

ных вод. Подобраны технологические решения по илоразделению (вертикальный отстойник диаметром 3,3 м и общей строительной глубиной 5,44 м), вынесенный за пределы емкостного сооружения. Для повышения эффективности биологической очистки на 30 % увеличен объем аэротенка, а также возможная биомасса за счет применения накопителей биоценоза. Для увеличения температуры поступающих сточных вод, что повысит скорости биохимических процессов [3], необходимо утеплить подводный коллектор, находящийся в насыпном грунте. Для повышения надежности сооружений разработан алгоритм их эксплуатации, которому будет обучен эксплуатирующий персонал.

Данный комплект решений позволит повысить эффективности очистки сточных вод и сократит негативное влияние на окружающую среду.

Литература.

1. Оценка современного состояния малых коммунальных очистных сооружений канализации/Кулаков А.А./Вода и экология: проблемы и решения. 2015. №1(61). С. 26-40.
2. Подход к совершенствованию малых коммунальных канализационных очистных сооружений/Кулаков А.А., Шафигуллина А.Ф./Водоочистка.2016. №8. С.28-36.
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003.
4. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СОРБЕНТА Al_2O_3

Ф.Е. Сапрыкин, аспирант, И.В. Мартемьянова, аспирант, С.О. Казанцев, инженер

Томский политехнический университет

634050, г. Томск пр. Ленина 30, тел. (3822)-60-64-07

E-mail: saprikin_filipp@mail.ru

Аннотация. В рамках данной работы объектом исследования служил оксид алюминия (Al_2O_3). У исследуемых образцов определена зависимость величины удельной поверхности, удельного объема пор и степени извлечения ионов фтора из модельного раствора от их различного фракционного состава и разной влажности.

Abstract. Within the framework of this work, aluminum oxide (Al_2O_3) was investigated as a sorbent. A number of indicators were determined for all the samples under study, including the specific surface area, specific volume of pores and the degree of extraction of fluoride ions from the model solution. The dependence of these parameters on the fractional composition of the material and the moisture content was established.

Одним из наиболее распространённых на Земле веществ является оксид алюминия (Al_2O_3). Он входит в состав многих минералов и глин. Находит самое широкое применение в производстве алюминия, адсорбентов, катализаторов, абразивных и огнеупорных материалов. Оксид алюминия получают из бокситов, алунитов, нефелинов, каолина, посредством хлоридного, или алюминатного метода.

В современном обществе, в связи с ростом народонаселения и промышленных производств, происходит загрязнение гидросферы планеты различными химическими веществами [1-2]. С каждым годом, всё больше возникает необходимость очищать воды, используемые в быту, производстве и сельском хозяйстве от таких загрязнений как: нефтепродукты, пестициды, хлор, тяжёлые металлы, фтор и др. [3-7]. Для решения данных проблем в современной водоочистке применяют такие методы очистки воды как: реагентный, мембранный, каталитический, ионообменный, сорбционный и т. д. [8-10]. Одним из наиболее широко применимых методов очистки воды сегодня является сорбционный способ [11-15].

Среди химических примесей присутствующих в воде особое место занимают ионы фтора (фториды), которые в не малом количестве присутствуют в природных водах. Хоть фториды и являются природным веществом, они очень токсичны для человека. Кроме того фтор не выводится быстро из организма, а со временем накапливается в зубах и костях, что в дальнейшем может привести к таким последствиям как: рак, болезнь Альцгеймера, кальцификация и блокировка шишковидной железы, генетические нарушения на уровне ДНК и т. д. Всё вышесказанное объясняет необходимость очистки используемой воды от ионов фтора. Известны работы с применением сорбентов для извле-

чения фторидов из водных сред [16]. Одним из наиболее известных сорбентов для очистки воды от ионов фтора является оксид алюминия, который благодаря физической адсорбции очень хорошо впитывает влагу. Имеет интерес работа по исследованию образцов оксида алюминия с различным гранулометрическим составом, как в обычном состоянии, так и высушенных от влаги материалов.

Целью работы является определение у образцов оксида алюминия (различной влажности) величины удельной поверхности и удельного объема пор, а также степени извлечения ионов фтора из водного раствора.

Объектом исследования в данной работе является активированный оксид алюминия марки А-1 (Инновационно производственная группа «Аква-Венчур»). Для получения исследуемых образцов брали агатовую ступку и измельчали в ней исходный оксид алюминия. Далее на ситах с размером ячеек 0,1 мм; 1 мм; 1,5 мм; 2,5 мм и 4 мм, проводили просеивание измельченных фракций оксида алюминия. Для дальнейшего исследования были получены образцы с гранулометрическим составом: менее 0,1 мм; 1-1,5 мм; 2,5-4 мм. Для определения сравнительных характеристик исследуемых образцов все испытания проводили на высушенных в сушильном шкафу образцах при температуре 150 °С (2 часа) и на не высушенных образцах оксида алюминия. Величину удельной поверхности и удельный объем пор образцов определяли при помощи метода тепловой десорбции азота (БЭТ). Извлечение из модельного раствора ионов фтора осуществляли в статических условиях при перемешивании на магнитной мешалке. Время перемешивания составляло: 0,5; 1; 5; 15; 30; 60 и 150 минут. Перед проведением испытаний сорбент взвешивали на аналитических весах в количестве 0,7 г и переносили в стеклянный стакан, далее туда добавляли модельный раствор объемом 70 см³. После процесса статической сорбции отделяли фильтрат от сорбента методом центрифугирования. Для приготовления модельного раствора использовалась водопроводная вода с применением фторида натрия (NaF). Концентрация ионов фтора в модельном растворе составляла 5,06 мг/дм³. Содержание ионов фтора в исходном модельном растворе и в фильтратах определяли с помощью рН-метра-иономера «Эксперт-001» (НПП «Эконикс-Эксперт», Россия).

В таблице представлены характеристики исследуемых образцов оксида алюминия, такие как величина удельной поверхности и удельный объем пор.

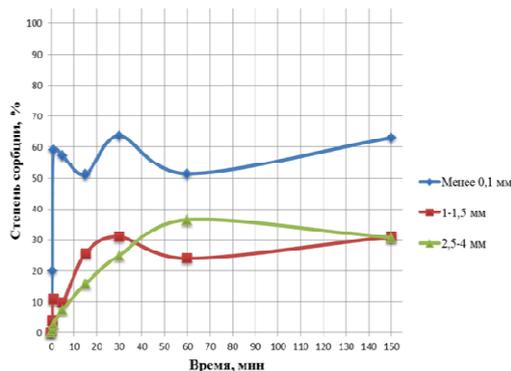
Таблица 1

Определение величины удельной поверхности и удельного объема пор у образцов оксида алюминия

Образец	Размер гранул, мм	Удельная поверхность, м ² /г	Удельный объем пор, см ³ /г
Al ₂ O ₃ (не высушен)	Менее 0,1	132,93	0,057
	1-1,5	123,5	0,053
	2,5-4	118,98	0,051
Al ₂ O ₃ (высушен)	Менее 0,1	166,25	0,071
	1-1,5	170,23	0,073
	2,5-4	177,9	0,076

Из таблицы видно, что у высушенных образцов оксида алюминия гораздо выше удельная поверхность и удельный объем пор в отличие от не высушенных образцов. У не высушенных образцов оксида алюминия при увеличении гранулометрического состава снижаться величина удельной поверхности и удельный объем пор. У высушенных образцов видна обратная зависимость.

На рисунке 1 представлены сорбционные свойства образцов оксида алюминия (не высушенного) с различным гранулометрическим составом, при извлечении из модельного раствора ионов фтора.



На рисунке 1 видно, что образец оксида алюминия с размером частиц менее 0,1 мм, в отличие от других образцов показывает гораздо лучшие сорбционные характеристики при извлечении из модельного раствора ионов фтора. У него основное поглощение ионов фтора происходит в первую минуту процесса. Образцы с размером фракции менее 0,1 мм и 0,5-1 мм имеют общую закономерность, где на пятой, пятнадцатой и шестидесятой минутах наблюдается эффект десорбции. У образца оксида алюминия с размером частиц 2,5-4 мм небольшое снижение сорбционной активности видно на сто пятидесятой минуте процесса.

На рисунке 2 показаны сравнительные сорбционные характеристики исследуемых образцов оксида алюминия подверженных сушке при температуре 150 °С. Все представленные образцы имеют различный гранулометрический состав.

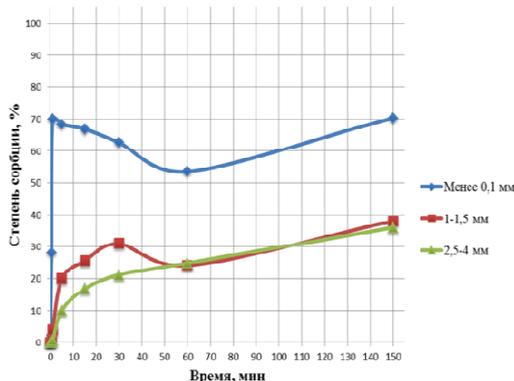


Рис. 2. Извлечение ионов фтора из модельного раствора в процессе статической сорбции, при использовании образцов оксида алюминия (высушенного)

На рисунке 2 видно, что образец оксида алюминия с размером фракции менее 0,1 мм показывает гораздо лучшие сорбционные характеристики при извлечении из модельного раствора ионов фтора. У образцов с размером частиц 0,5-1 мм и 2,5-4 мм приблизительно одинаковые свойства, только первый имеет лучшие показатели при малом времени процесса. Образцы с размером фракции менее 0,1 мм и 0,5-1 мм имеют одну общую особенность, у них наблюдается пик десорбции на шестидесятой минуте.

Выводы

1. По результатам проведённой работы определено, что у высушенных образцов (без влаги) оксида алюминия показатели удельной поверхности и удельного объёма пор гораздо выше, чем у не высушенных образцов.
2. У высушенных образцов оксида алюминия степень извлечения ионов фтора из модельного раствора выше, чем у не высушенных образцов приблизительно на 10 процентов.
3. С уменьшением гранулометрического состава исследуемых образцов оксида алюминия наблюдается увеличение степени извлечения ионов фтора из модельного раствора.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для поддержки молодых российских ученых № МК-5939.2016.8

Литература.

1. Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка. – М.: МГУ, 1996. – 680 с.
2. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс. Справочное пособие / И. И. Мазур.– М.: Высш. школа, 1996. – 637 с.
3. Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Мартемьянов Д.В. Использование природных минералов для очистки водных сред от As^{3+} // Труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных Перспективы развития фундаментальных наук. – Томск, 2014. – С. 425-427.
4. Мартемьянова И.В., Баталова А.Ю., Мартемьянов Д.В. Природные цеолиты в очистке гальванических стоков // Сборник статей Международной научно-практической конференции Современный взгляд на будущее науки. – Уфа, 2015. – С. 16-19.
5. Баталова А.Ю., Мартемьянова И.В., Мартемьянов Д.В. Использование пирита для очистки водных сред от ионов Cr^{6+} // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции Инновационные технологии и экономика в машиностроении. – Томск, 2015. – С. 341-343.
6. Скороходов В.Ф., Месяц С.П., Остапенко С.П. Решение проблемы очистки сточных вод промышленных предприятий от многокомпонентных загрязнений // Горный журнал. – 2010. – № 9. – С. 106-108.
7. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Назаренко О.Б., Мартемьянова И.В. Использование природного глауконита для очистки воды из реки Ушайка // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 113-116.
8. Мартемьянов Д.В., Галанов А.И., Юрмазова Т.А. Определение сорбционных характеристик различных минералов при извлечении ионов As^{5+} , Cr^{6+} , Ni^{2+} из водных сред // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8 (часть 3). – С. 666-670.
9. Мартемьянова И.В., Мосолков А.Ю., Плотников Е.В., Воронова О.А., Журавков С.П., Мартемьянов Д.В., Короткова Е.И. Исследование свойств наноструктурного адсорбента // Мир науки. – 2015. – Выпуск 2. – С. 1-10.
10. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. – Л.: Химия, 1982. – 168 с.
11. Мосолков А.Ю., Мартемьянов Д.В., Мухортов Д.Н. Модифицирование пористого перлита гидроксидом железа, с целью придания ему сорбционных свойств, для извлечения ионов мышьяка из водных сред // Труды XIX Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных Современные техника и технологии. – Томск, 2013. – С. 104-105.
12. Мартемьянов Д.В., Мухортов Д.Н., Сапрыкин Ф.Е. Исследование свойств сорбента глауконит гранулированный // Сборник статей Международной научно-практической конференции Инновационные процессы в научной среде. – Уфа, 2015. – С. 31-33.
13. Зарубин В.В., Мартемьянов Д.В., Мартемьянова И.В., Рыков А.В. Исследование сорбционных свойств синтетического адсорбента в процессах водоочистки // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 187-189.
14. Мартемьянова И.В., Денисенко Е.А., Мартемьянов Д.В. Изучение свойств модифицированного сорбента на основе глауконита при извлечении ионов Fe^{3+} и Pb^{2+} из модельных растворов // Сборник статей Международной научно-практической конференции Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире. – Уфа, – С. 15-17.
15. Бухарева П.Б., Мартемьянов Д.В., Толмачёва Т.П., Мартемьянова И.В. Исследование свойств модифицированного сорбента на основе цеолита // Материалы XXI всероссийской научно-технической конференции Энергетика: Эффективность, надежность, безопасность. – Томск, 2015. – 2 Т. – С. 295-297.
16. Мартемьянов Д.В., Хаскельберг М.Б., Агеев А.А., Цзи Б., Ли Д., Чжао Ж., Казанцев С.О. Использование сорбентов для очистки воды от фтора // Материалы XVI Международная научно-практической конференции Научный поиск в современном мире. – Махачкала, 2017. – С. 9-11.