

УДК 628.54

ОЧИСТКА ВОДЫ РЕКИ АБА МЕТОДОМ СОРБЦИИ

Соловьёва Л.В., студентка группы ХТ6-171, 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 наши дни проблема загрязнения воды приобретает всё большее значение. Повышенное содержание вредных веществ оказывает большое влияние не только на окружающую среду, но и на организм человека.

В Кемеровской области протекает река Аба, на берегах которой расположены города Прокопьевск, Киселёвск, Новокузнецк. На данный момент вода в реке представляет собой мутный поток серо-грязного цвета 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 [1].

Таблица 1

Концентрация загрязняющих веществ в воде реки Аба и нормативные значения

№ п/п	Вид загрязнения	Фактические максимальные концентрации (2017 год)*	Нормированная концентрация
1.	Взвеш. в-ва	1141,4 мг/л	не установлено
2.	рН	8,45 мг/л	6,5- 9,5
3.	Магний	67,4 мг/л	50 мг/л
4.	Хлориды	19,8 мг/л	300 мг/л
5.	Сульфаты	141,8 мг/л	100 мг/л
6.	Минерализация	863,0 мг/л	1000 мг/л
7.	Жесткость	6,06 мг/л	не установлено
8.	Гидрокарбонаты	497,3 мг/л	не установлено
9.	Кальций	62,0 мг/л	180 мг/л
10.	БПК-5	3,97 мг/л	2 мг/л
11.	Азот аммонийный	1,04 мг/л	0,4 мг/л
12.	Азот нитритный	0,099 мг/л	0,02 мг/л
13.	Азот нитратный	4,09 мг/л	9,1 мг/л
14.	Фосфаты	0,039 мг/л	0,2 мг/л
15.	Кремний	5,7 мг/л	не установлено
16.	Фосфор орг.	0,028 мг/л	0,2 мг/л
17.	Железо общ.	0,43 мг/л	0,1 мг/л

18.	Медь	2 мкг/л	0,001 мг/л
19.	Цинк	0 мкг/л	0,01 мг/л
20.	Хром VI.	16 мкг/л	0,02 мг/л
21.	Свинец	4 мкг/л	0,006 мг/л
22.	Кадмий	0 мкг/л	0,005 мг/л
23.	Марганец	110 мкг/л	0,01 мг/л
24.	Фенолы летучие	0,007 мг/л	0,001 мг/л
25.	Нефтепродукты	0,21 мг/л	0,05 мг/л
26.	Анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ)	0,02 мг/л	0,1 мг/л
27.	Фториды	0,46 мг/л	0,75 мг/л

** Согласно данным Комплексной лаборатории по мониторингу загрязнения окружающей среды Обособленного подразделения Новокузнецкая гидрометеорологическая обсерватория Кемеровский ЦГМС – филиал ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»*

В связи с тем, что содержание магния, сульфатов, органических веществ, азота аммонийного и нитритного, общего железа, марганца, фенолов и нефтепродуктов превышает ПДК, то очистка воды от этих соединений требуется в первую очередь. Количество взвешенных веществ не нормируется, однако значительные объемы взвеси влияют на мутность и цветность воды, а, значит, этот показатель нужно также принимать во внимание при разработке методов очистки.

Одним из методов очистки воды в реке Аба является метод сорбции. Достоинством данного метода является высокая эффективность, возможность очистки слабоконцентрированных сточных вод, содержащих несколько веществ, а также дальнейшей рекуперации этих веществ.

Эффективность адсорбционной очистки достигает до 80–95 % и зависит от природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности, от химического строения вещества и его состояния в растворе. В качестве сорбентов используют разнообразные искусственные, а также природные пористые материалы (например, золу, торф, силикагели, алюмогели, активные глины и другие)[2].

На кафедре химической технологии твердого топлива Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева разработаны сорбенты на основе углеродсодержащих отходов угольных, деревообрабатывающих предприятий и активного ила биологических очистных сооружений, которые могут быть использованы для очистки природных вод от загрязнений [3].

Цель работы: проверить эффективность применения разработанных сорбентов для очистки воды в реке Аба используя модельные растворы загрязняющих веществ.

Для исследования возможностей сорбентов используем модельные растворы на основе дистиллированной воды (таблица 2).

Таблица 2

Концентрация загрязняющих веществ в модельных растворах

№ п/п	Исследуемое Вещество	Вещество для модельного раствора	Концентрация вещества в растворе
1.	Взвеш. в-ва	Зола	1200 мг/л
2.	Органические вещества	Уксусная кислота	4 мг/л
3.	Аммонийный азот	NH_4NO_3	1,1 мг/л
4.	Нитритный азот	NaNO_2	0,1 мг/л
5.	Нефтепродукты	Керосин	0,25 мг/л
6.	Фенол	Фенол	0,01 мг/л
7.	Железо	FeCl_3	0,5 мг/л
8.	Марганец	MnSO_4	120 мкг/л
9.	Сульфаты	CuSO_4	150 мг/л
10.	Магний	MgSO_4	70 мг/л

После приготовления модельных растворов, используя сорбенты, очищаем воду от загрязняющих веществ. Для проверки качества очистки проводим качественный и количественный анализ воды до очистки и после.

Определение содержания вредных веществ в воде проводим следующими методами:

1. Содержание взвешенных веществ определяют гравиметрическим способом.

2. Содержание органических веществ определяют с помощью метода перманганатной окисляемости в кислой среде.

В колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 2-3 капилляра, приливают 5 мл H_2SO_4 и нагревают. В самом начале кипения в колбу добавляют пипеткой 20 мл 0,01 М раствора KMnO_4 , закрывают колбу пробкой-холодильником и после этого кипятят 10 минут. Если во время кипячения розовая окраска в колбе, свойственная перманганату, исчезает, определение надо повторить вновь, разбавив исследуемую воду бидистиллятом. После пробу охлаждают, добавляют около 0,5 г йодистого калия, и выделившийся йод титруют 0,01 М раствором тиосульфата, пока жидкость не приобретет слабо-желтый цвет. Затем добавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски раствора. Содержание органических веществ определяют по формулам [4].

3. Аммонийный азот определяют фотометрическим методом с реактивом Несслера.

Из мерной колбы, отбирают аликвотную часть раствора, затем разбавляют безаммиачной водой до 50 мл, приливают 1 мл реактива Несслера и отстаивают 10 минут. После содержание аммонийного азота находят по калибровочному графику, используя фотометр [5].

4. Нитритный азот определяют фотометрическим методом с сульфаниловой кислотой и α -нафтиламином.

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

5. Нефтепродукты определяют с помощью метода ИК-спектроскопии.

Для определения содержания нефтепродуктов пробу подкисляют, добавляют 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 собирают элюат. Содержание нефтепродуктов находят расчётным методом [6].

6. Фенолы – фотометрическим методом с применением 4-аминоантипирина.

Аликвотную часть дистиллянта разбавляют до 500 мл, приливают 5 мл буферного раствора. Смесь переносят в делительную воронку, прибавляют 3 мл раствора гексацианоферрата (III) калия, перемешивают и оставляют на 3 минуты, после чего экстрагируют 25 мл хлороформа. Взбалтывают, дают хлороформу отделиться. Хлороформный экстракт фильтруют через бумажный фильтр. Содержание фенола находят по калибровочному графику.

7. Содержание железа определяют фотометрическим методом с сульфосалицилатом натрия.

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.

8. Марганец определяют фотометрическим методом.

Воду обрабатывают азотной и серной кислотами для разрушения органических комплексных соединений, а мешающее влияние железа устраняют добавлением концентрированной фосфорной кислоты. Далее к 100 мл пробы приливают 3 мл концентрированной азотной кислоты, 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.

9. Содержание сульфатов определяют гравиметрическим методом.

Отбирают 25- 200 мл, в зависимости от содержания сульфатов, подкисляют HCl по метиловому оранжевому и выпаривают до 50 мл. затем приливают по каплям горячий раствор 5 %-ный раствор хлорида бария до полного осаждения сульфатов. жидкость с осадком оставляют стоять на водяной бане в течение

2 ч и затем на холоду – на ночь. Осадок отфильтровывают, промывают горячей водой до исчезновения хлоридов, сушат, прокаливают 30 мин и взвешивают в виде BaSO_4 . Содержание сульфат-ионов вычисляют по формулам.

10. Магний титриметрическим методом с ЭДТА.

Раствор подкисляют 1,5-2,5 мл 1 н. соляной кислоты, затем вливают 5 мл буферного аммиачного раствора, вводят 0,1 г смеси индикатора с хлоридом натрия и титруют до перехода фиолетовой окраски раствора в синюю. Содержание ионов магния находят по формулам [7].

Таким образом, исследование разрабатываемых сорбентов на модельных растворах позволит определить возможность использования разработанных сорбентов для очистки воды в реке Аба в реальных условиях.

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.
2. Двадненко, М.В. Адсорбционная очистка сточных вод // Современные наукоемкие технологии. – М.В.Двадненко, Н.М. Привалова, И.Ю. Кудаева, А.Г. Степура. – 2010. – № 10. – С. 214-215;
3. Брюханова Е.С. Процессы получения нефтесорбента пиролизом гранул на основе древесных отходов и органического связующего в слоевых аппаратах / Дис. на соиск. канд. техн. наук. – Томск, 2012. – 152 с.
4. Унифицированные методы анализа вод / Под редакцией Ю.Ю. Лурье М.: Химия. - 1973. - 376 с.
5. ГОСТ 33045-2014 Вода. Методы определения азотсодержащих веществ (с поправкой). – М.:Стандартинформ, 2015.– 3 с.
6. ГОСТ Р 51797-2001 Метод определения содержания нефтепродуктов. – М.: ФГУП Стандартинформ, 2010.– 3 с.
7. Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 448с.