



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТЫ

СУ САПАСЫ

Фторидтерді анықтау әдісі

КАЧЕСТВО ВОДЫ

Метод определения фторидов

ҚР СТ 2727-2015

Ресми басылым

**Казақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі
Техникалық реттеу және метрология комитеті
(Мемстандарт)**

Астана



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ СТАНДАРТЫ

СУ САПАСЫ

Фторидтерді анықтау әдісі

ҚР СТ 2727-2015

Ресми басылым

**Казақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі
Техникалық реттеу және метрология комитеті
(Мемстандарт)**

Астана

АЛҒЫСОЗ

1 «Қазақстан метрология институты» республикалық мемлекеттік кәсіпорны ӘЗІРЛЕП ЕҢГІЗДІ

2 Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі Техникалық реттеу және метрология комитеті төрағасының 2015 жылғы 30 қарашадағы №253-од бұйрығымен **БЕКІТЛІП ҚОЛДАНЫСҚА ЕҢГІЗІЛДІ**

3 Осы стандарт ISO 5725-6:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6. use in practice of accuracy values («Өлшеу әдістері мен нәтижелерінің дәлдігі (дұрыстығы мен прецизиондығы). 6-бөлім. Дәлдік мәндерін тәжірибеде пайдалану») халықаралық күжаттарының талаптарын ескере отырып өзірленген.

Осы стандартта «Техникалық реттеу туралы» Қазақстан Республикасының 2004 жылғы 9 қарашадағы № 603-II Заңының, «Қазақстан Республикасының тілдері туралы» Қазақстан Республикасының 1997 жылғы 11 шілдедегі № 151-I Заңының, «Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» Қазақстан Республикасының 2000 жылғы 7 маусымдағы № 53-II Заңының талаптары іске асрылған.

**4 БІРНІШІ ТЕКСЕРУ МЕРЗІМІ
ТЕКСЕРУ КЕЗЕҢДІЛІГІ**

**2022 жыл
5 жыл**

5 АЛҒАШ РЕТ ЕҢГІЗІЛДІ

Осы стандартта өзгерістер туралы ақпарат жыл сайын басылып шыгарылатын «Стандарттау жөніндегі нормативтік күжаттар» ақпараттың нұсқаулығында, ал өзгерістер мен түзетулер мәтіні - ай сайын басылып шыгарылатын «Ұлттық стандарттар» ақпараттың нұсқаулығында жасағыланады. Осы стандарт қайта қаралған (аудыстырылған) немесе күй жойылған жағдайда тиісті ақпарат ай сайын жасағыланатын «Ұлттық стандарттар» ақпараттың нұсқаулығында жасағыланатын болады.

Осы стандарт Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігі Техникалық реттеу және метрология комитетінің рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толыктай немесе бөлшектеліп басылып шығарыла, көбейтіле және таратыла алмайды

СУ САПАСЫ**Фторидтерді анықтау әдісі****Енгізілген күні 2017-01-01****1 Қолданылу саласы**

Осы стандарт су және атмосфералық жауын-шашының барлық типіне (жаңбыр, бұршақ және қар) олардың сапасын бақылау кезінде, сондай-ақ экологиялық және санитарлық-гигиеналық бақылау мақсатында таралады [1], [2].

Стандарт жаппай концентрация ауқымы сәйкесінше 0,02-ден 2.00 мг/дм³-ге дейін және 0,02-ден 1000 мг/дм³-ге дейін болатын фторидтерді анықтаудың фотометрлік және потенциометрлік әдістерін белгілейді.

Стандарт фотометрлік әдісті іске асыру кезінде боялған суга және жалпы минералдануы 5000 мг/дм³ асатын суга қолданылмайды.

2 Нормативтік сілтемелер

Осы стандартты қолдану үшін келесі анықтамалық нормативтік құжаттар қажет:

ҚР СТ 2.1-2009 Қазақстан Республикасының Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Терміндер мен анықтамалар.

ҚР СТ 2.10-2009 Қазақстан Республикасының Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Аттестатталған қоспалар. Өзірлеу, аттестаттау және қолдану тәртібі.

ҚР СТ 2.18-2009 Қазақстан Республикасының Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Жобалау әдістері. Өзірлеу, метрологиялық аттестаттау, тіркеу және қолдану тәртібі.

ҚР СТ 1174-2003 Объектілерді корғауға арналған өрт транспортты. Негізгі түрлері, орналаскан жері және кызмет көрсету ».

ҚР СТ ИСО 5667-10-2013 Судың сапасы. Сынама іріктеу. 10-бөлім. Сарқынды судың үлгісін іріктеу жөніндегі нұсқау.

ҚР СТ ГОСТ Р 51592-2003 Су. Үлгін іріктеу жөніндегі жалпы талаптар.

ГОСТ ИСО 5725-6-2003 Өлшеу нәтижелері мен әдістердің дәлдігі (дүрыстық және нақтылығы). 6- бөлім: Дәлдік мәндерін тәжірибеде пайдалану.

ГОСТ 8.010-2013 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Өлшеу әдістері. Негізгі ережелер.

ҚР СТ 2727-2015

ГОСТ 8.315-97 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Заттар мен материалдардың қасиеті мен құрамының стандарттық үлгілері. Негізгі ережелер.

ГОСТ 12.1.004-91 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Орт қауіпсіздігі. Жалпы талаптар.

ГОСТ 12.1.005-88 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Жұмыс аймағына қойылатын жалпы санитарлы-гигиеналық талаптар.

ГОСТ 12.1.007-76 Еңбек қауіпсіздігі стандарттарының жүйесі. Зиянды заттар. Жалпы қауіпсіздік талаптар және оларды жіктеу.

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

ГОСТ 17.1.1.01-77 Табигатты қорғау. Гидросфера. Суды пайдалану және қорғау. Негізгі терминдер мен анықтамалар.

ГОСТ 17.1.5.05-85 Табигатты қорғау. Гидросфера. Жер үсті және теңіз сұлары, мұз және атмосфералық жауын үлгілерін іріктеудегі қойылатын жалпы талаптар.

ГОСТ 61-75 Реактивтер. Сірке қышқылы. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 199-78 Реактивтер. Натрий ацетаты 3-сұлы. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 1770-74 Өлшемген зертханалық шыны ыдыс. Цилиндр, үйрмелер, құтылар, пробиркалар. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 3118-77 Реактивтер. Тұз қышқылы. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 4204-77 Реактивтер. Күкірт қышқылы. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 4463-76 Реактивтер. Натрий фториді. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 6709-72 Тазартылған су. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 12026 -76 Зертханалық сұзғі қағаз. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 16287-77 ГСП сутегі иондар қызметін анықтау үшін шыны өнеркәсіптік электродтар. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 17792-72 Құміс хлоридінің 2-санатты қаныққан салыстырмалы электроды.

ГОСТ 22280-76 Реактивтер. Натрий цитраты 5,5-сұлы. Техникалық сипаттамалары.

ГОСТ 24104-2001 Зертханалық таразылар. Жалпы сипаттамасы

ГОСТ 25336-82 Шыныдан жасалған зертханалық ыдыс пен жабдықтар.

Түрлері, негізгі параметрлері мен өлшемдері.

ГОСТ 27384-2002 Су. Құрамы мен қасиеттерін өлшеу қателігінің нормалары.

ГОСТ 29169-91 Зертханалық шыны ыдыс. Бір белгісі бар тамшылар.

ГОСТ 29227-91 Зертханалық шыны ыдыс. Градуирленген тамшылар. 1-бөлім. Жалпы талаптар.

РМГ 61-2013 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Сандық химиялық талдау әдісінің дәлдік, нақтылық, шыншылдық көрсеткіштері Бағалау әдістері.

РМГ 76-2004 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Сандық химиялық талдау нәтижелерінің сапасын ішкі бақылау.

Ескертпе - Осы стандартты пайдаланған кезде сілтеме стандарттар ағымдағы жылдағы жай-күй бойынша жыл сайын басылып шығарылатын «Стандарттау жөніндегі нормативтік құжаттар» акпараттық сілтемесібойның және ағымдағы жылда жарияланған тиісті ай сайын басылып шығарылатын акпараттық сілтемелер бойынша тексерген дұрыс. Егер сілтеме құжат ауыстырылса (өзгерілсө), онда осы стандартты пайдаланған кезде ауыстырылған (өзгерілген) стандартты басшылыққа алу керек. Егер сілтеме құжат ауыстырусыз жойылса, онда оған сілтеме берілген ереже осы сілтемені қозғамайтын болікте колданылады.

3 Терминдер мен анықтамалар

Осы стандартта ҚР СТ 2.1, ҚР СТ 2.18, ГОСТ 8.010, ГОСТ ИСО 5725-6-2003, ГОСТ 17.1.1.01, МСБҮ 61 сәйкес терминдер мен анықтамалар колданылады.

4 Өлшеу әдістері

4.1 Фтор иондарды анықтаудын фотометриялық әдісі цирконий тұзының (IV) қышыл ортада қызыл түс көрсеткіштің кешенді қосылыстарды тудыруына негізделген. Цирконий фтор-иондардың катысуымен түссіз күрделі иондарға ZrF_6^- байланысады, соған орай ерітіндін түсі әлсірейді. Оптикалық тұғыздықтың төмендеуі фтор-иондарының құрамына тұра пропорционал болып табылады.

Фторидтерді анықтауда сульфат құрамының $200 \text{ мг}/\text{дм}^3$ - астам, хлоридтың $2000 \text{ мг}/\text{дм}^3$ астам, фосфат пен марганецтың $1 \text{ мг}/\text{дм}^3$ -ден астам, алюминийдің $0,5 \text{ мг}/\text{дм}^3$ астам және темірдің (III) $- 2,0 \text{ мг}/\text{дм}^3$ астам болуы кедергі жасайды..

4.2 Фторид-иондарды анықтаудың потенциометриялық әдісі ерітіндідегі бос фтор-иондарың қызметіне байланысты селективті электрод әлеуетінің өзгеруіне негізделеді.

Өлшеу pH мәнін 5-төн 7 деңгейінде ұстап тұратын және иондық күшінің белгілі бір құнын колдайтын, сонымен қатар катиондардың жоғары әсерін жойып (мысалы, темірдің және алюминийдің), олардың байланыс кешендерін бұзатын буферлік ерітіндінің (құрамында натрий цитраты бар) катысуымен жүзеге асырылады.

Анықтауға Cl^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , HCO_3^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} иондары мен өзге иондар кедергі жасамайды.

Анықтауға электродтың жұмыс істеу бетіне пленка қалыптастыратын заттар кедергі болуы мүмкін. Мұндай жағдайларда басқа әдісті пайдалана отырып, фторид-иондарды анықтау ұсынылады.

Үлгідегі фторид-иондардың жаппай концентрациясын электрод әлеуеттінің үлкендігіне және фторид-иондардың кері логарифм шамасының құнына (pF) (концентрациясына) байланысты табады.

5 Өлшеу дәлдігіне қойылатын талаптар

5.1 Осы стандартта реттелген өлшеу шарттарын орындау кезінде нақтылық және дәлдік ($P=0,95$ кезінде және $n=2$) және ($m=2$) сипаттамалары 1-кестеде көрсетілген мәннен аспауы кажет.

1-кесте – Өлшеу нәтижелерінің дәлдік және нақтылық сипаттамаларының мәндері

Салыстырмалы мәнде			
Фторид-иондар концентрациясының салмақ ауқымы, мг/дм ³	Шектеу		Дәлдік көрсеткіштері ($P=0,95$, $n=2$), $\pm\delta^*$
	қайталаңылуы (n=2)	жанғырғыштығы, R (m=2)	
Фотометрлік әдіс			
0,02 –ден 0,20 қоса алғанда	0,38	0,45	0,32
0,20 « 2,00 » -ден жоғары	0,18	0,21	0,15
Потенциометрлік әдіс			
0,02-ден 5,00 қоса алғанда	0,15	0,17	0,14
5,0 ден « 1000,0 » жоғары	0,11	0,13	0,10

* Сенімділік деңгейі үшін кеңейтілген белгісіздік мәні шамамен, $P=0,95$ және $k=2$ қамту коэффициентіне сәйкес.

5.2 Талдау нәтижесінің дәлдігі ГОСТ 27384 талаптарына сәйкес келеді.

5.3 Фторидтың массалық концентрациясы 200 мг/дм³ –ден жоғары үлгілерді өлшеу кезінде оларды бес реттен аспай, тазартылған сумен сүйылтуға рұксат етіледі.

5.4 Көрсеткіш дәлдігінің (қайталаңуыштық, жанғырғыштық) мәнін талдау нәтижелерінің қолайлылығын бағалау барысында колданады.

Дәлдік көрсеткішінің мәні (қателік шектер/кеңейтілген белгісіздігі) келесіде қолданады:

- зертханада берілетін өлшеу нәтижелерін ресімдеуде;
- өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау барысында;

- әдістерді накты зертханада іске асыруда өлшем нәтижелерін пайдалану мұмкіндігін бағалауда.

6 Өлшеу жағдайларына қойылатын талаптар

Талдауларды орындау кезінде келесі талаптар сакталуы тиіс:

- ауа температурасы $(20\pm 5)^\circ\text{C}$;
- атмосфералық қысым 84,0-ден бастап 106,7 кПа-ға (630 бастап 800 мм рт.ст.) дейін;
- ауа ылғалдылығы температура 25°C кезінде 80% артық емес.

7 Фторид-иондарды анықтаудың фотометриялық әдісі

7.1 Фторид-иондарды фотометриялық әдіспен өлшеулерді орындау кезінде 7.1.1 - 7.1.3. бойынша өлшеу құралдарын, қосалқы құрылғыларды, материалдарды, реагенттер мен ерітінділерді қолданады.

7.1.1 Өлшеу құралдары

$\pm 1\%$ - дан аспайтын қателігімен 540 нм толқын ұзындығы кезінде өткізу коэффициентін өлшеуді қамтамасыз ететін фотоколориметр немесе спектрофотометрдің кез-келген түрі.

Дәлдік дәрежесі жоғары зертханалық таразылар ГОСТ 24104 сәйкес.

Өлшемді құтылар 2-50 (100, 1000)-2 ГОСТ 1770 сәйкес.

Градиурленген тамшуырлар 2-2-2-5, 2-2-2-10 ГОСТ 29227 сәйкес.

Бір белгісі бар тамшуырлар 2-2-1, 2-2-2, 2-2-5, 2-2-10, 2-2-25, 2-2-50 ГОСТ 29169 сәйкес.

Өлшемді цилиндрлер 1-100(500, 1000) ГОСТ 1770 сәйкес.

Массалық концентрациясы 1,0 мг/см³ және салыстырмалы қателігі $\pm 1\%$ фторид-ион ерітіндісі құрамының стандартты үлгілері (ХСҮ, МСҮ).

7.1.2 Қосымша жабдықтар мен материалдар

Қыздыру температурасын 105°C -қа дейін қамтамасыз ететін жалпы зертханалық максаттағы көптүрү шкафы.

Сыйымдылығы кем дегенде 200 см³ болатын, бұрандалы қақпағы бар полиэтиленнен жасалған бөтөлкелер.

Құты В-36-80 ШТС, В-56-110 ГОСТ 25336 сәйкес.

Шынылар В-1-1000 ШТС ГОСТ 25336 сәйкес.

Полиэтилен/полипропиленнен жасалған сыйымдылығы 100, 1000 см³ шынылар.

Жалпыланған индикаторлы қағаз.

Зертханалық сүзгі қағаз ГОСТ 12026 сәйкес.

«Ақ таспа» қағаз фильтрі қолданыстағы нормативтік құжаттар бойынша.

ҚР СТ 2727-2015

7.1.3 Реактивтер мен ертінділер

Цирконий (IV) хлорокисі, 8-сулы, т.ү.т., массалық концентрациясы 0,06 г/дм³ болатын ертінді.

Натрий фториді ГОСТ 4463 сәйкес, т.ү.т., массалық концентрациясы 1, 10, 100 мг/дм³ болатын фтор иондарының ертіндісі.

Ксиленді қызғылт түсті, т.ү.т., массалық концентрациясы 2 г/дм³ болатын ертінді.

Тұз қышқылы ГОСТ 3118 сәйкес, х.т. және 1:4 сұйылтылған.

Тазартылған су ГОСТ 6709 сәйкес.

Ескертпе - өзге де өлшеу құрылғыларының түрлерін соның ішінде, ыдыстарды, керек-жараптарды, реагенттер және әртүрлі нормативті-техникалық құжаттама негізінде жасалған материалдарды, метрологиялық және/немесе техникалық немесе соған ұқсас сипаттамалары бар импорттық құралдарды пайдалануға болады.

7.2 Өлшеуді орындауға дайындық

7.2.1 Өлшеуді орындауға дайындақ кезінде келесі жұмыстар жүргізіледі.

7.2.1.1 Сынамаларды іріктеу және сақтау

Су үлгілерін іріктеуді ГОСТ 17.1.5.05 немесе ҚР СТ ГОСТ 51592, ҚР СТ ИСО 5667-10 сәйкес өткізеді.

Үлгілерді қолемі 200 см³ -ден кем емес полиэтиленді шыныға жинайды, консервілемейді.

Үлгілерді 1 айдан көп мерзімге сактамайды.

7.2.1.2 Шыны дайындау

Талдауға колданылатын зертханалық шыныны мұқият ыстық ағын сүмен, содан кейін 1:4 сұйылтылған тұз қышқылымен жуады және тазартылған сүмен кемінде бес рет шайқайды. Шыны дайындау кезінде:

- концентратталған күкірт және азот қышқылын колдануға рұқсат етіледі;

- соданы, сілтілерді, жуғыштың барлық түрлерін, хром қоспасын колдануға тыйым салынады.

7.2.1.3 Ертінділерді дайындау

7.2.1.3.1 Массалық концентрациясы 0,06 г/дм³ болатын цирконий хлорқышқылы ертіндісін дайындау.

Салмағы 0,06 г цирконий хлорокисінің бір бөлігін сыйымдылығы 1000 см³ өлшенген құтыға орналастырып, 40 см³ су құяды да, араластырады, сосын 500 см³ тұз қышқылын косып, осы сүмен таңбаға жеткізеді де мұқият араластырады.

Ертіндіні сактау мерзімі - 6 ай.

7.2.1.3.2 Массалық концентрациясы 2 г/дм³ болатын ксиленді қызғылт ертіндіні дайындау.

Салмагы 0,2 г ксиленді қызығылтыын аспасын сыйымдылығы 100 см³ өлшенген құтыға орналастырып, сумен таңбага жеткізеді, мұқият арапастырады. Ерітіндін сүзіп алып, қаранды шыны ыдыста сактайды.

Ерітіндін сактау мерзімі - 1 ай.

7.2.1.3.3 Фторид-иондарының ерітіндісін дайындау

Массалық концентрациясы 100 мг/дм³ болатын А фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: (100-105) °С температурада тұрақты салмаққа дейін кептірілген, салмагы 0,2211 г натрий фторидінің бір бөлігін, сыйымдылығы 1000 см³ өлшенген құтыға орналастырады, сосын 300 см³ суда ерітеді де, осы сумен ерітінді көлемін таңбага жеткізеді, мұқият арапастырады.

Ерітіндін қакпағы нық жабылған полиэтилен/полипропилен шыныларында сактайды.

А ерітіндісін сактау мерзімі - 3 ай.

Массалық концентрациясы 10 мг/дм³ болатын Б фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: 10 см³ Б ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ өлшенген құтыға орналастырып, сумен ерітінді көлемін таңбага жеткізеді де, арапастырады, полиэтилен (полипропилен) ыдысына ауыстырып, нық етіп жабады.

Б ерітіндісінің жаңадан дайындалғанын қолданады.

Массалық концентрациясы 1 мг/дм³ болатын В фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: 10 см³ В ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ өлшенген құтыға орналастырып, сумен ерітінді көлемін таңбага жеткізіп арапастырады, полиэтилен (полипропилен) ыдысына ауыстырып, нық етіп жабады.

В ерітіндісінің жаңадан дайындалғанын қолданады.

Ескерте - фторид-иондарының А-В ерітіндісін массалық концентрациясы 1,0 мг/см³ және салыстырмалы дәлдігі ±1 % болатын стандарт үлгілерін (ХСҮ, МСҮ санатты) 10 рет сүйылту арқылы дайындауға болады.

7.2.1.4 Өлшеу құралдарының дайындылығы және өлшем жүргізу тәртібі олардың қолдану нұсқаулықтарына сәйкес қамтамасыз етіледі. Барлық құралдар салыстырып тексерілген болуы тиіс.

7.2.1.5 Градуирлеу кестесін құру

Фторид-иондары 0,0; 0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 мг/дм³ сәйкес келетін 0,0; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 см³ В ерітіндісін, сыйымдылығы 50 см³ болатын өлшенген алты құтыға қатарынан енгізеді. Ерітіндіні сумен таңбага жеткізеді, арапастырады және сыйымдылығы 100 см³ болатын арнайы өлшенген құтыға ауыстырады, 10 см³ цирконий хлороксидін қосады да арапастырады, содан кейін 2,0 см³ ксиленді қызығылт ерітіндісін қосып қайта арапастырады.

Дайын болған ерітіндінің түсі қанығырақ болып шығуы үшін, оны бөлме температурасында 20 минут көлемінде ұстайды.

Содан кейін ерітінділерді толқын ұзындығы 540 нм, ал қабат қалындығы 3 см болатын кюветте «нөлдік ерітіндіге» (фторид-иондар ерітіндісінің массалық концентрациясы 0 мг/дм³) катысты фотометрлайді.

Нәтижесінде алынған оптикалық тығыздық мәні бойынша (ось ординаты) және соның мәніне сәйкес келетін мг/дм³ (абсцисса осі) фтор құрамынан градуирлеу кестесін құрады.

Әрбір баған үшін үш ерітінді түрін дайындайды және оптикалық тығыздықтың орташа құнын анықтайды.

Градуирлеу кестесін кем дегенде тоқсанына бір рет, сонымен катар реагенттердің ауысуы кезінде, жәндегу жұмыстары немесе өлшеу құралдарын ауыстырган жағдайда тексереді.

7.3 Талдауды орындау тәртібі

7.3.1 Үлгідегі фторид-иондардың массалық концентрациясын өлшеу кезінде келесі операциялар орындалады.

Су үлгісін мұқият араластырады және «ак таспа» сұзгісі арқылы сүзіп алады. Сүзіндінің бірінші бөлігін лактырады.

Әмбебап индикатор қағазда судың pH анықтайды. pH үлкендігі 5 тен 8 pH бірлікке дейін ауқымында болуы тиіс.

Содан кейін сыйымдылығы 100 см³ болатын өлшенген құтыға тамшыр арқылы 5-тен 50 см³ дейінгі су үлгісін (V_a) таңдал салады. Үлгі аликвотының көлеміне байланысты $V_B = 50 - V_a$ шамада есептелген тазартылған су; 10 см³ цирконий хлороксидін косады және араластырады. 2 см³ кисиленді қызылт ерітіндісін косады да араластырады.

Дайын болған ерітіндінің түсі қанығырақ болып шығуы үшін, оны бөлме температурасында 20 минут көлемінде ұстайды.

Содан кейін ерітінділерді толқын ұзындығы 540 нм, ал қабат қалындығы 3 см болатын кюветте «нөлдік ерітіндіге» қатысты фотометрлайді.

7.3.2 Фторид-иондардың (X , мг/дм³) үлгідегі массалық концентрациясын градуирлеу кестесін бойынша табады.

7.4 Өлшеу нәтижелерін өндөу

Өлшеу нәтижелерін өндөуді келесі тәсіл арқылы орындаиды.

Фторид-иондардың судағы массалық концентрациясын, X , мг/дм³, келесі формуламен табады:

$$X = \frac{C \cdot V}{V_a}, \quad (1)$$

мұнда C - фтордың үлгідегі массалық концентрациясы, калибрлеу бағаны бойынша табылған, мг/дм³;

V – үлгі ерітіндісінің қолемі, 50 см³;

V_a - үлгі аликвотының қолемі, (10-нан 50 см³ дейін).

8 Фторид-иондарды анықтаудың потенциометрлік әдісі

8.1 Фторид-иондарды потенциометрлік әдіспен анықтау кезінде ккелесі өлшеу құралдарын, керек-жараптарды, материалдарды, реактивтер мен ерітінділерді колданады.

8.1.1 Өлшеу құралдары

Рұқсат етілген кателік шегі $\pm 1,0$ -ден көп емес немесе pH-метр-милливольтметр өлшеу кателігі pH $\pm 0,05$ бірлікті әмбебап иономердің кез-келген түрі, соның ішінде:

- электрод әлеуетінің ауыткуы кемінде ± 6 мВ/рF болатын фторселективті электрод;
- салыстырмалы күмісхlorидті электрод ГОСТ 17792 сәйкес.
- шыны электрод ГОСТ 16287 сәйкес.

Дәлдік дәрежесі жоғары зертханалық таразылар ГОСТ 24104 сәйкес.

Өлшемді құтылар 2-100-2 ГОСТ 1770 сәйкес.

Градиуруе тамшылары 2-2-2-1, 2-2-2-5, 2-2-2-10 ГОСТ 29228 сәйкес.

Бір белгісі бар тамшылар 2-2-2, 2-2-5, 2-2-10, 2-2-20, 2-2-25 ГОСТ 29169 сәйкес.

Өлшемді цилиндрлер 1-50 ГОСТ 1770 сәйкес.

Массалық концентрациясы 1,0 мг/см³ және салыстырмалы қателігі ± 1 % фторид-ион ерітіндісі құрамының стандартты үлгілері (ХСY, МСY) .

8.1.2 Косымша жабдықтар мен материалдар

Айналу жылдамдығын 400-ден 1200 а/мин дейін қамтамасыз ететін магниттік арапастырылыш.

Шынылар В (Н)-1-1000- ШГС ГОСТ 25336 сәйкес.

Полиэтилен/полипропиленнен жасалған сыйымдылығы 50, 100 см³ шынылар.

Сыйымдылығы 100, 250, 500, 1000 см³ болатын, бұрандалы қақпағы бар полиэтиленнен жасалған бөтөлкелер.

«ақ таспа» қағаз фильтрі [1] бойынша.

Медициналық кенелер.

8.1.3 Реактивтер мен ерітінділер

Тұз қышқылы ГОСТ 3118 сәйкес, х.т. және 1:4 сұйылтылған.

Сірке қышқылы ГОСТ 61 сәйкес, т.ү.т.

Лимонқышқылды 5,5-сұлы натрий ГОСТ 22280 сәйкес, т.ү.т.

Сіркеқышқылды 3-сұлы натрий ГОСТ 199 сәйкес, т.ү.т.

Натрий фториді ГОСТ 4463 сәйкес, т.ү.т., массалық концентрациясы 100; 10; 1,0; 0,1 мг/дм³ фтор иондарының ерітіндісі.

8.2.1.3.1 бойынша жасалған pH 5,0-5,5 буферлік ерітінді.

Тазартылған су ГОСТ 6709 сәйкес, нақты электр өткөгіштігі 5×10^{-4} См/м-ден артық емес.

Ескертпе - өзге де өлшеу құрылғыларының түрлерін соның ішінде, ыдыстарды, керек-жақтарды, реагенттер және әртүрлі нормативті-техникалық құжаттама негізінде жасалған материалдарды, метрологиялық және/немесе техникалық немесе соған ұқсас сипаттамалары бар импортталатын құралдарды пайдалануға болады.

8.2 Талдауды орындауға дайындық

8.2.1 Талдауды орындауға дайындық кезінде келесі жұмыстар атқарылады.

8.2.1.1 Үлгілерді іріктеу және сактау 7.2.1.1 бойынша

8.2.1.2 Шыны дайындау 7.2.1.2 бойынша

8.2.1.3 Ерітінділерді дайындау

8.2.1.3.1 pH 5.0-5.5 қосылған буферлі ерітіндіні дайындау

Сірке қышқылды 3-сулы натрийдің бір бөлігін сыйымдылығы 61,5 г болатын өлшенген құтыға орналастырады, (100-150) см³ тазартылған суда ерітеді, 0,28 г лимон қышқыл натрийін, 15 см³ сірке қышқылын қосады, осы сумен ерітінді қөлемін белгіге дейін жеткізеді де араластырады. pH ерітіндісін үлкендігін pH-метрі арқылы бақылап отырады.

Ерітіндіні сактау мерзімі - 3 ай.

8.2.1.3.2 Фтор-иондарының ерітіндісін дайындау

Массалық концентрациясы 1000 мг/дм³ болатын F-1 фтор-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: (100-105) °C температурада тұрақты салмаққа дейін кептірілген, салмағы 0,2211 г натрий фторидінің бір бөлігін, сыйымдылығы 100 см³ өлшенген құтыға орналастырады, сосын суда ерітеді, осы сумен ерітінді қөлемін белгіге дейін жеткізеді және араластырады.

Ерітіндіні нық жабылған полиэтилен / полипропилен шыныларында сақтайды.

F-1 ерітіндісін сактау мерзімі – 1 жыл.

Массалық концентрациясы 100 мг/дм³ болатын F-2 фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: 10 см³ F-1 ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ болатын өлшенген құтыға орналастырады, сосын pH 5.0-5.5 қосылған 50 см³ буферлі ерітіндісін қосады, осы сумен ерітінді қөлемін белгіге дейін жеткізеді, араластырады да, полиэтиленнен жасалған ыдысқа ауыстырып, аузын нық етіп жабады.

F-2 ерітіндісін сактау мерзімі – 3 ай.

Массалық концентрациясы 10 мг/дм³ болатын F-3 фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындаиды: 10 см³ F-2 ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ болатын өлшенген құтыға орналастырады, сосын pH 5.0-5.5 қосылған 50 см³ буферлі ерітіндісін қосады, осы сумен ерітінді қөлемін танбаға жеткізеді, араластырады да, полиэтиленнен жасалған ыдысқа ауыстырып, аузын нық етіп жабады.

F-3 ерітіндісінің жаңадан дайындалғанын қолданады.

Массалық концентрациясы 1 мг/дм³ болатын F-4 фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындауды: 10 см³ F-3 ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ болатын өлшемген құтыға орналастырады, сосын pH 5.0-5.5 қосылған 50 см³ буферлі ерітіндісін қосады, осы сумен ерітінді көлемін белгіге дейін жеткізеді, араластырады да, полиэтиленнен жасалған ыдысқа ауыстырып, аузын нық етіп жабады.

F-4 ерітіндісінің жаңадан дайындалғанын қолданады.

Массалық концентрациясы 0,1 мг/дм³ болатын F-5 фторид-иондарының ерітіндісін келесідей дайындауды: 10 см³ F-4 ерітіндісін сыйымдылығы 100 см³ болатын өлшемген құтыға орналастырады, сосын pH 5.0-5.5 қосылған 50 см³ буферлі ерітіндісін қосады, осы сумен ерітінді көлемін белгіге дейін жеткізеді, араластырады да полиэтиленнен жасалған ыдысқа ауыстырып, аузын нық етіп жабады.

F-5 ерітіндісінің жаңадан дайындалғанын қолданады.

Ескертпе - фтор-иондарының F-2 – F-5 ерітіндісін массалық концентрациясы 1,0 мг/см³ және салыстырмалы дәлдігі ±1 %, еріткішке 1:1 бойынша қатысты pH 5.0-5.5 қосылған буферлік ерітіндіні араластырумен болатын стандарт үлпілерін (ХСҮ, МСҮ санатты) 10 рет сұйылту арқылы дайындауға болады.

8.2.1.4 Өлшеу құралдарының дайындығы және өлшем жүргізу тәртібі оларды қолдану нұсқаулықтарына сәйкес қамтамасыз етіледі. Барлық құралдар салыстырып тексерілген болуы тиіс.

8.2.1.5 Градуирлеу кестесінің құрылышы

Фторид-иондарының массалық концентрациясы 0,1; 1,0; 10; 100 мг/дм³ - не сәйкес келетін F-5, F-4, F-3, F-2 ерітіндісін сыйымдылығы 50 см³ болатын төрт шыныға қатарынан енгізеді.

Содан кейін кіші концентрациясынан үлкенге дейін магниттік араластырышқа кезекпен орналастыру арқылы E1, E2, E3, E4 градуирлеу ерітінділерінің шамасын өлшеайді.

2 минуттық үздіксіз араластырудан кейін иономер/pH-метрлік нұсқаулыққа сәйкес ион-селективті электродтың, мВ шамасын өлшеайді.

Көрсеткіштерді шамасының тұрақты мәндерін қалыптасқаннан кейін жазады.

Әрбір градуирлеу ерітіндісі үшін мүмкіндіктің үш пареллельді өлшеуді жүргізеді. Олардың орташа арифметикалық нәтижесін қолданады.

Алынған деректер бойынша градуирлеу кестесін құрады, абсцисса осі арқылы F-5 –F-2 ерітінділі фтор-иондарының концентрациясы, ординат осі арқылы - олардың өлшеу шамасының мәні, мВ, сзылады.

Градуирлеу кестесінің құру кезеңділігі – үш айда бір рет, сонымен катарапективтер партиясының өзгеруі, жөндеу жұмыстары, өлшем құралдарын ауыстырган жағдайларда өткізіледі.

Ескерте - Өлшеу нәтижелерін есептеуді орындау үшін есептеу формуласына кіретін бір немесе бірнеше айнымалы өлшеу нәтижелеріне негізделетін кестелерді колдануға рұқсат етіледі.

8.2.1.6 Фтор селективті электродтың градиентін (S) аныктау.

Градуирлеу кестесін құру нәтижесі бойынша, 1 және 1,0 мг/дм³; 1,0 және 10 мг/дм³ және 10 және 100 мг/дм³ массалық концентрация шамаларының арасындағы айырмашылығы 8.2.1.4 бойынша градуирлеу кестесінің құру нәтижелері негізінде анықталады.

Фтор-иондардың массалық концентрациясы 10 мг / дм³ кем болса S1 градиентін (мВ) келесі формуламен есептейді:

$$S1 = \frac{|E_1 - E_2| + |E_2 - E_3|}{2} \quad (2)$$

мұнда E₁ – фтор-иондардың массалық концентрациясы 0,1 мг/дм³, мВ болатын F-5 ерітіндісінің әлеуеті;

E₂ - фтор-иондардың массалық концентрациясы 1,0 мг/дм³, мВ болатын F-4 ерітіндісінің әлеуеті;

E₃ - фтор-иондардың массалық концентрациясы 10 мг/дм³, мВ болатын F-3 ерітіндісінің әлеуеті.

Фтор-иондардың массалық концентрациясы 100 мг / дм³ кем болса S2 градиентін (мВ) келесі формуламен есептейді:

$$S2 = \frac{|E_2 - E_3| + |E_3 - E_4|}{2} \quad (3)$$

мұнда E4 – фтор-иондардың массалық концентрациясы 100 мг/дм³, мВ болатын F-2 ерітіндісінің шамасы;

Электрод (градиент (S) фтор сипаттамаларының күштілік шамасы 52 – дең 64 мВ/рF дейінгі ауқымында болуы тиіс. Градиентті аныктау жүйелігі - үлгілерін әрбір партиясынан болады.

8.3 Өлшеуді орындау тәртібі

8.3.1 Судагы фторид-иондардың массалық концентрациясын потенциометрлік әдіспен өлшеу кезінде келесі операциялар орындалады.

Су үлгісін мұқият арапастырады және «ақ таспа» сұзгісі арқылы сүзіп алады. Сүзіндінің бірінші бөлігін алғып тастайды.

Әрбір өлшеу екі параллельді анықтау арқылы жузеге асырылады.

8.3.1.1 Тамшыры арқылы көлемі (5-25) см^3 болатын аликвотты үлгінің бір бөлігін алады да сыйымдылығы 50 см^3 өлшенген құтыға орналастырады, тамшырымен 25 см^3 болатын pH 5.0-5 косылған буферлік ерітіндін қосады, белгіге дейін сүмен жеткізіп, арапастырады.

Дайын болған үлгі ерітіндісін сыйымдылығы 50 см^3 болатын полиэтиленді/полипропиленді шыныға құяды, 15 мин шамасында тұндырыады да магниттік арапастырышқа орналастырады. 8.2.1.4 тізбегінде көрсетілген сиякты ерітінді үлгісіне өлшеу жүйесіндегі электродтарды енгізеді және 2 минут үздіксіз арапастыру негізінде ион-селективті электродтың, мВ, шамасын өлшейді. Көрсеткіштерді шаманың тұрақты мәндері қалыптасқаннан кейін жазады.

Өлшеу аяқталғаннан кейін электродты үшкайта ауыстырып, тазартылғын сүмен шағады.

Электродтың бетінде калған ылғалды сұзгіш қағазбен сүртіп алады.

8.3.1.2 Егер үлгідегі фторид-иондардың концентрациясы 0,2 мг/дм³ кем немесе тен болған жағдайда, келесі әрекеттерді орындауды: 25 см^3 үлгіні сыйымдылығы 50 см^3 болатын полиэтиленді шыныға орналастырады, фторид-иондардың массалық концентрациясы 10 мг/дм³ болатын 0,5 см^3 F-3 ерітіндісін және 25 см^3 буферлік ерітіндісін тамшыры арқылы қосады да, магниттік арапастырышқа орнатады. Ары қарай 8.3.1.1. бойынша өлшеу жузеге асырылады.

8.4 Өлшеу нәтижелерін өндөу

Өлшеу нәтижелерін өндөуді келесі тәсіл арқылы орындауды.

Фтор-иондардың ерітіндідегі массалық концентрациясын, X , мг/дм³, келесі формуламен табады:

$$X = \frac{C_x \cdot K \cdot V}{V_1} \quad (4)$$

мұнда C_x – градуирлеу кестесі бойынша табылған фторидтердің талданатын ерітіндідегі көлемі, мг/дм³;

V – үлгі ерітіндісінің көлемі, 50 см^3 тен, 8.3.1.1 бойынша;

V_1 – талданатын ерітіндінің аликвотты бөлігі, өлшеу үшін таңдалған, см^3 ;

K – үлгінің сұйылту коэффициенті (егер үлгі сұйылтылған жоқ болса, онда $K=1$).

9 Талдау нәтижелерінің сапасын бақылау

9.1 Өлшеу нәтижелерінің сапасын бақылау өз кезегінде өлшеу ресімінің жедел басқаруын және МСБҰ 76 сәйкес өлшеу нәтижелерінің тұрақтылығын толығымен қамтиды.

9.2 Талдау ресімінің операциялық бақылауы біріншай бақылау ресімдерінің жүзеге асырылу кезіндегі қайталауын бағалау негізінде жүргізіледі.

9.2.1 Осы стандартка сәйкес өндірілген, жұмыс үлгілерін өлшеу нәтижелерінің әркайсысы үшін қайталауы жүргізіледі.

9.2.2 Қайталау бақылауының ресімі қайталауы шектелетін жұмыс үлгісіндегі, фторид-иондарының концентрациясын (X_1 және X_2) анықтау барысында екі паралельді нәтижелер арасындағы абсолютті айырмашылықты салыстыруды көздейді, r , мг/дм³ :

$$|X_1 - X_2| \leq r \cdot \overline{X_n}, \quad (5)$$

мұнда $\overline{X_n}$ - фторид-иондардың судағы екі паралельді анықтама нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні, мг/дм³.

Қайталау шегінің мәні, г, салыс.бірл., 1-кестеде көрсетілген.

(5) шартты орындау кезінде екі өлшем нәтижелері қолайлы болып табылады және қорытынды ретінде екеуінің ортақ орташа мәнін қолданады.

Ескертпе – ГОСТ ИСО 5725-6 5-бөліміне сай өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру әдістерін колдануға рұқсат етіледі.

9.2.3 Егер (5) шарт орындалмаса, өлшеу ресімі қайталаңады (үлгі ерітіндісі жарамды болғанға жағдайда). Қайталау шегінен қайтадан асып кетсе, қанағаттанарлықсыз нәтижелерге әкелетін себептерді анықтайады да, оларды жояды.

9.3 Талдау ресімінің жедел бақылауын жеке алынған бақылау ресімін жүзеге асыру кезіндегі бағалау негізінде жүргізеді.

9.3.1 Екі зертханада алынған өлшеу нәтижелерінің X_1 , және X_2 арасындағы абсолютті айырмашылық косылу шегінен аспауы қажет R , мг/дм³.

$$|X_1 - X_2| \leq R \cdot \overline{\overline{X}}, \quad (6)$$

мұнда $\overline{\overline{X}}$ - жаңғырту жағдайында алынған судағы фторид-иондардың екі анықтамасы нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні, мг/дм³.

Жаңғырту шегінің мәні, R , салыс.бірл., 1-кестеде көрсетілген.

9.3. 2 Екі өлшем нәтижелері (6) шартты орындау кезінде қолайлы болып табылады және қорытынды ретінде екеуінің ортақ орташа мәнін (қажет болған жағдайда) қолданады.

Ескертпе – ГОСТ ИСО 5725-6 5-бөліміне сай өлшеу нәтижелерінің қолайлылығын тексеру әдістерін қолдануға рұқсат етіледі.

9.3.3 Егер (6) шарт орындалмаса, өлшеу рәсімі қайталаңады (ұлға ертіндісінің жарамды болуы шарт). Қосылу шегінен R қайта асқан жағдайда, қанагаттанарлықсыз нәтижелерге әкелетін себептерді анықтайды да, оларды жояды.

9.3.4 Жаңғыртудың жедел бақылауы кем дегенде айна бір рет өткізіледі.

9.4 Қателіктің жедел бақылауы

9.4.1 Талдау нәтижесі қателігінің жедел бақылауын қосу әдісін қолдана отырып, K_k жеке алынған бақылау процедурасының нәтижесін K_k бақылау нормативімен салыстыру арқылы өткізеді.

9.4.2 Бақылау үшін сынама ретінде судың жұмыс ұлгасы алынады. Бақылау үшін алынған су ұлғасынің көлемі әдістеме бойынша талдау жүргізуге қажетті екі есепленген көлемге сәйкес болуы тиіс. Ұлға бөліктегінің біріне анықтау әдісіне қарай іске асырылған фторид-иондардың B (В) немесе (F-3-F-2) ертіндісінің қоспасын салады.

9.4.3 Қоспа мөлшері фторид-иондардың бастапқы ұлғасындең құрамнан 50 % –дан 100 % -ға дейін болуы тиіс. Қоспа көлемі ертінді ұлғасынің 5 % көлемінен аспауы қажет. Егер бастапқы ұлғасындең фторид-иондардың құрамы олшеу ауқым шекарасынан кем болса, онда қоспа мөлшері төменгі өлшеу ауқым шекарасынан 2-3 рет асуы қажет.

9.4.4 Бақылау рәсімінің нәтижесін K_k келесі формуламен есептейді:

$$K_k = \bar{X}' - \bar{X} - C_o \quad (7)$$

мұнда \bar{X} – жұмыс ұлғасындең фторид-иондардың массалық концентрациясын бақылау рәсімінің нәтижесі, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

\bar{X}' – белгілі қоспадағы фторид-иондардың массалық концентрациясын бақылау рәсімінің нәтижесі, $\text{мг}/\text{дм}^3$;

C_o – фторид-иондар қоспасының мөлшері, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

9.4.5 Бақылау нормативін K_o келесі формуламен есептейді:

$$K_o = \sqrt{\Delta_{\bar{X}'}^2 + \Delta_{\bar{X}}^2} \quad (8)$$

мұнда $\Delta_{\bar{X}}$ және $\Delta_{\bar{X}}$ - талдау нәтижелерінің дәлдік көрсеткіштері ($P = 0,95$ ықтималдығы үшін абсолютті өлшеу қателігінің шекарасы), 1-кестеге сойкес, жұмыс үлгісіндегі және қоспа үлгісіндегі фториондардың құрамына тиесілі, сәйкес, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

9.4.6 Бақылау рәсімінің сапалығын келесі жағдайды орындаған кезде қанағаттанарлық деп таниды.

$$K_{\kappa} \leq K_{\partial} \quad (9)$$

Егер теңсіздік (9) орындалмаса, онда бақылау рәсімін қайта жүргізеді. Белгілентен жағдайдың орындалмауы қайталанса қанағаттанарлықсыз нәтижелерге әкелетін себептерді анықтайды және оларды жою үшін шаралар қабылдайды.

9.4.7 Талдау нәтижесі қателігінің жедел бақылауын айна кемінде бір рет жүргізеді.

9.5 Талдау нәтижелері тұрақтылығын бақылауды бақылау картасы арқылы жүзеге асырады. Бақылау картасын жобалау және талдау ГОСТ ИСО 5725-6 сәйкес жүргізіледі.

Ескертпе – өлшеу рәсімдерінің оперативті бақылауын ГОСТ 8.315 сәйкес келетін СҮ немесе КР СТ 2.10, МСБУ 76 сәйкес келетін аттестацияланған коспаларды (АК) пайдалана отырып жүргізу рұқсат етіледі.

10 Өлшеу нәтижелерін ұсыну нысаны

10.1 Өлшеу нәтижесі, оның пайдаланылуын көздейтін құжаттарда келесі түрде ұсынылуы мүмкін:

$$\bar{X} \pm \Delta, P=0,95, \quad (10)$$

мұнда \bar{X} – өлшеу нәтижесі ($n=2$), $\text{мг}/\text{дм}^3$;

Δ – өлшеудің дәлдік көрсеткішінің мәні ($n = 2$ үшін, $P=0,95$ ықтималдығындағы абсолютті қателік шекарасы) \bar{X} мәндері үшін, $\text{мг}/\text{дм}^3$.

Дәлдік көрсеткішінің мәндері, Δ , салыс.бірл, 1-кестеде көрсетілген.

10.2 Өлшеу нәтижесі, оның пайдаланылуын көздейтін құжаттарда келесі түрде ұсынылуы мүмкін:

$$\bar{X} \pm U \text{ үшін } P=0,95, k=2, \quad (11)$$

мұнда \bar{X} – өлшеу нәтижесі ($n=2$), $\text{мг}/\text{дм}^3$;

U – сенім деңгейі үшін өлшеу нәтижелерінің \bar{X} кеңейтілген белгісіздік мәні, шамамен, $P=0,95$ және қамту коэффициенті $k=2$, мг/дм³.

Кеңейтілген белгісіздік мәні, U , салыс.бірл, көрсеткіш дәлдігіне сәйкес келеді, Δ , салыс.бірл., 1-кестеге сәйкес.

10.3 Талдау нәтижелерінің сандық мәндері қателік/белгісіздік сипаттамаларының мәндері, екіден көп емес мәнді сандармен сондай разряд санымен бірдей аяқталуы тиіс.

11 Қоршаған ортаны қорғау және қауіпсіздік талаптары

11.1 Фторид-иондардың массалық концентрациясын анықтау кезінде келесі талаптарды ұстанады:

- химиялық заттармен жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік шаралары ГОСТ 12.1.007 сәйкес;
- электр қондырығыларымен жұмыс істеу кезінде электр қауіпсіздігі ГОСТ 12.1.019 сәйкес;
- жұмыс орнындағы ауа құрамындағы зиянды заттардың мөлшері барынша рұқсат етілген концентрациядан аспауы тиіс ГОСТ 12.1.005 сәйкес;
- зертхана бөлмесі өрт қауіпсіздігі талаптарына сәйкес болуы тиіс ГОСТ 12.1.004 сәйкес және өртке карсы жабдықтар болуы қажет ҚР СТ 1174 сәйкес;

11.2 Ерітінді қалдықтарын кәсіпорынның белгіленген тәртіпперіне сәйкес кәдеге жаратады.

11.3 Реактивтер мен ерітінділерге катысты жұмыстардың барлығын жедеткіш қосылған шкафта өткізеді.

11.4 Экологиялық қауіпсіздік бойынша қосымша талаптар қойылмайды.

12 Оператордың біліктілігіне қойылатын талаптар

Өлшеулерді орындау және олардың нәтижесін өңдеуді орындау үшін тиісті жоғары немесе арнайы орта химиялық білімі бар және химиялық зертханада жұмыс тәжірибесі бар, оқыту процесінде талдау әдісін жетік менгерген және оң нәтижемен өлшеу дәлдігін бакылау рәсімдерінен өткен мамандар жіберіледі.

Библиография

[1] «Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексі» Қазақстан Республикасының 2007 жылғы 9 қаңтардағы № 212-III Кодексі (06.15.2015 ж. өзгерістер мен толыктыруларымен).

[2] Санитарлық ереже «Су көздеріне, тұрмыстық ауыз су мақсатында орналасқан су орындарына, ауыз сүмен жабдықтау және мәдени-тұрмыстық су пайдалану орындары мен су корғау объектілеріне қойылатын санитарлық-эпидемиологиялық талаптар» Қазақстан Республикасының Ұлттық экономика министрінің 2015 жылғы 15 наурыздағы №209 бұйрығымен бекітілген.



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЧЕСТВО ВОДЫ

Метод определения фторидов

СТ РК 2727-2015

Издание официальное

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

Астана

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт метрологии»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 30 ноября 2015г. № 253-од

3 Настоящий стандарт разработан с учетом требований международного стандарта ISO 5725-6:1994 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 6. use in practice of accuracy values («Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 6. Использование значений точности на практике»).

В настоящем стандарте реализованы положения Закона Республики Казахстан «О техническом регулировании» № 603-II от 9 ноября 2004 года, Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» №53-II от 7 июня 2000 года, Закона Республики Казахстан «О языках в Республике Казахстан» № 151-I от 11 июля 1997 года

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ**

**2022 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

КАЧЕСТВО ВОДЫ

Метод определения фторидов

Дата введения 2017-01-01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на все типы вод и атмосферные осадки (дождь, град, снег) при контроле их качества, в том числе для целей экологического и санитарно-гигиенического контроля [1], [2].

Стандарт устанавливает фотометрический и потенциометрический методы определения фторидов в диапазоне массовых концентраций от 0,02 до 2,00 мг/дм³ и от 0,02 до 1000 мг/дм³, соответственно.

Стандарт не распространяется на окрашенные воды и воды с общей минерализацией более 5000 мг/дм³ при реализации фотометрического метода.

2 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СТ РК 2.1-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Термины и определения.

СТ РК 2.10-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Смеси аттестованные. Порядок разработки, аттестации и применения.

СТ РК 2.18-2009 Государственная система обеспечения единства измерений Республики Казахстан. Методики выполнения измерений. Порядок разработки, метрологической аттестации, регистрации и применения.

СТ РК 1174-2003 Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание».

СТ РК ISO 5667-10-2013 Качество воды. Отбор проб. Часть 10. Руководство по отбору проб сточных вод.

СТ РК ГОСТ Р 51592-2003 Вода. Общие требования к отбору проб.

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

ГОСТ 8.010-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Основные положения.

СТ РК 2727-2015

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

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

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

ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

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

ГОСТ 61-75 Реактивы. Кислота уксусная. Технические условия.

ГОСТ 199-78 Реактивы. Натрий уксуснокислый 3-водный. Технические условия.

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

ГОСТ 3118-77 Реактивы. Кислота соляная. Технические условия.

ГОСТ 4204-77 Реактивы. Кислота серная. Технические условия.

ГОСТ 4463-76 Реактивы. Натрий фтористый. Технические условия.

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия.

ГОСТ 12026 -76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия.

ГОСТ 16287-77 Электроды стеклянные промышленные для определения активности ионов водорода ГСП. Технические условия.

ГОСТ 17792-72 Электрод сравнения хлорсеребряный насыщенный образцовий 2-го разряда.

ГОСТ 22280-76 Реактивы. Натрий лимоннокислый 5,5-водный. 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 29169-91 Посуда лабораторная стеклянная. Пипетки с одной отметкой.

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

РМГ 61-2013 Государственная система обеспечения измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки.

РМГ 76-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа.

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов 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 Термины и определения

В настоящем стандарте применяются термины и определения по СТ РК 2.1, СТ РК 2.18, ГОСТ 8.010, ГОСТ ИСО 5725-6-2003, ГОСТ 17.1.1.01, РМГ 61.

4 Методы анализа

4.1 Фотометрический метод определения фторид-ионов основан на способности соли циркония (IV) образовывать с ксиленоловым оранжевым в кислой среде окрашенное в красный цвет комплексное соединение. Цирконий в присутствии фторид-ионов связывается в бесцветные комплексные ионы ZrF_6^- при этом окраска раствора ослабляется. Уменьшение оптической плотности пропорционально содержанию фторид-ионов.

Определению фторидов мешают сульфаты при содержании свыше 200 мг/дм³, хлориды - свыше 2000 мг/дм³, фосфаты и марганец - свыше 1 мг/дм³, алюминий - свыше 0,5 мг/дм³ и железо (III) - свыше 2,0 мг/дм³.

4.2 Потенциометрический метод определения фторид-ионов основан на изменении потенциала ион-селективного электрода в зависимости от активности свободных фторид-ионов в растворе.

Измерение проводят в присутствии буферного раствора (содержащего в своем составе натрий лимоннокислый), поддерживающего значение pH на уровне от 5 до 7 и определенное значение ионной силы, а так же устраняющего влияние высоковалентных катионов (например, железа и алюминия), разрушая их комплексные соединения.

СТ РК 2727-2015

Определению не мешают ионы Cl^- , Br^- , NO_3^{3-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} и другие анионы.

Определению могут мешать вещества, образующие пленку на рабочей поверхности электрода. В таких случаях целесообразно для определения фторид-ионов использовать другую методику.

Массовую концентрацию фторид-ионов в пробе находят, исходя из градуировочной зависимости величины электродного потенциала от значения обратного логарифма активности (pF) (концентрации) фторид-ионов.

5 Требования к точности результатов анализа

5.1 При соблюдении регламентируемых настоящим стандартом условий проведения измерений характеристики точности (при $P=0,95$ и $n=2$) и прецизионности ($m=2$) не должны превышать значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Значения характеристик прецизионности и точности результатов анализа

В относительных единицах			
Диапазон массовых концентраций фторид-ионов, $\text{мг}/\text{дм}^3$	Предел		Показатель точности ($P=0,95$, $n=2$), $\pm\delta^*$
	повторя- емости $\text{г} (n=2)$	воспроизво- димости, $R (m=2)$	
Фотометрический метод			
от 0,02 до 0,20 включ.	0,38	0,45	0,32
св. 0,20 « 2,00 »	0,18	0,21	0,15
Потенциометрический метод			
от 0,02 до 5,00 включ.	0,15	0,17	0,14
св. 5,0 « 1000,0 »	0,11	0,13	0,10

* Соответствует значению расширенной неопределенности для уровня доверия, примерно, $P=0,95$ и коэффициенте охвата $k=2$

5.2 Точность результатов анализа удовлетворяет требованиям ГОСТ 27384.

5.3 При выполнении измерений в пробах с массовой концентрацией фторидов свыше $200 \text{ мг}/\text{дм}^3$ допускается разбавление проб дистиллированной водой не более чем в пять раз.

5.4 Значения показателей прецизионности (повторяемости, воспроизводимости) используют при оценке приемлемости результатов анализа.

Значения показателя точности (границы погрешности/расширенной неопределенности) используют при:

- оформлении результатов измерений, выдаваемых лабораторией;
- контроле точности результатов анализа;
- оценке возможности использования результатов анализа при реализации методики в конкретной лаборатории.

6 Требования к условиям анализа

При выполнении анализа соблюдают следующие условия:

- температура воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);
- влажность воздуха не более 80 % при температуре 25°C .

7 Фотометрический метод определения фторид-ионов

7.1 При выполнении измерений фторид-ионов фотометрическим методом применяют средства измерений, вспомогательное оборудование, материалы, реактивы и растворы, приведенные в 7.1.1 - 7.1.3.

7.1.1 Средства измерений

Фотоколориметр или спектрофотометр любого типа, обеспечивающий измерение коэффициента пропускания при длине волны 540 нм с погрешностью не более $\pm 1\%$.

Весы лабораторные высокого класса точности по ГОСТ 24104.

Колбы мерные 2-50 (100, 1000)-2 по ГОСТ 1770.

Пипетки градуированные 2-2-2-5, 2-2-2-10 по ГОСТ 29227.

Пипетки с одной отметкой 2-2-1, 2-2-2, 2-2-5, 2-2-10, 2-2-25, 2-2-50 по ГОСТ 29169.

Цилиндры мерные 1-100(500, 1000) по ГОСТ 1770.

Стандартные образцы (МСО, ГСО) состава раствора фторид-ионов с массовой концентрацией 1,0 мг/см³ и относительной погрешностью $\pm 1\%$.

7.1.2 Вспомогательное оборудование и материалы

Шкаф сушильный общелабораторного назначения, обеспечивающий температуру нагрева до 105°C .

Бутыли из полиэтилена с завинчивающейся крышкой вместимостью не менее 200 см³.

Емкости из темного стекла с герметично закрывающейся крышкой вместимостью 100 см³.

СТ РК 2727-2015

Воронка В-36-80 ХС, В-56-110 по ГОСТ 25336.

Стаканы В-1-1000 ТХС по ГОСТ 25336.

Стаканы из полиэтилена/полипропилена вместимостью 100, 1000 см³.

Бумага индикаторная универсальная.

Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026.

Фильтры бумажные беззольные «белая лента» по действующему нормативному документу.

7.1.3 Реактивы и растворы

Цирконий (IV) хлорокись, 8-водная, ч.д.а., раствор с массовой концентрацией 0,06 г/дм³.

Натрий фтористый по ГОСТ 4463, ч.д.а., растворы ионов фтора с массовой концентрацией 1, 10, 100 мг/дм³.

Ксиленоловый оранжевый, ч.д.а., раствор с массовой концентрацией 2 г/дм³.

Кислота соляная по ГОСТ 3118, х.ч. и разбавленная 1:4.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Примечание - Допускается применять другие типы средств измерений, посуду, вспомогательное оборудование, реактивы и материалы, изготовленные по иной нормативно-технической документации, в том числе импортные, с аналогичными или лучшими метрологическими и/или техническими характеристиками.

7.2 Подготовка к выполнению измерений

7.2.1 При подготовке к анализу проводят следующие работы.

7.2.1.1 Отбор и хранение проб

Отбор проб воды проводят согласно ГОСТ 17.1.5.05 или СТ РК ГОСТ Р 51592, СТ РК ISO 5667-10.

Пробы отбирают в полиэтиленовую посуду объемом не менее 200 см³, не консервируют.

Хранят пробы не более 1 мес.

7.2.1.2 Подготовка посуды

Лабораторную посуду, используемую для анализа, тщательно моют горячей водопроводной водой, затем соляной кислотой, разбавленной 1:4, и промывают не менее пяти раз дистиллированной водой.

При подготовке посуды:

- допускается использовать концентрированную серную или азотную кислоту;
- запрещается использовать соду, щелочи, все виды синтетических моющих средств, хромовую смесь.

7.2.1.3 Приготовление растворов

7.2.1.3.1 Приготовление раствора хлорокиси циркония с массовой концентрацией 0,06 г/дм³

Навеску хлорокиси циркония массой 0,06 г помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, добавляют 40 см³ воды, перемешивают, затем добавляют 500 см³ соляной кислоты, доводят до метки этой же водой и тщательно перемешивают.

Срок годности раствора - 6 мес.

7.2.1.3.2 Приготовление раствора ксиленолового оранжевого с массовой концентрацией 2 г/дм³

Навеску ксиленолового оранжевого массой 0,2 г помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят до метки водой, тщательно перемешивают. Раствор фильтруют и хранят в емкость из темного стекла.

Срок годности раствора – 1 мес.

7.2.1.3.3 Приготовление растворов фторид-ионов

Раствор А фторид-ионов с массовой концентрацией 100 мг/дм³ готовят следующим образом: навеску натрия фтористого массой 0,2211 г, предварительно высушенного до постоянной массы при температуре (100–105) °С, помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в 300 см³ воды, доводят объём раствора до метки этой же водой и перемешивают.

Раствор хранят в герметично закрытой полиэтиленовой/полипропиленовой посуде.

Срок годности раствора А - 3 мес.

Раствор Б фторид-ионов с массовой концентрацией 10 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора А помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят объём до метки водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Раствор Б применяют свежеприготовленный.

Раствор В фторид-ионов с массовой концентрацией 1 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора Б помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, доводят объём до метки водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Раствор В применяют свежеприготовленный.

Примечание - Допускается готовить растворы А-В фторид-ионов путем последовательного 10-кратного разведения стандартных образцов (категории МСО, ГСО) с массовой концентрацией 1,0 мг/см³ и относительной погрешностью не более 1 %.

7.2.1.4 Подготовку средств измерений к работе и порядок измерений обеспечивают согласно их руководству по эксплуатации. Все средства измерений должны быть поверены.

7.2.1.5 Построение градуировочного графика

В шесть мерных колб вместимостью 50 см^3 вводят последовательно 0,0; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 см^3 раствора *B*, что соответствует 0,0; 0,01; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 $\text{мг}/\text{дм}^3$ фторид-ионов. Раствор в колбах доводят до метки водой, перемешивают и переносят в соответствующие мерные колбы вместимостью 100 см^3 , добавляют по 10 см^3 раствора хлорокиси циркония и перемешивают, затем добавляют по $2,0 \text{ см}^3$ раствора ксиленолового оранжевого и снова перемешивают.

Приготовленные растворы выдерживают при комнатной температуре в течение 20 мин для развития окраски.

Затем растворы фотометрируют относительно «нулевого раствора» (раствора фторид-ионов с массовой концентрацией $0 \text{ мг}/\text{дм}^3$) в кювете с толщиной слоя 3 см при длине волны 540 нм.

По найденным значениям оптических плотностей (ось ординат) и соответствующим им значениям содержания фтора в $\text{мг}/\text{дм}^3$ (ось абсцисс) строят градуировочный график.

Для каждого графика готовят по три серии растворов и определяют среднее значение оптических плотностей.

Градуировочный график проверяют не менее одного раза в квартал, а также в случае смены реактивов, ремонта или замены средства измерений.

7.3 Порядок выполнения анализа

7.3.1 При выполнении определения массовой концентрации фторид-ионов в пробах воды выполняют следующие операции.

Пробу воды тщательно перемешивают и фильтруют через фильтр «белая лента». Первую порцию фильтрата отбрасывают.

Устанавливают pH воды по универсальной индикаторной бумаге. Величина pH должна находиться в диапазоне от 5 до 8 ед. pH.

Затем в мерную колбу вместимостью 100 см^3 отбирают пипеткой от 5 до 50 см^3 пробы воды (V_a). В зависимости от объема аликвоты пробы добавляют дистиллированной воды из расчета $V_b = 50 - V_a$; 10 см^3 раствора хлорокиси циркония и перемешивают. Добавляют 2 см^3 раствора ксиленолового оранжевого и снова перемешивают.

Приготовленные растворы выдерживают при комнатной температуре в течение 20 мин для развития окраски.

Затем растворы фотометрируют относительно «нулевого раствора» в кювете с толщиной слоя 3 см при длине волны 540 нм.

7.3.2 Массовую концентрацию фторид-ионов (X , $\text{мг}/\text{дм}^3$) в пробе находят по градуировочному графику.

7.4 Обработка результатов анализа

Обработку результатов анализа выполняют следующим способом.

Массовую концентрацию фторид-ионов в воде, X , мг/дм³, находят по формуле:

$$X = \frac{C \cdot V}{V_a}, \quad (1)$$

где C - массовая концентрация фтора в пробе, найденная по градуировочному графику, мг/дм³;

V - объем раствора пробы, 50 см³;

V_a - объем аликовты пробы, (от 10 до 50 см³).

8 Потенциометрический метод определения фторид-ионов

8.1 При выполнении анализа массовой концентрации фторид-ионов потенциометрическим методом применяют следующие средства измерений, вспомогательное оборудование, материалы, реактивы и растворы.

8.1.1 Средства измерений

Иономер универсальный любого типа с пределом допускаемой погрешности не более $\pm 1,0$ мВ или pH-метр-милливольтметр (далее pH-метр) с погрешностью измерений не более $\pm 0,05$ ед. pH, в комплекте:

- электрод фторселективный с отклонением потенциала электрода не более ± 6 мВ/рF;

- электрод сравнения хлорсеребряный по ГОСТ 17792.

- электрод стеклянный по ГОСТ 16287.

Весы лабораторные высокого класса точности по ГОСТ 24104.

Колбы мерные 2-100-2 по ГОСТ 1770.

Пипетки градуированные 2-2-2-1, 2-2-2-5, 2-2-2-10 по ГОСТ 29228.

Пипетки с одной отметкой 2-2-2, 2-2-5, 2-2-10, 2-2-20, 2-2-25 по ГОСТ 29169.

Цилиндры мерные 1-50 по ГОСТ 1770.

Стандартные образцы (МСО, ГСО) состава раствора фторид-ионов с массовой концентрацией 1,0 мг/см³ и относительной погрешностью 1 %.

8.1.2 Вспомогательное оборудование и материалы

Мешалка магнитная, обеспечивающая скорость вращения от 400 до 1200 об./мин.

Стаканы В(Н)-1-1000-ТХС по ГОСТ 25336.

Стаканы из полиэтилена/полипропилена вместимостью 50, 100 см³.

Бутыли из полиэтилена с завинчивающейся крышкой вместимостью 100, 250, 500, 1000 см³.

Фильтры бумажные беззольные «белая лента» по [1].

Пинцет медицинский.

СТ РК 2727-2015

8.1.3 Реактивы и растворы

Кислота соляная по ГОСТ 3118, х.ч. и разбавленная 1:4.

Кислота уксусная по ГОСТ 61, ч.д.а.

Натрий лимоннокислый 5,5-водный по ГОСТ 22280, ч.д.а.

Натрий уксуснокислый 3-водный по ГОСТ 199, ч.д.а.

Натрий фтористый по ГОСТ 4463, ч.д.а., растворы ионов фтора с массовой концентрацией 100; 10; 1,0; 0,1 мг/дм³.

Буферный раствор с pH 5,0-5,5, приготовленный по 8.2.1.3.1.

Вода дистилированная по ГОСТ 6709 с удельной электрической проводимостью не более 5×10^{-4} См/м.

Примечание - Допускается применять другие типы средств измерений, посуду, вспомогательное оборудование, реактивы и материалы, изготовленные по иной нормативно-технической документации, в том числе импортные, с аналогичными или лучшими метрологическими и/или техническими характеристиками.

8.2 Подготовка к выполнению анализа

8.2.1 При подготовке к анализу проводят следующие работы.

8.2.1.1 Отбор и хранение проб по 7.2.1.1.

8.2.1.2 Подготовка посуды по 7.2.1.2.

8.2.1.3 Приготовление растворов

8.2.1.3.1 *Приготовление буферного раствора с pH 5,0-5,5*

Навеску натрия уксуснокислого 3-водного массой 61,5 г помещают в мерную колбу вместимостью 1000 см³, растворяют в (100-150) см³ дистилированной воды, добавляют 0,28 г лимоннокислого натрия, 15 см³ уксусной кислоты, доводят объем раствора до метки этой же водой и перемешивают. Величину pH раствора контролируют с помощью pH-метра.

Срок годности раствора - 3 мес.

8.2.1.3.2 *Приготовление растворов фторид-ионов*

Раствор F-1 фторид-ионов с массовой концентрацией 1000 мг/дм³ готовят следующим образом: навеску натрия фтористого массой 0,2211 г, предварительно высушенного до постоянной массы при температуре (100–105) °С, помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, растворяют в воде, доводят объем раствора до метки этой же водой и перемешивают.

Раствор хранят в герметично закрытой полиэтиленовой (полипропиленовой) посуде.

Срок годности раствора F-1 – 1 год.

Раствор F-2 фторид-ионов с массовой концентрацией 100 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора F-1 помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 50 см³ буферного раствора с pH 5,0-5,5, доводят объем до метки этой же водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Срок годности раствора F-2 – 3 мес.

Раствор F-3 фторид-ионов с массовой концентрацией 10 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора F-2 помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 50 см³ буферного раствора с pH 5,0-5,5, доводят объём до метки водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Раствор F-3 применяют свежеприготовленный.

Раствор F-4 фторид-ионов с массовой концентрацией 1,0 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора F-3 помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 50 см³ буферного раствора с pH 5,0-5,5, доводят объём до метки водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Раствор F-4 применяют свежеприготовленный.

Раствор F-5 фторид-ионов с массовой концентрацией 0,1 мг/дм³ готовят следующим образом: 10 см³ раствора F-4 помещают в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 50 см³ буферного раствора с pH 5,0-5,5, доводят объём до метки водой, перемешивают, переносят в емкость из полиэтилена (полипропилен), герметично закрывают.

Раствор F-5 применяют свежеприготовленный.

Примечание - Допускается готовить растворы F-2 – F-5 фторид-ионов путем последовательного 10-кратного разведения стандартных образцов (категории МСО, ГСО) с массовой концентрацией 1,0 мг/см³ и относительной погрешностью не более 1 % с добавлением буферного раствора с pH 5,0-5,5 из расчета 1:1 по отношению к растворителю (воде).

8.2.1.4 Подготовку средств измерений к работе и порядок измерений обеспечивают согласно их руководству по эксплуатации, средства измерений должны быть поверены.

8.2.1.5 Построение градуировочного графика

В четыре стакана вместимостью 50 см³ вносят последовательно, по 50 см³ растворов F-5, F-4, F-3, F-2 с массовой концентрацией фторид-ионов 0,1; 1,0; 10; 100 мг/дм³, соответственно.

Затем измеряют потенциал E1, E2, E3, E4 градуировочных растворов, поочередно устанавливая их на магнитную мешалку от меньшей концентрации к большей.

Через 2 мин при непрерывном перемешивании согласно инструкции по эксплуатации иономера/pH-метра измеряют потенциал ион-селективного электрода, мВ.

Показания записывают после установления постоянного значения потенциала.

Для каждого градуировочного раствора проводят по три параллельных измерения потенциала. За результат принимают их среднее арифметическое.

СТ РК 2727-2015

По полученным данным строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс массовую концентрацию фторид-ионов (мг/дм³) растворов F-5 –F-2, по оси ординат - значения их измеренных потенциалов, мВ.

Периодичность построения градуировочного графика - один раз в три месяца, а также в случае смены партии реактивов, ремонта, замены средства измерения.

Примечание - Допускается для выполнения вычислений результатов анализа использовать таблицы, основанные на зависимости результата от одной или нескольких переменных величин, входящих в формулу расчёта.

8.2.1.6 Определение градиента (S) фторселективного электрода

По результатам построения градуировочного графика по 8.2.1.4 определяют разность потенциалов между градуировочными образцами с массовыми концентрациями 0,1 и 1,0 мг/дм³; 1,0 и 10 мг/дм³ и 10 и 100 мг/дм³.

Градиент S1 (мВ) при массовой концентрации фторид-ионов меньше 10 мг/дм³ рассчитывают по формуле:

$$S1 = \frac{|E_1 - E_2| + |E_2 - E_3|}{2} \quad (2)$$

где E₁ – потенциал раствора F-5 с массовой концентрацией фторид-ионов 0,1 мг/дм³, мВ;

E₂ – потенциал раствора F-4 с массовой концентрацией фторид-ионов 1,0 мг/дм³, мВ;

E₃ – потенциал раствора F-3 с массовой концентрацией фторид-ионов 10 мг/дм³, мВ.

Градиент S2 (мВ) при массовой концентрации фторид-ионов меньше 100 мг/дм³ рассчитывают по формуле:

$$S2 = \frac{|E_2 - E_3| + |E_3 - E_4|}{2} \quad (3)$$

где E₄ – потенциал раствора F-2 с массовой концентрацией фторид-ионов 100 мг/дм³, мВ.

Величина крутизны фторидной характеристики электрода (градиент (S), должна быть в пределах от 52 до 64 мВ/пF.

Периодичность определения градиента – с каждой серией проб.

8.3 Порядок проведения анализа

8.3.1 При выполнении измерений массовой концентрации фторид-ионов в воде потенциометрическим методом выполняют следующие операции.

Пробу воды тщательно перемешивают и фильтруют через фильтр «белая лента». Первую порцию фильтрата отбрасывают.

При каждом измерении выполняют по два параллельных определения.

8.3.1.1 Отбирают пипеткой аликовотную часть пробы объемом (5-25) см^3 и помещают в мерную колбу вместимостью 50 см^3 , добавляют пипеткой 25 см^3 буферного раствора с pH 5,0-5,5, доводят до метки водой, перемешивают.

Подготовленный раствор пробы переливают в полиэтиленовый/полипропиленовый стакан вместимостью 50 см^3 , выдерживают, примерно, 15 мин и устанавливают на магнитную мешалку. Аналогично 8.2.1.4 в раствор пробы опускают электроды измерительной системы и через 2 мин при непрерывном перемешивании измеряют потенциал ион-селективного электрода, мВ. Показания записывают после установления постоянного значения потенциала.

По окончании измерения электроды отмывают дистиллированной водой, при ее трехкратной замене.

Остатки влаги с поверхности электродов удаляют фильтровальной бумагой.

8.3.1.2 Если измеренная концентрация фторид-ионов в пробе равна или менее 0,2 мг/дм³, то поступают следующим образом: 25 см^3 пробы помещают в полиэтиленовый стаканчик вместимостью 50 см^3 , добавляют пипеткой 0,5 см^3 раствора F-3 с массовой концентрацией фторид-ионов 10 мг/дм³ и 25 см^3 буферного раствора, устанавливают на магнитную мешалку. Далее проводят измерение согласно 8.3.1.1.

8.4 Обработка результатов анализа

Обработку результатов измерений выполняют следующим способом.

Массовую концентрацию фторид-ионов в анализируемом растворе, X , мг/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{C_x \cdot K \cdot V}{V_1} \quad (4)$$

где C_x – количество фторидов в анализируемом растворе, найденное по градуировочному графику, мг/дм³;

V – объем раствора пробы по 8.3.1.1, равный 50 см^3 ;

V_1 – аликовотная часть анализируемого раствора, отобранная для измерения, см^3 ;

СТ РК 2727-2015

К – коэффициент разбавления пробы (если пробу не разбавляли, то К=1).

9 Контроль качества результатов анализа

9.1 Контроль качества результатов анализа включает в себя оперативный контроль процедуры измерений и контроль стабильности результатов анализа согласно РМГ 76.

9.2 Оперативный контроль процедуры измерений проводят на основе оценки повторяемости при реализации отдельно взятой контрольной процедуры.

9.2.1 Контроль повторяемости осуществляют для каждого из результатов измерения рабочих проб, получаемых в соответствии с настоящим стандартом.

9.2.2 Процедура контроля повторяемости предусматривает сравнение абсолютного расхождения между двумя параллельными результатами определения концентрации фторид-ионов (X_1 и X_2) в рабочей пробе с пределом повторяемости, r , в мг/дм³:

$$|X_1 - X_2| \leq r \cdot \overline{X_n}, \quad (5)$$

где $\overline{X_n}$ - среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений фторид-ионов в воде, мг/дм³.

Значения предела повторяемости, r , отн.ед., приведены в таблице 1.

При выполнении условия (5) приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного используют их общее среднее значение.

Примечание - Допускается применять методы проверки приемлемости результатов измерений согласно Разделу 5 ГОСТ ИСО 5725-6.

9.2.3 Если условие (5) не выполнено, процедуру анализа повторяют (при условии пригодности раствора проб). При повторном превышении предела повторяемости выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраняют их.

9.3 Оперативный контроль процедуры анализа проводят на основе оценки воспроизводимости при реализации отдельно взятой контрольной процедуры.

9.3.1 Абсолютное расхождение между результатами измерений X_1 и X_2 , полученными в двух лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости, R , мг/дм³:

$$|X_1 - X_2| \leq R \cdot \bar{\bar{X}}, \quad (6)$$

где $\bar{\bar{X}}$ - среднее арифметическое значение результатов двух определений фторид-ионов в воде, полученных в условиях воспроизводимости, мг/дм^3 .

Значения предела воспроизводимости, R , отн.ед., приведены в таблице 1.

9.3.2 При выполнении условия (6) приемлемы оба результата измерений, и в качестве окончательного используют их общее среднее значение (при необходимости).

Примечание - Допускается применять методы проверки приемлемости результатов измерений согласно Разделу 5 ГОСТ ИСО 5725-6.

9.3.3 Если условие (6) не выполнено, процедуру анализа повторяют. При повторном превышении предела воспроизводимости R выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраниют их.

9.3.4 Оперативный контроль воспроизводимости проводят не реже одного раза в месяц.

9.4 Оперативный контроль погрешности

9.4.1 Оперативный контроль погрешности результатов анализа с применением метода добавок проводят путем сравнения результата отдельно взятой контрольной процедуры K_k с нормативом контроля K_δ .

9.4.2 Образцами для контроля являются рабочие пробы воды. Объем отобранный пробы воды для контроля должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения анализа по методике. В одну из частей пробы вносят добавку раствора Б (В) или (F-3 – F-2) фторид-ионов в зависимости от реализуемого метода определения.

9.4.3 Величина добавки должна составлять от 50 % до 100 % от содержания фторид-ионов в исходной пробе. Объем добавки не должен превышать 5 % объема раствора пробы. Если содержание фторид-ионов в исходной пробе меньше нижней границы диапазона измерений, то величина добавки должна в 2-3 раза превышать нижнюю границу диапазона измерений.

9.4.4 Результат контрольной процедуры K_k рассчитывают по формуле:

$$K_k = \bar{X}' - \bar{X} - C_\delta \quad (7)$$

где \bar{X} – результат контрольного измерения массовой концентрации фторид-ионов в рабочей пробе, мг/дм^3 ;

СТ РК 2727-2015

\bar{X}' – результат контрольного определения массовой концентрации фторид-ионов в пробе с известной добавкой, мг/дм³;
 C_d – величина добавки фторид-ионов, мг/дм³.

9.4.5 Норматив контроля K_d рассчитывают по формуле:

$$K_d = \sqrt{\Delta_{\bar{X}'}^2 + \Delta_{\bar{X}}^2} \quad (8)$$

где $\Delta_{\bar{X}}$ и $\Delta_{\bar{X}'}$ – показатели точности результатов анализа (границы абсолютной погрешности измерений для вероятности Р = 0,95), согласно таблице 1, соответствующие содержанию фторид-ионов в рабочей пробе и в пробе с добавкой, соответственно, мг/дм³.

9.4.6 Качество контрольной процедуры признают удовлетворительным при выполнении условия:

$$K_k \leq K_d \quad (9)$$

Если неравенство (9) не выполняется, то процедуру контроля повторяют. При повторном невыполнении данного условия выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

9.4.7 Оперативный контроль погрешности результатов анализа проводят не реже одного раза в месяц.

9.5 Контроль стабильности результатов анализа проводят по контрольной карте. Построение и анализ контрольной карты проводят в соответствии с ГОСТ ИСО 5725-6.

Примечание - Допускается проведение оперативного контроля процедуры измерений с применением СО, соответствующих ГОСТ 8.315, или аттестованных смесей (АС), соответствующих СТ РК 2.10, согласно РМГ 76.

10 Форма представления результатов измерений

10.1 Результат измерения в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:

$$\bar{X} \pm \Delta, P=0,95, \quad (10)$$

где \bar{X} – результат измерений (n=2), мг/дм³;

Δ – значение показателя точности измерений (границы абсолютной погрешности при вероятности $P=0,95$, для $n = 2$) для значения \bar{X} , мг/дм³.

Значения показателя точности, Δ , отн.ед., приведены в таблице 1.

10.2 Результат анализа в документах, предусматривающих его использование, может быть представлен в виде:

$$\bar{X} \pm U \text{ для } P=0,95, k=2, \quad (11)$$

где \bar{X} – результат анализа ($n=2$), мг/дм³;

U – значение расширенной неопределенности \bar{X} результата анализа для уровня доверия, примерно, $P=0,95$ и коэффициента охвата $k=2$, мг/дм³.

Значения расширенной неопределенности U , отн. ед., соответствуют показателю точности, Δ , отн.ед., согласно таблице 1.

10.3 Численные значения результата анализа должны оканчиваться цифрой того же разряда, что и значения характеристики погрешности/неопределенности, с числом значащих цифр не более двух.

11 Требования безопасности и охраны окружающей среды

11.1 При выполнении определений массовой концентрации фторид-ионов соблюдают требования:

- техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007;
- электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019;
- содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций по ГОСТ 12.1.005;
- помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по СТ РК 1174.

11.2 Отработанные растворы утилизируют в порядке установленном на предприятиях.

11.3 Все работы с реактивами и растворами проводят в вытяжном шкафу при включенной вентиляции.

11.4 Дополнительных требований по экологической безопасности не предъявляется.

12 Требования к квалификации оператора

К выполнению анализа и обработке их результатов допускают лиц, имеющих высшее или среднее специальное химическое образование, или опыт работы в химической лаборатории, прошедшие соответствующий инструктаж, освоившие метод анализа и прошедшие процедуры контроля точности результатов анализа с положительным результатом.

Библиография

[1] Кодекс Республики Казахстан от 9 января 2007 года № 212-III «Экологический кодекс Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.06.2015 г.).

[2] Санитарные правила «Санитарно-эпидемиологические требования к водоисточникам, местам водозабора для хозяйствственно-питьевых целей, хозяйствственно-питьевому водоснабжению и местам культурно-бытового водопользования и безопасности водных объектов», утвержденные Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 16 марта 2015 года № 209.

УДК 621.3.089.6

МКС 13.060.01

Ключевые слова: качество воды, фотометрический метод, потенциометрический метод, фторид-ионы

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