**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ**

**СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Определение ионов алюминия и меди (II) в сточной воде

Курсовая работа по аналитической химии

Студентка 2 курса

Н.А. Сталоверова

Оценка “\_\_\_\_\_\_”

Руководитель, доцент, к. х. н.

О.Н. Кононова

Оценка защиты “\_\_\_\_\_\_”

Итоговая оценка “\_\_\_\_\_\_”

Зав. кафедрой аналитической химии

С.В. Качин

Красноярск 2008

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение

1 Литературная часть

1.1 Физико-химическая характеристика алюминия

1.2 Физико-химическая характеристика меди

1.3 Аналитическое определение ионов алюминия(III) и меди(II)

2 Экспериментальная часть

2.1 Выбор объектов исследования

2.2 Приборы и реактивы

2.3 Методики, используемые в работе

2.3.1 Определение меди(II) йодометрическим методом

2.3.2 Определение алюминия(III) комплексонометрическим методом

2.4 Обсуждение результатов

Выводы

Список литературы

**ВВЕДЕНИЕ**

Вода-источник жизни, ничто живое на земле не может обойтись без нее, поэтому ее анализ имеет важное значение. В сточных водах содержится большее количество разнообразных органических, неорганических, органоминеральных веществ природного и техногенного происхождения. Вода может содержать эти вещества как в истинно растворенном состоянии, так и в коллоидном в виде суспензий и эмульсий. Качество воды предварительно оценивается по обобщенным показателям: цвет, прозрачность, пенистость, запах, кислотность и щелочность. Затем следует более глубокий анализ на содержание и токсичность присутствующих в воде веществ.

Данная работа посвящена определению содержания алюминия(III) и меди(II) в сточной воде.

**Глава 1 ЛИТЕРАТУРНАЯ ЧАСТЬ**

* 1. **Физико-химическая характеристика алюминия**

Алюминий - самый распространенный в земной коре металл. Он входит в состав глин, полевых шпатов, слюд и многих других минералов. Общее содержание алюминия в земной коре составляет 8%(масс). Основным сырьем для производства алюминия служат бокситы, содержащие 32-60% глинозема[1].

В настоящее время промышленные способы получения алюминия основаны на электролитическом разложении оксида алюминия, растворенного в расплавленном криолите. В качестве материала для электродов обычно используют ретортный графит[2].

Алюминий Al13 расположен в третьей группе периодической системы и имеет электронное строение 1s2 2s2 2p6 3s2 3p1 ; наиболее характерна степень окисления +3 и координационные числа 4 и 6. Металлический атомный радиус 0,143 нм, ковалентный – 0,126 нм, условный радиус иона Al 3+ - 0,057 нм. Энергия ионизации Al – Al + 5,99 Эв[1].

Алюминий – типичный амфотерный элемент, для него характерны анионные и катионные комплексы. Так, в кислой среде существует катионный аквакомплекс [Al(OH2 )6 ]3+ , а в щелочной – анионный гидрокомплекс и [Al(OH)6 ]3- [1].

Алюминий представляет собой серебристо-белый довольно твердый металл, с плотностью 2,7 г/см3, плавящийся про 660 и кипящий при 25200 С. Он характеризуется большой тягучестью, легко вытягивается в проволоку и прокатывается в тонкие листы, и высокой электропроводностью, составляющей примерно 0,6 электропроводности меди. Стандартный электродный потенциал алюминия равен - 1,663B. При нормальных условиях алюминий – серебристо–белый легкий металл. На воздухе алюминий покрывается тончайшей, но очень плотной, оксидной пленкой, предохраняющей металл от дальнейшего окисления[2]. В связи с этим его поверхность обычно имеет не блестящий, а матовый вид[3]. При накаливании мелко раздробленного алюминия он энергично сгорает на воздухе. Аналогично протекает и его взаимодействие с серой. С хлором и бромом его соединение происходит уже при обычной температуре, с иодом - при нагревании. При очень высоких температурах алюминий непосредственно соединяется также с азотом и углеродом, а с водородом он не взаимодействует. По отношению к воде алюминий практически вполне устойчив. Сильно разбавленные, а также очень крепкие HNO3 и H2SO4 на алюминий практически не действуют, тогда, как при средних концентрациях кислот алюминий постепенно растворяется. По отношению к CH3COOH и H3PO4 алюминий устойчив. Чистый металл также устойчив и по отношению к соляной кислоте, но обычный технический в ней растворяется. Алюминий легко растворим в сильных щелочах (NaOH, KOH)[2]:

2Al+2NaOH+6H2O=3H2+2Na[Al(OH)4] (1)

Довольно энергично разъедается он также раствором аммиака [2]. Соединение алюминия с кислородом сопровождается громадным выделением тепла, значительно большим, чем в случае многих других металлов. Ввиду этого при накаливании смеси оксида такого металла с порошком алюминия происходит бурная реакция, ведущая к выделению из взятого оксида свободного металла[2].

Оксид алюминия представляет собой белую очень тугоплавкую и не растворимую в воде массу. Природный Al2O3 (минерал корунд), а так же полученный искусственно и затем сильно прокаленный, отличается большей твердостью и нерастворимостью в кислотах. Обычно загрязненный оксидом железа природный корунд вследствие своей чрезвычайной твердости применяется для изготовления шлифовальных кругов, брусков т.п.

Ввиду нерастворимости Al2O3 в воде, отвечающий этому оксиду гидроксид [Al(OH)3], может быть получен только косвенным путем (исходя из солей). Он представляет собой объемистый студенистый осадок белого цвета, практически не растворимый в воде, но растворяющийся в кислотах и сильных щелочах. Гидроксид алюминия имеет, следовательно, амфотерный характер. Однако и основные, и кислые свойства его выражены довольно слабо[3].

С тех пор как алюминий стал доступным для промышленного использования, он получил широкое распространение. Из него изготавливают аппараты для промышленных целей, а также многочисленные предметы домашнего обихода. Обрезки алюминиевой жести перерабатывают в алюминиевый порошок, употребляемый в качестве литографической краски, а так же для изготовления взрывчатых веществ, применяемых в пиротехнике[2].

* 1. **Физико-химическая характеристика меди**

Медь Cu29 расположена в первой группе системы элементов и имеет электронное строение 1s2 2s2 2p6 3s2 3p6 3d10 4s1 . Для меди наиболее характерны соединения со степенями окисления + 1 () и +2 (, , , , , ), известны также немногочисленные соединения трехвалентной и четырехвалентной меди. Для меди (I) наиболее характерны координационные числа 2 и 4, для Cu(II) максимальное координационное число равно 6, что соответствует октаэдрическим комплексам. Чаще всего встречаются соединения Cu(II), в которых координационное число равно 4 (квадрат) и 6 (искаженный октаэдр)[5].

Чистая медь-тягучий, мягкий, вязкий металл. В отличие от большинства металлов медь обладает ярко выраженной окраской - красного, а в изломе розового цвета, в очень тонких слоях на просвет выглядит зеленовато-голубой. На воздухе медь покрывается рыхлым слоем основных карбонатов[5].

При нагревании медь тускнеет в результате образования поверхностного слоя оксида. При более сильном нагревании она, наконец, полностью переходит в оксид меди (I), а при более высоком давлении кислорода в – в оксид меди(II). Влажный хлор быстро реагирует с медью уже при обычной температуре. С остальными галогенидами медь взаимодействует так же легко. Ярко выраженным сродством медь обладает по отношению к сере и селену. Напротив, газообразный азот, даже при более высокой температуре, заметно не действует на медь. Однако, если над медью, нагретой до красного каления, пропустить газообразный аммиак, то она образует соединение с азотом. В разбавленной азотной кислоте медь растворяется с выделением оксида азота и образованием нитрата меди(II); с горячей концентрированной серной кислотой образуется сульфат меди. В соответствии со своим положением в электронном ряду напряжений медь не может обычным образом заряжаться водородными ионами. Поэтому медь в отсутствие воздуха не подвергается воздействию серной и соляной кислот, уксусной кислоты и т.д. Однако при нагревании газообразный хлористый водород действует на медь с образованием хлорида меди(I)[4]:

Cu+HCl=CuCl+1/2H2. (2)

Растворение меди в разбавленной азотной кислоте сначала идет очень медленно. Однако, после того как в растворе в соответствии с уравнением образуется некоторое количество нитрат – ионов, растворение становится бурным[4].

Cu2O получают прямым взаимодействием меди с кислородом, который плавится без разложения при . В кристалле Cu2O имеет место линейно-тетраэдрическая координация атомов. Гидроксид значительно устойчивее, чем CuОН и по силе приближается к щелочам. Это объясняется уменьшением поляризующего действия катиона Cu+ на ионы за счет экранирования молекулами аммиака. Гидроксиды CuОН – основания не устойчивы. При попытке их получения по обменным реакциям выделяется оксид (красный)[1].

Из оксидов в степени окисления +2 устойчив CuO, его получают непосредственным взаимодействием компонентов. Гидроксиды получают действием щелочи на растворимые соли . Гидроксид является слабо амфотерным[1]:

. (3)

Действием пероксида водорода на сильнощелочной раствор растворимой соли получают гранатово-красный порошок . Он выделяет кислород уже при и является сильнейшим окислителем, например, окисляет соляную кислоту до хлора. Галогениды меди занимают промежуточное положение, монофторид не существует. Из галогенидов меди в степени окисления +2 наиболее устойчив , а иодид не получен. Нерастворимые в воде и кислотах галогениды ЭГ довольно значительно растворяются в растворах галогеноводородных кислот или основных галогенидов[1]:

, (4)

Соединения Cu(III) – сильные окислители.

Одним из основных свойств меди и в любых степенях окисления является способность образовывать комплексные соединения. Большинство растворимых соединений меди являются комплексными соединениями. Комплексообразовательная способность объясняется дефектностью (n-1)d-оболочек (при степенях окисления больше +1)[5].

Из ацидокомплексов Cu+ наиболее устойчивы цианидные. Так, для [СuCl2]¯ pK=5,96, а для [Cu()]¯ pK=16,0. Аквакомплексы катионов металлов подгруппы меди нестойки. Для Cu(1) гораздо устойчивее аммиакаты[1]. С увеличением числа лигандов растет прочность комплекса. Для меди (II) характерны как катионные, так и анионные комплексы. Производные Cu(+2) в равной мере характерны и для соединений первого порядка и для комплексов. Известны голубые аквакомплексы в водных растворах и кристаллический медный купорос , который является примером сверхкомплексного соединения. Устойчивый аммиакат характеризуется координационным числом 4 (, pK=12,7), а можно получить только в жидком аммиаке. Из комплексных анионов Cu(+2) отметим гидроксокомплекс (pK=16,1) синего цвета, благодаря образованию которого растворяется в концентрированных растворах щелочей[5].

Медь в степени окисления +3 значительно стабилизируются за счет комплексообразования. Для меди известен светло-зеленый высокоспиновый октаэдрический комплекс .

Многие соединения меди используются в качестве красок. Измельченный малахит, а также искусственно приготовленные препараты аналогичного состава находят применение как клеевые или водяные краски под названием медной зелени. Более 50% меди применяется в электротехнике (медные провода). Также медь применяется в металлотехнике и для чеканки монет. Граница между металлической медью и CuO обладает выпрямляющим свойством, поэтому оксид меди применяется для изготовления «купроксных» выпрямителей переменного тока. Медный купорос применяется в гальванотехнике, для протравливания зерна, выделке кож, медицине[4].

**1.3 Аналитическое определение ионов алюминия(III) и меди(II)**

По Шварценбаху, алюминий можно определить как прямым, так и косвенным титрованием[6]. При прямом определении со смешанным индикатором CuY – ПАН, к кислому анализируемому раствору добавляют аммиак до рН между 0 и 1. Затем приливают каплю бромфенолового синего и, добавляя ацетат аммония, доводят окраску раствора до сине-серой, после чего быстро приливают концентрированную уксусную кислоту; рН раствора должен составлять приблизительно 3, если необходимо, его корректируют с помощью уксусной кислоты или ацетата аммония. После приливания нескольких капель комплексона меди и индикатора ПАН (до появления глубокой фиолетовой окраски) раствор нагревают до кипения. Далее проводят титрование, причем раствор все время поддерживают в состоянии, близкому к кипению. Около точки эквивалентности окраска переходит в желтую, так как ЭДТА быстрее реагирует с CuY – ПАН быстрее чем с алюминием, однако фиолетовая окраска быстро возвращается. Восстановление окраски индикатора замедляется около точки эквивалентности, поэтому необходимо прибавлять титрант по каплям. Точку эквивалентности считают достигнутой, когда желтая окраска раствора остается неизменной после кипячения в течении полминуты. Для предосторожности кипятят еще одну минуту, причем иногда появляется слабый красный оттенок, который исчезает при добавлении последней капли ЭДТА.

При обратном титровании Al(III) раствором железа (III) с салициловой кислотой осадок алюминия растворяют в небольшом объеме соляной кислоты и приливают в небольшом избытке ЭДТА[6]. В смеси устанавливают значение рН=6 прибавлением по каплям раствора аммиака. Затем раствор быстро кипятят, по охлаждении доводят объем раствора дистиллированной водой до 100 мл и прибавляют раствора ацетата натрия до рН смеси, равного 6 - 6,5. Далее добавляют кристаллический индикатор, и титруют смесь стандартным раствором FeCl3 до появления красно – коричневой окраски, устойчивой в течение короткого времени. В ходе титрования значение рН раствора должно быть не ниже 5. Чтобы избежать понижения рН, необходимо к раствору прибавить несколько капель аммиака[6].

Среди методов определения ионов алюминия (III) одним из важнейших является колориметрическое определение экстракцией оксихинолята алюминия[8]. Метод основан на том, что оксихинолят алюминия количественно экстрагируется хлороформом в слабокислой среде (рН = 4,35 — 4,5), окрашивая хлороформный слой в желто-зеленый цвет. По интенсивности этой окраски определяют содержание алюминия колориметрическим титрованием или методом стандартной шкалы. Мешающее определению железо предварительно окисляют до трехвалентного и извлекают хлороформом в более кислой среде (рН = 1,7 — 2,0).

К аликвоте добавляют ацетатного буферного раствора, приливая по каплям ледяную уксусную кислоту до рН = 3. Раствор нагревают до кипения. К кипящему раствору добавляют комплексонат меди и индикатор АН, причем раствор окрашивается в красно-фиолетовый цвет. Горячий раствор титруют стандартным раствором комплексона III до желтого цвета[9].

Также для определения ионов алюминия (III) используют метод колориметрического определения с применением эриохромцианина R[9]. Ионы алюминия образуют с эриохромцианином R при рН = = 5,4 комплексное соединение, имеющее фиолетовую окраску. Светопоглощение измеряют при λ - 530 нм, молярный коэффициент светопоглощения равен 40∙103.

Мешающее определению железо(III) восстанавливают до железа(II) гидрохлоридом гидроксиламина. Мешают также фториды, фосфаты и большие количества органических веществ. Органические вещества и фтор можно удалить выпариванием пробы с хлористоводородной кислотой досуха и прокаливанием остатка.

По Шварценбаху[6], медь можно определить как прямым, так и косвенным титрованием. При прямом определении меди с ПАНом к анализируемому раствору добавляют ацетатный буферный раствор и индикатор. Тотчас доводят раствор до кипения и тируют раствором ЭДТА до очень резкого перехода темно-фиолетовой окраски в капарсечно – желтую.

По Васильеву[7], медь можно определить амперометрическим титрованием. Для этого анализируемый раствор помещают в мерную колбу вместимостью 100мл, добавляют 2М серной кислоты, доводят до метки водой и тщательно перемешивают. Аликвоту помещают в электролизер, добавляют KI и титруют раствором тиосульфата натрия, погружая платиновый электрод, соединяя цепь мостиком из фильтровальной бумаги, при этом во время титрования должна работать магнитная мешалка.

Также медь можно определить методом внутреннего электролиза. Он позволяет выделить медь, отделяя ее от бериллия, цинка, марганца, кобальта, никеля, олова (IV), железа, алюминия, лантана, хрома, галлия, индия, таллия (I), циркония, тория, теллура (IV), ванадия, щелочноземельных металлов, магния, кадмия, свинца,арсенатов, титана, уранил- и вольфрамат-ионов, прибавляя перед электролизом 10%-ный раствор ЭДТА в количестве, по крайней мере в10 раз превышающем содержание этих ионов, разбавляя раствор и приводя его рН к 9,0. Электролиз надо проводить с цинковым анодом. Вместе с медью вэтих условиях выделяются только серебро и висмут. Если предполагается присутствие этих двух элементов, то рекомендуется их выделить сначала втех же условиях, но с добавлением 10%-ного раствора цианида калия для связывания меди [8].

При относительно большом содержании меди в сточной воде определение ее может быть сделано с большей точностью йодометрическим методом. Один из его вариантов, в котором мешающее влияние солей железа(III) устраняется путем добавления к раствору бифторида аммония[8].

Также медь можно определить пиридин - роданидным методом. При прибавлении к раствору соли меди роданида аммония и пиридина образуется комплекс [Cu(C5H5N2)](NCS)2, который при взбалтывании раствора с хлороформом переходит в органический слой, окрашивая его в зеленый цвет.

Определению мешают извлекаемые хлороформом (и при этом его окрашивающие) органические вещества. Если они присутствуют, то их извлекают хлороформом до образования меднороданового комплекса[9].

Однин из точных методов определения меди(II) это метод с применением диэтилдитиокарбамата натрия [9]. Ионы меди реагируют с диэтилдитиокарбаматом натрия (C2H5)2NCS2Na с образованием коричневого внутрикомплексного соединения, которое растворяется в четыреххлористом углероде, окрашивая его в желто-коричневый цвет. Оптическая плотность получаемых растворов в широких пределах пропорциональна концентрации меди. Четыреххлористым углеродом можно экстрагировать как из слабокислой, так и аммиачной среды, но при использовании последней и добавления цитрата аммония и ЭДТА полнее устраняется мешающее влияние других катионов. В этих условиях в реакцию с диэтилдитиокарбаматом помимо меди вступают лишь висмут, серебро и ртуть. Однако комплексы серебра и ртути практически бесцветны и на определение меди не влияют. Комплекс висмута окрашивает ССl4 в желтый цвет, но окраска эта по своей интенсивности в 15 раз слабее окраски, получаемой от раствора комплекса меди той же концентрации. В большинстве случаев этим мешающим влиянием висмута можно пренебречь, если же последнего много - рассчитать поправку и ввести ее в результат определения меди.

Если присутствуют цианиды или большие количества органических веществ, надо провести предварительную обработку пробы для их разрушения[10].

**Глава 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**2.1 Выбор объектов исследования**

В настоящее время человек оказывает большое влияние на природу. Из-за этого окружающая среда подвергается большему загрязнению, возрастает необходимость исследования водных ресурсов на пригодность к употреблению. Именно поэтому, нами выбрана в качестве объекта исследования сточная вода для определения в ней общего содержания алюминия(III) и меди (II), так как соединения этих элементов, попадая в природные водоемы, нарушают общий состав воды, и влияют на экосистему водоемов в целом.

**2.2 Оборудование и реактивы, используемые в работе**

Штатив с лапкой;

Конические колбы для титрования – 3 шт;

Мерная колба вместимостью 100мл;

Градуированная пипетка вместимостью 10мл;

Химические стаканы на 100 мл – 2 шт;

Фильтровальная бумага;

Тиосульфат натрия(), 0,03N раствор;

Иодид калия(KI), 20%-ый раствор;

Серная кислота(H2SO4), 2N раствор;

Крахмал()раствор;

Комплексон III, 0,1N раствор;

Сульфат меди(·5 H2O), 0,02М раствор;

Индикатор ПАН раствор;

Ацетат аммония(CH3COONH4) раствор.

**2.3 Методики, используемые в работе**

**2.3.1 Определение меди (II) йодометрическим методом**

В колбу для титрования наливают 15 мл 20%-ного раствора KI, 2 мл 2 н. раствора H2SO4 и аликвотную часть (10,0 мл) исследуемого раствора. Оставляют смесь в темноте на пять минут, после чего оттитровывают раствором тиосульфата натрия, прибавляя 5 мл раствора крахмала в самом конце титрования, когда раствор со взмученным в нем осадком будет иметь светло-желтую окраску. Синяя окраска жидкости должна исчезнуть от одной капли титранта и вновь не появляться несколько минут. Взмученный осадок CuI после окончания титрования должен иметь цвет «слоновой кости». Титрование повторяют несколько раз и по сходящимся отсчетам по бюретке рассчитывают средний объем титранта, и вычисляют содержание меди.

2.3.2 **Определение алюминия(III) комплексонометрическим методом**

В колбу для титрования наливают аликвотную часть (10,0 мл) исследуемого раствора. Затем вводят избыток стандартного раствора ЭДТА (50 мл) и разбавляют раствор до объема 100 мл. Раствор нагревают до кипения и кипятят 10 мин; затем охлаждают, вводят 10 мл ацетата аммония, прибавляют 10 капель индикатора ПАН и титруют 0,02 М раствором сульфата меди до перехода зеленой окраски в фиолетовую, устойчивую в течение 30 сек. Затем вычисляют содержание алюминия.

**2.4 Обсуждение результатов**

В данной работе нами было определено общее содержание алюминия и меди.

В мерную колбу вместимостью 250,0 мл помещали 25,0 мл сточной воды, доводили до метки дистиллированной водой и перемешивали. Проба имела бесцветную окраску, не имела запаха, значение рН равнялось 1.

При титровании меди по сходящимся отсчетам по бюретке находим объемы V1 = 1,2 мл, V2 = 1,3 мл, V3 = 1,2 мл. По формуле определяем концентрацию N ,моль/л:

N1 = (0,03 · 1,2) / 10 = 0,0036 моль·экв/л, (5)

N2 = (0,03 · 1,3) / 10 = 0,0039 моль·экв/л, (6)

N3 = (0,03 · 1,2) / 10 = 0,0036 моль·экв/л. (7)

Найдем среднюю концентрацию Nср = (0,0036 + 0,0039 + 0,0036) / 3 = 0,0037 моль·экв/л. Проверяем концентрацию по 3Sn –критерию:

, (8)

 (9)

3S3 = 1,7· 10-4 · 3 = 5,1 · 10-4. (10)

Рассчитаем доверительный интервал, при t=4,303, n=3:

. (11)

Из этого следует, что в нашей работе нет промахов и Nср = (0,0037±0,0004) моль·экв/л. Рассчитаем концентрацию меди в исследуемом растворе, в мг/л:

мг/л. (12)

При титровании алюминия по сходящимся отсчетам по бюретке находим объемы V1 = 23,1 мл, V2 = 23,0 мл, V3 = 22,9 мл.

По формуле определяем объем затраченного на титрование раствора ЭДТА:

=(0,02·23,1)/0,1=4,62 мл, (13)

=(0,02·23,0)/0,1=4,60 мл, (14)

=(0,02·22,9)/0,1=4,58 мл. (15)

Рассчитает объем титранта, который пошел на титрование раствора:

, (16)

мл , (17)

мл . (18)

Затем рассчитываем концентрация алюминия в растворе:

=(0,02·18,48)/20=0,01848 моль·экв/л, (19)

=(0,02·18,40)/20=0,01840 моль·экв/л, (20)

=(0,02·18,32)/20=0,01832 моль·экв/л. (21)

Найдем среднюю концентрацию Nср = (0,01848 + 0,01840 + 0,01832) / 3 = 0,01840 моль·экв/л.

Проверяем концентрацию по 3Sn –критерию, по формуле (8):

, (22)

3S3 = 0,7· 10-4 · 3 = 2,1 · 10-4. (23)

Рассчитаем доверительный интервал:

. (24)

Из этого следует, что в нашей работе нет промахов и Nср = (0,01840±0,00017) моль·экв/л.

Рассчитываем концентрацию алюминия в исследуемом растворе:

мг/л. (25)

В ходе эксперимента нами были установлены содержания меди и алюминия в сточной воде, они составляют N = (118,4±0,0004) мг/л и N = (496,8±0,00017) мг/л соответственно. Норма ПДК для меди составляет 0,3 мг/л, для алюминия 0,2 мг/л. Можно сделать вывод, что концентрации меди и алюминия превышает предельно допустимую концентрацию, и эта вода должна подвергнуться дополнительной очистке.

**ВЫВОДЫ**

1. Полученный раствор сточной воды содержал ионы алюминия и меди(II).

2. Йодометрическим методом определили содержание меди (II) в сточной воде N = (118,4±0,0004) мг/л.

3. Комплексонометрическим методом определили содержание алюминия в сточной воде N = (496,8±0,00017) мг/л.

4. Полученные концентрации были сравнены с ПДК, они значительно превышают предельно допустимые концентрации данных ионов в сточной воде.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.П.Ахметов. – М.: Высшая школа, 2001. – С488-502.
2. Реми, Г. Курс неорганической химии Т.1 / Г.Реми. – М.: Мир, 1966. –С381-386.
3. Некрасов, Б. В. Основы общей химии Т.2/ Б. В. Некрасов. – М.: Химия, 1973. – С32-34.
4. Реми, Г. Курс неорганической химии Т.2 / Г.Реми. – М.: Мир, 1966. –С394-410.
5. Угай, Н. П. Общая и неорганическая химия / Н.П.Угай. - М.: Высшая школа, 2000. – С. 310-315.
6. Шварценбах, Г. Комплексонометрическое титрование / Г. Шварценбах, Г. Флашка. – М.: Химия, 1970 – С183-192, 251-257.
7. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Лабораторный практикум / В.П.Васильев, Р.П.Морозова, Л.А. Кочергина. – М.: Дрофа, 2004.-С329-331.
8. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод/Ю. Ю.Лурье. – М.: Химия, 1984. – 447 с.
9. Лурье, Ю.Ю. Химический анализ производственных сточных вод/Ю.Ю.Лурье, А.И.Рыбникова. – М.: Химия, 1974. – 335 с.
10. Голосницкая, В.А. Анализ природных и сточных вод/В.А.Голосницкая. – Новочеркасск: Химия, 1979. – 84 с.