



СВИДЕТЕЛЬСТВО № 28-05

ОБ АТТЕСТАЦИИ МВИ

Методика выполнения измерений содержания кальция, магния, общей жесткости в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях комплексонометрическим методом

Методика выполнения измерений содержания кальция, магния, общей жесткости в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях комплексонометрическим методом, разработанная НТФ "Хромос" и ОАО "Каустик", аттестована в соответствии с ГОСТ Р 8.563–96 и ГОСТ Р ИСО 5725–2002 (Части 1-6).

Аттестация осуществлена по результатам экспериментальных исследований МВИ.

В результате аттестации установлено, что МВИ соответствует предъявляемым к ней метрологическим требованиям и обладает основными метрологическими характеристиками, приведенными на обороте настоящего свидетельства.

При реализации методики в лаборатории обеспечивают контроль стабильности результатов анализа на основе контроля стабильности среднеквадратического отклонения промежуточной прецизионности и показателя правильности.

Дата выдачи

6 мая 2005 года

Заместитель директора



В. Н. Яншин

РЕЗУЛЬТАТЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ АТТЕСТАЦИИ

Наименование иона	Диапазон измерений содержания иона, мг/дм ³ (мг/кг)	Показатель точности (границы относительной погрешности) $\pm\delta$, % при P=0,95	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), σ_r , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), σ_R , %	Предел повторяемости, r , % P=0,95, n=2
Кальций	От 10 до 100000 вкл.	5	2	2,5	6
Магний	От 10 до 100000 вкл.	5	2	2,5	6

Начальник сектора



О. Л. Рутенберг

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУ «Центр экологи-
ческого контроля и анализа»



Г.М. Цветков Г.М. Цветков

августа 2002 г.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

**СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ, МАГНИЯ, ОБЩЕЙ ЖЁСТКОСТИ В
ТВЕРДЫХ И ЖИДКИХ ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА И
ПОТРЕБЛЕНИЯ, ОСАДКАХ, ШЛАМАХ, АКТИВНОМ ИЛЕ,
ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.34-02
(ФР.1.31.2005.01765)

Методика допущена для целей государственного
экологического контроля



МОСКВА 2002г.
(издание 2005 г.)

Право тиражирования и реализации принадлежит разработчику.

Методика рассмотрена и одобрена научно-техническим советом ФГУ «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия (ФГУ «ФЦАО»)).
Протокол заседания НТС ФГУ «ФЦАО» от 15 августа 2005г.

Директор



Г.М.Цветков

Методика выполнения измерений аттестована Федеральным Государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»), Свидетельство об аттестации № 28-05 от 06 мая 2005 года, регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.31.2005.01765.

Разработчик:

НТФ «Хромос»

Адрес: 115088, г. Москва, ул. Угрешская, 2.

Телефон/факс: (499) 126 -42- 52.

моб. 8-925-411-22-73, 8-902-363-92-72, 8-906-086-21-49.

E –mail: d1264252@yandex.ru

Полное или частичное тиражирование, копирование и размещение в Интернете и на любых других носителях информации данных материалов без письменного разрешения разработчика преследуется по ст. 146 Уголовного Кодекса Российской Федерации.

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика предназначена для измерений содержания кальция и магния (как в растворенной, так и в нерастворенной форме) в пробах твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила очистных сооружений, донных отложений природных и искусственно созданных водоемов комплексонометрическим методом и расчета общей жесткости. Методика позволяет определить массовую концентрацию кальция от 10,0 мг/дм³ (мг/кг) до 100000 мг/дм³ (мг/кг), магния - от 10,0 мг/дм³ (мг/кг) до 100000 мг/дм³ (мг/кг).

Определению мешают ионы железа (св. 10 мг/дм³), марганца (св. 0,3 мг/дм³), алюминия (св. 20 мг/дм³), цинка (св. 0,3 мг/дм³), высокая цветность анализируемой пробы, анионы НСО₃⁻ (от 1,0 мг/дм³ до 200,0 мг/дм³), СО₃²⁻ (от 1,0 мг/дм³ до 200,0 мг/дм³), РО₄³⁻ (от 0,5 мг/дм³ до 50,0 мг/дм³), SiO₃²⁻ (от 0,1 мг/дм³ до 5,0 мг/дм³).

Устранение мешающих влияний предусмотрено в ходе подготовки пробы. При содержании мешающих веществ выше указанных концентраций следует использовать другой метод.

2 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

При соблюдении всех регламентированных условий и проведении анализа в точном соответствии с методикой анализа значение погрешности (и её составляющих) результатов анализа не превышает значений, приведенных в таблице 1, для соответствующих диапазонов измерений.

Таблица 1

Наименование иона	Диапазон измерений содержания иона, мг/дм ³ (мг/кг)	Показатель точности (границы относительной погрешности) ±δ, % при Р=0,95	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), σ _г , %	Показатель воспроизводимости (относительное среднеквадратическое отклонение воспроизводимости), σ _в , %	Предел повторяемости, г, % Р=0,95, n=2
Кальций	От 10 до 100000 вкл.	5	2	2,5	6
Магний	От 10 до 100000 вкл.	5	2	2,5	6

3 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

3.1 Средства измерений

3.1.1 Ионмер универсальный ЭВ-74, диапазон измерений (1-14) ед. рН, относительная погрешность не превышает ($\pm 0,05$) ед. рН;

3.1.2 Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания 200 г по ГОСТ 24104-2001;

3.1.3 Гири Г-2-210 по ГОСТ 7328-2001;

3.1.4 Колбы мерные 1-100-2, 1-250-2, 1-500-2, 1-1000-2 по ГОСТ 1770-74;

3.1.5 Пипетки градуированные вместимостью (1, 2, 5, 10) см³ по ГОСТ 29227-91;

3.1.6 Пипетки с одной отметкой вместимостью (25, 50, 100) см³ по ГОСТ 29169-91;

3.1.7 ГСО 7682-9 состава водного раствора ионов кальция с массовой концентрацией ионов кальция 1,00 г/дм³, с относительной погрешностью аттестованного значения не превышающей $\pm 1\%$;

3.1.8 МСО 0139:2000 (ГСО 5225-90) состава раствора ионов магния с массовой концентрацией ионов магния 1,00 г/дм³ с относительной погрешностью аттестованного значения $\pm 1\%$;

3.1.9 Цилиндры мерные 3-10-2, 3-100-2, 3-500-2 по ГОСТ 1770-74;

3.1.10 Бюретки 1-10, 1-25, 1-50, 1-100 по ГОСТ 29252-91.

3.2 Вспомогательные устройства и оборудование

3.2.1 Сушильный шкаф с терморегулятором и термометром ШСС или СНОЛ. Температура нагрева до 473 К (200°C) по ТУ 64-1-909-80;

3.2.2 Печь муфельная лабораторная СНОЛ. Температура нагрева до 873 К (600°C) по ТУ 16-531651;

3.2.3 Воронки стеклянные диаметром (13 – 15) см по ГОСТ 25336-82;

3.2.4 Стаканы химические, ТС, объем 600 см³, 1000 см³ по ГОСТ 25336-82;

3.2.5 Колбы конические, ТХС, Кн-2-250-34, Кн-2-500-34, Кн-2-1000-34 по ГОСТ 25336-82;

3.2.6 Эксикатор по ГОСТ 25336-82;

3.2.7 Слянка для отбора и хранения проб вместимостью (500 – 5000) см³;

3.2.8 Плитка электрическая закрытого типа по ГОСТ 14919-83;

3.2.9 Фильтры бумажные обеззоленные "белая лента" по ТУ 6-09-1678-86;

3.2.10 Бумага индикаторная "универсальная" по ТУ 6-09-1181-76;

3.2.11 Штатив металлический лабораторный;

3.2.12 Ступка фарфоровая по ГОСТ 9147-80.

3.3 Реактивы и материалы

3.3.1 Кислота соляная, марки "х.ч" по ГОСТ 3118-77;

3.3.2 Кислота серная, марки "х.ч" по ГОСТ 4204-77;

3.3.3 Натрия гидроксид по ГОСТ 4328-77;

3.3.4 Аммиак водный по ГОСТ 3760-79;

3.3.5 Аммоний хлористый по ГОСТ 3773-72;

3.3.6 Трилон Б по ГОСТ 10652-73;

3.3.7 Кислотный хром темно-синий по ТУ 6-09-3870-84

3.3.8 Натрий хлористый по ГОСТ 4233-77;

3.3.9 Гидроксиламин солянокислый по ГОСТ 5456-79;

3.3.10 Кальций углекислый по ГОСТ 4530-76;

3.3.11 Магний серноокислый, 7-водный по ГОСТ 4523-77;

3.3.12 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72

3.3.13 Уголь активированный по ТУ 9444-019-00480230-98.

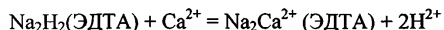
3.3.14 Цинк гранулированный металлический, марка ЦВ или ЦР по ГОСТ 3640-73.9

Примечание - Допускается применение других средств измерений, вспомогательных устройств, реактивов и материалов, технические и метрологические характеристики которых не хуже указанных выше и обеспечивают нормируемую точность измерений.

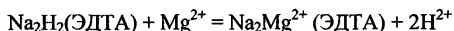
Средства измерений должны быть поверены в установленном порядке.

4 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

Метод основан на последовательном определении кальция и магния в одной пробе водной вытяжки твердых отходов, осадков, донных отложений или в натуральной пробе шламовых вод с образованием комплексов с трилоном Б в присутствии индикатора кислотного хром темно-синего в щелочной среде при $\text{pH}=(12 - 13)$ для ионов Ca^{2+} и $\text{pH}=(10\pm 0,1)$ для ионов Mg^{2+} . Метод определения кальция основан на способности ионов кальция образовывать с трилоном Б малодиссоциированное, устойчивое в щелочной среде при $\text{pH}=(12 - 13)$ соединение по реакции:



Магний осаждается в виде гидроксида и не мешает определению.



Определение магния начинают только тогда, когда весь кальций будет связан в комплекс. Пробу воды подкисляют, доводят до значения $\text{pH}=(10\pm 0,1)$, и титруют магний, используя тот же индикатор, до перехода окраски из ярко-розовой в сине-голубую.

5 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При выполнении анализов необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007-76.

5.2 Электробезопасность при работе с электроустановками соблюдается по ГОСТ 12.1.019-79.

5.3 Помещение лаборатории должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

5.4 Организация обучения работающих безопасности труда производится по ГОСТ 12.0.009-90.

6 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

К выполнению измерений и обработке их результатов допускают специалистов, имеющих высшее или среднее специальное химическое образование или опыт работы в химической лаборатории, прошедших соответствующий инструктаж, освоивших метод в процессе тренировки.

7 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Условия окружающей среды, при которых обеспечивается требуемая точность измерений, следующие:

- атмосферное давление, кПа (мм.рт.ст)	(84 – 106);
- температура воздуха, °С	(730 - 780);
- относительная влажность воздуха, %	(20 ± 5);
- напряжение питания электросети, В	не более 80
- частота переменного тока, Гц	(220 ⁺²² ₋₃₃); (50 ± 1).

8 ОТБОР ПРОБ

8.1 Отбор проб производится в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб», ГОСТ 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа их загрязнения», а также в соответствии с методическими рекомендациями ПНД Ф 12.1:2.2:2.3.2-03 «Отбор проб отходов промышленного производства и потребления, почв, грунтов, осадков биологических очистных сооружений, шламов промышленных сточных вод, донных отложений искусственно созданных водоемов, прудов - накопителей и

гидротехнических сооружений» (ОАО «Каустик», НТФ «Хромос», 1999г.).

8.2 Пробы твердых отходов, осадки с иловых и шламовых площадок отбирают методом точечных проб, послойно с глубины (0 - 5) см, (5 - 20) см, (20 см - не более 1 м) массой не менее 200 г каждая.

8.3 Пробы жидких осадков отбирают из трубопроводов или других технологических сооружений с учетом их конструкции.

8.4 Донные отложения водоемов и прудов отбирают согласно ГОСТ 17.1.5.01-80 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа их загрязненности».

8.5 Объем пробы должен быть не менее 1 дм³ (1 кг). Пробу не консервируют и хранят не более 7 суток.

8.6 Если при хранении отобранной пробы на стенках и на дне сосуда образуется осадок карбоната кальция, необходимо временно перенести пробу в другой сосуд, прилить в первый сосуд несколько миллилитров соляной кислоты, разбавленной в соотношении кислота: вода (1:5), обмыть ею стенки и дно для растворения осадка и влить обратно в пробу. Перед титрованием такую пробу нейтрализуют раствором гидроксида натрия с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³. Увеличением объема пробы за счет прибавленной кислоты можно пренебречь, если первоначальный объем пробы был более 400 см³.

9 ПОДГОТОВКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Приготовление растворов

9.1.1 Приготовление раствора кальция с массовой концентрацией 1,00 мг/см³

9.1.1.1 Раствор кальция с массовой концентрацией (1,00±0,01) мг/см³ готовят из ГСО (согласно инструкции по применению ГСО) или готовят аттестованную смесь по ГОСТ 4212-76 (с последующей аттестацией согласно НД) из соли углекислого кальция по п.9.1.1.2.

9.1.1.2 5 г углекислого кальция прокаливают в муфельной печи до постоянной массы при температуре (250 – 300) °С. Навеску 2,4970 г кальция углекислого (результат взвешивания записывают до четвертого десятичного знака), предварительно доведенного до постоянной массы, растворяют в 10 см³ раствора соляной кислоты с массовой долей 25 %, переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм³ и доводят до метки дистиллированной водой.

Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 1 года.

9.1.2 Приготовление раствора магния с массовой концентрацией 1 мг/см³

9.1.2.1 Раствор магния с массовой концентрацией (1,00±0,01) мг/см³ готовят из ГСО (согласно инструкции по применению ГСО) или готовят аттестованную смесь по ГОСТ 4212-76 (с последующей аттестацией согласно НД) из соли магния сернокислого по п.9.1.2.2.

9.1.2.2 10,1400 г магния сернокислого 7-водного (результат взвешивания записывают до четвертого десятичного знака) растворяют в небольшом количестве дистиллированной воды в мерной колбе вместимостью 1 дм³, содержащей 1 см³ раствора серной кислоты с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³ и доводят до метки дистиллированной водой.

Раствор хранят в полиэтиленовой посуде из темного стекла не более 1 года.

9.1.3 Приготовление раствора серной кислоты с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³

В мерную колбу вместимостью 250 см³, заполненную до половины дистиллированной водой, осторожно приливают пипеткой 14 см³ концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,835$ г/см³), перемешивают, охлаждают и доводят до метки дистиллированной водой.

Раствор хранят в стеклянной посуде не более 6 месяцев.

9.1.4 Приготовление раствора соляной кислоты с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³

В мерную колбу вместимостью 1 дм³, заполненную до половины дистиллированной водой, пипеткой приливают 80 см³ концентрированной соляной кислоты ($\rho = 1,19$ г/см³). Перемешивают и доводят до метки дистиллированной водой.

Раствор хранят в стеклянной посуде не более 6 месяцев.

9.1.5 Приготовление раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³

40,0000 г гидроксида натрия (результат взвешивания записывают до четвертого десятичного знака) растворяют в фарфоровом стакане в (500 – 700) см³ дистиллированной воды. Охлаждают. Количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм³ и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Закрывают полиэтиленовой пробкой и в течение 20 дней выдерживают до полного осаждения углекислого натрия, нерастворимого в растворе указанной концентрации. Для анализа используют отстоявшийся прозрачный раствор. Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 6 месяцев.

9.1.6 Приготовление раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 2,0 моль/дм³

80,0000 г гидроксида натрия (результат взвешивания записывают до четвертого десятичного знака) растворяют в фарфоровом стакане в (500 – 700) см³ дистиллированной воды. Охлаждают. Количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм³ и доводят до метки дистиллированной водой. Закрывают полиэтиленовой пробкой и в течение 20 дней выдерживают до полного осаждения углекислого натрия, нерастворимого в растворе указанной концентрации. Для анализа используют отстоявшийся прозрачный раствор. Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 6 месяцев.

9.1.7 Приготовление аммиачно-буферного раствора рН= (10±0,1)

20,00 г аммония хлористого (результат взвешивания записывают до второго десятичного знака) растворяют в мерной колбе вместимостью 1 дм³ в небольшом количестве дистиллированной воды, цилиндром добавляют 100 см³ раствора аммиака и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Раствор хранят в полиэтиленовой посуде в течение 2 месяцев. Перед проведением анализа проводят измерение рН раствора.

9.1.8 Приготовление индикатора кислотного хрома темно-синего

0,100 г препарата (результат взвешивания записывают до третьего десятичного знака) помещают в фарфоровую ступку, добавляют 10 г хлористого калия или хлористого натрия. Смесь растирают и хранят в герметично закрытой банке из темного стекла не более 1 месяца.

9.1.9 Приготовление раствора солянокислого гидроксиламина с массовой долей 5 %

5,0 г гидроксиламина солянокислого помещают в колбу вместимостью 100 см³, добавляют 95 см³ дистиллированной воды и перемешивают. Раствор устойчив в течение 6 месяцев.

9.1.10 Приготовление 0,1 н. основного раствора трилона Б

18,6200 г трилона Б (результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака) количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, предварительно заполненную на ½ объема дистиллированной водой. Доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой, перемешивают до полного растворения реактива.

Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 1 года.

Допускается приготовление раствора из стандарт-титра, согласно инструкции к применению.

9.1.11 Приготовление 0,05 н. раствора трилона Б

9.1.11.1 Навеску 9,3100 г трилона Б (результат взвешивания записывают с точностью до четвертого десятичного знака) количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, предварительно заполненную на ½ объема дистиллированной водой. Доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой, перемешивают до полного растворения.

9.1.11.2 Допускается приготовление 0,05 н. раствора трилона Б путем разбавления 0,1 н. основного раствора трилона Б, приготовленного по п. 9.1.10.

Для этого, пипетками вместимостью 100 см³ отмеряют по 100,0 см³ 0,1 н. раствора трилона Б и дистиллированной воды, тщательно перемешивают.

9.1.11.3 Допускается приготовление раствора из стандарт-титра, согласно инструкции по применению.

9.1.11.4 Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 3-х месяцев с проверкой коэффициента поправки 1 раз в месяц.

9.1.12 Приготовление 0,01 н. раствора трилона Б

0,01 н. раствор трилона Б готовят путем разбавления основного 0,1 н. раствора трилона Б, приготовленного по п. 9.1.10.

100,0 см³ 0,1 н. раствора трилона Б, отмеренного пипеткой вместимостью 100 см³, вносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³, предварительно заполненную на ½ объема дистиллированной водой. Доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой, перемешивают.

Раствор хранят в полиэтиленовой посуде не более 3-х месяцев с проверкой коэффициента поправки 1 раз в месяц.

9.1.13 Приготовление 0,1 н. раствора хлористого цинка

3,269 г металлического гранулированного цинка (результат взвешивания записывают с точностью до третьего десятичного знака) растворяют в мерной колбе вместимостью 1000 см³ в 30 см³ соляной кислоты, разбавленной в соотношении с водой 1:1. Доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой *только после полного растворения цинка* и тщательно перемешивают.

Получают точно 0,1 н раствор хлористого цинка.

Соответствующим разведением этого раствора вдвое получают 0,05 н. или 0,01 н. растворы хлористого цинка.

Если навеска неточная (больше или меньше 3,269 г), то рассчитывают количество кубических сантиметров исходного 0,1н. раствора хлористого цинка для приготовления точно 0,05 н. (должен содержать 1,6345 г цинка в 1 дм³) или точно 0,01 н. (должен содержать 0,3269 г цинка в 1 дм³) растворов.

9.1.14 Приготовление 0,1 н., 0,05 н. и 0,01 н. растворов серноокислого магния

9.1.14.1 Раствор готовят из фиксаля. Содержимое ампулы фиксаля 0,01 н раствора серноокислого магния растворяют в 100 см³ дистиллированной воды.

9.1.14.2 Для приготовления 0,05 н раствора серноокислого магния содержимое ампулы фиксаля 0,01 н раствора серноокислого марганца растворяют в 200 см³ дистиллированной воды.

9.1.14.3 0,01 н раствор серноокислого магния готовят из фиксаля, согласно прилагаемой инструкции, растворяя содержимое ампулы в 1000 см³ дистиллированной воды

9.1.15 Установление поправочного коэффициента к нормальности раствора трилона Б

9.1.15.1 В коническую колбу вместимостью 250 см³ пипеткой вместимостью 10 см³ вносят 10,0 см³ 0,1 н. раствора хлористого цинка или (10,0 см³ 0,1 н. раствора серноокислого магния), пипеткой вместимостью 2 см³ добавляют 2,0 см³ раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 1,0 мольдм³ и навеску (0,10–0,15) г индикатора кислотного хрома темно-синего, взвешенного с точностью 0,01 г

Раствор тщательно перемешивают и титруют при сильном взбалтывании 0,1 н раствором трилона Б, до перехода окраски раствора в синий цвет с фиолетовым оттенком.

9.1.15.2 Поправочный коэффициент (К) к нормальности раствору трилона Б рассчитывают по формуле

$$K = \frac{10}{V_{TP}}, \quad (1)$$

где 10 - количество 0,1 н. раствора хлористого цинка, взятое для установления поправочного коэффициента, см³;
 V_{TP} - количество 0,1 н раствора трилона Б, израсходованное на титрование, см³

Поправочный коэффициент к раствору трилона Б устанавливают и проверяют 1 раз в месяц при температуре (20±1)°С, в противном случае используют температурную поправку по ГОСТ 25794.1-83.

В случае использования 0,05 н. или 0,01 н. растворов трилона Б для установление поправочного коэффициента (К), применяют 0,05 н. или 0,01 н. растворы хлористого цинка (сернокислого магния) соответственно.

9.1.16 Приготовление раствора серной кислоты (1:5)

В термостойкую колбу вносят отмеренные мерным цилиндром 100 см³ дистиллированной воды и добавляют при осторожном помешивании 20 см³ концентрированной серной кислоты. Медленно перемешивают и охлаждают. Раствор хранят не более 6 месяцев.

9.1.17 Приготовление раствора серной кислоты (1:1)

В термостойкую колбу вносят отмеренный мерным цилиндром 1 объем дистиллированной воды и добавляют при осторожном помешивании 1 объем концентрированной серной кислоты. Медленно перемешивают и охлаждают. Раствор хранят не более 6 месяцев.

9.1.18 Приготовление раствора соляной кислоты с массовой долей 25%

В мерную колбу вместимостью 100 см³ к 35 см³ дистиллированной водой, приливают 55 см³ концентрированной соляной кислоты ($\rho=1,19$ г/см³). Перемешивают.

Раствор хранят не более 6 месяцев.

9.1.19 Приготовление раствора соляной кислоты с массовой долей 18%

В мерную колбу вместимостью 100 см³ к 53 см³ дистиллированной водой, приливают 39,5 см³ концентрированной соляной кислоты ($\rho=1,19$ г/см³). Перемешивают.

Раствор хранят не более 6 месяцев.

9.2 Устранение мешающих влияний

9.2.1 Для устранения мешающего влияния ионов железа (св.10 мг/дм³); марганца (св.0,3 мг/дм³); алюминия (св.20 мг/дм³); цинка (св.0,3 мг/дм³) в пробу добавляют перед выполнением измерений по п.10 (0,2 - 0,5) см³ раствора гидроксилamina солянокислого с массовой долей 5 %.

9.2.2 Для устранения мешающего влияния анионов (HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-})- пробу следует оттитровать сразу после добавления щелочи.

9.2.3 При высокой цветности, затрудняющей титрование, пробу (фильтрат) перед выполнением анализа пропускают через колонку с активированным углем БАУ. Колонка представляет собой стеклянную трубку длиной (25 - 30) см и диаметром (1,5 - 2,0) см, обеспечивающей

прохождение исследуемой пробы со скоростью 2 см³ в минуту. Колонку заполняют активированным углем БАУ, подготовленным по п.9.4.

9.3 Определение влажности

Влажность следует определять как отношение массы воды, удаленной из исследуемой пробы высушиванием до постоянной массы, к массе влажной пробы.

Пробу твердых отходов, осадка, шлама, активного ила, донных отложений, отходов производства и потребления, отобранную согласно п.8 тщательно перемешивают. Делят анализируемую пробу на две равные части. Одну часть анализируют в соответствии с п.10.

Из второй части пробы отбирают навеску 100,0 г (для жидких проб) и (5-20) г (для твердых проб) для определения влажности. Пробу помещают в заранее высушенный, взвешенный и пронумерованный бюкс и плотно закрывают крышкой (или в выпарительную чашку). Пробу жидких осадков (шламов) предварительно выпаривают на водяной бане досуха.

Бюкс открывают и вместе с крышкой (или выпарительную чашку) помещают в нагретый сушильный шкаф и высушивают при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 5 часов. Охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе в течение (30 ± 2) мин, взвешивают с точностью до второго десятичного знака.

Снова помещают бюкс (или выпарительную чашку) в сушильный шкаф с температурой $t = (105 \pm 2)^\circ\text{C}$ на (30 ± 2) мин, охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе в течение (30 ± 2) мин и взвешивают с точностью до второго десятичного знака.

Высушивание проводят до получения разности масс высушенного осадка в бюксе (выпарительной чашке) при двух последующих взвешиваниях не более 0,02 г.

Если при повторном взвешивании пробы наблюдается увеличение массы, то за результат принимают наименьшую массу.

Влажность исследуемой пробы W , в долях единицы вычисляют по формуле (2)

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1}, \quad (2)$$

где m_1 - масса влажной пробы, (разность масс бюкса (фарфоровой чашки) с влажным осадком и пустого бюкса (фарфоровой чашки) г;

m_2 - масса пробы, высушенной при $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$, (разность масс бюкса (фарфоровой чашки) с высушенной пробой и пустого бюкса (фарфоровой чашки) г.

9.4 Подготовка к работе активированного угля БАУ

Свежую порцию угля (или бывшего в употреблении) перед работой кипятят с раствором соляной кислоты с массовой долей 18 % в течение (2 – 3) часов. В случае появления интенсивной окраски операцию повторяют с новой порцией соляной кислоты до тех пор, пока слой кислоты над углем не станет бесцветным. Уголь отмывают дистиллированной водой до нейтральной реакции (контролируя по универсальной лакмусовой бумаге) и заливают раствором гидроксида натрия с молярной концентрацией 2 моль/дм³ на (10 – 12) часов. Если появится окраска, операцию повторяют. После полного извлечения окрашенных веществ уголь отмывают дистиллированной водой до нейтральной реакции и хранят под слоем дистиллированной воды. После пропускания через колонку каждой пробы (фильтрата), колонку отмывают вначале раствором гидроксида натрия с молярной концентрацией 0,1 моль/дм³ до исчезновения окраски, а затем дистиллированной водой до нейтральной реакции.

10 ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Жидкие пробы с влажностью более 90 % и объёмом не менее 200 см³ отфильтровывают через фильтр обеззоленный "белая лента" диаметром (9 - 15) см. Для ускорения фильтрации допускается применение водоструйного насоса.

10.2 При необходимости устраняют мешающие влияния по п.9.2.

10.3 Рекомендуемый для выполнения измерений объем пробы (фильтрата) и нормальность раствора трилона Б в зависимости от содержания кальция и магния указаны в таблице 2.

Таблица 2

Концентрация ионов кальция и магния, мг/дм ³	Объем пробы для анализа, см ³	Нормальность раствора трилона Б, (н)
От 3,0 до 15,0 включ.	200	0,01 н
Св. 15,0 до 140 включ.	200-100	0,05 н
Св.140 до560 включ.	50-25	0,1 н
Св.560 до 2800 включ	10-5	0,1 н
Св.2800 до14000 включ	4-1	0,1 н
св. 14000 - разбавление пробы дистиллированной водойне более чем 1:100	1	0,1 н

10.4 Для определения **кальция** берут соответствующий объем пробы фильтрата (1 - 200) см³, (при необходимости доводят объем до 200 см³ дистиллированной водой), переносят в коническую колбу для титрования, добавляют пипеткой (3 - 5) см³ раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³ до рН =(12 - 13), контролируя по индикаторной бумаге. Затем в колбу вносят (0,1 - 0,15) г сухого индикатора кислотного хрома темно-синего (п.9.1.7).

Оттитровывают при постоянном перемешивании раствором трилона Б соответствующей нормальности (таблица 2) до перехода окраски из красной в сине-фиолетовую.

Таким же способом проводят "холостое" определение с дистиллированной водой.

10.5 Для определения **магния** содержимое колбы после определения кальция подкисляют, добавляя раствор соляной кислоты с молярной концентрацией 1,0 моль/дм³ до появления ярко-розовой окраски, и доводят до рН =(10,0±0,1) по рН-метру, добавляя в пробу соответствующей пипеткой (20-25) см³ аммиачно-буферного раствора. Затем добавляют 0,1 г индикатора кислотного хрома темно-синего и оттитровывают при постоянном перемешивании соответствующим раствором трилона Б до перехода окраски из ярко-розовой в сине-голубую.

10.6 При анализе образцов, имеющих влажность более 90 %, проводят измерение следующим образом:

- исследуемую пробу тщательно (в течение 5-7 минут) перемешивают;

- разделяют на две части;

- из одной части готовят навеску 100,00 г (результат взвешивания записывают до второго десятичного знака) для определения влажности (п.9.3);

- из другой части готовят навеску 100,00 г (результат взвешивания записывают до второго десятичного знака) для определения массовой концентрации кальция и магния и проводят выполнение измерений по п.п.10.1-10.5.

10.7 При анализе образцов, имеющих влажность менее 90%, измерения проводят следующим образом:

- исследуемую пробу тщательно (в течение 5 - 7 минут) перемешивают;

- пробу делят на 2 части;

- из одной части пробы готовят навеску 100,00 г (результат взвешивания записывают до второго десятичного знака) для определения влажности (п.9.3);

- из второй части пробы отбирают навеску 100 г (результат взвешивания записывают до целого числа) и готовят водную вытяжку для определения массовой концентрации кальция и магния.

Водную вытяжку готовят следующим образом:

- после определения влажности исследуемого образца добавляют в пробу такое количество дистиллированной воды, чтобы влажность образца составляла не менее 90 % и масса полученной пробы была не менее 200 г (взвешенной с точностью 1 г на технических весах).

- объем прибавляемой воды, V_4 , см^3 , , добавленный для доведения влажности пробы до > 90 %, точно измеряют и записывают.

Склянку закрывают пробкой и взбалтывают в течение 6 часов. Далее проводят измерение массовой концентрации кальция и магния по п.п.10.1. - 10.5.

При выполнении анализа используют 2 параллельные пробы.

11 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Массовую концентрацию **КАЛЬЦИЯ**, (мг/дм^3), рассчитывают по формуле (3)

$$C_{Ca^{2+}} = \frac{(V_1 - V_{xCa}) \cdot 20,04 \cdot N \cdot K \cdot 1000}{V_{np}} \quad (3)$$

11.2 Массовую концентрацию **МАГНИЯ**, (мг/дм^3), рассчитывают по формуле (4)

$$C_{Mg^{2+}} = \frac{(V_2 - V_{xMg}) \cdot 12,16 \cdot N \cdot K \cdot 1000}{V_{np}}, \quad (4)$$

где V_1 - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование кальция в исследуемой пробе, см^3 ;

V_2 - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование магния в исследуемой пробе, см^3 ;

V_{xCa} - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование "холостой" пробы кальция, см^3 ;

V_{xMg} - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование "холостой" пробы магния, см^3 ;

V_{np} - объем анализируемой пробы, см^3 ;

N - нормальность раствора трилона Б, моль/ дм^3 эквивалента;

K - поправочный коэффициент для приведения концентрации трилона Б к точно 0,1 (0,05, 0,01) моль/ дм^3 , установленный по п.п. 9.1.15;

20,04 - молярная масса эквивалента атома кальция, г/моль;

12,16 - молярная масса эквивалента атома магния, г/моль.

За результат измерений принимается среднее арифметическое результатов двух параллельных измерений.

11.3 Общую жесткость, X , (мг-экв/дм³), рассчитывают по формуле (5)

$$X = \frac{C_{Ca^{2+}}}{20,04} + \frac{C_{Mg^{2+}}}{12,16}, \quad (5)$$

11.4 Массовую концентрацию **КАЛЬЦИЯ**, C , (мг/кг сухого вещества) рассчитывают по формуле (6)

$$C_{Ca^{2+}} = \frac{(V_1 - V_{xCa}) \cdot 20,04 \cdot N \cdot K \cdot 1000 \cdot V_4}{m_1 \cdot (1 - W) \cdot V_3}, \quad (6)$$

11.5 Массовую концентрацию **МАГНИЯ**, C , (мг/кг сухого вещества) рассчитывают по формуле (7)

$$C_{Mg^{2+}} = \frac{(V_1 - V_{xMg}) \cdot 12,16 \cdot N \cdot K \cdot 1000}{m_1 \cdot (1 - W) \cdot V_3}, \quad (7)$$

где $m_1 \cdot (1 - W)$ - масса сухого вещества взятого для анализа с учетом влажности по п.9.3.

V_3 - объем пробы (водной вытяжки) взятый для анализа, см³;

V_4 - объем дистиллированной воды добавленный для доведения влажности пробы до > 90 %, см³.

11.6 За результат измерений принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, если выполняется условие приемлемости (8)

$$\frac{2 \cdot |X_1 - X_2| \cdot 100}{(X_1 + X_2)} \leq r, \quad (8)$$

где C_{i1} , C_{i2} - результаты параллельных определений массовой концентрации i -го элемента, мг/дм³ (мг/кг);

r_i - значение предела повторяемости i -го элемента (таблица 1), %.

11.7 Если условие (8) не выполняется, получают еще два результата в полном соответствии с данной методикой. За результат измерений принимают среднее арифметическое значение результатов четырех определений, если выполняется условие (9)

$$\frac{4 \cdot |X_{\max} - X_{\min}| \cdot 100}{(X_1 + X_2 + X_3 + X_4)} \leq CR_{0,95}(n), \quad (9)$$

где C_{\max} , C_{\min} – максимальное и минимальное значения массовой концентрации i -го элемента из полученных четырех результатов параллельных определений, мг/дм³ (мг/кг);

$CR_{0,95}(n)$ – значение критического диапазона для уровня вероятности $P=0,95$ и n – результатов определений.

$$CR_{0,95} = f(n) \cdot \sigma_r,$$

Для $n=4$

$$CR_{0,95} = 3,6 \cdot \sigma_r, \quad (10)$$

Если условие (10) не выполняется, выясняют причины превышения критического диапазона, устраняют их и повторяют выполнение измерений в соответствии с требованиями МВИ.

11.8 Результат анализа в документах, предусматривающих его использование, представляют в виде:

$$\bar{X} \pm 0,01 \cdot \delta_i \cdot \bar{X}, \quad \text{при } P=0,95,$$

где \bar{X} – среднее арифметическое значение результатов n определений i -го элемента, признанных приемлемыми (п.п.11.6 - 11.7), мг/дм³ (мг/кг).

δ_i – границы относительной погрешности измерений, % (таблица 1).

В случае, если полученный результат анализа ниже нижней (выше верхней) границы диапазона измерений, то производят следующую запись в журнале: «массовая концентрация кальция менее 10,0 мг/дм³ (мг/кг) (более 100000 мг/дм³ (мг/кг))»;

«массовая концентрация магния менее 10,0 мг/дм³ (мг/кг) (более 100000 мг/дм³ (мг/кг))».

12 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДИКИ В ЛАБОРАТОРИИ

Контроль качества результатов измерений в лаборатории при реализации методики осуществляют по ГОСТ Р ИСО 5725-6, используя контроль стабильности среднеквадратического (стандартного) отклонения промежуточной прецизионности по п.6.2.3 ГОСТ Р ИСО 5725-6 и

показателя правильности по п.6.2.4 ГОСТ Р ИСО 5725-6. Проверку стабильности осуществляют с применением контрольных карт Шухарта.

Периодичность контроля стабильности результатов выполнения измерений регламентируют в Руководстве по качеству лаборатории.

Рекомендуется устанавливать контролируемый период так, чтобы количество результатов контрольных измерений было от 20 до 30.

При неудовлетворительных результатах контроля, например, превышение предела действия или регулярное превышение предела предупреждения, выясняют причины этих отклонений, в том числе проводят смену реактивов, проверяют работу оператора.