

УДК 546

## МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ВРЕКЕАБА

Соловьёва Л.В., студентка группы ХТб-171, 1 курс  
Научный руководитель: Ушакова Е.С., к.т.н., доцент  
Ушаков А.Г., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачёва  
г. Кемерово

В настоящее время загрязнение воды приобретает всё большие масштабы. Повышенное содержание вредных веществ оказывает большое влияние, как на окружающую среду, так и на организм человека.

В Кемеровской области протекает река Аба, на берегах которой расположены города Прокопьевск, Киселёвск, Новокузнецк. На данный момент она является лидером по степени загрязнённости в черте Новокузнецка, так как является приёмником неочищенных стоков предприятий горнодобывающей, топливно-энергетической, металлургической, коксохимической, химической, деревообрабатывающей промышленности, агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства[1].

На данный момент вода в реке представляет собой мутный поток серо-грязного цвета и неприятного запаха; а в холодное время года никогда не покрывается льдом.

Среднегодовые концентрации вредных веществ (по данным на 2017 год) и нормативные значения приведены в таблице [1].

Таблица  
Концентрация загрязняющих веществ в воде реки Аба и нормативные значения

№ п/п	Вид загрязнения	Фактическая концентрация, мг/л	Нормированная концентрация, мг/л
1.	Взвешенные вещества	446,0	274,4
2.	Марганец	68,6	10,0
3.	Азот аммонийный	0,42	0,40
4.	Нефтепродукты	0,08	0,05
5.	Азот нитритный	0,044	0,020
6.	Железо	0,17	0,10
7.	Фенолы	0,004	0,001

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов

поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования[2].

Из-за повышенного содержания марганца вода приобретает желтоватый окрас[2].

Аммонийный азот вызывает хронический ацидоз и изменения в тканях людей и животных. При повышенных концентрациях аммония погибает рыба из-за образования обширных некрозов[2].

Нефтепродукты образуют с водой эмульсию, которую трудно разрушить. Чаще всего нефть плавает на поверхности воды в виде плёнки, обволакивая взвешенные частицы, оседая с ними на дно. Нефть может вызывать острые и хронические заболевания, а также поражения кожных покровов [3].

Попадание нитратов в организм человека может вызвать отёк лёгких, кашель, острую сердечную недостаточность [2].

Тяжёлые металлы, попадая в организм человека, приводят к депрессии, нарушению деятельности кишечника, заболеваниям кровеносной и нервной систем, нарушению функций почек. Оксиды азота и тяжёлые металлы вызывают разрушение растительности[2].

Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы не только своей токсичностью, но и значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов (кислорода, углекислого газа). Фенолы негативно влияют на сердечно-сосудистую, нервную системы и другие внутренние органы. Провоцирует рак, вызывает астму и туберкулёз. [4].

Цель работы: определить методы анализа и очистки природной воды реки Аба.

Определение содержания вредных веществ в воде проводят следующими методами:

1. Содержание взвешенных веществ определяют фильтрованием через мембранный фильтр.

Для этого используют прибор Олихова или Зейтца и мембранные фильтры.

2. Марганец определяют в пробе фотометрическим методом.

Воду обрабатываем азотной и серной кислотами для разрушения органических комплексных соединений, а мешающее влияние железа устраняем добавлением концентрированной фосфорной кислоты. Далее к 100 мл пробы приливают 3 мл концентрированной азотной кислоты и 2 мл нитрата ртути (II), нагревают до кипения, прибавляют 5 мл раствора персульфата аммония, 2 капли раствора нитрата серебра и кипятят 5 минут. После охлаждения раствора переносят его в мерную колбу вместимостью 200 мл, разбавляют дистиллированной водой до метки и перемешивают. Содержание марганца находят по калибровочному графику[5].

3. Аммонийный азот определяют также фотометрическим методом с реактивом Несслера.

Сначала проводят предварительную отгонку аммиака, так как применению данного метода мешает наличие большого числа веществ. Из мерной колбы, содержащей отогнанный аммиак в растворе борной кислоты, отбирают аликвотную часть раствора, затем разбавляют безаммиачной водой до 50 мл, приливают 1 мл реактива Несслера и дают отстояться 10 минут. После содержание аммонийного азота находят по калибровочному графику[6].

4. Нефтепродукты определяют с помощью метода ИК-спектрометрии.

Для определения содержания нефтепродуктов пробу сточной воды подкисляем до  $pH=2$ , добавляем 2 г  $NaCl$  на литр жидкости и проводят экстракцию тетрахлоридом углерода в делительной воронке. Прибавляют растворитель отдельными порциями, собирают экстракт в колбе, высушивают его прокалённым сульфатом натрия. Отбирают 50 мл, пропускают через колонку с оксидом алюминия и собираем элюат. Содержание нефтепродуктов находим расчётным методом [7].

5. Нитритный азот определяют фотометрическим методом с сульфаниловой кислотой и  $\alpha$ -нафтиламином.

Для этого анализируемую воду нейтрализуют до  $pH=7$ . Затем в колбу помещают 50 мл анализируемой воды, прибавляют 1 мл раствора сульфаниловой кислоты и перемешивают. Через 10 минут приливают 1 мл раствора  $\alpha$ -нафтиламина, 1 мл раствора ацетата натрия и перемешивают. Через 30 минут определяют содержание нитритного азота по калибровочному графику[5].

6. Содержание железа определяют фотометрическим методом с сульфосалицилатом натрия.

Так как железо мешает во многих методах определения вредных веществ, определять его следует в воде в первую очередь. Вначале проводят предварительную обработку азотной и серной кислотами для разрушения органических комплексных соединений. Далее в колбу наливают 10 мл анализируемой воды, приливают 5 мл раствора сульфосалицилата натрия или сульфосалициловой кислоты, 5 мл раствора аммиака и перемешивают. Содержание железа определяют по калибровочной кривой [5].

7. Фенол определяют методом концентрирования растворов фенолов сорбцией последних на активном угле с последующей их десорбцией.

Чтобы определить содержание фенола в воде, 50 мл исследуемой воды разбавляют до 500 мл и переносят в стакан вместимостью 1 л. Приливают 5 мл буферного раствора. Смесь переносят в делительную воронку, прибавляют 3 мл раствора 4-аминоантипирина, перемешивают, добавляют 3 мл раствора гексацианоферрата (III) калия, снова перемешивают и оставляют на 3 минуты, после чего сразу экстрагируют 25 мл хлороформа, взбалтывают 10 раз, давая хлороформу отделиться, потом снова взбалтывают, дают хлороформу собраться внизу воронки. Хлороформный экстракт

фильтруют через бумажный фильтр, собирая фильтрат. По калибровочному графику определяем содержание веществ в воде[5].

После установления качественных и количественных характеристик состава определенного образца воды можно приступить к изучению методов очистки ее от вредных примесей. При этом задача усложняется наличием значительного ассортимента присутствующих в воде реки, не только превышающих нормативы, но и концентрация которых находится в пределах ПДК.

Наиболее применяемые на сегодня методы очистки природных вод от указанных выше загрязнений приведены ниже[8].

1. От грубодисперсных примесей используют методы фильтрования.
2. От марганца используют метод аэрации, окисление перманганатом калия, обратным осмосом.

3. При очистке воды от аммонийного азота используют биологическую фильтрацию, окисление озоном, хлором, гипохлоритами щелочных и щелочноземельных металлов, аэрацию, сорбцию с использованием цеолитов натриевой формы, ионообменные смолы, обработку сильной щелочью, флотацию, восстановление аммония металлическим магнием, добавлением растворов хлорида магния и тринатрийфосфата.

4. Для очистки от нефтепродуктов используют методы фильтрования, химическое озонирование, коагуляцию, флотацию, сорбцию, микроорганизмы, способные расщеплять и усваивать вредоносные примеси.

5. Для удаления нитритного азота используют биологическую фильтрацию, окисление озоном, хлором, гипохлоритами щелочных и щелочноземельных металлов, пероксидом водорода, обратный осмос, ионообменные смолы.

6. Чтобы удалить из воды железо используют каталитическое окисление с фильтрацией, озоном, ионообменного метода, мембранные системы, аэрацию, обратный осмос, электромагнитное поле.

7. Для очистки от фенолов используют сорбцию, озонирование, механическую очистку, парофазное окисление, жидкофазную очистку, биологическую очистку.

Таким образом, для исследования очистки воды реки Аба в условиях лаборатории Кузбасского государственного технического университета применяем следующие этапы:

1. Удаление механических загрязнений, то есть вещества, находящиеся в воде в виде взвеси (взвешенные вещества и нефтепродукты). Для удаления из воды крупных частиц (свыше 5-50 микрометров) используем сетчатые или дисковые фильтры грубой очистки, или предфильтры.

2. Для дальнейшей очистки воды используем адсорбцию. В качестве сорбента используем активированный уголь, золу, шлак или др. сорбенты.

Данный метод очистки позволит очистить воду от растворенных нефтепродуктов, аммонийного азота и фенолов.

3. Для очистки воды от марганца, нитритного азота и марганца используем метод обратного осмоса, согласно которому вода прогоняется через мембранные фильтры характеризующиеся размером от 0,001 микрометра до 0,01 микрометра.

На каждом этапе очистки необходимо контролировать изменение состава воды по приведенным выше методикам.

#### Список литературы:

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 году [электронный ресурс]: режим доступа от 01.04.2018 [http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/02/doklad\\_01032018.pdf](http://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2018/02/doklad_01032018.pdf).

2. СанПиН 2.1.4.1074-01 Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2010 г. № 14

3. Шамраев А.В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А.В. Шамраев, Т.С. Шорина // Библиография. – 2009. – №6. – С. 4

4. Харборн Дж. Биохимия фенольных соединений / Дж. Харборн. – М.: Мир, 1968. – 448с.

5. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448с.

6. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с поправкой). – М.: Стандартиформ, 2015. – 3 с.

7. ГОСТ Р 51797-2001 Метод определения содержания нефтепродуктов. – М.: ФГУПСтандартиформ, 2010. – 3 с.

8. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – Москва, 2006. – 704 с.