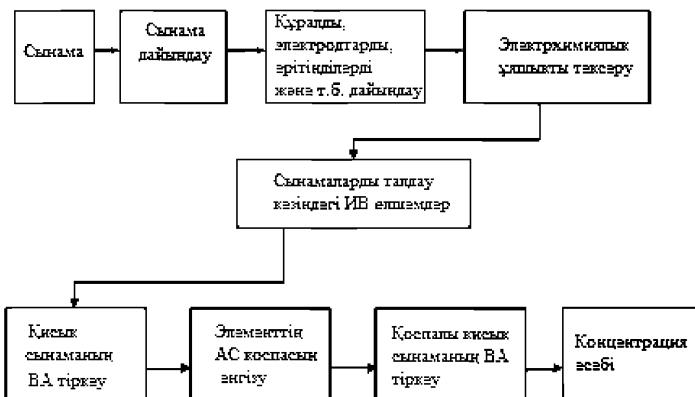
ГОСТ 31862-2012 Ауыз су. Сынамаларды іріктеу

ГОСТ ИСО 5725-6-2003 Әдістер мен өлшеу нәтижелерінің дәлдігі (дұрыстығы және дәлме-дәлдігі). 6-бөлім. Тәжірибедегі дәлдік мәндерін пайдалану

ЕСКЕРТПЕ Осы стандартты пайдалану кезінде сілтемелік стандарттардың колданысын ағымдағы жылдың жағдайы бойынша жыл сайын басылып шығарылатын «Стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар» акпараттық көрсеткіш және ағымдағы жылда жарияланған ай сайын басылып шығарылатын акпараттық көрсеткіш бойынша тексерген дұрыс. Егер сілтемелік құжат ауыстырылса (өзгерілсе), онда осы стандартты пайдалану кезінде ауыстырылған (өзгерілген) құжатты басшылықта алу керек. Егер сілтемелік құжат ауыстырусыз жойылса, оған сілтемес берілген среке осы сілтемені қозғамайтын бөлікте қолданылады.

3 Әдістің мәні

Олшеу әдісі алдын ала дайындағаннан кейін сынама ерітіндісінің ИВ-өлшемдерінде жүргізуге негізделген. ИВ әдісімен сынамаларды талдаудың жалпы сыйбанұсқасы 1-суретте ұсынылған.



1-сурет. ИВ әдісімен сынамаларды талдаудың негізгі кезеңдері

3.1 Таллийді анықтау әдісінің мәні

Таллийдің салмақтық концентрациясын өлшеуді алдын ала сынама дайындаудан кейін сынаманы ерітіндіде инверсиялық вольтамперметр әдісімен орындаиды.

Инверсиялық вольтамперметр әдісінің принципі дайындалған сынама ерітіндісінен электродта белгілі элементті концентрациялау және кейін әлеуетті белгілі өлшеу режимінде концентратты электрмен еріту болып табылады.

Таллийдің салмақтық концентрациясын анықтауды берілген уақыт бойы минус 1,0 В тен берілген теріс әлеуетте сынап-графит электродта (СГЭ) таллий иондарының электролиздеу жолымен жүргізеді.

Электрод бетінен элементті электрмен еріту және талдамалық сигналдарды тіркеу үрдісін құралдың берілген сезгіштігінде хлоркүміс электродқа қатысты минус 0,90 В-дан минус 0,05 В-ға дейінгі жүйелік ауысатын әлеуетте жүргізеді. Максимал анод ток элементке тән белгілі әлеуетте тіркеледі және жүйелі концентрацияға байланысты болады.

3.2 Селенді анықтау әдісінің мәні

Селеннің салмақтық концентрациясын анықтау барысында осы сынамасының сандық химиялық талдауы Se (4+) түріндегі селен концентрациясын алдын ала дайындалған сынаманың ерітіндідегі катодты инверсиялық вольтамперметр әдісімен өлшеу болып табылады. Селеннің (4+) электрбелсенді түрін алу және сынама ұқылпының органикалық құрамасын жою үшін алдын ала сынама дайындығын жүргізеді: әуелі селеннің барлық түрін селен (6+) дейін ылғалды құлдендіру және магний тұзымен шындау әдісімен қышқылдандырады да, кейін Se (6+)-дан Se (4+)-ке дейін концентрацияланған тұз қышқылының ерітіндісімен химиялық қалпына келтіреді.

Селеннің талдамалық сигналдарын (ен жоғарғы шектерін) алу үшін катод ИВ әдісінде селеннің (4+) электршоғырын аздаپ ерігіш қоспа түрінде жүргізеді – сынап-графит электродтагы мыс селенидасы (Cu_2Se), содан соң концентраттың катодты қалпына

келтіруін жүргізеді және ауыспалы әлеует беру кезінде ағымдағы токты өлшейді. Селенін катодты ең жоғарғы нұктесінің әлеуеті минус 0,70 В тең.

3.3 Құмісті анықтау әдісінің мәні

ИВ-өлшемдері үшін электр белсенді түрі қышқылдану (1+) деңгейіндегі құміс болып табылады; электршоғырлану $\text{Ag}(0)$ түріндегі графит электродында жүргізіледі; волтампер кисығындағы талдамалық сигналды электрхимиялық реакция $\text{Ag}(0) \rightarrow \text{Ag}(1+)$ нәтижесінде алады.

Сынаманы дайындауды азот қышқылының сынамасын ($0,2 \text{ см}^3$ концентрацияланған азот қышқылы) қышқылдандыра отырып және 120°C -ден 130°C дейінгі температурада концентрациялық сутек тотығының бірнеше тапшысын косумен су сынамасының белгілі көлемін булау арқылы жүргізіледі. Алынған органикалық емесе қалдықты аздаған концентрацияланған азот қышқылы көлемінде ерітіп, азотқышқылды калийдің бірнеше кристалын қосады да, белгіленген көлемге дейін (10 см^3) бидистильденген су арапастырады. Талдау үшін барлық сынамаларды алады.

Алынған ерітіндіден $\text{Ag}(+)$ электрхимиялық ұшықта минус 0,5 В тең электролиз әлеуеті (E) кезіндегі электролиздің берілген уақытын бойы графит электродында $\text{Ag}(0)$ түрінде жиналады. Электрод бетінен электр ерігіштік үрдісті 0,8-ден 1,0 В дейінгі әлеуетке дейін он тараптағы әлеуетті жүйелі өзгерту барысында жүргізеді. Құмістің анод ең жоғарғы нұктесінің әлеуеті құміс иондарымен кешен құрмайтын қышқылдар мен тұздар фонында 0,20-дан 0,30 В дейін аралықта болады.

3.4 Талданатын сынамалардағы металдардың салмақтық концентрацияларын аттестатталған қоспаларға (бұдан әрі АҚ) үстемелеу әдісі бойынша анықтайды.

4 Сынамаларды іріктеу, консервациялау және сақтау

Судың зерттелетін сынамасын іріктеуді (қажет болған жағдайда консервациялау және ақтау) ГОСТ 17.1.5.04, ГОСТ 17.1.5.05, ГОСТ 31861, ГОСТ 31862 бойынша жүргізеді.

5 Қауіпсіздік талаптары, біліктілік талаптары мен өлшем жүргізу шарттары

5.1 Жұмыстарды қауіпсіз жүргізу шарттары

5.1.1 Вольтамперметр талдауышымен, жылытқыш құралдармен және химиялық реактивтермен жұмыс істеуге құралдарды пайдалану жөніндегі нұсқаулықты, химиялық реактивтермен және химиялық ыдыспен жұмыс істеу ережелерін біletін персоналға рұқсат етіледі.

5.1.2 Химиялық реактивтермен (уытты, ашы және жеңіл тұтанатын заттармен) жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік техникасы бойынша талаптарды сақтау қажет.

5.1.3 Электр құрылғыларымен жұмыс істеу кезіндегі электр қауіпсіздігі ГОСТ 12.1.019-ға және құралдарды пайдалану жөніндегі нұсқаулыққа сәйкес келуге тиіс.

5.1.4 Зертхана жайы [1] бойынша өрт қауіпсіздігі талаптарына сай және [2] бойынша өрт сөндіру құралдары болуға тиіс.

5.1.5 Зертхана жайы ГОСТ 12.4.021-ге сәйкес тартып-соратын жедеткішпен жабдықталуға тиіс.

5.1.6 Ультракүлгін сәуле көзі сорып алатын шкафта болуға тиіс.

5.1.7 Ультракүлгін сәуле өткізбейтін қорғаныс көзілдірігінсіз немесе қорғаныс экранынысыз жұмыс істеуге тыйым салынады.

5.1.8 Өлшеуден кейін ерітінділер мен сынамаларды жоюды зертханада әзірленген ерітінділер мен сынамаларды жою жөніндегі нормативтік құжаттарға сәйкес жүргізеді.

5.2 Орындаушының біліктілігіне қойылатын талаптар

Өлшемдерді жүргізу және (немесе) олардың нәтижелерін өңдеуге химиялық зертханаларда жұмыс тәжірибесі бар, вольтамперметр талдауы техникасын білетін, өлшеу әдістемесін менгерген және өлшемдерді жүргізу шарасын жедел бақылаудың қанагаттанарлық нәтижесін алған мамандарға рұқсат етіледі.

5.3 Өлшем жүргізу шарттар

Өлшемдер келесі зертханалық шарттарда жүргізіледі:

- қоршаган ауа температурасы 20 °С-ден 30 °С-ге дейін
- атмосфералық қысым 630-ден 800 мм сн.баг. дейін (84,0-ден 106,7 кПа дейін);
- ауаның салыстырмалы ылғалдылығы (55 ± 25) %;
- ауыспалы ток жүйелігі (50 ± 5) Гц;
- желідегі куат көзінің кернеуі (220 ± 22) В.

Ескерте – Құралдарда өлшеуді орындауды оған ариналған пайдалану нұсқаулығында ұсынылған жағдайларда жүргізуге рұқсат етіледі.

6 Өлшеу құралдары, қосалқы жабдық, ыдыс, реактивтер мен материалдар

6.1 Өлшеу құралдары

Вольтамперметр талдағыш (СТА типті немесе басқасы) жинау немесе деректерді өңдеу жүйесімен IBM-компьютермен үйлесімді немесе полярограф (ПУ-1 немесе басқасы). Талдағыш әдіс қателігінің сипаттамасына сәйкес келетін метрологиялық сипаттамаларды қамтамасыз етуге тиіс;

ГОСТ 24104 бойынша ± 0,0001 рұқсатты абсолютті ең үлкен қателік шегімен арнайы дәлдік класының таразысы;

ГОСТ 28311 бойынша 1,0 -ден 2,0 мкЛ дейінгі мөлшердегі және салыстырмалы қателігі 5 % аспайтын ДПВ-1-1-10, ДПВ-1-5-40, ДПВ-1-40-200, ДПВ-1-200-1000 типті мөлшерлеуіш.

Секундомер, 0,2 с секундтық шкаласының және 1 мин минуттық шкаласының бөлүү бағасымен дәлдік класы 2, шекті қателігі: 10 мин-та ± 6 с, шекті қателігі 60 мин-та ± 1,8 с;

ГОСТ 28498 бойынша 0 °С-ден 50 °С дейінгі шекпен зертханалық термометр.

6.2 Қосалқы жабдық

Өлшеу қателігі ± 15 °С жұмыс температурасы 50 °С-ден 650 °С дейінгі ауқыммен сынаманы дайындау кешені («Темос-Экспресс») немесе ГОСТ 9736 бойынша муфельді пеш немесе ± 25 °С қателікпен 150 °С-ден 600 °С дейін берілген температуралық режимді ұстауын қамтамасыз ететін екі камералы зертханалық қедергілік электрпеш;

ГОСТ 13861 және ГОСТ 2405 бойынша (250 ± 1) атм. манометрлі редуктор;

ГОСТ 14919 бойынша жабық шиыршықты электр плиткасы;

ГОСТ 28165 бойынша АСД-4 тазартылған суға ариналған аппарат;

ГОСТ 19908 бойынша сыйымдылығы 15-тен 20 см³ дейінгі кварц шыныдан жасалған стакандар;

Отбақыр қысқаштары ОК;

Ұяшыққа газ тартуға арналған полиэтилен құбыршектері.

6.3 Үйдис

ГОСТ 29227 бойынша сыйымдылығы 0,5; 2,0; 5,0; 10,0 см³ 2-ші дәлдік кластағы градиуирленген зертханалық шыны өлшеуіш тамшырлар;

ГОСТ 1770 бойынша сыйымдылығы 25,0; 50,0 100,0, 1000 см³ өлшеуіш шыны сауыт;

ГОСТ 1770 бойынша сыйымдылығы 10,0 см³ цилиндрлер немесе 10,0 және 15,0 см³ өлшеуіш шыны түтіктер;

ГОСТ 25336 бойынша эксикатор.

6.4 Реактивтер мен материалдар

Таллий (ГСО 6081-91), селен (ГСО 6076-91, ГСО 7340-96), құміс (7779-2000), сынап (ГСО 7263-96), мыс (ГСО 7255-96, 7998-93) иондары ерітіндісі құрамының мемлекеттік стандартты үлгілері; ГОСТ 8.315 бойынша 1,0 мг/см³ иондарының салмақтық үлесінің аттестатталған мәнімен және 1 % (Р = 0,95 кезінде) аттестатталған мәннің салыстырмалы қателігімен;

ГОСТ 14262 бойынша ай.т. концентрацияланған күкірт қышқылы;

ГОСТ 14261 бойынша ай.т. концентрацияланған тұз қышқылы;

ГОСТ 11125 бойынша ай.т. немесе ГОСТ 4461 бойынша х.т. концентрацияланған азот қышқылы;

ГОСТ 10929 бойынша х.т. сутегі пероксиді;

Бидистилденген су немесе күкірт қышқылымен және калий перманганатымен айдалған ГОСТ 6709 бойынша дистильденген су (0,5 см³ концентрацияланған күкірт қышқылы және 3,0 см³ 3 % - дық 1,0 дм³ дистильденген суға калий перманганатының ерітіндісі);

ГОСТ 4234 бойынша х.т. хлорлы калий;

Динатрий этилендиамин тұзы –N, N, N',N''-2-сулы тетрасірке қышқылы (трилон Б), ГОСТ 10652 бойынша х.т.;

ГОСТ 2156 бойынша екікөмірқышқылды натрий;

ГОСТ 20490 бойынша марганецқышқылды калий;

ГОСТ 11088 бойынша х.т. б-сулы магний нитраты;

ГОСТ 3760 бойынша х.т. су аммиагы;

Қолданыстағы нормативтік техникалық құжаттама бойынша pH 1-ден 14-ке дейінгі индикаторлық әмбебап қағазы;

ГОСТ 12026 бойынша зертханалық сүзгі қағаз;

ГОСТ 4165 бойынша х.т. 5-сулы күкіртқышқылды мыс (II);

ГОСТ 4520 бойынша х.т. 1-сулы азотқышқылды сынап (II);

ГОСТ 19790 бойынша х.т. техникалық калий селитрасы (техникалық азотқышқылды калий);

ГОСТ 9293 бойынша 0,03 % аспайтын оттегі мөлшерімен газ тәрізді азот немесе басқа инертті газ (аргон, гелий).

Ескертпе

1 Басқа өлшеу құралдарын, жабдықтарын, аппаратураны, материалдарды, реактивтерді және жоғарыда көрсетілгенге ұқсас метрологиялық сипаттамаларды қамтамасыз ететін стандартты үлгілерді пайдалануға жол беріледі.

2 Барлық қолданылатын өлшеу құралдары типті бекіту немесе метрологиялық аттестаттау, салыстырып тексеру мақсатында сынаулуга тиіс, сынақ жабдығы өлшем бірлікті қамтамасыз сту саласындағы заңнамага сәйкес аттестатталуға тиіс.

3 Қышқыл реактивтерінің сапасын бақылаудың теріс нәтижелері кезінде ГОСТ 28165 бойынша аппараттарды қолдану арқылы айдауға болады.

7 Өлшеуге дайындау

7.1 Құралды жұмысқа дайындау

Вольтамперметр талдауышын дайындау және тексеруді пайдалану жөніндегі нұсқаулыққа, сонымен қатар 1, 2 және 3-кестеге сәйкес жүргізеді.

1-кесте – Су сынамаларындағы таллийдің салмақтық концентрациясын анықтау кезінде құралдың беретін жұмыс режимдері

Құралдың жұмыс режимі	Жұмыс режимінің параметрлері
Өлшеу жүйесі	үшэлектродты
Электродтар:	
- жұмыс	РГЭ
- салыстыру	ХСЭ
- қосалқы	ХСЭ
Қашау типі	импульсті
Электршоғырына арналған бағыттама кернеу, В	-1,0
в-а-қисығын тіркеуді бастау әлеуеті, В	-0,9
Сонғы қашау кернеуі, В	-0,05
Электродты тазарту әлеуеті, В	-0,05
Электродты тазарту уақыты, с	30
Әлеуеттің жүйелік өзгерісінің жылдамдығы, мВ/с	110
Электролиз уақыты (сынамадағы жергілік мөлшеріне байланысты), с	60 - 120
Талдамалық жоғарғы нүктө әлеуеті, В (бағдарлы мән)	-0,50
Фондық электролит	10 - 12 см ³ бидистилденген су + 0,4 см ³ салмақтық концентрациясы 0,2 моль/дм ³ трилон Б ерітіндісі + 0,025 см ³ салмақтық концентрациясы 2 мг/дм ³ синап ерітіндісі

2-кесте – Су сынамаларындағы күмістің салмақтық концентрациясын анықтау кезінде құрал жұмысының беретін режимі

Құралдың жұмыс режимі	Жұмыс режимінің параметрлері
Күміс электршоғырына арналған бағыттағыш кернеу, В	-0,50
Вольтампер кисығын тіркеуді бастау әлеуеті, В	-0,20
Сонғы үнғылау кернеуі, В	0,80
Әлеуеттің жүйелік өзгерісінің жылдамдығы, мВ/с	50
Электролиз уақыты (сынамадағы элемент мөлшеріне байланысты), с	60 - 180

3-кесте – Су сынамаларындағы селенинің салмақтық концентрациясын анықтау кезінде құрал жұмысының беретін режимі

Құралдың жұмыс режимі	Жұмыс режимінің параметрлері
Өлшеу жүйесі	үшэлектродты
Электродтар	жұмыс электрод – (СГЭ) режимінде алынған сынаппен модификацияланған графитті электрод; салыстыру электроды - 1 моль/дм ³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісіндегі хлоркүміс электрод (ХКЭ); қосалқы электрод – 1 моль/дм ³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісіндегі хлоркүміс электрод (ХКЭ)
Фон электролит	(2+) міс және (2+) сынаптың жұмыс ерітінділерін қосумен тұз қышқылының ерітіндісі
Кернеуді өлшеу режимі	дифференциалдық-импульсті
Электрошырына арналған бағыттаушы кернеу, В	-0,20
Вольтампер қысығын тіркеуді бастау әлеуеті, В	-0,20
Сонғы кашау кернеуі, В	-1,20
Әлеуеттің жүйелік өзгерісінің жылдамдығы, мВ/с	50 - 60
Электролиз уақыты, с	180 - 300*

* талданатын сынамадағы элемент мөлшерінсөз байланысты

7.2 Зертханалық ыдысты дайындау

7.2.1 Жаңа зертханалық шыны ыдысты, мөлшерлеуіштердің аустырылатын ұштарын, тамшырларды азот қышқылымен және 3 – 4 рет бидистилденген сүмен жуады. Кварц стакандарды 5-тен 10 мин дейін күкірт қышқылында арааластырылған қосымша қайнатады да, 10 мин дейін 500 °С-ден 600 °С дейінгі температурада муфельді пеште шынадайды.

7.2.2 Пайдаланғаннан кейін стакандарды құрғақ ас тұзымен сүзгі қағазбен сүртіледі, сүмен, азот қышқылымен және содан соң бидистильденген сүмен шайылады, муфельді пеште немесе «Темос-экспресс» сынаманы дайындау кешенінде 10 мин дейін 500 °С-ден 550 °С дейін шындалады. Ауыспалы кварц стакандарды жабық калькамен немесе эксикаторда құрғақ күйінде сақтайды.

7.2.3 Талдауға арналған стакандардың тазалығын тексеруді фон электролитінің вольтамперограмманы тіркеу арқылы жүргізеді.

Тиімдісі фон электролиті ерітіндісіндегі элементтердің талдамалық сигналдары өлшеу кезінде қолданылатын максимал жиналу уақыты кезінде нөлге тең немесе жуық кездегі осындай реактивтер сапасы мен ыдыс тазалығы болып табылады.

7.3 Электродтарды дайындау және сақтау

7.3.1 Индикатор графитті электродты дайындау

Графит электрод (бұдан әрі - ГЭ) жұмыс бетінің диаметрі 3-тен 5 мм дейінгі диаметрмен, түрлі заттармен сінірлген графит өзекшеден дайындалған бүйіргі графит электродты білдіреді. ГЭ тефлон корпусқа орналастырылды, онда құралға ГЭ қосуға арналған токеткізгіш байланысы бар.

Жұмысты бастамас бұрын ГЭ қағаз сұлғіде мұкият өндейді және бидистильденген сүмен шаяды.

ГЭ талдауын жүргізген соң құрғақ күйде сақтайты.

7.3.2 Селенді анықтауга арналған арналған индикаторлы сынам-графитті электродты дайындау

Сынап-графит электрод (бұдан әрі СГЭ) талдау үрдісінде тікелей қабыршақ сынапқа жағумен бүйіргі графит электродын білдіреді. Бүйіргі графит электродын жұмыс бетінің диаметрі 3 мм графит өзекшениң түрлі заттары сінірумен дайындауды.

СГЭ алу үшін графит электродтың жұмыс бетін алдын ала сүзгіде жылтыратады. Жұмыс істейтін бетті бидистильденген сүмен шаяды да, фон электролит ерітіндісіне салады (0,6-дан 0,8 моль/дм³ дейінгі молярлық концентрацияның 10 см³ түз қышқылы), салмактық концентрациясы 100 мг/дм³ (2+) сынап иондарының 0,3 см³ жұмыс ерітіндісін және салмактық концентрациясы 100 мг/дм³ (2+) мыс иондарының 0,2 см³ жұмыс ерітіндісін қосады. Электролизде үшәлектродты ұяшықта Б қосымшасы бойынша вольтамперметрмен өлшеу процесінде жүргізеді.

Талдау аяқталған соң және жұмысты бастамас бұрын (кейінгі құндері) электродтың жұмыс істейтін бетін сүзгі қағазда өндейді де, бидистильденген сүмен жуады. Электродтарды құрғақ күйінде сақтайты.

7.3.3 Таллийді анықтауга арналған индикаторлы сынап-графитті электродты дайындау

Сынап қабыршағын тұра өлшеу үрдісінде жағады, ол үшін графит электродтың жұмыс бетін алдын ала сүзгіде қырнап, бидистильденген сүмен жуады да, сынап иондарының жұмыс ерітіндісін қосумен трифлон Б ерітіндісінде электролиздейді.

Сынаптың жұқа қабыршағы өлшеу үрдісінде таллий иондарымен бірге анықталатын ерітіндіден сынап иондарын электролиздеу жолымен алынады.

СГЭ талдауларын жүргізген соң құрғақ күйде сақтайты.

7.3.4 Салыстыру электроды мен қосалқы электрод жұмысына дайындау

Салыстыру электроды және қосалқы электрод ретінде хлорқұрт электродтарын (бұдан әрі ХКЭ) пайдаланады

ХКЭ жартылай өтпейтін тығынды тефлон корпусқа орналастырылған күміс хлоридімен жабылған күміс сымнан жасалған шиыршықты көрсетеді. Күміс сымдардың шетінің құралға қосуға арналған токеткізгіш байланысы бар. ХСЭ және қосалқы электродты 1 моль/дм³ концентрацияны калий хлоридінің ерітіндісімен мөлшерлеуіштермен немесе шприцпен толтырады, тығынмен жабады да, әлеуеттің тепе-тәң мәнін белгілеу үшін кемінде 2 сағ ұстайды.

Электродтарды концентрациясы 1 моль/дм³ кальций хлоридінің ерітіндісімен стаканда сақтайты. Электродтарды қажеттілігіне қарай (айна 1 рет) толтырады.

7.3.5 Электродтардың жұмысын 8-тарауға сәйкес тексереді.

7.4 Ерітінділерді дайындау

7.4.1 Таллий, селен және күміс 100 мг/дм³ салмақтық концентрациясының негізгі ерітіндісі (бұдан әрі НЕ) 0,1 г/дм³ = 100,0 мг/дм³ аттестатталған концентрация мәні бар таллий, селен және күміс иондарының су ерітінді құрамының мемлекеттік стандартты үлгісі (бұдан әрі – MCY) болып табылады. НЕ-ні MCY қолдану жөніндегі нұсқаулыққа сәйкес дайындауды.

Салмақтық концентрациясы 100 мг/дм³ негізгі ерітінділер 6 айға төзімді. НЕ қаранды жерде сақтайды.

7.4.2 Салмақтық концентрация 10; 5 және 0,5 мг/дм³ жұмыс ерітінділері немесе АС-1, АС-2 және АС-3 топтамасының таллий АС сыйымдылығы 50 см³ бидистильденген сумен өлшейтін шыны сауыттарда тиісті араластырумен 4-кестеге сәйкес дайындауды.

4-кесте – Таллий АС дайындау

АС дайындауға арналған бастапқы ерітінді концентрациясы, мг/дм ³	Іріктелетін көлемі, см ³	Өлшеу ыдысының көлемі, см ³	Ас дайындалған ерітіндісінің концентрациясы, мг/дм ³	АС ерітіндісінің белгіленуі	Сақтау мерзімі, тәлік
100	5,0	50	10,0	AC-1	30
100	2,5	50	5,0	AC-2	30
10	2,5	50	0,5	AC-3	15

7.4.3 Салмақтық концентрация 10; 5 және 1 мг/дм³ жұмыс ерітінділері немесе АС-1, АС-2 және АС-3 топтамасының селен АС сыйымдылығы 25 см³ бидистильденген сумен өлшейтін шыны сауыттарда тиісті араластырумен 5-кестеге сәйкес дайындауды.

5-кесте – Селен АС дайындау

АС дайындауға арналған бастапқы ерітінді концентрациясы, мг/дм ³	Іріктелетін көлемі, см ³	Өлшеу ыдысының көлемі, см ³	Ас дайындалған ерітіндісінің концентрациясы, мг/дм ³	АС ерітіндісінің белгіленуі	Сақтау мерзімі, тәлік
100	2,50	25	10,0	AC-1	30
100	1,25	25	5,0	AC-2	15
10	2,50	25	1,0	AC-3	5

7.4.4 10,0; 5,0 және 2,5 мг/дм³ мөлшерімен жұмыс ерітінділері немесе АС-1, АС-2 және АС-3 топтамасының күміс АС сыйымдылығы 25 және 50 см³ бидистильденген сумен өлшейтін шыны сауыттарда тиісті араластырумен 6-кестеге сәйкес дайындауды.

6-кесте – Күміс АС дайындау

АС дайындауға арналған бастапқы ерітінді концентрациясы, мг/дм ³	Іріктелетін көлемі, см ³	Өлшеу ыдысының көлемі, см ³	Ас дайындалған ерітіндісінің концентрациясы, мг/дм ³	АС ерітіндісінің белгіленуі	Сақтау мерзімі, тәлік
100	2,5	25	10,0	AC-1	30
10	12,5	25	5,0	AC-2	15
10	12,5	50	2,5	AC-3	15

Ерітінділерді қаранғы жерлерде сактайды.

Кайта дайындау кезінде ерітінділерді араластырады, шыны сауыттарды сумен шаймайды, тек сол концентрацияның жаңа дайындалған ерітіндісімен толтырады.

7.4.5 ГЭ электрхимиялық тазарту үшін мольдік концентрациясы 0,1 моль/дм³ күкірт қышқылының ерітіндісін дайындау

Жартылай бидистильденген сумен толтырылған, сыйымдылығы 100 см³ шыны сауытқа 0,5 см³ концентрацияланған күкірт қышқылын енгізіп, араластырады да, белгіге дейін бидистильдендерліген су құяды.

7.4.6 Мольдік концентрациясы 1 моль/дм³ калий хлоридінің ерітіндісін дайындауды

Салмағы (7,46 ± 0,01) г калий хлоридінің өлшендісін сыйымдылығы 100 см³ шыны сауытқа енгізеді де, аздаған мөлшердегі бидистильденген суды белгіге дейін жеткізеді.

7.4.7 Мольдік концентрациясы 1 моль/дм³ азотқышқыл калий ерітіндісін (фон электролитінің ерітіндісін) дайындауды.

Салмағы (25,0 ± 0,01) г азотқышқылды калий өлшендісін сыйымдылығы 250 см³ шыны сауытқа орналастырады да, аздаған бидистильденген су мөлшерін ерітіп, араластырады да, көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

7.4.8 Салмақтық концентрациясы 100 мг/дм³ селен (2+) синаптың жұмыс ерітіндісін дайындау

Бидистильденген сумен жартылай толтырылған салмақтық концентрациясы 1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1000 мг/дм³) (2+) 5 см³ синап ерітіндісін және 0,5 см³ концентрациялық азот қышқылын сыйымдылығы 50 см³ өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

7.4.9 Таллийді анықтауға арналған салмақтық концентрациясы 2 мг/дм³ синап ерітіндісін дайындау

1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1 000 мг/дм³) синаптың салмақтық концентрациясының аттесттаталған сәні бар MCY ампуласын ашады

Бидистильденген сумен жартылай толтырылған салмақтық концентрациясы 1000 мг/дм³ 0,2 см³ синап ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

7.4.10 Салмақтық концентрациясы 100 мг/дм³ (2+) мыстың жұмыс ерітіндісін дайындау

Бидистильденген сумен жартылай толтырылған салмақтық концентрациясы 1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1000 мг/дм³) (2+) 5 см³ мыс ерітіндісін және 0,5 см³ концентрациялық азот қышқылын сыйымдылығы 50 см³ өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

100 мг/дм³ концентрациялы (2+) мыстың жұмыс ерітіндісі 6 ай бойы тұрақты.

7.4.11 Мольдік концентрациясы 0,6 моль/дм³ тұз қышқылының ерітіндісін дайындау

Бидистильденген сумен жартылай толтырылған салмақтық концентрациясы 6,6 см³ концентрацияланған тұз қышқылын сыйымдылығы 100 см³ өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

7.4.12 Мольдік концентрациясы 0,2 моль/дм³ трилон Б ерітіндісін дайындау екі тәсілдің бірімен дайындалады:

1) Салмағы (37,20 ± 0,01) г трилон Б стандарт-титрінің (фиксаналының) өлшендісін бидистильденген сумен жартылай толтырылған сыйымдылығы 500 см³ өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

2) Салмағы $(18,60 \pm 0,01)$ г трилон Б өлшендісін бидистильденген сумен жартылай толтырылған сыйымдылығы 250 см^3 өлшеуіш шыны сауытқа енгізіп, араластырады да, шыны сауыттағы көлемді бидистильденген су белгісіне дейін жеткізеді.

7.5 Сынамаларды іріктеу

Сынамаларды талдау үшін бір уақытта екі параллельді пайдаланады және бір резервтік сынаманы қолданады.

7.5.1 Таллийді анықтауга арналған сынамаларды дайындау

Көлемі $10\text{-нен } 15 \text{ см}^3$ дейін (күтілетін концентрацияға байланысты) су сынамасын көлемі 20 см^3 таза кварц стақанға салады.

Сынамасы бар стақанды плиткаға немесе «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешенге қойып, $125 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін температурага дейін қыздырады да, құрғақ тұзға болғанша буландырады.

Стақанды «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешеннен шығарады немесе плитқадан алады, бөлме температурасына дейін ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ге дейін) салқындастып, $0,6 \text{ см}^3$ концентрациялық азот қышқылы мен $0,4 \text{ см}^3$ сутегі перекисін қосады. Содан соң «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешенге немесе муфельді пешке қайта қойып, құрғақ тұз болғанша $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейінгі температурада қыздырады.

Содан кейін стақанды шығарып, бөлме температурасына дейін ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін) салқындаатады. Стаканға $10\text{-нан } 12 \text{ см}^3$ дейін бидистильденген суды қосады да, салмақтық концентрациясы $0,2 \text{ моль/дм}^3$ трилон Б $0,4 \text{ см}^3$ ерітіндісі мен салмақтық концентрациясы 2 мг/дм^3 сынап ерітіндісін қосады.

7.5.2 Күмісті анықтауга арналған сынаманы дайындау

Тамшуырмен немесе мөлшерлеуішпен алынған, көлемі 10 см^3 су сынамасын көлемі 20 см^3 кварц стақанға салып, $0,1\text{-ден } 0,2 \text{ см}^3$ дейін концентрациялық азот қышқылы мен $0,05 \text{ см}^3$ сутегі пероксидін қосады да, $120 \text{ }^{\circ}\text{C}$ -ден $130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейінгі температурада ылғалды шөгіндіге дейін плиткада немесе «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешенде булады. Қалдықты көлемі 10 см^3 фон электр плитасында ерітеді.

Талдау үшін барлық дайындалған сынамаларды немесе сынамадағы күміс концентрациясына байланысты оның алеквотасын пайдаланады.

Су сынамасын талдау кезінде «бос» сынаманы жасау міндетті емес, ойткені күміс ластану сияқты реактивтерде де, суда да байқалмайды.

7.5.3 Селенді анықтауга арналған сынамаларды дайындау

Таза кварц стакандарға $5\text{-тен } 10 \text{ см}^3$ дейін талдамалы су құяды да, оған $0,5\text{-тен } 1,0 \text{ см}^3$ дейін концентрациялық азот қышқылы мен $0,5 \text{ см}^3$ сутегі пероксидін және $0,02 \text{ г}$ магний азотқышқылын қосады.

Сынамалары бар стакандарды $90\text{-нан } 95 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін плиткаға немесе «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешенге орналастырады да, осы температурада ұстайды. Содан соң су сынамасын құрғақ қалдық қалғаншы $120\text{-дан } 125 \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейінгі температурада булады.

«Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешен немесе муфельді пеш температурасын $(450 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$ дейін арттырады да, сынамалары бар стакандарды 30 мин бойы осы температурада шындаиды. Шындағаннан кейін стакандардағы қалдықтарда қара қоспалар болмауға тиіс, керісінше жағдайда, азот қышқылы және сутек пероксидімен өңдеу операциясын қайталаіды.

Бір түсті ақ қалдықты алған соң стакандарды салқындаатады да, оларға $1,5 \text{ см}^3$ –тан концентрацияланған тұз қышқылын қосады. Стакандарды плиткаға немесе «Темос-Экспресс» сынама дайындағыш кешенге $90 \text{ }^{\circ}\text{C}$ температурада қайта қояды да, 30 мин бойы $((4+)$ селенге дейін $(6+)$ селенді химиялық қайта қалпына келтіруді жүргізеді) булады.

Содан соң стақанды сұтып, 10 см^3 бидистильденген суды, салмақтық

концентрациясы 100 мг/дм³ сынаптың (2+) 0,3 см³ жұмыс ерітіндісін және салмақтық концентрациясы 100 мг/дм³ мыстың (2+) 0,2 см³ жұмыс ерітіндісін қосады.

Талдау үшін барлық дайындалған сынаманы немесе сынамадағы селен аликвотасына байланысты оның аликвотасын пайдаланады.

Ескерте

1 Сынама органикалық заттарының кедергі әсерлері сынаманы дайындау үрдісінде жойылады.

2 Егер сынамадағы элемент мөлшері анықталатын мөлшер ауқымының жоғарғы шегінен асатын болса, өлшеуге дайындалған сынаманы араластыруға немесе сынама көлемін азайтуға жол беріледі. Егер элемент мөлшері анықталатын мөлшер ауқымының төменгі шегінен асатын болса, талданатын сынаманың көбірек аликвотасын алуға немесе электршоғырлану уақытын арттыруға жол беріледі.

8 Өлшеу

Талдамалық вольтамперметр кешен «Пайдаланушы нұсқаулығына» немесе Б, В және Г қосымшасында келтірілген СТА кешенінің жұмыс мысалдарына сәйкес жұмысқа алдын ала дайындалуға тиіс.

Күмістің салмақтық концентрациясын анықтауға арналған ВА өлшемдерін орындау барысында мына операцияларды орындаиды:

- 1, 2 және 3 кестеге сәйкес өлшеу параметрлерін белгілейді;

- құралға арналған нұсқауға сәйкес тазалыққа арналған электрхимиялық ұяшықты тексереді (электродтар, фондық электроплитаның ерітіндісі);

- вольтамперограмманы тіркейді – құралға арналған нұсқауға сәйкес дайындалған сынама ерітіндісіндегі құрауыштың талдамалық сигналы (I₁);

- вольтамперограмманы тіркейді – құралға арналған нұсқауға сәйкес АС құрауышының енгізілген қоспасы бар сынама ерітіндісіндегі құрауыштың талдамалық сигналы (I₂).

Құрауыштың талдамалық сигнал (ең жоғарғы нүктө) шамасы құрауыштың салмақтық концентрациясына пропорционал.

9 Нәтижелерді есептеу және рәсімдеу

Талданатын сынамадағы таллій, селен және күмістің салмақтық концентрациясын құралға программалық қамтамасыз ету арқылы есептейді.

Сынамадағы таллій, селен және күмістің салмақтық концентрациясын X , мг/дм³ (1) формуласы бойынша есептейді:

$$X_{\text{сынамада}} = \frac{I_{\text{сынама}} \times C_{\text{коспа}} \times V_{\text{устеме}} \times V_{\text{минерализация}}}{(I_{\text{коспальсынама}} - I_{\text{сынама}}) \times V_{\text{аликвота}} \times M_{\text{олиенде}}}, \quad (1)$$

Мұндағы I – таллій, селен және күмістің ең жоғарғы нүктө тогының биіктігі, сынама қисығында;

C – коспа – таллій, селен және күмістің АС салмақтық концентрациясы, мг/дм³;

V – коспа көлемі, см³;

V – минералдағыш көлемі, см³;

I – коспалы сынамалар – таллій, селен және күмістің АС қоспасымен ВА-сынама қисығына күмістің ең жоғарғы нүктө тогының биіктігі;

V – аликвоталар – аликвота көлемі, см³;

M – олшемдер – сынама көлемі, дм³.

Есептеулерді әр екі параллель талданатын сынамадан X_1 және X_2 мәндерін ала отырып жүргізеді.

10 Өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру

10.1 Өлшеу нәтижелері ретінде \bar{X} X_1 және X_2 қайталанғыштық жағдайында (параллель анықтау) алынған екі өлшеу нәтижесінің орташа арифметикалық мәні қабылданады, олар үшін (2) шарт орындалады:

$$|X_1 - X_2| \leq 0,01 \times r \times \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (2)$$

мұндағы r – салыстырмалы бірліктерде көрсетілген қайталанғыштық шегі. Қайталанғыштық шегінің мәндері 7-кестеде көлтірілген.

10.2 (2) шарты орындалмаған жағдайда қосымша тағы бір өлшеу нәтижесін алады. Өлшеу нәтижесі ретінде қайталанғыштық жағдайда алынған үш өлшеу нәтижесінің орташа арифметикалығы қабылданады, олар үшін (3) шартты орындалады:

$$|X_{\max} - X_{\min}| \leq 0,01 \times CR_{0,95}(3) \times \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3}, \quad (3)$$

мұндағы $CR_{0,95}(3)$ – сынни ауқым.

Сыни ауқым мәндері 7-кестеде көлтірілген.

10.3 (3) шартын орындаған жағдайда соңғы өлшеу нәтижесі ретінде қайталанғыштық жағдайларында (параллель анықтау) алынған үш өлшеу нәтижесінің орташасын қабылдайды. Қосымша (-) шартын орындауға әкелетін себептерді анықтап, жояды.

10.4 Екі зертханада алынған өлшеу нәтижелері арасындағы айырмашылық (4) шартындағы жаңғыртушылық шегінен аспауға тиіс:

$$|\bar{X}_{l_1} - \bar{X}_{l_2}| \leq 0,01 \times R \times \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{2}, \quad (4)$$

мұндағы \bar{X}_{l_1} және \bar{X}_{l_2} - түрлі зертханаларда алынған күмістің салмақтық концентрациясын өлшеу нәтижелері – қайталанғыштық жағдайларында алынған екі өлшеу нәтижесінің орташа арифметикалығы, олар үшін (2) шарты орындалады;

R – салыстырмалы бірліктерде көрсетілген жаңғыртушылық шегі. Жаңғыртушылық шегінің мәндері 7-кестеде көлтірілген.

10.5 (4) шартын орында барысында екі өлшеу нәтижесі де қолайлы және соңғы ретінде олардың орташа арифметикалық мәнін пайдалануға болады.

7-кесте – $P = 0,95$ сенімділік ықтималдығы кезіндегі қайталаңғыштық шегі, сыни ауқым және жаңғыртушылық шегінің мәндері

Көрсеткіш атауы	Өлшеу ауқымы, мг/дм ³	Қайталаңғыштық шегі, r	Сыни ауқым, $CR_{0,95}(3)$	Жаңғыртушылық шегі, R
Таллий	0,0005-тен 0,01 дейін қоса	$0,34 \times \bar{X}$	$0,40 \times \bar{X}$	$0,50 \times \bar{\bar{X}}$
Күміс	0,0001-ден 0,1 дейін қоса	$0,31 \times \bar{X}$	$0,36 \times \bar{X}$	$0,42 \times \bar{\bar{X}}$
Селен	0,0003-тен 0,1 дейін қоса	$0,36 \times \bar{X}$	$0,43 \times \bar{X}$	$0,50 \times \bar{\bar{X}}$
мәні				\bar{X} - элемент салмақтық концентрациясының параллель анықтау нәтижелерінің орта арифметикалық
				$\bar{\bar{X}}$ - екі зертханада алынған талдау нәтижелерінің орта арифметикалық мәні

11 Өлшеу нәтижелерін рәсімдеу

11.1 Өлшеу нәтижесі, мг/дм³, $P = 0,95$ кезінде, мына түрде ұсынылады:

$\Delta_{\text{л}} \leq \Delta$ кезіндегі $(\bar{X} \pm \Delta)$ немесе $(\bar{X} \pm \Delta_{\text{л}})$,

мұндағы \bar{X} – өлшеу нәтижесі;

$\Delta_{\text{л}}$ – зертханада әдістемен іске асыру кезінде белгіленген өлшеу нәтижесі қателігі сипаттамасының мәндері;

Δ – (5) формуласы бойынша есептелетін өлшеу қателігі сипаттамасының мәндері:

$$\Delta = 0,01 \times \delta \times \bar{X}, \quad (5)$$

мұндағы δ – 8-кестеде келтірілген әдістеме дәлдік көрсеткішінің салыстырмалы мәні (қателік сипаттамалары).

8-кесте – $P = 0,95$ сенімділік ықтималдығы кезіндегі әдістеме дәлдік көрсеткішінің салыстырмалы мәні

Көрсеткіш атауы	Өлшеу ауқымы, мг/дм ³	Дәлдік көрсеткіші (әдістеме қателігі болатын шектер), δ^1 , %
Таллий	0,0005-тен 0,01 дейін қоса	36
Селен	0,0003-тен 0,1 дейін қоса	40
Күміс	0,0001-ден 0,1 дейін қоса	29

$\delta^1 = k = 2$ камту коэффицентімен кесейтілген салыстырмалы белгісіздікке сәйкес келеді

11.2 Өлшеу нәтижесінің сандық мәні параллель анықтау нәтижелері қайталаңғыштық шегінің мәні разрядының цифрымен аяқталуға тиіс. Қайталағыштық шегінің мәні екі танбалы саннан аспауға тиіс.

12 Зертханада әдісті іске асыру кезіндегі өлшеу нәтижелерінің сапасын бақылау

12.1 Зертханада әдісті іске асыру кезіндегі өлшеу нәтижелерінің сапасын бақылау мыналарды қарастырады:

- талдау шарасын жедел бақылау (жеке алынған бақылау шарасын іске асыру кезіндегі талдау нәтижелерінің қателігін бағалау негізінде);
- талдау нәтижелерінің тұрактылығын бақылау (зертхана ішіндегі дәлме-дәлдіктен, қателіктен орташа квадраттық ауытқу, қайталаңғыштықтың орташа квадраттық ауытқу тұрактылығын бақылау негізінде).

12.2 Талдау шарасын жедел бақылауды (өлшеуді):

- зертханаларда өлшеуді орындау әдісін енгізу кезінде;
- талдау үрдісінің тұрактылығына әсер етуі мүмкін факторлар пайда болған кезде (мысалы, реактивтер топтамасын ауыстыру кезінде, құралды жөндегеннен кейін, талдаулар арасындағы уақыт аралығы ұзак болған кезде және т.б.) жүргізеді.

Талдау шарасын жедел бақылауды жұмыс сынамаларын талдауға дайындығын тексеру мақсатында орындаушының өзі жүргізеді.

Талдау шарасын жедел бақылауды А қосымшасына сәйкес жүргізеді.

Талдау шарасын жедел бақылауды [4] бойынша немесе А қосымшасына сәйкес жүргізеді.

12.3 Талдау нәтижелерінің тұрактылығын бақылау тұрлерінің бірі төмендегілер арқылы жүзеге асырылатын бақылау карталарын пайдалана отырып зертханалар шегінде талдау нәтижелерінің тұрактылығын бақылау болып табылады

- өлшеу нәтижелері қателігінің қажетті деңгейінде бақылау және ұстай жолымен;
- зертхана ішіндегі дәлме-дәлдіктің қажетті деңгейінде бақылау және ұстай жолымен;
- параллель анықтау нәтижелері қайталаңғыштықтың қажетті деңгейін бақылау және ұстай жолымен.

12.4 Зертхана шегінде алынатын өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау шаралары мен кезеңділігін (тұрактылықты бақылау) ГОСТ ИСО 5725-6 б-тармак немесе [5] бойынша талаптарды есепке алу арқылы жүргізеді.

13 Екі зертхана үшін өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру

13.1 Жаңғыртушылық жағдайларында алынған өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеруді (екі зертханада, $m = 2$) ГОСТ ИСО 5725-6 талаптарын есепке ала отырып 3 - кестеге сәйкес жаңғыртушылық шегіне немесе ГОСТ ИСО 5725-6-ға сәйкес өлшеу нәтижелерінің екі орта арифметикалық нәтижесі үшін сынни түрлілікке қатысты жүргізеді.

Екі зертханада алынған өлшеу нәтижелері арасындағы айырмашылық жаңғыртушылық шегінен аспауга тиіс. Жаңғыртушылық шегінің мәні 7-кестеде келтірілген.

Осы шартты орындау кезінде екі нәтиже де қолайлы және соңғысы ретінде олардың жалпы орташа мәнін қолдануға болады.

Жаңғыртушылық шегі артқан жағдайда ГОСТ ИСО 5725-6-ға сәйкес өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын бағалау әдістерін қолдануға болады.

13.2 Екі зертхана арасындағы қарама-қарсылық рұқсатын ГОСТ ИСО 5725-6-ға сәйкес жүргізеді.

14 Өлшеу дәлдігі көрсеткіштерінің сипаттамалары

Вольтамперметр әдісімен су сынамасының талдауы кезіндегі таллий, селен және күмістің салмактық концентрациясын өлшеу әдісі 9-кестеде көлтірілген мәндерден аспайтын қателікпен өлшеу нәтижелерін алууды қамтамасыз етеді.

9-кесте – Өлшеу ауқымы, сенімділік ықтималдығы $P = 0,95$ кезіндегі дәлдік, қайталаңғыштық және жаңғыртушылық көрсеткіштерінің салыстырмалы мәндері

Көрсеткіш атавы	Өлшеу ауқымы, мг/дм ³	Қайталаңғыштық көрсеткіші (ортаквадратты қайталағыштық ауытқуы), $\sigma_r \left(\frac{\delta}{\delta} \right), \%$	Жаңғыртушылық көрсеткіші (ортаквадратты жаңғыртушылық ауытқуы), $\sigma_R \left(\frac{\delta}{\delta} \right), \%$
Таллий	0,0005-тен 0,01 дейін қоса	12	18
Селен	0,0003-тен 0,1 дейін қоса	13	18
Күміс	0,0001-ден 0,1 дейін қоса	11	15

А қосымшасы
(*міндетті*)

Талдау шарасын жедел бақылау алгоритмдері

A.1 Жалпы ережелер

A.1.1 Талдау шарасын жедел бақылауды бақылау құралдарын қолданумен жеке алынған бақылау шарасын іске асыру кезінде алынатын ақпарат негізінде тікелей орындаушы жүзеге асырады.

A.1.2 Бақылау құралдарының рөлін мыналар атқарады:

- бақылауға арналған үлгілер ([3] бойынша АС);
- белгілі құрауыштың белгілі коспасымен жұмыс сынамалары;
- тұрақты құрамды жұмыс сынамалары.

A.1.3 Талдау шарасының жедел бақылау сыйбанұсқасы мыналарды қарастырады:

- бақылау шарасын іске асыру;
- бақылау шарасының нәтижесін есептеу;
- бақылау нормативін есептеу;
- бақылау шарасының нәтижесін бақылау нормативімен салыстыру;
- бақылау нәтижелері бойынша шешім қабылдау.

A.2 Бақылау өлшемдері нәтижелерінің қайталанғыштығын жедел бақылау алгоритмі

A.2.1 Кез келген бақылау құралдарының екі параллель анықтау (A.1.2 бойынша) нәтижесін алады.

A.2.2 Екі параллель анықтау нәтижесін ала отырып, қайталанғыштықты бақылау сыйбанұсқасын (A.1.3 бойынша) жүзеге асырады. Бақылау шарасының нәтижесі (A.1) тең:

$$r_K = |X_1 - X_2|, \quad (A.1)$$

Қайталанғыштықты бақылау нормативі мәні 4-кестеде көлтірілген, $n=2$ кезіндегі r қайталанғыштық шегіне тең. Нәтиже (A.2) шартын қанағаттандыруға тиіс:

$$r_K \leq r, \quad (A.2)$$

A.2.3 Егер (A.2) шарты орындалса, онда талдаудың бақылау шарасы нәтижесін екі параллель анықтау нәтижелерінен орта арифметикалық ретінде есептейді.

Егер $r_K > r$, онда қайта екі параллель анықтау нәтижесін ала отырып, бақылау шарасын қайталайды.

Талдау шарасының қайталанғыштық шегі қайта артқан жағдайда токтатады да, қанағаттанарлықсыз нәтижелерге әкеліп соктыратын себептерді аныктайды.

A.3 Зертханаішлік дәлме-дәлдік жағдайларында талдау шараларын жедел бақылау алгоритмі

A.3.1 Осы шараны орындауға арналған үлгілер A.1.2 бойынша бақылау құралдары болып табылады. Бақылауға арналған іріктелген сынама көлемі өлшем жүргізу үшін қажетті қосарлы көлемге (салмаққа) сәйкес келуге тиіс.

Іріктелген көлем (салмақ) екі бөлікке бөлінеді де, зертханаішлік өте дәл болатын жағдайда және әртүрлі операторлар тараپынан, не әртүрлі уақытта, не әртүрлі өлшем құралдарын және т.б. пайдаланып, сынамаларды сактау шарттары мен мерзімін сактау

арқылы осы стандарттың талаптарына сәйкес талданады. Тиісінше \overline{X}_1 және \overline{X}_2 , мг/дм³ алынады.

А.3.2 Бақылау шарасының нәтижесі (A.3) формула бойынша есептеледі:

$$R_{\text{ЛК}} = \left| \overline{X}_1 - \overline{X}_2 \right| \quad (\text{A.3})$$

Зертханаішілік дәлме-дәлдікті бақылау нормативі (A.4) формуласы бойынша есептеліп, белгіленеді:

$$R_{\text{Л}} = 0,84 \cdot R, \quad (\text{A.4})$$

мұнда R – жаңғыру шегінің 4-кестеде берілген мәні;

\overline{X} – зертханаішілік (аралық) дәлме-дәлдік жағдайында алынған нәтижелердің орташа арифметикалық мәні.

А.3.3 Зертхана ішінің дәлме-дәлдік жағдайында алынған нәтижелер $(\overline{X}_1, \overline{X}_2)$, (A.5) шарттары кезінде қанағаттанарлық деп саналады:

$$R_{\text{ЛК}} \leq R_{\text{Л}}, \quad (\text{A.5})$$

А.3.4 (A.5) шарттары орындалған жағдайда жалпы орташа арифметикалық $\overline{\overline{X}}$ бақылау шарасының нәтижесі ретінде беріледі.

(A.5) шарттары орындалған жағдайда өлшеуді қайталаіды.

(A.5) шарттары қайтадан орындалмаган жағдайда, қанағаттанарлықсыз нәтижелерге соқтырған себептер анықталып, олар жойылады.

А.4 Қоспа әдісті пайдаланып өлшеуді орындау шарасын бақылау алгоритмі

А.4.1 Өлшеуді орындау шараларын бақылауды орындаушы Кк жеке алынған бақылау шарасының нәтижесін Кд бақылау нормативімен салыстыру арқылы жасайды.

А.4.2 Кк бақылау шарасының нәтижесі (A.6) формуласымен есептеледі:

$$K_K = \left| \overline{X}' - \overline{X} - C \right|, \quad (\text{A.6})$$

мұнда \overline{X}' – белгілі қоспалы сынамадағы құрауыштың массалық концентрациясының бақылау өлшеуінің нәтижесі – араларындағы айырмашылық r қайталау шегінен аспайтын параллел анықтамалардың екі нәтижесінің орташа арифметикалық мәні. r мәні 7-кестеде берілген.

\overline{X} – қоспасыз сынамадағы құрауыштың массалық концентрациясының бақылау өлшеуінің нәтижесі – араларындағы айырмашылық r қайталау шегінен аспайтын параллел анықтамалардың екі нәтижесінің орташа арифметикалық мәні. r мәні 7-кестеде берілген;

C – қоспа шамасы.

Ескерте – Қоспа шамасы қоспасыз сынамадағы құрауыштың массалық концентрациясының 50 %-нан 150 % дейін құрауға тиіс.

А.4.3 Кд оперативтік бақылау нормативі (A.7) формуласымен есептеледі:

$$K_d = \sqrt{\left(\Delta_{\bar{x}'}\right)^2 + \left(\Delta_{\bar{x}}\right)^2}, \quad (A.7)$$

мұнда $\Delta_{\bar{x}'}, \Delta_{\bar{x}}$ – әдістемені іске асыру кезінде зертханада белгіленген, тиісінше қоспасыз сынамадағы және қоспалы сынамадағы құрауыштың массалық концентрациясына сәйкес келетін өлшеу нәтижелерінің қателігі сипаттамасының мәндері.

A.4.4 Бақылау шарасының сапасы (A.8) шарттары орындалған жағдайда қанағаттанарлық деп танылады:

$$K_k \leq K_d, \quad (A.8)$$

(A.8) шарттары орындалмаған жағдайда тәжірибе қайталанады.

(A.8) шарттары қайтадан орындалмаған жағдайда қанағаттанарлықсыз нәтижелерге соктырган себептер анықталады.

A.5 Бақылауга арналған үлгілерді пайдаланып өлшеуді орындау шарасын жедел бақылау алгоритмі

A.5.1 Бақылауга арналған үлгілер ішіне бастапқы құрауыштың дәл концентрациясы енгізілген осы құрауыш болмауымен талданатын объектілердің жұмыс сынамалары болып табылады (аттесттаталған сипаттама – С). С концентрацияның құрауышы сынама дайындау сатысына дейін сынамаға енгізіледі.

A.5.2 бақылауга арналған үлгілерді қолданып дәлдікті бақылау өткізу алгоритмі K – дәлдікті жедел бақылау нормативімен X – бақылауга арналған үлгіде аттесттаталған сипаттаманы бақылау өлшеуі нәтижесі мен оның C – аттесттаталған мәні арасындағы айырмашылыққа тең K_k бақылау шарасының нәтижесін салыстырудан тұрады.

Бақылау шарасының нәтижесі (A.9) формуласына тен:

$$K_k = |\bar{X} - C|, \quad (A.9)$$

К дәлдігін бақылау нормативі (A.10) формуласымен есептеледі:

$$K = \Delta_d = 0,84 \times \Delta, \quad (A.10)$$

A.5.3 Бақылау өлшеуінің дәлдігі (A.11) шарттары кезінде қанағарттанарлық деп танылады:

$$K_k \leq K, \quad (A.11)$$

(A.11) шарттары орындалмаған жағдайда тәжірибе қайталанады.

(A.11) шарттары қайтадан орындалмаған жағдайда қанағаттанарлықсыз нәтижелерге соктыратын себептер анықталады.

Б қосымшасы

(ақпараттық)

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешенін пайдаланып селеннің массалық концентрациясын анықтауды орындау

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешені осы вольтамперометрлік кешенге арналған Пайдалануышының нұсқауына сәйкес жұмысқа алдын ала дайындалуға тиіс.

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешені селенді анықтау үшін мынадай жабдық кешенінен тұруға тиіс:

- индикаторлық электрод (жұмыс) – графиттік, сынаппен түрлендірілген;
- салыстыру электроды – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- қосалқы электрод – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- сыйымдылығы 20-дан 25 см³ дейінгі кварц шыныдан жасалған ауыстырмалы шағын стакандар;
- оттегіні ерітіндіден жою және оны араластыру үшін инертті газ жіберуге арналған ұшы тартылған тефлон түтік.

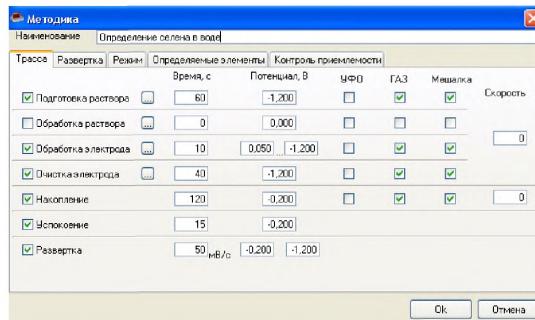
Б.1 Сынап-графит электродының дайындау, шағын стакандардың, фондық ерітіндінің және электродтардың таза екеніне тексеру

Сыйымдылығы 15-тен 20 см³ дейін болатын ұш таза шағын стаканға молярлық концентрациясы 0,6-дан 0,8 моль/дм³ дейінгі тұз қышқылының 10 см³ ерітіндісін, массалық концентрациясы 100 мг/дм³ сынаптың (2+) 0,3 см³ жұмыс ерітіндісін және массалық концентрациясы 100 мг/дм³ мыстың (2+) 0,2 см³ жұмыс ерітіндісін енгізеді.

Стакандарды СТА талдағышының үш электр-химиялық ұшаларының әркайсысына салады. Ерітіндіге индикаторлық электродтарды (графитті), салыстыру электродтарын, қосалқы электродтарды, азот тұтікшелерін салады да, оларды әрбір ұшада құралдың тиісті қысқыларына қосады.

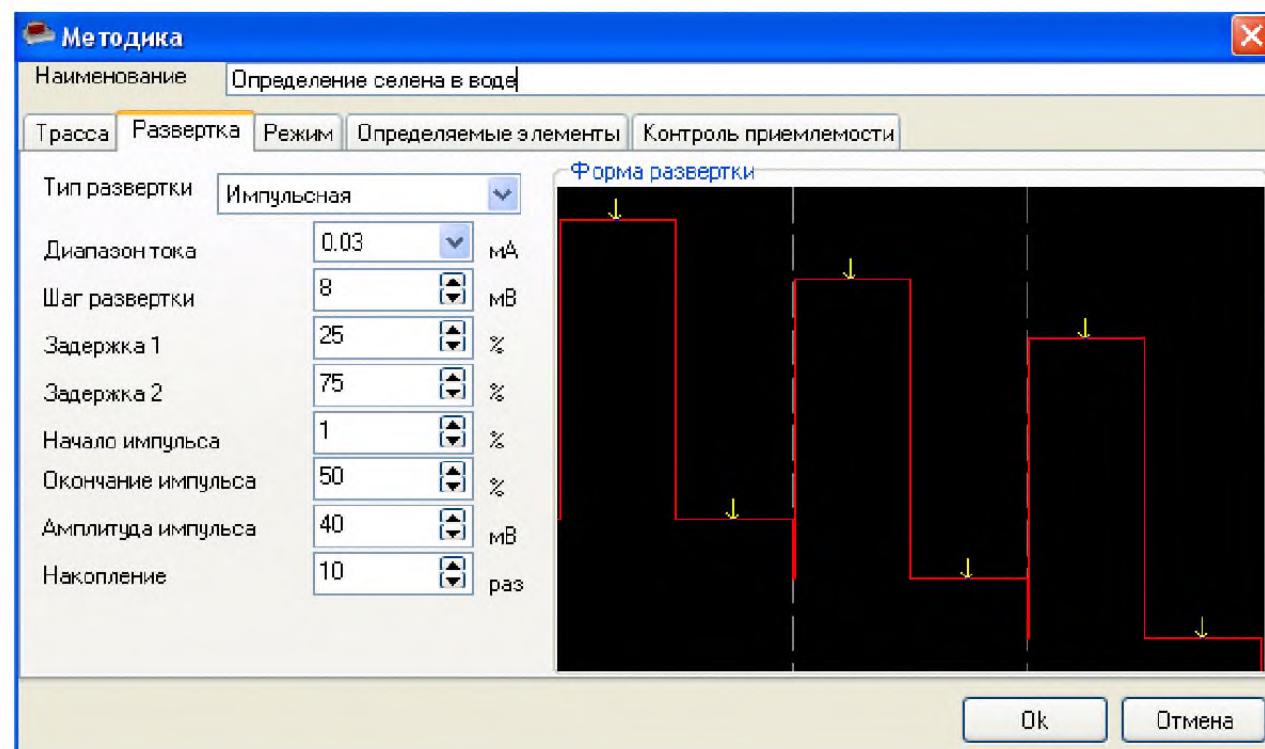
Алдын ала құрылған әдістеменің файлын жүктейді, басты мәзірден «Әдістеме / Ашу» деген тармакты таңдап алады немесе жаңа әдістеме құрады.

Жаңа әдістемені құру үшін басты мәзірден «Әдістеме / Жаңа әдістеме» деген тармакты таңдап алады және Б.1, Б.2, Б.3, Б.4, Б.5 суреттеріне сәйкес мынадай параметрлерді енгізеді.

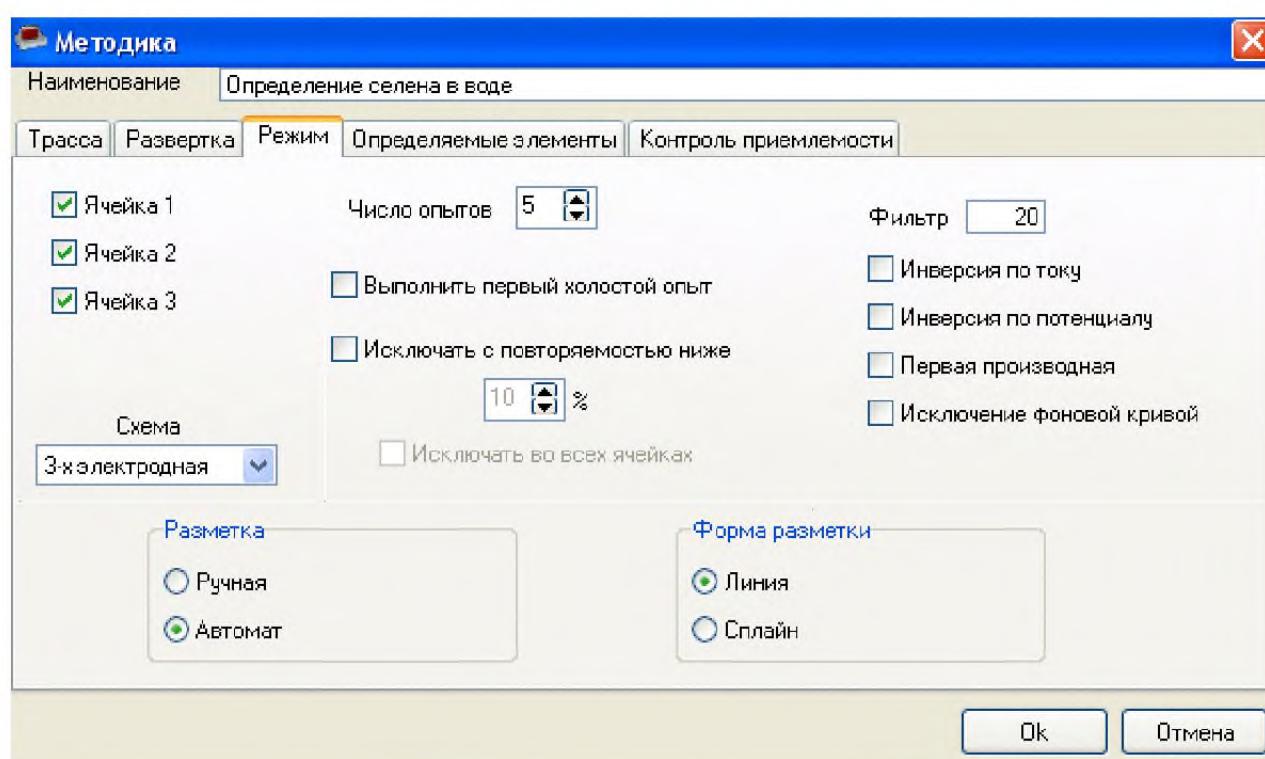


Б.1 суреті – Әдістеме

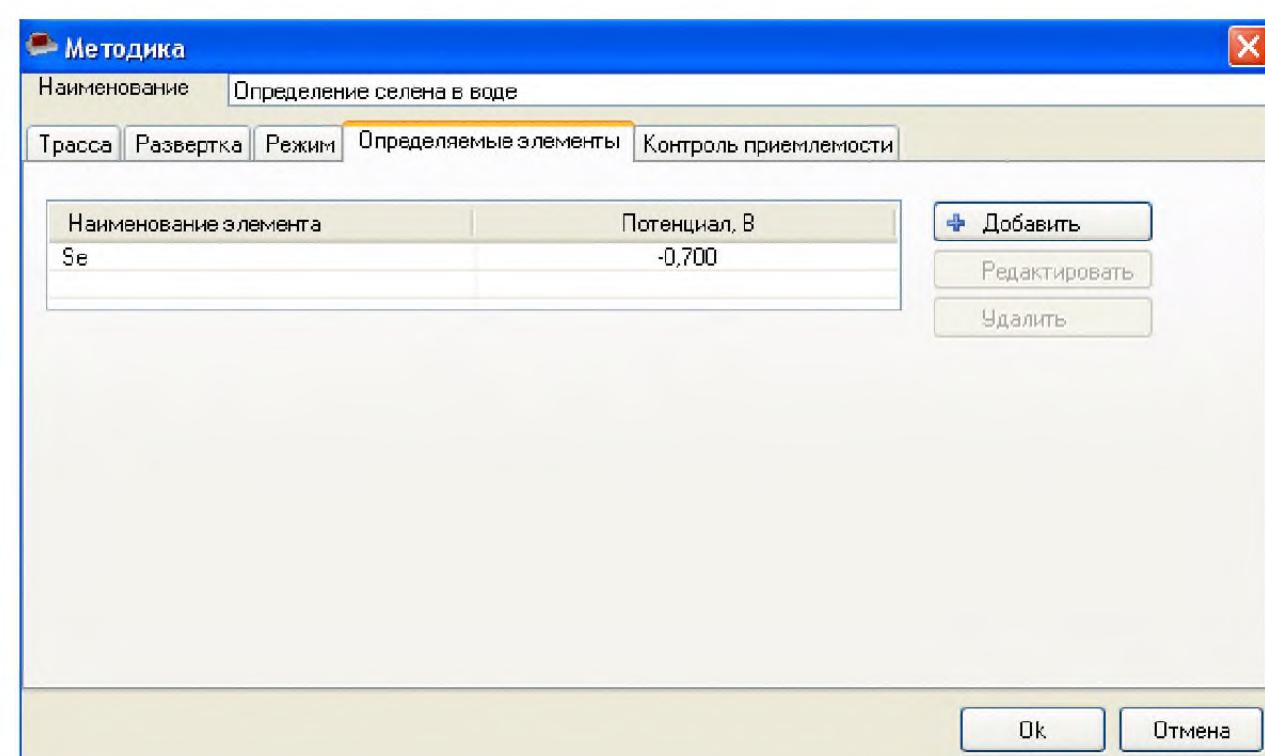
КР СТ 2487-2014



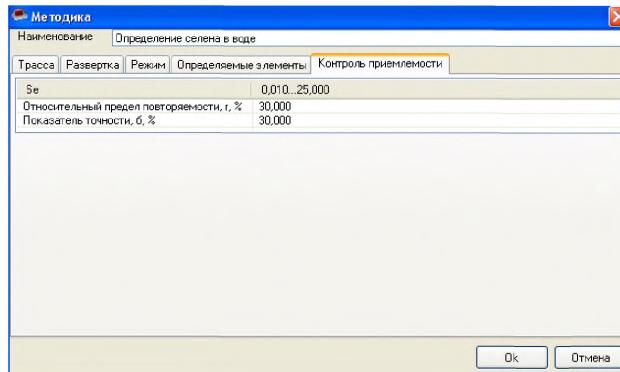
Б.2 суреті – Әдістеме



Б.3 суреті – Әдістеме



Б.4 суреті – Әдістеме



Б.5 суреті – Әдістеме

Не «Әдістемені сактау» басты мәзірінің, не басқару панелінің командастында әдістемені сактайды.

«Фонды талдау» командасын іске қоса отырып фонды өлшейді, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоуды орындаиды.

Білктігі 0,001 мА астам анықталатын элементтің ең жоғарғы нүктелері вольтамперлік қисықтарда болған жағдайда стакандардың ішіндегілерін төгеді, стакандар мен электродтарды таза фонда анықталатын элементтің ең жоғарғы нүктесі болмайтындей (немесе 0,001 мА кем болатындей) етіп жуады.

Б.2 Селеннің бақылау сынамасы бойынша сынап-графит электроды жұмысын тексеру

Б.2.1 Фонды өлшеу

Таза стакандарға фон электролитін құяды және оны электр-химиялық ұяшаларға орналастырады. Электродтарды жібереді, «Фонды талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоуды орындаиды.

Б.2.2 Сынаманы талдау

Массалық концентрациясы 10 мг/дм^3 (AC-1) селеннің $0,02 \text{ см}^3$ аттестатталған коспасын тазалығы тексерілген таза стакандарға салады. Алынған ерітінді сынама көлемі 10 см^3 болған кезде селен мөлшері $0,02 \text{ мг/дм}^3$ болатын бақылау сынамасы болып табылады.

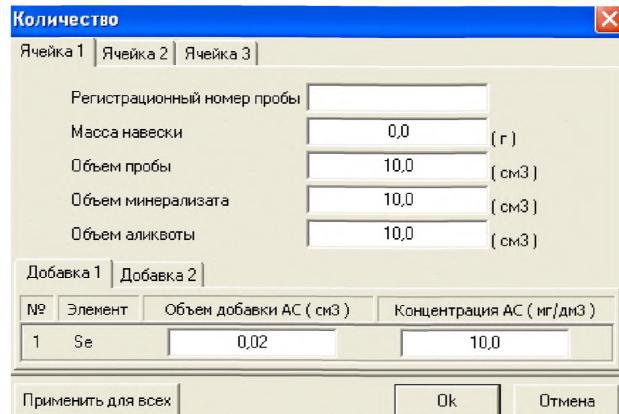
«Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоуды орындаиды.

Б.2.3 Қоспалы сынаманы өлшеу

Сынамасы бар стакандарға концентрациясы 10 мг/дм^3 (AC-1) көлемі $0,02 \text{ см}^3$ селеннің тағы бір коспасын енгізеді, «Қоспаны талдау» командасын іске қосады. 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоуды орындаиды.

Б.2.4 Бақылау сынамасындағы селеннің массалық концентрациясын есептеу

Б.6 суретіне сәйкес «Саны» кестесін толтырады.



Б.6 суреті - Саны

«Концентрация» кестесіне өту үшін басқару панеліндегі басты терезедегі «Талдау нәтижесін карау терезесі» батырмасын басады.

Егер алынған және енгізілген концентрациялар арасындағы айырмашылық 20 % аспаса, сынап-графит электродтары жұмысқа жарамды деп саналады. Осыдан кейін сынамаларды талдау кезінде осындай реттілікпен өлшеуге кіріседі.

Егер ұшалардағы нәтижелер арасындағы айырмашылық 20 % астам құраса, сынап-графит электроды сузғы қағазында корғалады, бидистилденген сумен шайылады және операциялар қайталанады.

Селеннің бакылау сынамасымен ерітінділерді стакандарды төгіп тастайды; электродтарды шаяды; стакандарды жуады.

Б.2.5 Сигналдарды өлшеу нәтижелері. «Сигналдарды өлшеу нәтижелері» терезесінде вольтамперограммалардың барлық типтері үшін таңба нәтижелері бейнеленеді.

Б.3 Шынайы сынаманы селеннің мөлшеріне талдау кезінде өлшеу ИВ

Үш стаканда екі параллел және бір «қордағы» сынаманы өлшеуді бір мезгілде орындау ұсынылады.

Б.3.1 Фонды өлшеу

Таза стакандарға фон электролиті құйылады және электр-химиялық ұшаларға салынады. Электродтарды түсіреді, «Фонды талдау» командасы іске қосылады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» қисықтарды» жоюды орындаиды. Стакандарды жинап алады.

Б.3.2 Сынамаларды өлшеу

Өлшеу үшін дайындалған, талданатын объект сынамасы салынған стакандар электр-химиялық ұшага салады, электродтарды түсіреді. «Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» қисықтарды» жоюды орындаиды.

Б.3.3 Қоспалы сынаманы өлшеу

Тамшуырдың немесе мөлшерлегіштің көмегімен сынама салынған стакандарға вольтамперограммадағы ең жоғарғы нүктесінің бійктігі шамамен 2 есе ұлғаюы үшін сынамадағы селеннің болжалды концентрациясына байланысты массалық концентрациясы $10,0 \text{ мг/дм}^3$ (AC-1) селеннің немесе басқа АС аттестатталған қоспасын

0,02 см³-ден қосады. «Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5-ке дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды өндеуді орындаиды.

«Сигналды өлшеу нәтижелерін қаруа» терезесінен барлық 3 ұяшада (қоспадан кейін) вольтамперограммалардың барлық типтері үшін белгілеу нәтижелерін қарайды.

Б.3.4 Элементтің массалық концентрацияларын есептей

Әрбір белсенді ұяша үшін «Саны» кестесінде мыналар көрсетіледі: сынаманың көлемі, минерализаттың көлемі, күлденген сынаманы ерітүге кеткен минерализат көлемі және талдауға дайындалған сынаманың аликвоталық бөлігінің көлемі. Басқару панеліндегі басты терезедегі «Талдау нәтижелерін қаруа терезесі» батырмасын басады.

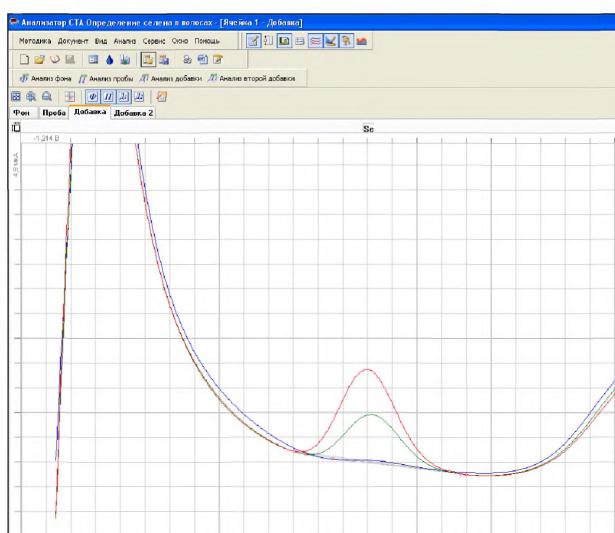
Параллель сынамаларды өлшеу нәтижелері қолайлы болған жағдайда «Қолайлы» батырмасын басады, талдау нәтижесі ретінде қабылданатын орташа арифметикалық мән есептеледі.

Б.3.5 Құжатты сактау

Басқару панелінде құжатты сактау үшін батырманы басады немесе басты мәзірден «Құжат / Мұрағатта сактау» тармағын таңдайды.

Вольтамперлік қисықтарды басып шығару үшін батырманы басады немесе басты мәзірден «Құжат / Графиктерді басып шығару» тармағын таңдайды. Вольтамперлік қисықтардың мысалдары Б.7 суретінде көрсетілген.

Талдау нәтижесінің деректері есептің бар шаблоны бойынша Microsoft Word пішімінде хаттама түрінде басып шығарылады. Сондай-ақ есепті рәсімдеудің талап етілетін типті бойынша шаблонды құруға болады.



Б.7 суреті – Фон электролитінде, сынамада және селеннің АС қоспалы сынамасында селеннің талдамалық сигналдарын тіркеу кезіндегі вольтамперограмма

В қосымшасы
(ақпараттық)

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешенін пайдаланып, күмістің массалық концентрациясын анықтауды орындау

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешені осы вольтамперометрлік кешенге арналған «Пайдаланушының нұсқауына» сәйкес жұмысқа алдын ала дайын болуға тиіс.

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешені күмісті анықтау үшін мынадай жабдық кешенінен тұруға тиіс:

- индикаторлық электрод (жұмыс) – графиттік, сынаппен түрлендірілген;
- салыстыру электроды – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ молярлық концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- косалқы электрод – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- сыйымдылығы 20-дан 25 см³ дейінгі кварц шыныдан жасалған шағын стакандар;
- оттегін ерітіндіден жою және оны араластыру үшін инертті газ жіберуге арналған ұшы тартылған тефлон түтік.

B.1 Салыстыру электроды мен қосалқы электродты – хлор-күміс электродын (ХКЭ) жұмысқа дайындау

Күмісті анықтау үшін салыстыру электроды мен қосалқы электрод ретінде ХКЭ қызмет атқарады.

ХКЭ концентрациясы 1 моль/дм³ калий хлориді ерітіндісі толтырылған жартылай өткізгіш сымнаны бар корпусқа салынған, күміс хлоридімен қапталған, күміс сымнан жасалған шиыршықты білдіреді. Күміс сымның ұшында құралға бекітүге арналған ток жіберетін байланысы болады.

Электродтар молярлық концентрациясы 1 моль/дм³ калий хлориді ерітіндісімен толтырылады. Электродтарды молярлық концентрациясы 1 моль/дм³ калий хлориді ерітіндісінде сактайды. Электродтарды толтыру қажеттілігіне қарай жасалады.

Ескерте – Электродтың ішіндегі күміс сымдардың ашық түсті болғаны ете маңызды, егер беті караиса, онда сымдарды аммиак ерітіндісінде жуады.

Хлор-күміс салыстыру электродынан және қосалқы электродтан күміс иондары ессеін екі қосылысты электродты пайдалана отырып, жояды. Екі қосылысты электрод: ішіне ширатылған сүзгіні (ұзындығы 0,5 см артық емес) сала отырып, электрод корпусын шамамен 2 тәң белікке бөледі (корпус ортасы бойынша). Бірінші (жогарғы) кеңістік 1 моль/дм³ концентрациялы калий хлориді ерітіндісімен толтырылған, ширатылған күміс сымды төкөткізгішпен қоса орнатады, ал екінші (төменгі) кеңістік калий хлориді ерітіндісімен (фон электролиті ерітіндісі) толтырылған және ширатылған сүзгімен жабады.

Талдау жасалғаннан кейін электродты калий нитраты ерітіндісіне батырып, сактайды. Талданатын ерітіндіге батырар алдында электродты бидистилденген сүмен мүқият шаяды.

B.2 Күміс концентрациясын анықтау кезінде стакандарды, фон электролитін және электродтарды таза екеніне тексеру

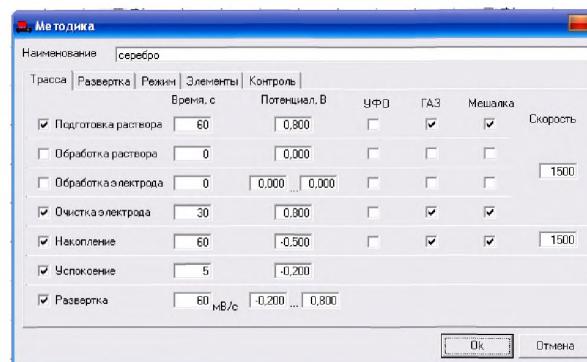
Фон электролитінің ерітіндісін сыйымдылығы 15-тен 20 см³ дейін болатын кварц стаканға дайындаиды. Азот қышқылдымен қышқылданырылған молярлық концентрациясы 1 моль/дм³ калий нитратының 1 см³ ерітіндісіне көлемі 10 см³ бидистилденген суды қосады.

B.2.1 Анықтау параметрлерін тандау немесе құру

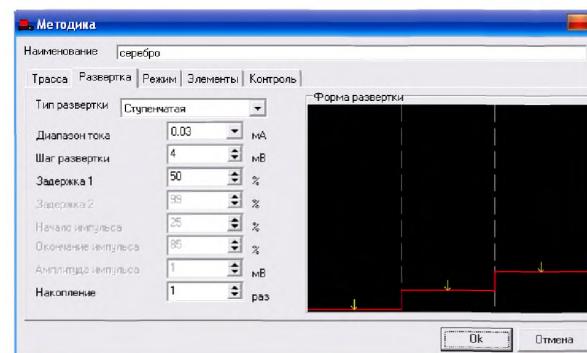
Стандарды СТА талдағышының үш электр-химиялық ұяшаларының әрқайсысына салады. Ерітіндіге индикаторлық электродтарды (графитті), салыстыру электродтарын, қосалқы электродтарды, азот тұтікшелерін салады да, оларды әрбір ұяшада құралдың тиісті қысқыларына қосады.

Бар әдістемені жүктеу үшін басты мәзірден «Әдістеме / Ашу» деген тармақты таңдал алады. Файлды таңдау терезесінен әдістеменің қажетті файлын таңдайды және «Файлды ашу» батырмасын басады.

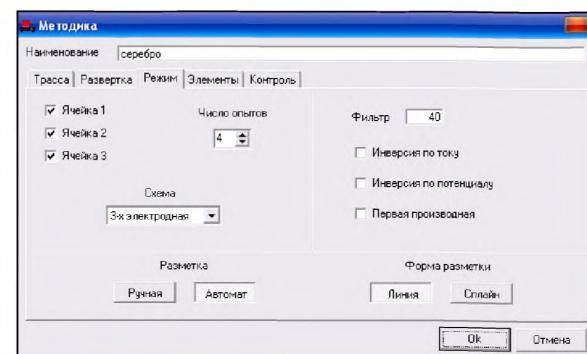
Жаңа әдістемені құру үшін басты мәзірден «Әдістеме / Жаңа әдістеме» деген тармақты таңдал алады. Редакциялау терезесіне В.1, В.2, В.3, В.4, В.5 суреттеріне сәйкес сандық химиялық талдау өткізу әдістемесі бойынша параметрлерді енгізеді.



B.1 суреті – Әдістеме



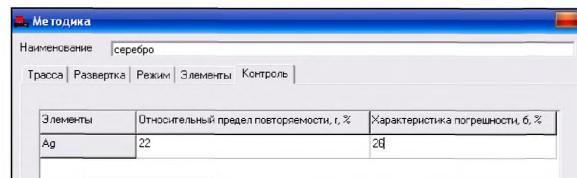
B.2 суреті – Әдістеме



B.3 суреті – Әдістеме



В.4 суреті – Әдістеме



В.5 суреті – Әдістеме

«Әдістемені сақтау» басты мәзірінің командасында немесе басқару панелінде (мысалы «Судағы күмісті анықтау») әдістемесін сақтайды.

В.2.2 Фонды өлшеу

Дайындалған сыйымдылығы 15-тен 20 см³ дейінгі кварц стаканға азот қышқылымен қышқылдандырылған молярлық концентрациясы 1 моль/дм³ калий нитратының 1 см³ ерітіндісін енгізеді, көлемі 10 см³ бидистилденген суды қосады.

«Фонды талдау» командасын іске қосады және 3 вольтамперограмманы шешіп алады.

Алынған вольтамперограммаларды таңбалау және «түсегін» қисықтарды жою орындалады.

Біктігі 0,1 мкА артық анықталатын құрауыштың ең жоғары нүктелерінің вольтамперлік қисықтарда болған жағдайды стакандардың ішіндегісін төгеді, таза фонда анықталатын құрауыштың ең жоғары нүктелері болмауы (немесе 0,1 мкА кем болуы) үшін стакандар мен электродтарды жуады. Фонды өлшеу аяқталуы бойынша стакандардың ішіндегісін төкпейді.

В.2.3 Бақылау сынамасы бойынша графиттік электродтар жұмысын тексеру («енгізілді-табылды» әдісімен)

Жаңа ГЭ дайындағаннан кейін күмістің бақылау сынамалары бойынша электрод жұмысын тексереді.

Ол үшін мынадай операцияларды орындаиды: көлемі 10 см³ фон электролиттің тексерілген таза ерітіндісіне массалық концентрациясы 5 мг/дм³ күмістің аттестатталған ерітіндісінің (AC-1) 0,02 см³ енгізеді. Алынған ерітіндіде 0,01 мг/дм³ күміс концентрациясы болады және ол күмістің бақылау сынамасы болып табылады.

«Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсегін» қисықтарды» жоюда орындаиды.

Әрбір стаканға массалық концентрациясы 5,0 мг/дм³ көлемі 0,02 см³ күмістің аттестатталған ерітіндісін тағы бір қоспасын енгізеді. «Қоспалы сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды өңдеуді орындаиды.

«Сигналды өлшеу нәтижелерін карау» терезесінен барлық 3 үшада вольтамперограммалардың барлық типтері үшін танбалау нәтижелерін карайды.

Күмістің массалық концентрацияларын есептейді: әрбір белсенді үша үшін «Саны» кестесінде сынаманың көлемі, сынаманы ерітуге жұмсалған минерализат көлемі және сынама талдауына дайындалған ликвота бөлігінің көлемі көрсетіледі.

Басқару панелінде басты терезеден «Талдау нәтижелерін карау терезесі» батырмасын басады. Кестеде параллель сынамалардың бірі үшін күмістің массалық концентрацияларының мәндері берілген.

Параллел сынамаларды өлшеу нәтижелері талдау нәтижесі ретінде қабылданған орташа арифметикалық мән есептелген жағдайда, «Қолайлы» батырмасын басады.

Басқару панелінде басты терезеде «Концентрация» кестесіне өту үшін «Талдау нәтижелерін карау терезесі» батырмасын басады.

Егер алынған және енгізілген концентрациялар арасындағы айырмашылық 30 % аспаса, графиттік электродтар жұмысқа жарамды деп саналады. Керісінше жағдайда графиттік электродтарды тексеруді тағы да қайталау керек.

В.3 Күміс мөлшеріне талдау үшін дайындалған сынаманы талдау

Үш стаканда екі параллел және бір қордағы сынаманы бір мезгілде талдау жүргізу ұсынылады.

В.3.1 Сынаманы талдау

Өлшеу үшін дайындалған сынамасы бар стакандарды электр-химиялық үшашаға салады, электродтарды түсіреді.

«Сынаманы талдау» командастың іске косады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоюды орындаиды.

В.3.2 Қоспаны енгізу

Тамшуырдың немесе мөлшерлегіштің көмегімен сынамасы бар стакандарға вольтамперограммадағы ең жоғары нүктелердің биіктігі шамамен 2 есе ұлғаятындау көлемде күмістің АС қоспасын енгізеді (мысалы, массалық концентрациясы 5 мг/дм³ күмістің 0,02 см³ аттестатталған ерітіндісі).

Қоспаны талданатын сынама көлемінің өзгеруінің алдын алу үшін шағын көлемде қосады. Белгілі концентрациялы АС ұсынылатын қоспалары В.1 кестесінде берілген.

В.1 кестесі – Күмістің мөлшері әртүрлі болған жағдайда суды талдаудың ұсынылған шарттары

Ag мөлшері, мг/дм ³	Электролиз уақыты, с	Қоспасыз АС концентрациясы, мг/дм ³	АС қоспасының ұсынылатын көлемі, см ³
0,0001 – 0,0025	300 - 180	2,5	0,01
0,0025 – 0,01	180 - 120	2,5 – 5,0	0,01 – 0,02
0,01 – 0,1	120 - 60	10,0	0,01 – 0,05

Ескертпе – Егер сынамада күмістің үлкен мөлшері болса, онда күмістің ең жоғары нүктесінің пішіні бұзылады. Бұл жағдайда талданатын сынаманың көлемі 2 – 3 есе азайды немесе дайындалған сынаманың аликвотасын алады. Соңғы жағдайда стаканға фонды қосады, таза екенін тексереді және фон ерітіндісіне дайындалған сынаманың аликвотасын енгізеді, содан кейін өлшеуді орындаиды.

«Сынаманы талдау» командастың іске косады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсестін» қисықтарды» жоюды орындаиды.

В.3.3 Күмістің массалық концентрациясын есептеу

Әрбір белсенді ұша үшін «Саны» кестесінде мыналар көрсетіледі: сынаманың көлемі, сынаманы ерітуге жұмысалған минерализаттың көлемі және талдауга дайындалған сынаманың аликвоталық бөлігінің көлемі.

Басқару панеліндегі басты терезедегі «Талдау нәтижелерін қаруу терезесі» батырмасын басады. Кестеде параллель сынамалардың әркайсысы үшін күмістің массалық концентрацияларының мәндері берілген.

В.3.4 Қолайлылық

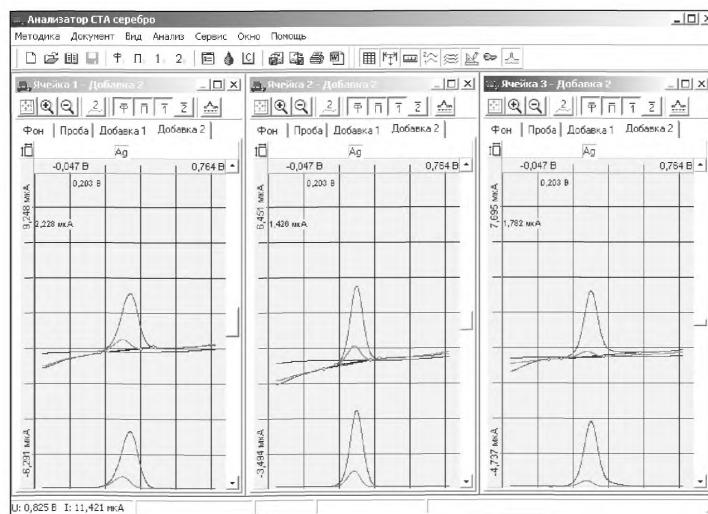
«Қолайлылық» батырмасын басады, параллел сынамаларды өлшеу нәтижелері қолайлы болған жағдайда, талдау нәтижесі ретінде қабылданатын орташа арифметикалық мән есептеледі.

В.3.5 Құжатты сактау

Басқару панелінде құжатты сактау үшін «Файлды мұрагатта сактау» батырмасын басады немесе басты мәзірден «Құжат / Мұрагатта сактау» тармағын таңдайды.

Вольтамперлік қисықтарды басып шығару үшін «Вольтамперограмма қисықтарын басып шығару» батырмасын басады немес басты мәзірден «Құжат / Графиктерді басып шығару» тармағын таңдайды. Вольтамперлік қисықтардың үлгісі В.6 суретінде көрсетілген.

Талдау нәтижесінің деректері есептің бар шаблоны бойынша Microsoft Word форматында хаттама түрінде басып шығарылады. Сондай-ақ есепті рәсімдеудің талап етілетін типі бойынша шаблонды құруға болады.



В.6 суреті – Күмістің массалық концентрациясын анықтау кезінде фон электролитінің, сынаманың және күмістің АС қоспалары бар сынаманың вольтамперограммалары

Г қосымшасы
(ақпараттық)

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешенін пайдаланып талийдің массалық концентрациясын анықтауды орындау

СТА вольтамперометрлік талдамалық кешені талийді анықтау үшін мынадай жабдық кешенінен тұруға тиіс:

- индикаторлық электрод (жұмыс) – графиттік, режимде алынған сынаппен түрлендірілген;
- салыстыру электроды – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ молярлық концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- қосалқы электрод – хлор-күміс, кедергісі 3,0 кОм артық емес, 1 моль/дм³ молярлық концентрациялы калий хлориді ерітіндісі толтырылған;
- сыйымдылығы 20-дан 25 см³ дейінгі кварц шыныдан жасалған ауыстырмалы шағын стакандар;
- оттегін ерітіндіден жою және оны араластыру үшін инертті газ жіберуге арналған ұшы тартылған тефлон түтік.

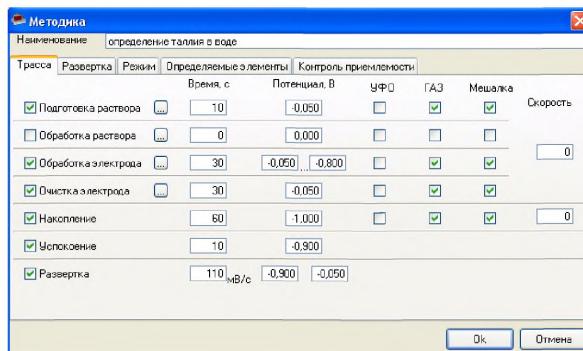
Г.1 Сынап-графит электродын дайындау, шағын стакандардың, фондық ерітіндінің және электродтардың таза екеніне тексеру

Сыйымдылығы 15-тен 20 см³ дейін болатын үш таза шағын стаканға 10-нан 12 см³ дейінгі бидистилденген суды, молярлық концентрациясы 0,2 моль/дм³ Б трилонының 0,4 см³ ерітіндісін және массалық концентрациясы 2 мг/дм³ сынаптың 0,025 см³ ерітіндісін енгізеді.

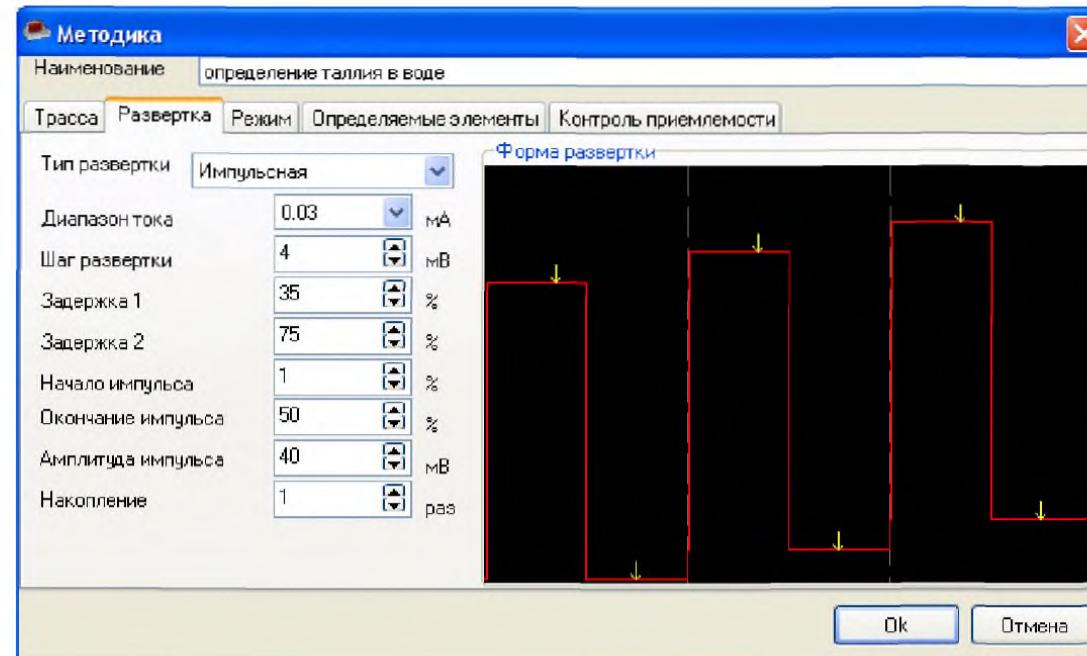
Стакандарды СТА талдағышының үш электр-химиялық ұяшаларының әрқайсысына салады. Ерітіндіге индикаторлық (графитті) электродтарды, салыстыру электродтарын, қосалқы электродтарды, азот түтікшелерін салады да, оларды әрбір ұяшадағы құралдың тиісті қысқыларына қосады.

Алдын ала құрылған әдістеменің файлын жүктейді, басты мәзірден «Әдістеме / Ашу» деген тармакты таңдап алады немесе жаңа әдістеме құрады.

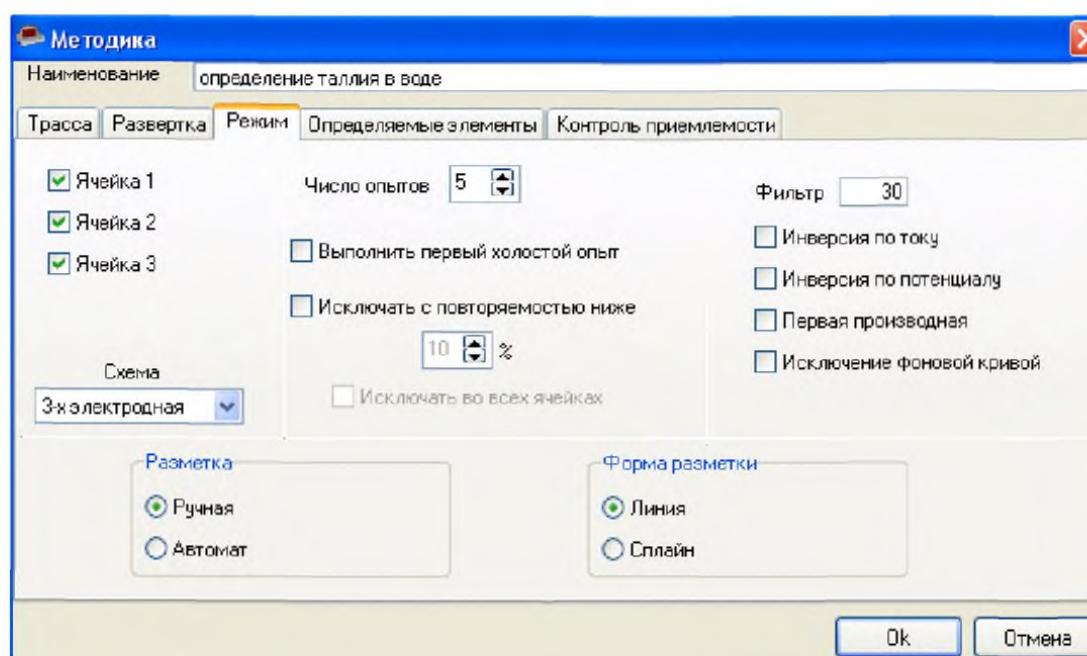
Жаңа әдістемені құру үшін басты мәзірден «Әдістеме / Жаңа әдістеме» деген тармакты таңдап алады және Г.1, Г.2, Г.3, Г.4 суреттеріне сәйкес мынадай параметрлерді енгізеді.



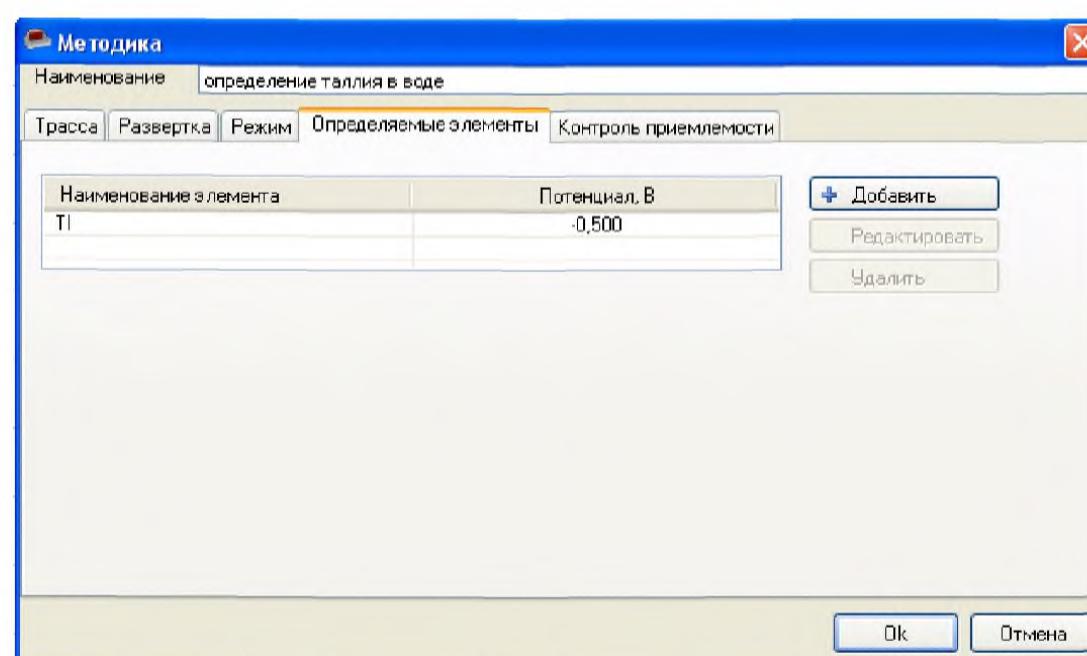
Г.1 суреті – Әдістеме



Г.2 суреті – Әдістеме



Г.3 суреті – Әдістеме



Г.4 суреті – Әдістеме

Не «Әдістемені сақтау» басты мәзірінің, не басқару панелінің командасында әдістемені сақтайты.

Г.1.2 Жуу

Үш стаканға 12-нан 15 см³ дейінгі бидистилденген суды құяды, электр-химиялық ұяшаға орналастырады, газ беру ұяшасының басқару пернетақтасында «Газ» батырмасын басады «Меш» араластырады, 5 с-тан 10 с дейін ұстайды және бидистилденген судың жаңа үлесіне стакандардағы суды ауыстырады. Шараны 3 реттен 4 ретке дейін қайталайды.

Г.1.3 Фонды өлшеу

«Фонды талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды өндөуді орындаиды.

Білктігі 0,001 мА артық элементтің ең жоғары нүктелері вольтамперлік кисықтарда болған жағдайда, стакандардың ішіндегісін төгеді, таза фонда анықталатын элементтің ең жоғары нүктелері болмауы (немесе 0,001 мА кем болуы) үшін стакандар мен электродтарды жуады.

Г.2 Таллийдің бақылау сынамасында сынап-графит электродының жұмысын тексеру

Г.2.1 Фонды өлшеу

Таза стакандарға фон электролитін құяды және электр-химиялық ұяшаларға орналастырады. Электродтарды түсіреді. «Фонды талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» кисықтарды» жоюды орындаиды.

Г.2.2 Сынаманы талдау

Массалық концентрациясы 0,5 мг/дм³ таллийдің аттестатталған қоспасын (АС-3) 0,01 см³-ден стакандарға енгізеді. Алынған ерітінді сынама көлемі 10 см³ болған кезде талий мөлшері 0,0005 мг/дм³ болатын бақылау сынамасы болып табылады.

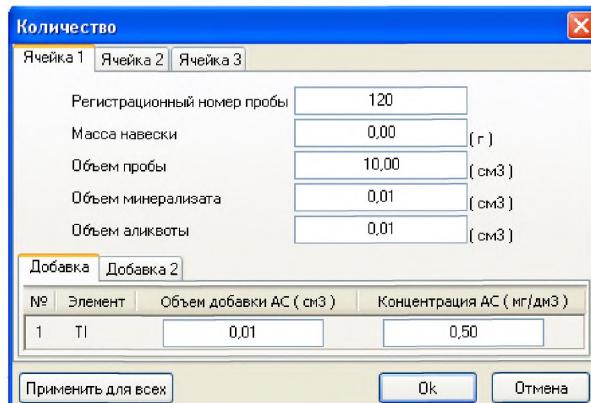
«Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5-ке дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» кисықтарды» жоюды орындаиды.

Г.2.3 Қоспалы сынаманы өлшеу

Сынамасы бар стакандарға сол концентрациядағы көлемі ,01 см³ таллийдің тағы бір АС-3 қоспасын енгізеді. «Қоспаны талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» кисықтарды» жоюды орындаиды.

Г.2.4 Бақылау сынамасында таллийдің массалық концентрациясын есептеу

«Саны» кестесін Г.5 суретіне сәйкес толтырады.



Г.4 суреті – Саны

«Сигналдарды өлшеу нәтижелері» терезесінде Г.5 суретіне сәйкес вольтамперограммалардың барлық типтері үшін танбалау нәтижелері берілген.

Результаты измерения сигналов		
Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Добавка	Tl	Повторяю
График3	0,201	97
График2	0,197	100
График1	0,160	97
Среднее значение	0,186	
Средний по фону		
Средний по пробе	0,079	
Средний по 1-й добавке	0,186	
Средний по 2-й добавке		

Результаты измерения сигналов		
Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Добавка	Tl	Повторяю
График3	0,127	99
График2	0,125	100
График1	0,113	99
Среднее значение	0,122	
Средний по фону		
Средний по пробе	0,063	
Средний по 1-й добавке	0,122	
Средний по 2-й добавке		

Все значения приведены к
мкА

Г.5 суреті – Сигналдарды өлшеу нәтижелері

Басқару панелінде Г.6 суретіне сәйкес «Талдау нәтижесін қарау терезесі батырмасын басады.

Элемент	Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Tl	0,000370 [мг/дм ³]	0,000535 [мг/дм ³]	0,000391 [мг/дм ³]

Учитывать фон
 Учитывать Добавку 2
 Вычислять по усредненным вольтамперограммам

Приемлемость

Ok

Г.6 суреті – Сигналдарды өлшеу нәтижелері

Егер ұяшалардағы алынған және енгізілген концентрациялар арасындағы айырмашылық 30 % асса, синап-графит электродтары жұмысқа жарамды деп саналады. Осыдан кейін сондай реттілікпен өлшеуге кіріседі.

Егер ұяшалардағы нәтижелер арасындағы айырмашылық 30% артық құраса, синап-графит электроды сүзгі қағазында тазартылады, бидистилденген сумен 3 – 4 рет шаяды да, Г.2 бойынша операцияны қайталайды.

Г.3 Шынайы сынаманы таллийдің мөлшеріне талдау кезінде өлшеу ИВ

Үш стаканда екі параллел және бір «қордағы» сынаманы өлшеуді бір мезгілде орындау ұсынылады.

Г.3.1 Фонды өлшеу

Таза стакандарға фон электролиті құйылады және электр-химиялық ұяшаларға салынады. Электродтарды түсіреді, «Фонды талдау» командасы іске қосылады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» кисықтарды» жоюды орындаиды. Стакандарды жинап алады.

Г.3.2 Сынаманы өлшеу

Осы әдістеменің «Сынаманы дайындау» бөлігі бойынша өлшеу үшін дайындалған, талданатын объект сынамасы салынған стакандар электр-химиялық ұяшаға салады, электродтарды түсіреді. «Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды белгілеуді және «түсетін» қисықтарды» жоюды орындаиды.

Г.3.3 Қоспалы сынаманы өлшеу

Тамшуырдың немесе мөлшерлегіштің көмегімен сынама салынған стакандарға вольтамперограммадағы ең жоғарғы нүктесінің биіктігі шамамен 2 ессе ұлғауы үшін сынамадағы таллийдің болжалды концентрациясына байланысты массалық концентрациясы $0,5 \text{ мг/дм}^3$ (AC-3) таллийдің немесе басқа АС аттестатталған қоспасын 0,01-ден 0,02 см^3 дейін қосады. «Сынаманы талдау» командасын іске қосады, 3-тен 5 дейін вольтамперограммаларды жазып алады, оларды өндөуді орындаиды.

«Сигналды өлшеу нәтижелерін қару» терезесінен барлық 3 ұяшада (қоспадан кейін) вольтамперограммалардың барлық типтері үшін белгілеу нәтижелерін қарайды.

Г.3.4 Элементтің массалық концентрацияларын есептеу

Әрбір белсенді ұяша үшін «Саны» кестесінде мыналар көрсетіледі: сынаманың көлемі, минерализаттың көлемі, күлденген сынаманы ерітуге кеткен минерализат көлемі және талдауға дайындалған сынаманың аликвоталық бөлігінің көлемі.

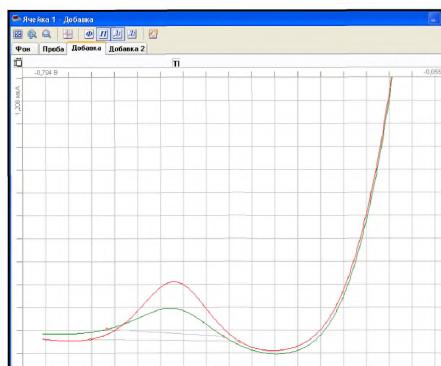
Басқару панеліндегі басты терезедегі «Талдау нәтижелерін қару терезесі» батырмасын басады.

Параллел сынамаларды өлшеу нәтижелері қолайлы болған жағдайда «Қолайлы» батырмасын басады, талдау нәтижесі ретінде кабылданатын орташа арифметикалық мән есептеледі.

Г.3.5 Құжатты сактау

Басқару панелінде құжатты сактау үшін батырманы басады немесе басты мәзірден «Құжат / Мұрағатта сактау» тармағын таңдайды.

Вольтамперлік қисықтарды басып шығару үшін батырманы басады немесе басты мәзірден «Құжат / Графиктерді басып шығару» тармағын таңдайды. Вольтамперлік қисықтардың мысалдары Г.7 суретінде көрсетілген.



Г.7 суреті - Сынамада және таллийдің АС қоспалы сынамасында таллийдің талдамалық сигналдарын тіркеу кезіндегі вольтамперограммалар

Библиография

- [1] «Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылғы 16 қантардағы № 14 Қаулысымен бекітілген «Өрт қауіпсіздігіне қойылатын жалпы талаптар» техникалық регламенті.
- [2] «Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2009 жылғы 16 қантардағы № 16 Қаулысымен бекітілген «Объектілерді қорғауға арналған өрт сөндіру техникасының қауіпсіздігіне қойылатын талаптар» техникалық регламенті.
- [3] МАΥ 60-2003 мемлекетаралық стандарттау жөніндегі ұсынымдар. Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Аттестатталған қоспалар. Әзірлеуге қойылатын жалпы талаптар
- [4] МАҮ 61-2010 мемлекетаралық стандарттау жөніндегі ұсынымдар. Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Сандық химиялық талдау әдістемелерінің дәлдігі, дұрыстығы, дәлме-дәлдігі көрсеткіштері. Бағалау әдістері
- [5] МАҮ 76-2004 мемлекетаралық стандарттау жөніндегі ұсынымдар. Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Сандық химиялық талдау нәтижелерінің сапасын ішкі бақылау



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Охрана природы

**ВОДА ПИТЬЕВАЯ, ПРИРОДНАЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ,
СТОЧНАЯ, ОЧИЩЕННАЯ СТОЧНАЯ**

**Определение массовых концентраций таллия, селена и серебра методом
инверсионной вольтамперометрии**

СТ РК 2487-2014

Издание официальное

**Комитет технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям
и развитию Республики Казахстан
(Госстандарт)**

Астана

Предисловие

РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан и ТК по стандартизации № 71 «Экологическая безопасность сырья, материалов, веществ и сооружений»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 10 октября 2014 года № 207-од

3 Настоящий стандарт разработан с учетом требований Методики измерений № 08 – 47/341 «Методика (метод) измерений массовой концентрации селена в питьевых, минеральных, природных и сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии», Методики измерений № 08 – 47/342 «Методика (метод) измерений массовой концентрации серебра в питьевых, минеральных, природных и сточных водах методом инверсионной вольтамперометрии», Методики измерений № 08-47/350 «Методика (метод) измерений массовой концентрации таллия в почвах методом инверсионной вольтамперометрии»

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ**

2020 год
5 лет

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Нормативные документы по стандартизации», а текст изменений и поправок - в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты»

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан

Содержание

1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	1
3	Сущность метода	3
4	Отбор, консервация и хранение проб	4
5	Требования безопасности, квалификационные требования и условия выполнения измерений	4
6	Средства измерений, вспомогательное оборудование, посуда, реактивы и материалы	5
7	Подготовка к выполнению измерений	7
8	Выполнение измерений	13
9	Вычисление и оформление результатов	13
10	Проверка приемлемости результатов измерений	14
11	Оформление результатов измерений	15
12	Контроль качества результатов измерений при реализации метода в лаборатории	16
13	Проверка приемлемости результатов измерений для двух лабораторий	16
14	Характеристики показателей точности измерений	17
	Приложение А (<i>обязательное</i>) Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа	18
	Приложение Б (<i>информационное</i>) Выполнение определения массовой концентрации селена с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА	22
	Приложение В (<i>информационное</i>) Выполнение определения массовой концентрации серебра с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА	27
	Приложение Г (<i>информационное</i>) Выполнение определения массовой концентрации таллия а с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА	32
	Библиография	36

CT PK 2487-2014

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Охрана природы

**ВОДА ПИТЬЕВАЯ, ПРИРОДНАЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТАЯ,
СТОЧНАЯ, ОЧИЩЕННАЯ СТОЧНАЯ**

**Определение массовых концентраций таллия, селена и серебра методом
инверсионной вольтамперометрии**

Дата введения 2016-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает инверсионно - вольтамперометрический метод (далее ИВ) определения массовой концентрации таллия, селена и серебра в пробах питьевой, природной, технологически чистой, сточной и очищенной сточной воды.

Диапазон измерений массовой концентрации таллия 0,0005 до 0,01 мг/дм³ включительно, селена от 0,0003 до 0,1 мг/дм³ включительно, серебра от 0,0001 до 0,1 мг/дм³ включительно.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

ГОСТ 8.315-97 Государственная система обеспечения единства измерений. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения.

ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.4.021-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования

ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия

ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков

ГОСТ 1770-74 Посуда мерная лабораторная стеклянная. Цилиндры, мензурки, колбы, пробирки. Общие технические условия

ГОСТ 2156-76 Натрий двууглекислый. Технические условия

ГОСТ 2405-88 Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры. Общие технические условия

ГОСТ 3760-79 Реактивы. Аммиак водный. Технические условия

ГОСТ 4204-77 Реактивы. Кислота серная. Технические условия

ГОСТ 4212-76 Реактивы. Методы приготовления растворов для колориметрического и нефелометрического анализа

ГОСТ 4234-77 Реактивы. Калий хлористый. Технические условия

ГОСТ 4461-77 Кислота азотная. Технические условия

ГОСТ 4520-78 Реактивы. Ртуть (II) азотнокислая 1-водная. Технические условия

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 9736-91 Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 10652-73 Реактивы. Соль динатриевая этилендиамин-N, N,N',N'-тетрауксусной кислоты 2-водная (трилон Б). Технические условия

ГОСТ 10929-76 Реактивы. Водорода пероксид. Технические условия

ГОСТ 11088-75 Реактивы. Магний нитрат 6-водный. Технические условия

ГОСТ 11125-84 Кислота азотная особой чистоты. Технические условия

ГОСТ 12026-76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия.

ГОСТ 13861-89 Редукторы для газопламенной обработки. Общие технические условия

ГОСТ 14261-77 Кислота соляная особой чистоты. Технические условия

ГОСТ 14262-78 Кислота серная особой чистоты. Технические условия

ГОСТ 14919-83 Электроплиты, электроплитки и жарочные электрошкафы бытовые.

Общие технические условия

ГОСТ 19790-74 Селитра калиевая техническая (калий азотнокислый технический).

Технические условия

ГОСТ 19908-90 Тигли, чашки, стаканы, колбы, воронки, пробирки и наконечники из прозрачного кварцевого стекла. Общие технические условия

ГОСТ 20490-75 Реактивы. Калий марганцовокислый. Технические условия.

ГОСТ 24104-2001 Весы лабораторные. Общие технические требования

ГОСТ 25336-82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 27384-2002 Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств

ГОСТ 28165-89 Приборы и аппараты лабораторные из стекла. Аквадистилляторы. Испарители. Установки ректификационные. Общие технические требования

ГОСТ 28311-89 Дозаторы медицинские лабораторные. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 29169-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой

ГОСТ 29227-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки градуированные. Часть 1.

Общие требования

ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб

ГОСТ 31862-2012 Вода питьевая. Отбор проб

ГОСТ ИСО 5725-6-2003 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по ежегодно издаваемому информационному указателю «Нормативные документы по стандартизации» по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Сущность метода

Метод измерений основан на проведении ИВ-измерений раствора пробы после ее предварительной подготовки. Общая схема анализа проб методом ИВ представлена на рисунке 1.

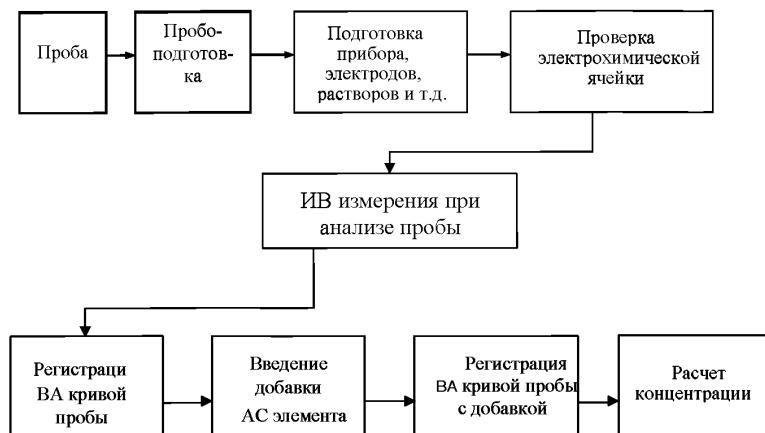


Рисунок 1 - Основные этапы анализа проб методом ИВ

3.1 Сущность метода определения таллия

Измерение массовой концентрации таллия выполняют методом инверсионной вольтамперометрии в растворе пробы после ее предварительной пробоподготовки.

Принцип метода инверсионной вольтамперометрии состоит в концентрировании определяемого элемента на электроде из раствора подготовленной пробы и последующем электрорастворении концентрата при определенном режиме изменения потенциала.

Определение массовой концентрации таллия проводят путем электролиза ионов таллия на ртутно-графитовом электроде (далее РГЭ) при заданном отрицательном потенциале, равном минус 1,0 В в течение заданного времени.

Процесс электрорастворения элемента с поверхности электрода и регистрацию аналитических сигналов проводят при линейно меняющемся потенциале от минус 0,90 В до минус 0,05 В относительно хлорсеребряного электрода при заданной чувствительности прибора. Максимальный анодный ток регистрируется при определенном потенциале, характерном для элемента и линейно зависит от концентрации.

3.2 Сущность метода определения селена

Количественный химический анализ проб вод при определении массовой концентрации селена заключается в измерении концентрации селена в форме $Se(4+)$ методом катодной инверсионной вольтамперометрии в растворе предварительно подготовленной пробы. Для получения электроактивной формы селена ($4+$) и устранения органической составляющей матрицы пробы проводят предварительную пробоподготовку: сначала окисляют все формы селена до селена ($6+$) методом мокрого озоления и прокаливания в присутствии солей магния, а затем химически восстанавливают $Se(6+)$ до $Se(4+)$ раствором концентрированной соляной кислоты.

Для получения аналитических сигналов (пиков) селена в методе катодной ИВ проводят электронакопление селена ($4+$) в форме малорастворимого соединения - селенида меди (Cu_2Se) на ртутно-графитовом электроде, затем проводят катодное восстановление концентрата и измеряют протекающий ток при наложении меняющегося потенциала. Потенциал катодного пика селена равен минус 0,70 В.

3.3 Сущность метода определения серебра

Электроактивной формой для ИВ-измерений является серебро в степени окисления ($1+$); электронакопление проводится на графитовом электроде в форме $Ag(0)$;

аналитический сигнал на вольтамперной кривой получают в результате электрохимической реакции $\text{Ag}(0) \rightarrow \text{Ag}(1+)$.

Пробоподготовку проводят выпариванием известного объема пробы воды, подкисляя пробу азотной кислотой ($0,2 \text{ см}^3$ концентрированной азотной кислоты) и добавляя нескольких капель концентрированной перекиси водорода при температуре от 120°C до 130°C . Полученный неорганический осадок растворяют в небольшом объеме концентрированной азотной кислоты, добавляют несколько кристаллов калия азотокислого и разбавляют бидистиллированной водой до фиксированного объема (10 см^3). Для анализа берут всю пробу.

В электрохимической ячейке из полученного раствора $\text{Ag}(+)$ накапливается в виде $\text{Ag}(0)$ на графитовом электроде в течение заданного времени электролиза при потенциале электролиза (E), равном минус $0,5$ В. Процесс электрорастворения $\text{Ag}(0)$ с поверхности электрода проводят при линейном изменении потенциала в положительную сторону до потенциала от $0,8$ до $1,0$ В. Потенциал анодного пика серебра находится в интервале от $0,20$ до $0,30$ В на фоне кислот и солей, не образующих комплексы с ионами серебра.

3.4 Массовые концентрации металлов в анализируемых пробах определяют по методу добавок аттестованных смесей (далее АС).

4 Отбор, консервация и хранение проб

Отбор (при необходимости консервацию и хранение) исследуемой пробы воды проводят по ГОСТ 17.1.5.04, ГОСТ 17.1.5.05, ГОСТ 31861, ГОСТ 31862.

5 Требования безопасности, квалификационные требования и условия выполнения измерений

5.1 Условия безопасного проведения работ

5.1.1 К работе с вольтамперметрическим анализатором, нагревательными приборами и химическими реактивами допускается персонал, изучивший инструкцию по эксплуатации прибора, правила работы с химическими реактивами и химической посудой.

5.1.2 При работе с химическими реактивами (токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами) необходимо соблюдать требования по технике безопасности.

5.1.3 Электробезопасность при работе с электроустановками должна соответствовать ГОСТ 12.1.019 и инструкции по эксплуатации приборов.

5.1.4 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по [1] и иметь средства пожаротушения по [2].

5.1.5 Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с ГОСТ 12.4.021.

5.1.6 Утилизацию растворов и проб после измерений, проводят в соответствии с нормативными документами по утилизации растворов и проб, разработанной в лаборатории.

5.2 Требования к квалификации исполнителя

К выполнению измерений и (или) обработке их результатов допускаются специалисты, имеющие опыт работы в химической лаборатории, владеющие техникой вольтамперметрического анализа, освоившие методику измерений и получившие

удовлетворительные результаты оперативного контроля процедуры выполнения измерений.

5.3 Условия выполнения измерений

Измерения проводятся в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 35 °С
- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт.ст. (от 84,0 до 106,7 кПа);
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- частота переменного тока (50 ± 5) Гц;
- напряжение питания в сети (220 ± 22) В.

Примечание - Выполнение измерений на приборах разрешается проводить в условиях, рекомендуемых в руководстве по эксплуатации к ним.

6 Средства измерений, вспомогательное оборудование, посуда, реактивы и материалы

6.1 Средства измерений

Вольтамперометрический анализатор (типа СТА или др.) в комплекте с IBM-совместимым компьютером с системой сбора и обработки данных. Анализатор должен обеспечивать метрологические характеристики, соответствующие характеристикам погрешности метода;

Весы специального класса точности с наибольшим пределом допускаемой абсолютной погрешности ± 0,0001 г по ГОСТ 24104;

Дозатор типа ДПВ-1-1-10, ДПВ-1-5-40, ДПВ-1-40-200, ДПВ-1-200-1000 с дискретностью установки доз от 1,0 до 5,0 мкл и относительной погрешностью не более 5 % по ГОСТ 28311.

6.2 Вспомогательное оборудование

Комплекс пробоподготовки («Темос-Экспресс») с диапазоном рабочих температур от 50 °С до 650 °С с погрешностью измерений ± 15 °С или муфельная печь по ГОСТ 9736 или электропечь лабораторная, обеспечивающая поддержание заданного температурного режима от 150 °С до 600 °С с погрешностью ± 25 °С;

Редуктор с манометром (250 ± 1) атм. по ГОСТ 13861 и ГОСТ 2405;

Плитка электрическая с закрытой спиралью по ГОСТ 14919;

Аппарат для бидистилляции воды АСД-4 по ГОСТ 28165;

Стаканчики из кварцевого стекла вместимостью от 15 до 20 см³ ГОСТ 19908;

Шипцы тигельные ЩТ;

Шланги полиэтиленовые для подвода газа к ячейке.

6.3 Посуда

Пипетки мерные лабораторные стеклянные градуированные 2-го класса точности вместимостью 0,5; 2,0; 5,0; 10,0 см³ по ГОСТ 29227;

Колбы мерные вместимостью 25,0; 50,0 100,0, 1000 см³ по ГОСТ 1770;

Цилиндры вместимостью 10,0 см³ или пробирки мерные вместимостью 10,0 и 15,0 см³ по ГОСТ 1770;
Эксикатор по ГОСТ 25336.

6.4 Реактивы и материалы

Государственные стандартные образцы состава раствора ионов таллия (ГСО 6081-91), селена (ГСО 6076-91, ГСО 7340-96), серебра (7779-2000), ртути (ГСО 7263-96), меди (ГСО 7255-96, 7998-93); с аттестованным значением массовой доли ионов 1,0 мг/см³ и относительной погрешностью аттестованного значения 1 % (при Р = 0,95) по ГОСТ 8.315;

Кислота серная концентрированная ос.ч. по ГОСТ 14262;

Кислота соляная концентрированная ос.ч по ГОСТ 14261;

Кислота азотная концентрированная ос.ч по ГОСТ 11125 или х.ч. по ГОСТ 4461;

Пероксид водорода х.ч. по ГОСТ 10929;

Вода бидистиллированная или дистиллированная по ГОСТ 6709, перегнанная в присутствии серной кислоты и перманганата калия (5,0 см³ концентрированной серной кислоты и 3,0 см³ 3 % - ного раствора перманганата калия на 1,0 дм³ дистиллированной воды);

Калий хлористый х.ч. по ГОСТ 4234;

Соль динатриевая этилендиамин-N, N, N',N'-тетрауксусной кислоты 2-водная (трилон Б), х.ч. ГОСТ 10652;

Натрий двууглекислый по ГОСТ 2156;

Калий марганцовокислый по ГОСТ 20490;

Магний нитрат 6-водный, ч по ГОСТ 11088;

Аммиак водный ч.х по ГОСТ 3760;

Бумага индикаторная универсальная pH от 1 до 14 по действующей нормативной технической документации;

Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026;

Селитра калиевая техническая (калий азотнокислый технический), х.ч. по ГОСТ 19790;

Азот газообразный или другой инертный газ (аргон, гелий) с содержанием кислорода не более 0,03 % по ГОСТ 9293.

Примечания

1 Допускается использовать другие средства измерений, оборудование, аппаратуру, материалы, реактивы и стандартные образцы, обеспечивающие метрологические характеристики, аналогичные вышеуказанным.

2 Все применяемые средства измерений подлежат испытаниям с целью утверждения типа или метрологической аттестации, поверке, испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с законодательством в области обеспечения единства измерений.

3 При отрицательных результатах контроля качества реактивов кислоты могут перегоняться с использованием аппаратов по ГОСТ 28165.

7 Подготовка к выполнению измерений

7.1 Подготовка прибора к работе

Подготовку и проверку вольтамперометрического анализатора производят в соответствии с инструкцией по эксплуатации, а также согласно таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 - Задаваемые режимы работы прибора при определении массовой концентрации таллия в пробах вод

Режим работы прибора	Параметры режима работы
Система измерений	трехэлектродная
Электроды:	
- рабочий	РГЭ
- сравнения	ХСЭ
- вспомогательный	ХСЭ
Тип развертки	импульсная
Поляризующее напряжение для электронакопления, В	-1,0
Потенциал начала регистрации в-а-кривой, В	-0,9
Конечное напряжение развертки, В	-0,05
Потенциал очистки электрода, В	-0,05
Время очистки электрода, с	30
Скорость линейного изменения потенциала, мВ/с	110
Время электролиза (в зависимости от содержания элемента в пробе), с	60 - 120
Потенциал аналитического пика, В (ориентировочное значение)	-0,50
Фоновый электролит	10 - 12 см ³ бидистиллированной воды + 0,4 см ³ раствора трилона Б молярной концентрации 0,2 моль/дм ³ + 0,025 см ³ раствора ртути молярной концентрации 2 мг/дм ³

Таблица 2 - Задаваемые режимы работы прибора при определении массовой концентрации серебра в пробах вод

Режим работы прибора	Параметры режима работы
Поляризующее напряжение для электронакопления серебра, В	-0,50
Потенциал начала регистрации вольтамперной кривой, В	-0,20
Конечное напряжение развертки, В	0,80
Скорость линейного изменения потенциала, мВ/с	50
Время электролиза (в зависимости от содержания элемента в пробе), с	60 - 180

Таблица 3 – Задаваемые режимы работы прибора при определении массовой концентрации селена в пробах вод

Режим работы прибора	Параметры режима работы
Система измерений	трехэлектродная
Электроды	рабочий электрод – графитовый, (РГЭ); электрод сравнения - хлорсеребряный в растворе хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм ³ (ХСЭ); вспомогательный электрод – хлорсеребряный в растворе хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм ³ (ХСЭ)
Фоновой электролит	раствор соляной кислоты с добавлением рабочих растворов меди (2+) и ртути (2+)
Режим измерения напряжения	дифференциально-импульсный
Поляризующее напряжение для электронакопления, В	-0,20
Потенциал начала регистрации вольтамперной кривой, В	-0,20
Конечное напряжение развертки, В	-1,20
Скорость линейного изменения потенциала, мВ/с	50 - 60
Время электролиза, с	60 - 300*

* в зависимости от содержания элемента в анализируемой пробе

7.2 Подготовка лабораторной посуды

7.2.1 Новую лабораторную стеклянную посуду, сменные наконечники дозаторов, пипетки промывают азотной кислотой, затем серной кислотой и 3 – 4 раза бидистиллированной водой.

Загрязненные кварцевые стаканчики протирают сухой пищевой содой при помощи фильтровальной бумаги, 3 – 4 раза ополаскивают сначала водопроводной, затем бидистиллированной водой. Затем в каждый стаканчик добавляют от 0,1 до 0,2 см³ концентрированной серной кислоты, стаканчики помещают на электроплитку или комплекс пробоподготовки «Темос-Экспресс» (при открытой крышке) при температуре от 300 °C до 350 °C. После полного прекращения выделения паров серной кислоты со стенок стаканчиков их прокаливают при температуре от 500 °C до 600 °C от 10 до 15 мин в муфельной печи или комплексе пробоподготовки «Темос-Экспресс» (при закрытой крышке).

Сменные кварцевые стаканчики хранят в эксикаторе.

7.2.2 Проверку стаканчиков для анализа на чистоту проводят путем регистрации вольтамперограмм фонового электролита.

Оптимальными являются такие качества реактивов и чистота посуды, когда получаются аналитические сигналы элементов в растворе фонового электролита, равные или близкие к нулю при максимальном времени накопления, используемом при измерении.

7.3 Подготовка и хранение электродов

7.3.1 Подготовка индикаторного графитового электрода

Графитовый электрод (далее ГЭ) представляет собой графитовый торцевой электрод, изготовленный из графитового стержня, пропитанного различными веществами, с диаметром рабочей поверхности от 3 до 5 мм. ГЭ помещен в тефлоновый корпус и имеет токовыводящий контакт для подключения ГЭ к прибору.

Перед работой торец ГЭ тщательно отшлифовывают на бумажном фильтре и ополаскивают бидистиллированной водой.

После проведения анализов ГЭ хранят в сухом виде.

7.3.2 Подготовка индикаторного ртутно-графитового электрода для определения селена

Ртутно-графитовый электрод (далее РГЭ) представляет собой графитовый торцевой электрод с нанесенной на него пленкой ртути непосредственно в процессе анализа. Графитовый торцевой электрод изготавливают из пропитанного различными веществами графитового стержня с диаметром рабочей поверхности 3 мм.

Для получения РГЭ рабочую поверхность графитового электрода предварительно полируют на фильтре. Ополаскивают рабочую поверхность бидистиллированной водой, опускают в раствор фонового электролита (10 см^3 соляной кислоты молярной концентрации от 0,6 до 0,8 моль/дм 3), добавляют $0,3 \text{ см}^3$ рабочего раствора ионов ртути ($2+$) массовой концентрации 100 мг/дм^3 и $0,2 \text{ см}^3$ рабочего раствора ионов меди ($2+$) массовой концентрации 100 мг/дм^3 . Проводят электролиз в трехэлектродной ячейке в процессе проведения вольтамперометрических измерений по приложению Б.

После завершения анализа и перед работой (в последующие дни) рабочую поверхность электрода шлифуют на фильтровальной бумаге и ополаскивают бидистиллированной водой. Электроды хранят в сухом виде.

7.3.3 Подготовка индикаторного ртутно-графитового электрода для определения таллия

Пленку ртути наносят непосредственно в процессе измерений для чего рабочую поверхность графитового электрода предварительно отшлифовывают на фильтре, ополаскивают бидистиллированной водой и проводят электролиз в растворе трилона Б с добавлением рабочего раствора ионов ртути.

Тонкая пленка ртути получается путем электролиза ионов ртути из раствора вместе с определяемыми ионами таллия в процессе измерения.

После проведения анализов РГЭ хранят в сухом виде.

7.3.4 Подготовка к работе электрода сравнения и вспомогательного электрода

В качестве электрода сравнения и вспомогательного электрода используют хлорсеребряные электроды (далее ХСЭ)

ХСЭ представляет собой спираль из серебряной проволоки, покрытой хлоридом серебра, помещенную в тефлоновый корпус с полупроницаемой пробкой. Конец серебряной проволоки имеет токовыводящий контакт для подключения к прибору. ХСЭ заполняют раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм 3 . Хранят электроды в растворе хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм 3 . Заполнение электродов производят не реже 1 раза в 2 недели.

7.3.5 Проверку работы электродов проводят в соответствии с разделом 8.

7.4 Приготовление растворов

7.4.1 Основным раствором (далее ОР) массовой концентрации таллия, селена и серебра 100 мг/дм³ является государственный стандартный образец (далее ГСО) состава растворов ионов таллия, селена, серебра с аттестованным значением массовой концентрации 0,1 г/дм³ = 100,0 мг/дм³. ОР готовят в соответствии с инструкцией по применению ГСО.

Основные растворы с массовой концентрацией 100 мг/дм³ устойчивы в течение 6 месяцев. ОР хранят в темном месте.

7.4.2 Рабочие растворы или аттестованные растворы (АС) серий АС-1, АС-2, АС-3 массовой концентрации 10; 5 и 0,5 мг/дм³ таллия, готовят разбавлением растворов бидистиллированной водой в мерных колбах вместимостью 50 см³ согласно таблице 4.

Таблица 4 - Приготовление АС таллия

Концентрация исходного раствора для приготовления АС, мг/дм ³	Отбираемый объем, см ³	Объем мерной посуды, см ³	Концентрация приготовленного раствора АС, мг/дм ³	Обозначение раствора АС	Срок хранения, сут.
100	5,0	50	10,0	АС-1	30
100	2,5	50	5,0	АС-2	30
10	2,5	50	0,5	АС-3	15

7.4.3 Рабочие растворы селена серий АС-1, АС-2 и АС-3 с массовой концентрацией 10; 5 и 1 мг/дм³ готовят соответствующими разбавлениями растворов бидистиллированной водой в мерных колбах вместимостью 25 см³ согласно таблице 5.

Таблица 5 - Приготовление АС селена

Концентрация исходного раствора для приготовления АС, мг/дм ³	Отбираемый объем, см ³	Объем мерной посуды, см ³	Концентрация приготовленного раствора АС, мг/дм ³	Обозначение раствора АС	Срок хранения, сут.
100	2,50	25	10,0	АС-1	30
100	1,25	25	5,0	АС-2	15
10	2,50	25	1,0	АС-3	5

7.4.4 Рабочие растворы серий АС-1, АС-2 и АС-3 с содержанием по 10,0; 5,0 и 2,5 мг/дм³ серебра соответственно готовят разбавлением основного раствора бидистиллированной водой в мерных колбах вместимостью 25 и 50 см³ согласно таблице 6.

Таблица 6 - Приготовление АС серебра

Концентрация исходного раствора для приготовления АС, мг/дм ³	Отбираемый объем, см ³	Объем мерной посуды, см ³	Концентрация приготовленного раствора АС, мг/дм ³	Обозначение раствора АС	Срок хранения, сут.
100	2,5	25	10,0	АС-1	30
10	12,5	25	5,0	АС-2	15
10	12,5	50	2,5	АС-3	15

Хранят растворы в темном месте.

При повторном приготовлении растворы взбалтывают, сливают, колбы не промывают водой, а заполняют свежеприготовленным раствором той же концентрации.

7.4.5 Приготовление раствора серной кислоты молярной концентрации 0,1 моль/дм³ для электрохимической очистки ГЭ

В колбу вместимостью 100 см³, наполовину заполненную бидистиллированной водой, вносят с помощью мерной пипетки или дозатора 0,5 см³ концентрированной серной кислоты, перемешивают и доводят объем до метки бидистиллированной водой.

7.4.6 Приготовление раствора калия хлорида молярной концентрации 1 моль/дм³

Навеску калия хлорида массой 7,46 г, взятую с точностью до второго знака, помещают в колбу вместимостью 100 см³, растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды и доводят объем до метки бидистиллированной водой.

7.4.7 Приготовление раствора калия азотнокислого (раствор фонового электролита) молярной концентрации 1 моль/дм³

Навеску калия азотнокислого массой 25 г, взятую с точностью до десятых, помещают в колбу вместимостью 250 см³, растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды, перемешивают и доводят объем до метки бидистиллированной водой.

7.4.8 Приготовление раствора ртути (2+) массовой концентрации 100 мг/дм³

Вскрывают ампулу ГСО ртути с аттестованным значением массовой концентрации ртути 1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1 г/дм³ = 1 000 мг/дм³).

В мерную колбу вместимостью 50 см³, наполовину заполненную бидистиллированной водой, вносят при помощи мерной пипетки или дозатора 5 см³ раствора ртути (2+) массовой концентрации 1 000 мг/дм³ и 0,5 см³ концентрированной азотной кислоты, перемешивают и доводят объем в колбе до метки бидистиллированной водой.

7.4.9 Приготовление раствора ртути массовой концентрации 2 мг/дм³

Вскрывают ампулу ГСО ртути с аттестованным значением массовой концентрации ртути 1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1 г/дм³ = 1 000 мг/дм³).

В мерную колбу вместимостью 100 см³, наполовину заполненную бидистиллированной водой, вводят при помощи мерной пипетки или дозатора 0,2 см³ раствора ртути массовой концентрации 1 000 мг/дм³, перемешивают и доводят объем раствора в колбе до метки бидистиллированной водой.

7.4.10 Приготовление раствора меди (2+) массовой концентрации 100 мг/дм³

Вскрывают ампулу ГСО меди с аттестованным значением массовой концентрации меди 1 мг/см³ (1 мг/см³ = 1 г/дм³ = 1000 мг/дм³).

В мерную колбу вместимостью 50 см³ наполовину заполненную бидистиллированной водой, вносят при помощи мерной пипетки или дозатора 5 см³ раствора меди (2+) массовой концентрации 1000 мг/дм³ и 0,5 см³ концентрированной азотной кислоты, перемешивают и доводят объем в колбе до метки бидистиллированной водой.

Раствор меди (2+) с массовой концентрацией 100 мг/дм³ устойчив в течение 6 месяцев.

7.4.11 Приготовление раствора соляной кислоты молярной концентрации 0,6 моль/дм³

В мерную колбу вместимостью 100 см³ наполовину заполненную бидистиллированной водой, вносят при помощи мерной пипетки или дозатора 5 см³ концентрированной соляной кислоты, перемешивают и доводят объем до метки бидистиллированной водой.

7.4.12 Приготовление раствора трилона Б молярной концентрации 0,2 моль/дм³ готовят одним из двух способов:

1) Навеску стандарт-титра (фиксанала) трилона Б массой 37,2 г, взятую с точностью до второго знака, помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³, наполовину заполненную бидистиллированной водой, перемешивают и доводят объем раствора в колбе до метки бидистиллированной водой.

2) Навеску трилона Б 18,6 г, взятую с точностью до второго знака, помещают в мерную колбу вместимостью 250 см³, наполовину заполненную бидистиллированной водой, перемешивают и доводят объем раствора в колбе до метки бидистиллированной водой.

7.5 Подготовка проб

Для анализа пробы одновременно используют две параллельных и одну резервную пробу.

7.5.1 Подготовка проб для определения таллия

Пробу воды объемом от 10 до 15 см³ (в зависимости от ожидаемой концентрации) помещают в чистый кварцевый стаканчик объемом 20 см³.

Стаканчик с пробой помещают на плитку или в комплекс пробоподготовки «Темос-Экспресс» и нагревают до температуры от 125 °C до 130 °C, упаривают до сухих солей.

Вынимают стаканчик из комплекса пробоподготовки «Темос-Экспресс» или снимают с плитки, охлаждают до комнатной температуры (от 20 °C до 35 °C), добавляют при помощи мерной пипетки или дозатора 0,6 см³ концентрированной азотной кислоты и 0,4 см³ перекиси водорода. Затем снова помещают в комплекс пробоподготовки «Темос-Экспресс» или в муфельную печь, нагревают при температуре от 120 °C до 130 °C, выпаривая пробу до сухих солей.

Затем стаканчик вынимают, охлаждают до комнатной температуры (от 15 °C до 35 °C). Добавляют в стаканчик при помощи мерной пипетки или дозатора от 10 до 12 см³ бидистиллированной воды, 0,4 см³ раствора трилона Б молярной концентрации 0,2 моль/дм³ и 0,025 см³ раствора ртути массовой концентрации 2 мг/дм³.

7.5.2 Подготовка проб для определения серебра

Пробу воды объемом 10 см³, взятую при помощи мерной пипетки или дозатора, помещают в кварцевый стаканчик объемом 20 см³, добавляют от 0,1 до 0,2 см³ концентрированной азотной кислоты и 0,05 см³ пероксида водорода, упаривают до влажного осадка при температуре от 120 °C до 130 °C на плитке или в комплексе пробоподготовки «Темос-экспресс». Осадок растворяют в фоновом электролите объемом 10 см³.

Для анализа используют всю подготовленную пробу или её аликвоту в зависимости от концентрации серебра в пробе.

7.5.3 Подготовка проб для определения селена

В чистые кварцевые стаканчики вносят при помощи мерной пипетки или дозатора от 5 до 10 см³ анализируемой воды, добавляют от 0,5 до 1,0 см³ концентрированной азотной кислоты, 0,5 см³ пероксида водорода и 0,02 г азотнокислого магния.

Стаканчики с пробами помещают на плитку или в комплекс пробоподготовки «Темос-Экспресс» с температурой от 90 °C до 95 °C и выдерживают при этой температуре 30 мин. Затем пробу воды упаривают при температуре от 120 °C до 125 °C до сухого остатка.

Повышают температуру в комплексе «Темос-Экспресс» или муфельной печи до (450 ± 10) °C и прокаливают стаканчики с пробой при этой температуре течение 30 мин.

После прокаливания остаток в стаканчиках не должен содержать черных включений, в противном случае, операцию обработки с азотной кислотой и пероксидом водорода повторяют.

После получения белого осадка однородного цвета стаканчики охлаждают, добавляют в них по $1,5 \text{ см}^3$ концентрированной соляной кислоты. Стаканчики вновь помещают на плитку либо в комплекс пробоподготовки «Темос-экспресс» при температуре 90°C , проводят химическое восстановление селена ($6+$) до селена ($4+$) в течение 30 мин.

Затем стаканчики охлаждают, с помощью дозатора или мерной пипетки добавляют 10 см^3 бидистиллированной воды, $0,3 \text{ см}^3$ рабочего раствора ртути ($2+$) массовой концентрации 100 мг/дм^3 и $0,2 \text{ см}^3$ рабочего раствора меди ($2+$) массовой концентрации 100 мг/дм^3 .

Для анализа используют всю подготовленную пробу или её аликвоту в зависимости от концентрации селена в пробе.

7.5.4 Подготовка «холостой» пробы при определении концентраций всех элементов

Подготовку «холостой» пробы при определении концентраций всех элементов проводят соответственно аналогично 7.5.1 – 7.5.3, добавляя те же реагенты, в тех же количествах и последовательности, используя вместо анализируемой пробы бидистиллированную воду. Измерения «холостой» пробы обязательно проводят при смене партии реагентов, замене посуды и т.д.

Примечания

1 Мешающие влияния органических веществ пробы устраняются в процессе пробоподготовки.

2 Если аналитический сигнал элемента в пробе выходит за верхнюю границу разрешающей способности прибора, допускается уменьшить время электронакопления, либо взять меньшую аликвоту подготовленной к измерению пробы. Если аналитический сигнал элемента выходит за нижнюю границу разрешающей способности прибора, допускается взятие большего объема анализируемой пробы и увеличение времени накопления.

8 Выполнение измерений

Комплекс аналитический вольтамперометрический должен быть предварительно подготовлен к работе в соответствии с «Руководством пользователя» или на примерах работы комплекса СТА приведенных в приложении Б, В и Г.

При выполнении ВА измерений для определения массовых концентраций элементов выполняют следующие операции:

- устанавливают параметры измерений согласно таблицам 1, 2 или 3;
- проводят проверку электрохимической ячейки (электроды, раствор фонового электролита) на чистоту в соответствии с руководством к прибору;
- проводят регистрацию вольтамперограммы – аналитического сигнала (I_1) элемента в растворе подготовленной пробы в соответствии с руководством к прибору;
- проводят регистрацию вольтамперограммы – аналитического сигнала (I_2) элемента в растворе пробы с введенной добавкой АС элемента.

Величина аналитического сигнала (пика) элемента пропорциональна массовой концентрации компонента.

9 Вычисление и оформление результатов

9.1 Массовую концентрацию каждого элемента таллия, селена и серебра в анализируемой пробе вычисляют с помощью программного обеспечения к прибору.

Массовая концентрация X , мг/дм^3 , таллия, селена и серебра в пробе вычисляется по

формуле (1):

$$X_{\text{пробе}} = \frac{I_{\text{пробы}} \times C_{\text{добавки}} \times V_{\text{добавки}} \times V_{\text{минерализата}}}{(I_{\text{проба с добавкой}} - I_{\text{проба}}) \times V_{\text{аликвоты}} \times M_{\text{навески}}}, \quad (1)$$

где $I_{\text{пробы}}$ - высота тока пика элемента таллия, селена и серебра, на кривой пробы;

$C_{\text{добавки}}$ - массовая концентрация АС элемента таллия, селена и серебра, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

$V_{\text{добавки}}$ - объём добавки, см^3 ;

$V_{\text{минерализата}}$ - объём минерализата, см^3 ;

$I_{\text{пробы с добавкой}}$ - высота тока пика элемента (таллия, селена, серебра) на ВА-кривой пробы с добавкой АС элемента таллия, селена и серебра;

$V_{\text{аликвоты}}$ - объём аликвоты, см^3 ;

$M_{\text{навески}}$ - объём пробы, дм^3 .

9.2 Вычисления проводят для каждой из двух параллельных анализируемых проб; получая значения X_1 и X_2

9.3 Аналогичные вычисления проводят для «холостой» пробы.

9.4 Если в «холостой» пробе содержится соизмеримое количество определяемого элемента, то оценивают реальное содержание элемента в каждой из параллельных проб, вычитая из X_1 и X_2 результат «холостой» пробы.

10 Проверка приемлемости результатов измерений

10.1 За результат измерений \bar{X} принимают среднее арифметическое значение двух результатов измерений, полученных в условиях повторяемости X_1 и X_2 (параллельных определений), для которых выполняется условие (2):

$$|X_1 - X_2| \leq r, \quad (2)$$

где r - предел повторяемости, выраженный в абсолютных единицах. Значения предела повторяемости приведены в таблице 7.

10.2 При невыполнении условия (2) получают дополнительно еще один результат измерения. За результат измерений принимают среднее арифметическое трех результатов измерений, полученных в условиях повторяемости, для которых выполняется условие (3):

$$|X_{\text{max}} - X_{\text{min}}| \leq CR_{0.95}, \quad (3)$$

где $CR_{0.95}(3)$ – критический диапазон.

Значения критического диапазона приведены в таблице 7.

10.3 При невыполнении условия (3) в качестве окончательного результата измерений принимают медиану трех результатов измерений, полученных в условиях повторяемости (параллельных определений). Дополнительно выявляют и устраняют причины, приводящие к невыполнению условия (2).

10.4 Расхождение между результатами измерений, полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости при условии (4):

$$\left| \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \right| \leq R, \quad (4)$$

где \bar{X}_1 и \bar{X}_2 - результаты измерений массовой концентрации элемента, полученные в разных лабораториях – средние арифметические двух результатов измерений, полученных в условиях повторяемости, для которых выполняется условие (2);

R – предел воспроизводимости, выраженный в абсолютных единицах. Значения предела воспроизводимости приведены в таблице 7.

10.5 При выполнении условия (4) приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного может быть использовано их среднее арифметическое значение.

Таблица 7 – Значения предела повторяемости, критического диапазона и предела воспроизводимости при доверительной вероятности $P = 0,95$

Наименование показателя	Диапазон измерений, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Предел повторяемости, r , $\text{мг}/\text{дм}^3$	Критический диапазон, $CR_{0,95}(3)$, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Предел воспроизводимости, R , $\text{мг}/\text{дм}^3$
Таллий	от 0,0005 до 0,01 включ.	$0,34 \bar{X}$	$0,40 \bar{X}$	$0,50 \bar{\bar{X}}$
Серебро	от 0,0001 до 0,1 включ.	$0,31 \bar{X}$	$0,36 \bar{X}$	$0,42 \bar{\bar{X}}$
Селен	от 0,0003 до 0,1 включ	$0,36 \bar{X}$	$0,43 \bar{X}$	$0,50 \bar{\bar{X}}$

\bar{X} - среднее арифметическое значение результатов параллельных определений массовой концентрации элемента
 $\bar{\bar{X}}$ - среднеарифметическое значение результатов анализа, полученных в двух лабораториях

11 Оформление результатов измерений

11.1 Результат измерений, $\text{мг}/\text{дм}^3$, при $P = 0,95$, представляют в виде:

$(\bar{X} \pm \Delta)$ или $(\bar{X} \pm \Delta_{\text{п}})$, при условии $\Delta_{\text{п}} \leq \Delta$,

где \bar{X} – результат измерений;

$\Delta_{\text{п}}$ – значения характеристики погрешности результатов измерений, установленное при реализации методики в лаборатории;

Δ – значения характеристики погрешности выполнения измерений, которые рассчитываются по формуле (5):

$$\Delta = 0,01\delta \bar{X}, \quad (5)$$

где δ - относительное значение показателя точности (характеристики погрешности) методики, приведенное в таблице 8.

Таблица 8 – Относительное значение показателя точности методики при доверительной вероятности Р = 0,95

Наименование показателя	Диапазон измерений, мг/дм ³	Показатель точности (границы, в которых находится погрешность методики), δ ¹ , %
Таллий	от 0,0005 до 0,01 включ.	36
Селен	от 0,0003 до 0,1 включ.	40
Серебро	от 0,0001 до 0,1 включ.	29

¹ – Соответствует расширенной относительной неопределенности с коэффициентом охвата k = 2

11.2 Числовое значение результата измерения должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение предела повторяемости результатов параллельных определений. Значение предела повторяемости должно содержать не более двух значащих цифр.

12 Контроль качества результатов измерений при реализации метода в лаборатории

12.1 Контроль качества результатов измерений при реализации метода в лаборатории предусматривает:

- оперативный контроль процедуры анализа (на основе оценки погрешности результатов анализа при реализации отдельно взятой контрольной процедуры);
- контроль стабильности результатов анализа (на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения внутрилабораторной прецизионности, погрешности, среднеквадратического отклонения повторяемости).

12.2 Оперативный контроль процедуры анализа (выполнения измерений) проводят:

- при внедрении метода выполнения измерений в лаборатории;
- при появлении факторов, которые могут повлиять на стабильность процесса анализа (например, при смене партии реагентов, после ремонта прибора, при длительном промежутке времени между анализами и т.д.).

Оперативный контроль процедуры анализа проводят сам исполнитель с целью проверки его готовности к проведению анализа рабочих проб.

12.3 Одной из форм контроля стабильности результатов анализа является контроль стабильности результатов анализа в пределах лаборатории с использованием контрольных карт, реализуемый

- путем контроля и поддержания на требуемом уровне погрешности результатов измерений;
- путем контроля и поддержания на требуемом уровне внутрилабораторной прецизионности;
- путем контроля и поддержания на требуемом уровне повторяемости результатов параллельных определений.

12.4 Процедуры и периодичность контроля точности (контроля стабильности) получаемых результатов измерений в пределах лаборатории проводят с учетом требований ГОСТ ИСО 5725-6 раздел 6 или по [5].

13 Проверка приемлемости результатов измерений для двух лабораторий

13.1 Проверку приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости (в двух лабораториях, $m = 2$), проводят с учетом требований ГОСТ ИСО 5725-6 по отношению к пределу воспроизводимости, в соответствии с таблицей 3, или к критической разности для двух среднеарифметических результатов измерений в соответствии с ГОСТ ИСО 5725-6.

Расхождение между результатами измерений, полученных в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости. Значения предела воспроизводимости приведены в таблице 7.

При выполнении этого условия приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного может быть использовано их общее среднее значение.

При превышении предела воспроизводимости могут быть использованы методы оценки приемлемости результатов измерений согласно ГОСТ ИСО 5725-6.

13.2 Разрешение противоречий между результатами двух лабораторий проводят в соответствии с ГОСТ ИСО 5725-6.

14 Характеристики показателей точности измерений

Метод измерений массовой концентрации таллия, селена и серебра при анализе проб воды методом вольтамперометрии обеспечивает получение результатов измерений с погрешностью, не превышающей значений, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Диапазон измерений, относительные значения показателей точности, повторяемости и воспроизводимости при доверительной вероятности $P = 0,95$

Наименование показателя	Диапазон измерений, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Показатель повторяемости (среднеквадратическое отклонение повторяемости), $\sigma_r \left(\frac{\%}{\delta} \right)$, %	Показатель воспроизводимости (среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), $\sigma_R \left(\frac{\%}{\delta} \right)$, %
Таллий	от 0,0005 до 0,01 включ.	12	18
Селен	от 0,0003 до 0,1 включ.	13	18
Серебро	от 0,0001 до 0,1 включ.	11	15

Приложение А
(обязательное)

Алгоритмы оперативного контроля процедуры анализа

A.1 Общие положения

A.1.1 Оперативный контроль процедуры анализа осуществляется непосредственно исполнитель на основе информации, получаемой при реализации отдельно взятой контрольной процедуры с использованием средств контроля.

A.1.2 Роль средств контроля выполняют:

- образцы для контроля (АС по [3]);
- рабочие пробы с известной добавкой определяемого компонента;
- рабочие пробы стабильного состава.

A.1.3 Схема оперативного контроля процедуры анализа предусматривает:

- реализацию контрольной процедуры;
- расчет результата контрольной процедуры;
- расчет норматива контроля;
- сравнение результата контрольной процедуры с нормативом контроля;
- принятие решения по результатам контроля.

A.2 Алгоритм оперативного контроля повторяемости результатов контрольных измерений

A.2.1 Получают два результата параллельных определений любого средства контроля (по А.1.2).

A.2.2 Реализуют схему контроля повторяемости (по А.1.3), получая два результата параллельных определений. Результат контрольной процедуры равен (А.1):

$$r_K = |X_1 - X_2|, \quad . \quad (A.1)$$

Норматив контроля повторяемости равен пределу повторяемости r при $n=2$, значение которого приведено в таблице 4. Результат должен удовлетворять условию (А.2):

$$r_K \leq r, \quad . \quad (A.2)$$

A.2.3 Если условие (А.2) выполняется, то рассчитывают результат контрольной процедуры анализа как среднее арифметическое из результатов двух параллельных определений.

Если $r_K > r$, то повторяют контрольную процедуру, получая заново два результата параллельных определений.

При повторном превышении предела повторяемости процедуру анализа прекращают и выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам.

A.3 Алгоритм оперативного контроля процедуры анализа в условиях внутрилабораторной прецизионности

A.3.1 Образцами для выполнения данной процедуры являются средства контроля по А.1.2. Объем отобранный пробы для контроля должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения измерений.

Отобранный объем делят на две части и анализируют в соответствии с требованиями настоящего стандарта в условиях внутрилабораторной прецизионности или различными операторами, или в различное время или с использованием различных средств измерений и т.д., при соблюдении условий и сроков хранения проб. Получают соответственно \bar{X}_1 и \bar{X}_2 , мг/дм³.

А.3.2 Рассчитывают результат контрольной процедуры по формуле (А.3):

$$R_{\text{ЛК}} = \left| \bar{X}_1 - \bar{X}_2 \right| \quad (\text{А.3})$$

Рассчитывают или устанавливают норматив контроля внутрилабораторной прецизионности по формуле (А.4):

$$R_{\text{Л}} = 0,84 \cdot R, \quad (\text{А.4})$$

где R – значение предела воспроизводимости, приведенное в таблице 4;

\bar{X} – среднее арифметическое значение результатов, полученных в условиях внутрилабораторной (промежуточной) прецизионности.

А.3.3 Результаты, полученные в условиях внутрилабораторной прецизионности (\bar{X}_1, \bar{X}_2), считают удовлетворительными при условии (А.5):

$$R_{\text{ЛК}} \leq R_{\text{Л}}, \quad (\text{А.5})$$

А.3.4 При выполнении условия (А.5) общее среднее арифметическое \bar{X} представляют в качестве результата контрольной процедуры.

При невыполнении условия (А.5) измерения повторяют.

При повторном невыполнении условия (А.5) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраняют их.

А.4 Алгоритм контроля процедуры выполнения измерений с использованием метода добавок

А.4.1 Контроль исполнителем процедуры выполнения измерений проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры Кк с нормативом контроля Кд.

А.4.2 Результат контрольной процедуры Кк рассчитывают по формуле (А.6):

$$K_K = \left| \bar{X}' - \bar{X} - C \right|, \quad (\text{А.6})$$

где \bar{X}' – результат контрольного измерения массовой концентрации компонента в пробе с известной добавкой – среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предела повторяемости r . Значение r приведено в таблице 7.

\bar{X} – результат контрольного измерения массовой концентрации компонента в пробе без добавки – среднее арифметическое двух результатов параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предела повторяемости r ;

C – величина добавки.

Примечание - Величина добавки должна составлять от 50 % до 150 % от массовой концентрации компонента в пробе без добавки.

А.4.3 Норматив оперативного контроля K_d рассчитывают по формуле (A.7):

$$K_d = \sqrt{\left(\Delta_{\bar{x}'}\right)^2 + \left(\Delta_{\bar{x}}\right)^2}, \quad (A.7)$$

где $\Delta_{\bar{x}'}, \Delta_{\bar{x}}$ – значения характеристики погрешности результатов измерений, установленные в лаборатории при реализации методики, соответствующие массовой концентрации компонента в пробе без добавки и в пробе с добавкой соответственно.

А.4.4 Качество контрольной процедуры признают удовлетворительным при выполнении условия (A.8):

$$K_k \leq K_d, \quad (A.8)$$

При невыполнении условия (A.8) эксперимент повторяют.

При повторном невыполнении условия (A.8) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам.

А.5 Алгоритм оперативного контроля процедуры выполнения измерений с использованием образцов для контроля

А.5.1 Образцами для контроля являются рабочие пробы анализируемых объектов с отсутствием данного компонента, в которые введена точная концентрация искомого компонента (аттестованная характеристика – С). Компонент концентрации С вводят в пробу до стадии пробоподготовки.

А.5.2 Алгоритм проведения контроля точности с применением образцов для контроля состоит в сравнении результата контрольной процедуры K_k , равного разности между результатом контрольного измерения аттестованной характеристики в образце для контроля – \bar{X} и его аттестованным значением – C , с нормативом оперативного контроля точности – K .

Результат контрольной процедуры равен формуле (A.9):

$$K_k = |\bar{X} - C|, \quad (A.9)$$

Норматив контроля точности K рассчитывают по формуле (A.10):

$$K = \Delta_L = 0,84 \times \Delta, \quad (A.10)$$

А.5.3 Точность контрольного измерения признают удовлетворительной при условии (A.11):

$$K_k \leq K, \quad (A.11)$$

При невыполнении условия (A.11) эксперимент повторяют.

При повторном невыполнении условия (A.11) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам.

Приложение Б (информационное)

Выполнение определения массовой концентрации селена с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА

Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА должен быть предварительно подготовлен к работе в соответствии с Руководством пользователя на данный вольтамперометрический комплекс.

Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА должен содержать комплект оборудования для определения селена:

- индикаторный электрод (рабочий) – графитовый;
- электрод сравнения – хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3,0 кОм;
- вспомогательный электрод – хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3,0 кОм;
- сменные стаканчики из кварцевого стекла вместимостью от 20 до 25 см³;
- тефлоновая трубка с оттянутым концом для подвода инертного газа для удаления кислорода из раствора и его перемешивания.

Б.1 Подготовка графитового электрода, проверка стаканчиков, фонового раствора и электродов на чистоту

В три чистых стаканчика вместимостью от 15 до 20 см³ вносят по 10 см³ раствора соляной кислоты молярной концентрации от 0,6 до 0,8 моль/дм³, 0,3 см³ раствора ртути (2+) массовой концентрации 100 мг/дм³ и 0,2 см³ раствора меди (2+) массовой концентрации 100 мг/дм³.

Стаканчики помещают в каждую из трех электрохимических ячеек анализатора СТА. Опускают в раствор индикаторные электроды (графитовые), электроды сравнения, вспомогательные электроды, азотные трубочки и подключают их к соответствующим клеммам прибора в каждой ячейке.

Загружают файл созданной ранее методики, в главном меню выбирают пункт «Методика / Открыть» или создают новую методику.

Для создания новой методики в главном меню выбирают пункт «Методика / Новая методика» и вводят следующие параметры в соответствии с рисунком Б.1, Б.2, Б.3, Б.4, Б.5.

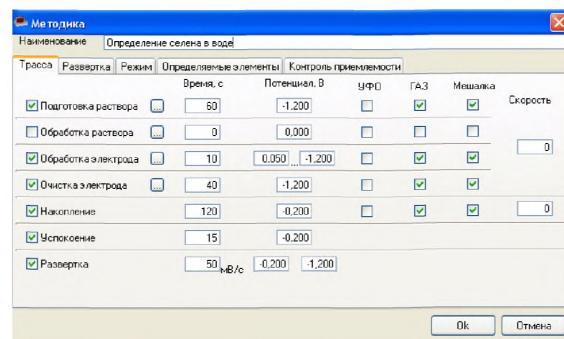


Рисунок Б.1 – Методика

СТ РК 2487-2014

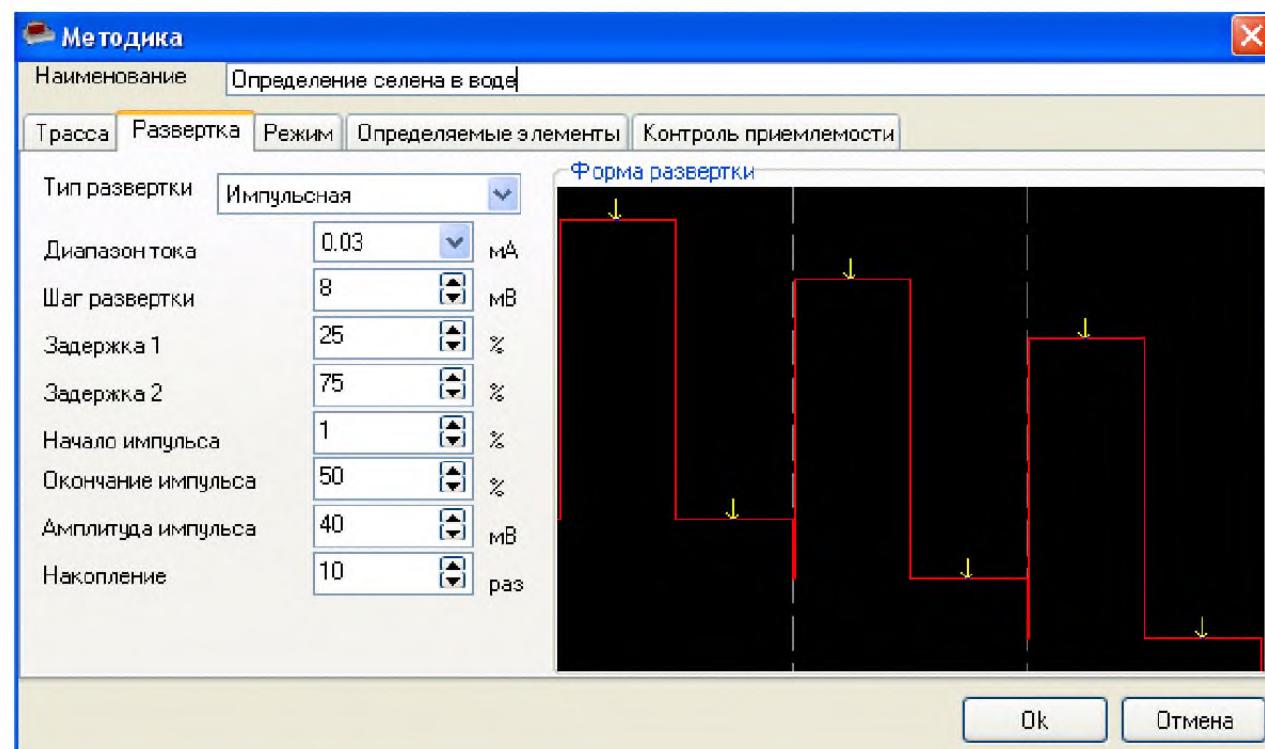


Рисунок Б.2 - Методика

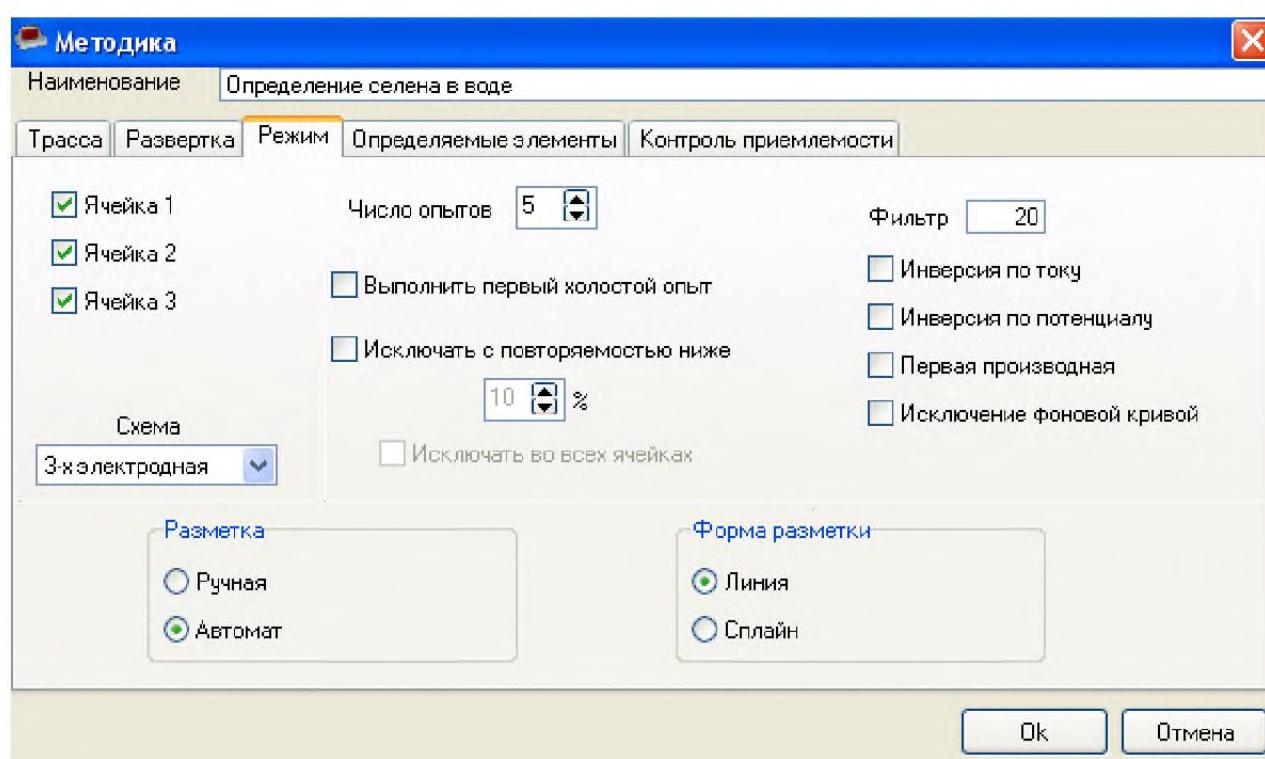


Рисунок Б.3 - Методика

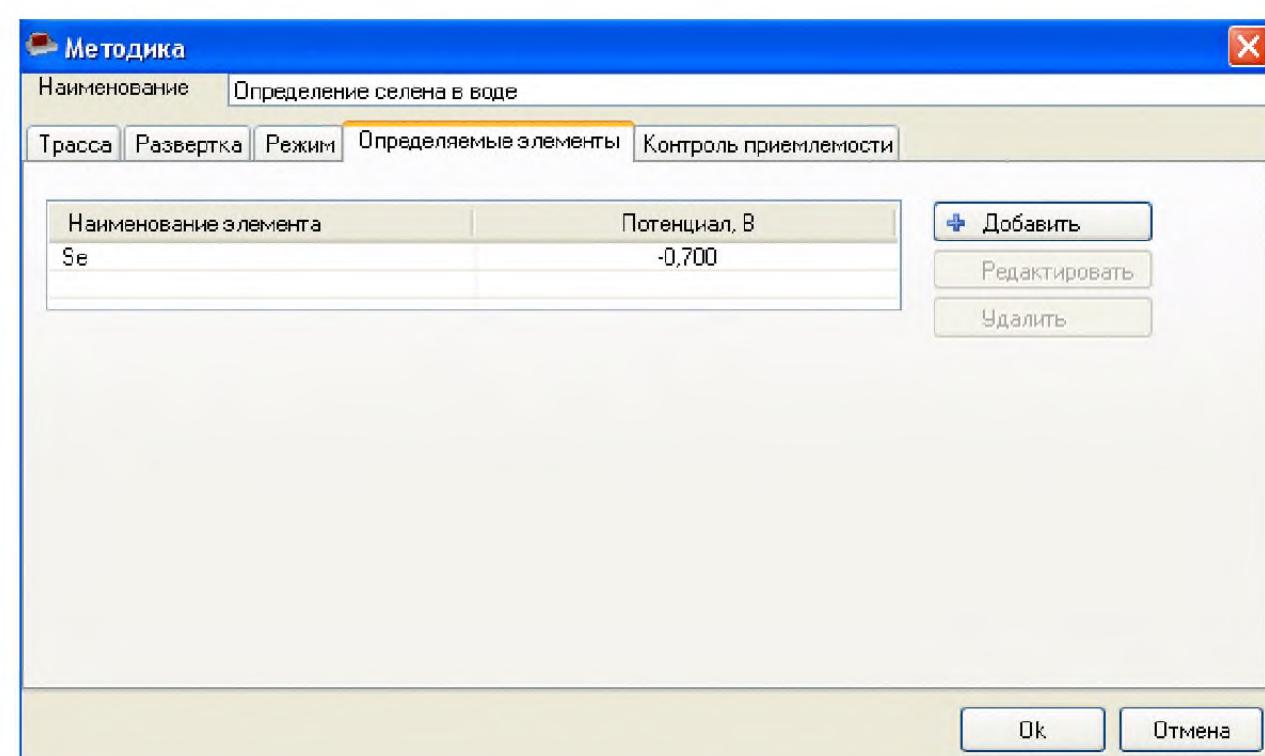


Рисунок Б.4 - Методика

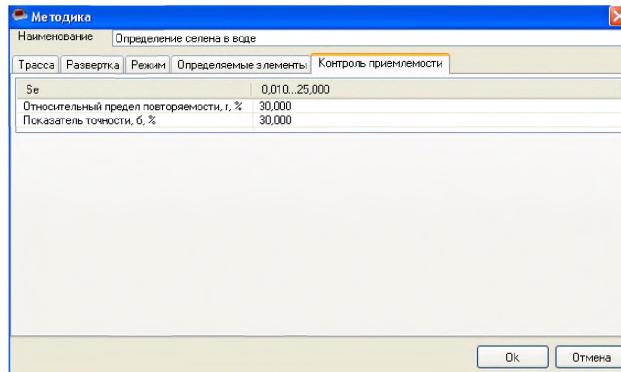


Рисунок Б.5 - Методика

Сохраняют методику в команде главного меню «Сохранить методику» или панели управления.

Измеряют фон, запуская команду «Анализ фона», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

При наличии на вольтамперных кривых пиков определяемого элемента высотой более 0,001 мА содержимое стаканчиков выливают, отмывают стаканчики и электроды так, чтобы в чистом фоне отсутствовали пики определяемого элемента (или были менее 0,001 мА).

Б.2 Проверка работы графитового электрода по контрольной пробе селена

Б.2.1 Измерение фона

В чистые стаканчики наливают фоновый электролит и помещают в электрохимическую ячейку. Опускают электроды, запускают команду «Анализ фона», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

По окончании измерения фона (при отсутствии пиков селена) содержимое стаканчиков не выливают.

Б.2.2 Анализ пробы

В стаканчики с раствором фонового электролита вносят с помощью дозатора 0,02 см³ рабочего раствора селена массовой концентрации 10 мг/дм³ (AC-1). Полученный раствор будет являться контрольной пробой массовой концентрацией селена с 0,02 мг/дм³ при объеме пробы 10 см³.

Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

Б.2.3 Измерение пробы с добавкой

При помощи дозатора вносят в стаканчики с пробой еще одну добавку селена объемом 0,02 см³ массовой концентрацией 10 мг/дм³ (AC-1), запускают команду «Анализ добавки». Регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

Б.2.4 Расчет массовой концентрации селена в контрольной пробе

Заполняют таблицу «Количество» в соответствии с рисунком Б.6.

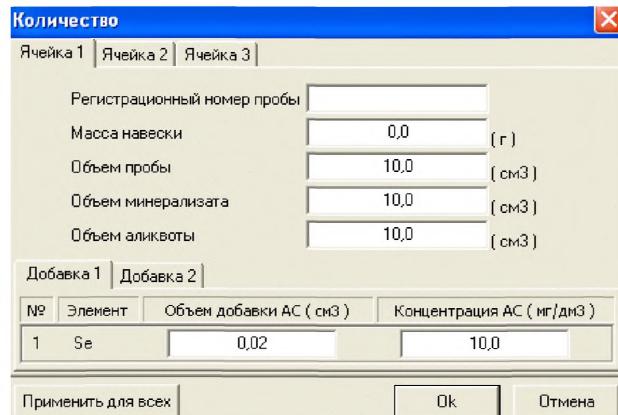


Рисунок Б.6 - Количество

Для перехода в таблицу «Концентрация» в главном окне на панели управления нажимают кнопку «Окно просмотра результатов анализа».

Если расхождение между полученными и введенными концентрациями не превышает 20 %, графитовые электроды считают пригодными к работе. После этого приступают к измерению при анализе проб в такой же последовательности.

Если расхождение между результатами в ячейках составляет более 20 %, ртутно-графитовый электрод зачищают на фильтровальной бумаге, ополаскивают бидистиллированной водой и повторяют операции.

Растворы с контрольной пробой селена выливают из стаканчиков; электроды промывают; стаканчики промывают.

Б.3 ИВ измерения при анализе реальной пробы на содержание селена

Одновременно рекомендуется проводить измерения двух параллельных и одной «резервной» пробы в трех стаканчиках.

Б.3.1 Измерение фона

В чистые стаканчики наливают фоновый электролит и помещают в электрохимическую ячейку. Опускают электроды, запускают команду «Анализ фона», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых. Стаканчики убирают.

Б.3.2 Измерение пробы

Стаканчики с пробой анализируемого объекта, подготовленные для измерения, помещают в электрохимическую ячейку, опускают электроды. Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

Б.3.3 Измерение пробы с добавкой

В стаканчики с пробой с помощью дозатора вносят добавки по 0,02 см³ рабочего раствора селена массовой концентрации 10,0 мг/дм³ (AC-1) или другой АС в зависимости от предполагаемой концентрации селена в пробе, чтобы высоты пиков на вольтамперограмме увеличились примерно в 2 раза. Запускают команду «Анализ добавки», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их обработку.

В окне «Просмотр результатов измерения сигнала» смотрят результаты разметки для всех типов вольтамперограмм во всех 3-х ячейках (после добавки).

Б.3.4 Вычисление массовых концентраций элемента

В таблице «Количество» для каждой активной ячейки указывают: объем пробы, объем минерализата, пошедший на растворение озолённой пробы, и объем аликовтной части подготовленной к анализу пробы. Нажимают кнопку «Окно просмотра результатов анализа» в главном окне на панели управления.

Нажимают кнопку «Приемлемость», в случае, когда результаты измерений параллельных проб приемлемы, вычисляется среднее арифметическое значение, которое принимают за результат анализа.

Б.3.5 Сохранение документа

Сохранение документа: для сохранения документа в архиве на панели управления нажимают кнопку «Сохранить файл архива». Для печати вольтамперных кривых нажимают кнопку «Печать».

Данные результата анализа могут быть распечатаны в виде протокола, так же возможно создание шаблона по требуемому типу оформления отчета.

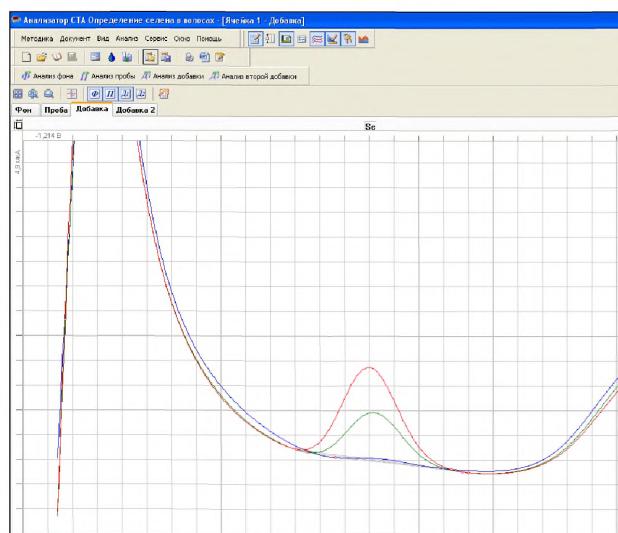


Рисунок Б.7 - Вольтамперограмма при регистрации аналитических сигналов селена в фоновом электролите, в пробе и в пробе с добавкой АС селена

Приложение В
(информационное)

Выполнение определения массовой концентрации серебра с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА

Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА должен быть предварительно подготовлен к работе в соответствии с «Руководством пользователя» на данный вольтамперометрический комплекс.

Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА должен содержать комплект оборудования для определения серебра:

- индикаторный электрод (рабочий) – графитовый;
- электрод сравнения - хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3 кОм;
- вспомогательный электрод – хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3 кОм;
- сменные стаканчики из кварцевого стекла вместимостью от 20 до 25 см³;
- тefлоновая трубка с оттянутым концом для подвода инертного газа для удаления кислорода из раствора и его перемешивания.

В.1 Подготовка к работе электрода сравнения и вспомогательного электрода - хлорсеребряного электрода (ХСЭ)

Электродом сравнения и вспомогательным электродом для определения серебра служит ХСЭ.

ХСЭ представляет собой спираль из серебряной проволоки, покрытой хлоридом серебра, помещенную в корпус с полупроницаемой пробкой, который заполнен раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³. Конец серебряной проволоки имеет токовыводящий контакт для подключения к прибору.

Электроды заполняют раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³. Хранят электроды в растворе хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³. Заполнение электродов производят по мере необходимости.

Примечание - Крайне важно чтобы серебряные проволочки внутри электрода были светлыми, если поверхность покрнеет, то проволочки промывают в растворе аммиака.

Влияние ионов серебра из хлорсеребряного электрода сравнения и вспомогательного устраниют, используя электрод с двойным соединением. Электрод с двойным соединением: корпус электрода делят приблизительно на 2 равных части (по центру корпуса) помещая внутрь скрученный фильтр (длиной не более 0,5 см). Первое (верхнее) пространство заполняют раствором хлорида калия концентрации 1 моль/дм³, вставляют скрученную серебряную проволоку с токоподводом, а второе (нижнее) - раствором нитрата калия концентрации 1 моль/дм³ (раствор фонового электролита) и закрывают скрученным фильтром.

После проведения анализов электрод хранят, погрузив его в раствор нитрата калия. Перед погружением в анализируемый раствор электрод тщательно промывают бидистиллированной водой.

В.2 Проверка стаканчиков, раствора фонового электролита и электродов на чистоту при определении концентрации серебра

Раствор фонового электролита (готовят непосредственно в кварцевом стаканчике вместимостью от 15 до 20 см³. К 1 см³ раствора нитрата калия молярной концентрации

1 моль/дм³, подкисленного азотной кислотой, добавляют бидистиллированную воду объемом 10 см³.

B.2.1 Выбор или создание параметров определения

Для загрузки существующей методики в главном меню выбирают пункт «Методика / Открыть». В окне выбора файла выбирают необходимый файл методики и нажимают кнопку «Открыть файл».

Для создания новой методики в главном меню выбирают пункт «Методика / Новая». В окно редактирования вводят параметры согласно методике проведения количественного химического анализа в соответствии с рисунками B.1, B.2, B.3, B.4, B.5.

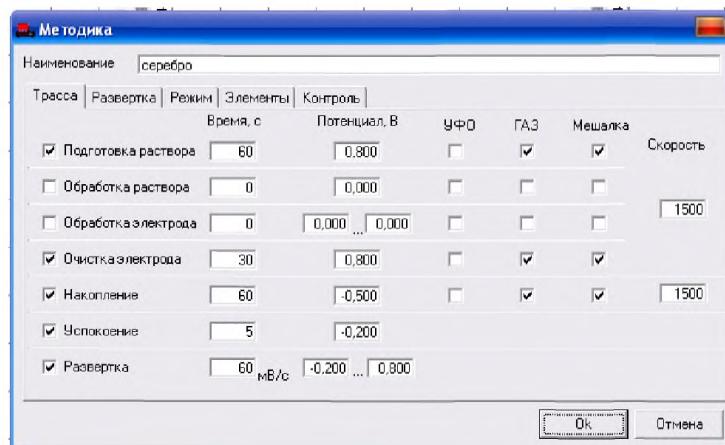


Рисунок B.1 – Методика

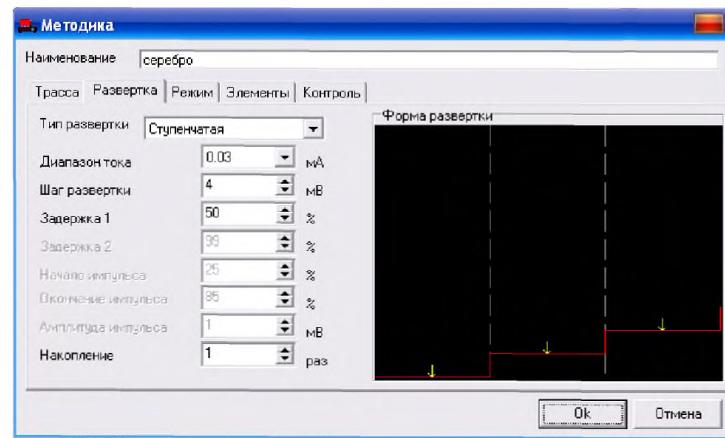


Рисунок B.2 – Методика

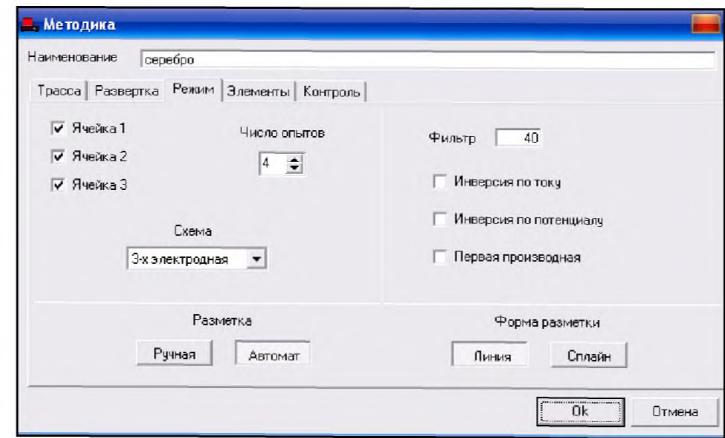


Рисунок B.3 – Методика

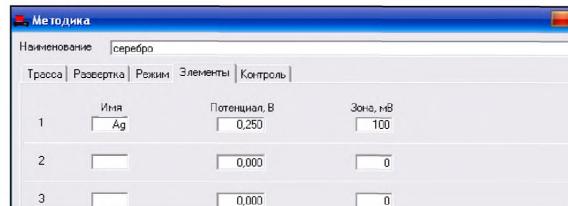


Рисунок В.4 – Методика

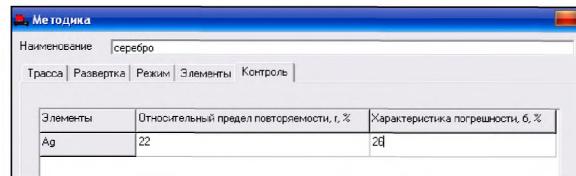


Рисунок В.5 – Методика

Сохраняют методику в команде главного меню «Сохранить методику» или на панели управления (например «Определение серебра в воде»).

В.2.2 Измерение фона

В приготовленный кварцевый стаканчик вместимостью от 15 до 20 см³ с помощью дозатора или мерной пипетки вносят 1 см³ раствор нитрата калия молярной концентрации 1 моль/дм³, подкисленный азотной кислотой, добавляют бидистиллированную воду объемом 10 см³.

Запускают команду «Анализ фона» и регистрируют 3 вольтамперограммы.

Проводят разметку полученных вольтамперограмм и удаление «выпадающих» кривых.

При наличии на вольтамперных кривых пиков определяемого компонента высотой более 0,1 мкА содержимое стаканчиков выливают, отмывают стаканчики и электроды так, чтобы в чистом фоне отсутствовали пики определяемого компонента (или были менее 0,1 мкА). По окончании измерения фона содержимое стаканчиков не выливают.

В.2.3 Проверка работы графитовых электродов по контрольной пробе (методом «введенено-найдено»)

После приготовления нового ГЭ проверяют работу электрода по контрольным пробам серебра.

Для этого выполняют следующие операции: в проверенный чистый раствор фонового электролита объемом 10 см³ вносят с помощью дозатора 0,02 см³ аттестованной смеси (АС-1) массовой концентрации 5 мг/дм³. Полученный раствор имеет массовую концентрацию серебра, равную 0,01 мг/дм³ и он является контрольной пробой серебра.

Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых.

При помощи дозатора вводят в каждый стаканчик еще одну добавку рабочего раствора серебра объемом 0,02 см³ массовой концентрации 5,0 мг/дм³. Запускают команду «Анализ пробы с добавкой», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм и проводят их обработку.

В окне «Просмотр результатов измерения сигнала» смотрят результаты разметки для всех типов вольтамперограмм во всех 3-х ячейках.

Вычисляют массовые концентрации серебра: в таблице «Количество» для каждой активной ячейки указывают объем пробы, объем минерализата, пошедший на растворение пробы, и объем аликвотной части подготовленной к анализу пробы.

Нажимают кнопку «Окно просмотра результатов анализа» в главном окне на панели управления. В таблице представлены значения массовых концентраций серебра для каждой из параллельных проб.

Нажимают кнопку «Приемлемость», в случае, когда результаты измерений параллельных проб приемлемы, вычисляется среднее арифметическое значение, которое принимают за результат анализа.

Если расхождения между полученными и введенными концентрациями не превышают 30 %, графитовые электроды считают пригодными к работе. В противном случае проверку графитовых электродов следует повторить еще раз.

В.3 Анализ подготовленной для анализа пробы на содержание серебра

Одновременно рекомендуется проводить анализ двух параллельных и одной резервной пробы в трех стаканчиках.

В.3.1 Анализ пробы

Стаканчики с пробой, подготовленной для измерения, помещают в электрохимическую ячейку, опускают электроды.

Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку и удаление «выпадающих» кривых».

В.3.2 Внесение добавки

В стаканчики с пробой с помощью дозатора вносят добавки АС серебра в таких объемах, чтобы высоты пиков на вольтамперограмме увеличились примерно в 2 раза (например, 0,02 см³ рабочего раствора серебра массовой концентрации 5 мг/дм³).

Добавку вносят в малом объеме, чтобы предотвратить изменение объема анализируемой пробы. Рекомендуемые добавки АС известной концентрации приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 – Рекомендуемые условия анализа вод при различном содержании серебра

Содержание Ag, мг/дм ³	Время электролиза, с	Концентрация АС для добавки, мг/дм ³	Рекомендуемый объем добавки АС, см ³
0,0001 – 0,0025	300 - 180	2,5	0,01
0,0025 – 0,01	180 - 120	2,5 – 5,0	0,01 – 0,02
0,01 – 0,1	120 - 60	10,0	0,01 – 0,05

Примечание - Если в пробе содержится большое количество серебра, то форма пика серебра искажается. В этом случае уменьшают в 2 – 3 раза объем анализируемой пробы или берут аликвоту подготовленной пробы. В последнем случае в стаканчик вносят фон, проверяют на чистоту и в раствор фону вносят аликвоту подготовленной пробы, а затем проводят измерения.

Запускают команду «Анализ добавки», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их обработку и удаление «выпадающих» кривых».

В.3.3 Вычисление массовых концентраций серебра

В таблице «Количество» для каждой активной ячейки указывают: объем пробы, объем минерализата, пошедший на растворение пробы, и объем аликовотной части подготовленной к анализу пробы.

Нажимают кнопку «Окно просмотра результатов анализа» на панели управления. В таблице представлены значения массовых концентраций серебра для каждой из параллельных проб.

В.3.4 Приемлемость

Нажимают кнопку «Приемлемость», в случае, когда результаты измерений параллельных проб приемлемы, вычисляется среднее арифметическое значение, которое принимают за результат анализа.

В.3.5 Сохранение документа

Для сохранения документа на панели управления нажимают кнопку «Сохранить файл архива» или в главном меню выбирают пункт «Документ / Сохранить в архиве».

Для печати вольтамперных кривых нажимают кнопку «Печать кривых вольтамперограммы» или в главном меню выбирают пункт «Документ / Печать графиков». Пример вольтамперных кривых показан на рисунке В.6.

Данные результата анализа могут быть распечатаны в виде протокола по существующему шаблону отчета. Так же возможно создание шаблона по требуемому типу оформления отчета.

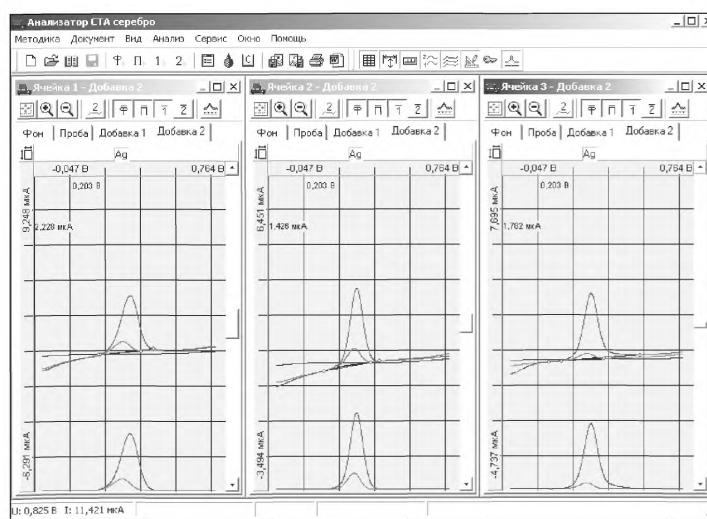


Рисунок В.6 - Вольтамперограммы фонового электролита, пробы и пробы с добавками АС серебра при определении массовой концентрации серебра

Приложение Г
(информационное)

Выполнение определения массовой концентрации таллия с использованием вольтамперометрического аналитического комплекса СТА

Комплекс аналитический вольтамперометрический СТА должен содержать комплект оборудования для определения таллия:

- индикаторный электрод (рабочий) – графитовый;
- электрод сравнения – хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3,0 кОм;
- вспомогательный электрод – хлорсеребряный, заполненный раствором хлорида калия молярной концентрации 1 моль/дм³, с сопротивлением не более 3,0 кОм;
- сменные стаканчики из кварцевого стекла вместимостью от 20 до 25 см³;
- тефлоновая трубка с оттянутым концом для подвода инертного газа для удаления кислорода из раствора и его перемешивания.

Г.1 Подготовка графитового электрода, проверка стаканчиков, фонового раствора и электродов на чистоту

Г.1.1 В три чистых стаканчика вместимостью от 15 до 20 см³ с помощью дозатора вносят от 10 до 12 см³ бидистиллированной воды, 0,4 см³ раствора трилона Б молярной концентрации 0,2 моль/дм³ и 0,025 см³ раствора ртути массовой концентрации 2 мг/дм³.

Стаканчики помещают в каждую из трех электрохимических ячеек анализатора СТА. Опускают в раствор индикаторные электроды (графитовые), электроды сравнения, вспомогательные электроды, азотные трубочки и подключают их к соответствующим клеммам прибора в каждой ячейке.

Загружают файл созданной заранее методики, в главном меню выбирают пункт «Методика / Открыть» или создают новую методику.

Для создания новой методики в главном меню выбирают пункт «Методика / Новая» и вводят следующие параметры в соответствии с рисунками Г.1, Г.2, Г.3, Г.4.

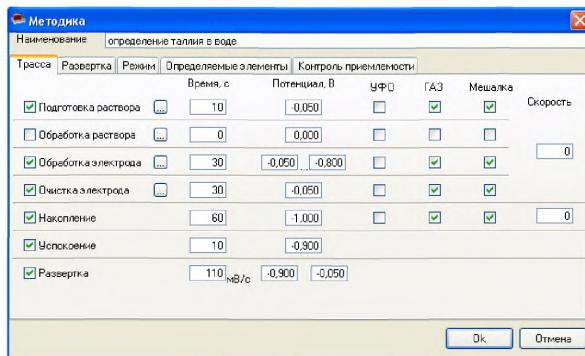


Рисунок Г.1 – Методика

СТ РК 2487-2014

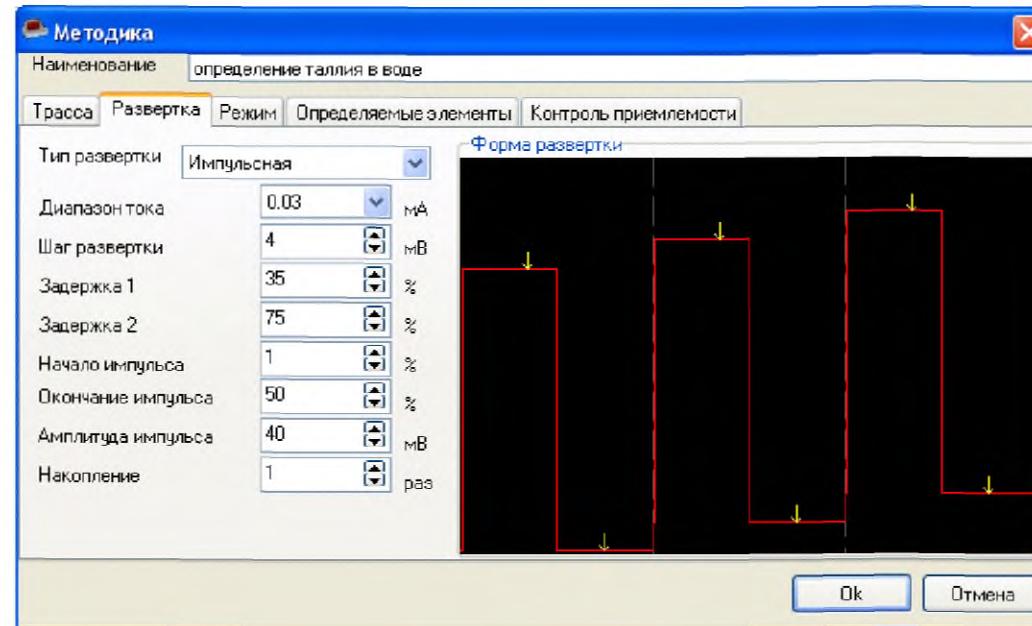


Рисунок Г.2 – Методика

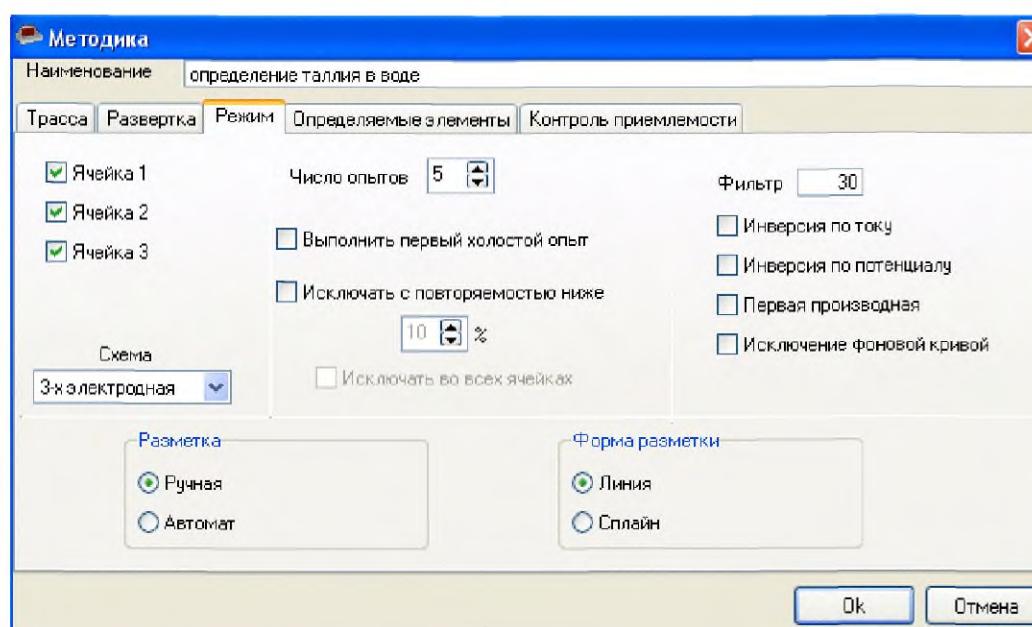


Рисунок Г.3 – Методика

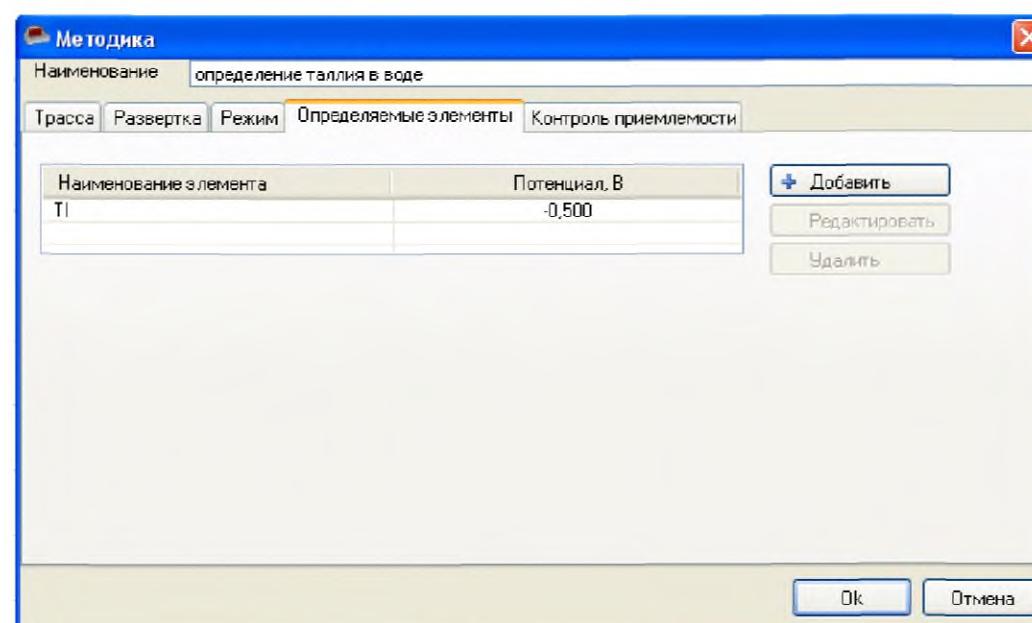


Рисунок Г.4 – Методика

Сохраняют методику в команде главного меню «Сохранить методику» или панели управления.

Г.1.2 Отмывка

Наливают в три стаканчика от 10 до 12 см³ бидистиллированной воды, помещают в электрохимическую ячейку, нажимают на клавиатуре управления ячейки подачу газа «Газ» и перемешивание «Меш», выдерживают в течение времени от 5 до 10 с и меняют воду в стаканчиках на новую порцию бидистиллированной воды. Процедуру повторяют от 3 до 4 раз.

Г.2 Проверка работы графитового электрода по контрольной пробе таллия**Г.2.1 Измерение фона**

В чистые стаканчики с помощью дозатора или мерной пипетки наливают 10 см³ наливают фоновый электролит и помещают в электрохимическую ячейку. Опускают электроды. Запускают команду «Анализ фона», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых.

Г.2.2 Анализ пробы

При помощи дозатора вводят в стаканчики по 0,01 см³ рабочего раствора таллия массовой концентрации 0,5 мг/дм³ (АС-3). Полученный раствор будет являться контрольной пробой с массовой концентрацией таллия 0,0005 мг/дм³ при объеме пробы 10 см³.

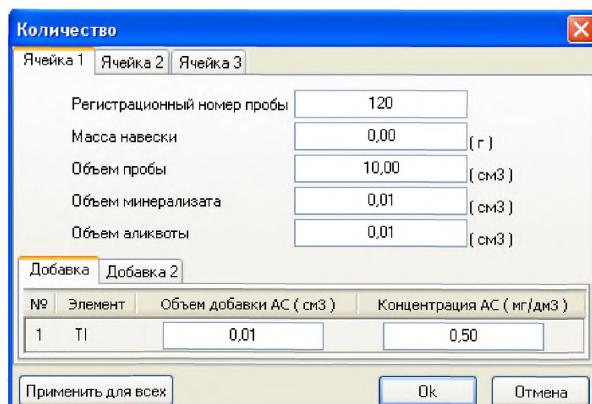
Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых.

Г.2.3 Измерение пробы с добавкой

При помощи дозатора вносят в стаканчики с пробой еще одну добавку АС-3 таллия объемом 0,01 см³ той же концентрации. Запускают команду «Анализ добавки», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых.

Г.2.4 Расчет массовой концентрации таллия в контрольной пробе

Заполняют таблицу «Количество» в соответствии с рисунком Г.5.

**Рисунок Г.4 – Количество**

В окне «Результаты измерения сигналов» отображаются результаты разметки для всех типов вольтамперограмм в соответствии с рисунком Г.5.

Результаты измерения сигналов		
Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Добавка	Tl	Повторяю
График3	0,201	97
График2	0,197	100
График1	0,160	97
Среднее значение	0,186	
Средний по фону		
Средний по пробе	0,079	
Средний по 1-й добавке	0,186	
Средний по 2-й добавке		

Результаты измерения сигналов		
Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Добавка	Tl	Повторяю
График3	0,127	99
График2	0,125	100
График1	0,113	99
Среднее значение	0,122	
Средний по фону		
Средний по пробе	0,063	
Средний по 1-й добавке	0,122	
Средний по 2-й добавке		

Рисунок Г.5 - Результаты измерения сигналов

На панели управления нажимают кнопку «Окно просмотра результата анализа» в соответствии с рисунком Г.6.

Элемент	Ячейка 1	Ячейка 2	Ячейка 3
Tl	0,000370 [мг/дм3]	0,000535 [мг/дм3]	0,000391 [мг/дм3]

Учитывать фон
 Учитывать Добавку 2
 Вычислять по усредненным вольтамперограммам

Приемлемость

Ok

Рисунок Г.6 - Результаты измерения сигналов

Если расхождение между полученными и введенными концентрациями в ячейках не превышает 30 %, графитовые электроды считают пригодными к работе.

Если расхождение между результатами в ячейках составляет более 30%, графитовый электрод зачищают на фильтровальной бумаге, 3 – 4 раза ополаскивают бидистиллированной водой и повторяют операцию по Г.2.

Г.3 ИВ измерения при анализе реальной пробы на содержание таллия

Одновременно рекомендуется проводить измерения двух параллельных и одной «резервной» пробы в трех стаканчиках.

Г.3.1 Измерение фона

В чистые стаканчики наливают фоновый электролит и помещают в электрохимическую ячейку. Опускают электроды. Запускают команду «Анализ фона», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых. Стаканчики убирают.

Г.3.2 Измерение пробы

Стаканчики с пробой анализируемого объекта, подготовленные для измерения по разделу «Подготовка пробы», помещают в электрохимическую ячейку, опускают электроды. Запускают команду «Анализ пробы», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых».

Г.3.3 Измерение пробы с добавкой

В стаканчики с пробой с помощью пипетки или дозатора вносят добавки от 0,01 до 0,02 см³ рабочего раствора таллия массовой концентрации 0,5 мг/дм³ (АС-3) или другой АС в зависимости от предполагаемой концентрации таллия в пробе, чтобы высоты пиков на вольтамперограмме увеличились примерно в 2 раза. Запускают команду «Анализ добавки», регистрируют от 3 до 5 вольтамперограмм, проводят их разметку, удаление «выпадающих» кривых».

В окне «Просмотр результатов измерения сигнала» смотрят результаты разметки для всех типов вольтамперограмм во всех 3-х ячейках (после добавки).

Г.3.4 Вычисление массовых концентраций элемента

В таблице «Количество» для каждой активной ячейки указывают: объем пробы, объем минерализата, пошедший на растворение озолённой пробы, и объем аликовтной части подготовленной к анализу пробы.

Нажимают кнопку «Окно просмотра результатов анализа» в главном окне на панели управления.

Нажимают кнопку «Приемлемость», в случае, когда результаты измерений параллельных проб приемлемы, вычисляется среднее арифметическое значение, которое принимают за результат анализа.

Г.3.5 Сохранение документа

Для сохранения документа на панели управления нажимают кнопку или в главном меню выбирают пункт «Документ / Сохранить в архиве».

Для печати вольтамперных кривых нажимают кнопку или в главном меню выбирают пункт «Документ / Печать графиков». Пример вольтамперных кривых показан на рисунке Г.7.

Данные результата анализа могут быть распечатаны в виде протокола по существующему шаблону отчета. Так же возможно создание шаблона по требуемому типу оформления отчета.

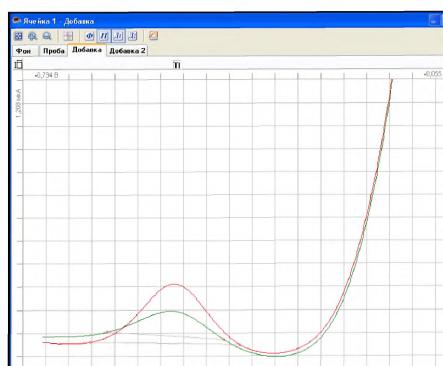


Рисунок Г.7 - Вольтамперограммы при регистрации аналитических сигналов таллия в пробе и в пробе с добавкой АС таллия

Библиография

- [1] Технический регламент «Общие требования к пожарной безопасности» утвержденный Постановлением Правительства Республики Казахстан от 16 января 2009 г № 14.
- [2] Технический регламент «Требования к безопасности пожарной техники для защиты объектов» утвержденный Постановлением Правительства от 16 января 2009 г № 16.
- [3] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 60-2003. Государственная система обеспечения единства измерений. Смеси аттестованные. Общие требования к разработке
- [4] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 61-2010. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки
- [5] Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 76-2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа

Басуға _____ ж. кол қойылды Пішімі 60x84 1/16
Қағазы оғсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Тарапалмы _____ дана. Тапсырыс _____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы, Орынбор көшесі, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 79 33 24