

**ОЧИСТКА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ ВЫСОКОПОРИСТОГО СОРБЕНТА СВ-100****Е.И. Кича (ООО НПО «Гидротехпроект»),****М.А. Кича, Д.С. Маловик (ВУНЦ ВМФ "Военно-морская академия")**

*Исследуется эффективность использования высокопористого сорбента СВ-100 для очистки атмосферного воздуха. Приведена схема эксперимента и указаны используемые средства автоматизации. Было выявлено, что высокопористый сорбент СВ-100 результативно поглощает ионы тяжелых токсичных металлов, поверхностно-активные вещества и другие загрязнения из воды, а также из атмосферного воздуха.*

*Ключевые слова: сорбент, тяжелые токсичные металлы, загрязнение атмосферного воздуха, поверхностно-активные вещества, средства автоматизации.*

**Введение**

Тяжелые токсичные металлы являются распространенным загрязнением атмосферного воздуха. Преимущественно они поступают в атмосферный воздух в форме выбросов различных промышленных предприятий: радиоэлектронной, химической, литейной и др. Большая часть выбросов в воздухе в последующем адсорбируется на поверхности пылевых частиц, образуя при этом опасные концентрации в нижних атмосферных слоях и почве. Источниками поступления тяжелых токсичных металлов также являются:

- технологические сточные воды, которые предельно не прошли должной очистки;
- утилизация в почву таких промышленных изделий как приборы навигации, аккумуляторы и т.д.;
- химические средства, используемые в сельском хозяйстве. Как правило, химикаты содержат ионы тяжелых токсичных металлов, преимущественно цинка и меди [1].

Высокая токсичность, концентрирование тяжелых металлов и иных распространенных загрязнений, которые содержатся в атмосферном воздухе, обуславливают необходимость разработки эффективных решений для определения содержания и результативного удаления всех загрязнений воздуха.

Перспективным направлением для очистки атмосферного воздуха от тяжелых токсичных металлов и иных загрязнений является сорбционное концентрирование. Данный механизм может применяться как для жилых помещений, так и для промышленных предприятий. Экологические проблемы загрязнения воздуха на данный момент актуальны для всего мира, однако особенно остро вопрос стоит для регионов, где развивается нефтегазовый комплекс [2].

Сорбция представляет собой наиболее интенсивный и эффективный способ выделения токсичных тяжелых металлов из воды, а также органических и неорганических соединений. Сегодня используется широкий перечень сорбентов: различного типа угли, природные натуральные сорбенты, пенополиуретаны, видоизмененные кремнеземы и т.д. Основным преимуществом натуральных сорбентов природного происхождения является устойчивость к таким воздействиям, как нагревание, органические

растворители, ионизирующие лучи [3]. Высокую эффективность и увеличенную сорбционную емкость продемонстрировали сорбенты, которые на сегодняшний день добывают из опок (меловой известняк; известковый суглинок; белая сероватая глина), расположенных на территории Астраханской области. Данные вещества объединяют: химическая устойчивость, высокая скорость сорбционного равновесия, десорбция металлов и пр. веществ [4].

В статье представлены результаты лабораторных экспериментов, позволяющие обосновать эффективность использования высокопористого сорбента СВ-100 для очистки атмосферного воздуха.

Высокопористый сорбент СВ-100 – это продукт, образующийся в результате нехимической переработки опок. Схема получения высокопористого сорбента СВ-100 рассмотрена в [5].

Проведенные исследования показали, что удельная поверхность вещества практически не зависит от дисперсности его частиц. Так, сорбент, который имеет диаметр гранул всего 0,001 мм, характеризуется удельной поверхностью в 1000 м<sup>2</sup>, а при диаметре гранул в 30 мм удельная поверхность составляет 700 м<sup>2</sup> [6].

Высокопористый сорбент СВ-100 результативно поглощает ионы тяжелых токсичных металлов, поверхностно-активные вещества и другие загрязнения из воды, а также из атмосферного воздуха (преимущественно из воздуха сорбируются органические соединения) [7, 8].

Сорбент характеризуется высокой пористостью, помимо этого он отличается легким прохождением через гранулы воздушного потока и способностью поглощения неорганических и органических соединений [9]. Это послужило толчком для старта изучения возможности использования СВ-100 в качестве элемента решений для эффективной очистки атмосферного воздуха как на территории производственных, промышленных объектов, так и в непромышленных помещениях, жилых помещениях, административных зданиях и т.д.

Исследуем показатели статической сорбции таких загрязнений окружающей среды как диоксид и оксид азота, ацетона, ряда спиртов, ацетальдегида, фенола. Сорбция будет осуществляться из водных растворов, уровень pH = 6...7.

**Схема выполнения эксперимента**

1. С помощью вакуумного насоса в бутылках (емкость 5 дм<sup>3</sup>) генерировалось разрежение. Остаточное давление при этом ориентировочно составляло 0,5\*10<sup>5</sup> Н/м<sup>2</sup>.

2. В пробирке со специальной трубкой для газотопровода нагревались фенол, спирты, ацетона ацетальдегид. В результате образовывались пары высокопористого сорбента СВ-100. Альтернативный вариант образования паров – химические реакции с медью, азотной или серной кислотами.

3. Пары высокопористого сорбента СВ-100 пропускались через специализированный патрубок в бутылки.

4. В бутылку подавался воздух до тех пор, пока давление не поднималось до значения 1,03\*10<sup>5</sup> Н/м<sup>2</sup>. В бутылки был установлен пневматический датчик давления. Когда давление в бутылках опускалось ниже отметки в 1,03\*10<sup>5</sup> Н/м<sup>2</sup>, открывался клапан для проникновения воздуха.

5. Смесь воздуха и паров высокопористого сорбента СВ-100 пропускались из бутылки через трубку с сорбентом. На конце данной трубки образовывалось разрежение.

Величина поверхностного адсорбционного изытка рассчитывалась по формуле:

$$\Gamma = \frac{C_0 - C_x * V}{mv}$$

где  $C_0$  – начальная концентрация изучаемого элемента (моль/дм<sup>3</sup>),  $C_x$  – это концентрация, показывающая количество поглощенного вещества (моль/ дм<sup>3</sup>),  $V$  – стандартный объем воздуха (дм<sup>3</sup>),  $m$  – масса изучаемого сорбента (гр.),  $v$  – объем атмосферного воздуха, который был взят для выполнения адсорбции изучаемым элементом (дм<sup>3</sup>).

Опыты осуществлялись при следующих температурных значениях: 47, 22 и 5° С. Температура измерялась цифровым карманным термометром. Для достижения необходимого температурного режима оборудование обдувалось воздушным холодным или горячим потоком (с помощью калорифера) или создавались стандартные лабораторные условия. Обдув и охлаждение начинались автоматически и прекращались при достижении установленного уровня температуры.

Использование средств автоматизации при подаче воздуха в бутылку и при обдуве/охлаждении позволило минимизировать трудозатраты и повысить эффективность экспериментов.

**Результаты**

Характеристики и показатели сорбции токсических веществ из атмосферного воздуха с применением высокопористого сорбента СВ-100 представлены в табл. 1. Полученные результаты сорбции токсичных загрязнений из атмосферного воздуха, содержание токсических веществ в заранее приготовленных образцах воздуха непосредственно до и после очистки посредством сорбции с использованием высокопористого сорбента СВ-100 представлены в табл. 2.

**Выводы**

Проведенные исследования показали эффективность использования высокопористого сорбента СВ-100 для очистки атмосферного воздуха. Сорбент СВ-100 можно рекомендовать для очистки атмосферного воздуха: жилых помещений, промышленных объектов, производственных предприятий и так далее.

Сорбент СВ-100 не регенерирует. После использования вещества его применяют в качестве засыпки

Таблица 1. Характеристики и показатели сорбции токсических веществ из атмосферного воздуха с применением высокопористого сорбента СВ-100

Вещество	Константы сорбции			Энтальпия (кДж/моль)	Энтропия (Дж/моль • К)	Изобарный и изотермический потенциал (кДж/моль)	Г (мг/гр)
	T <sub>1</sub> =5 °С	T <sub>2</sub> =22 °С	T <sub>3</sub> = 47 °С				
Фенол	405	200	115	22,6	11,9	12,1	0,7
Амиловый спирт	205	135	80	17,1	17,6	11,2	0,7
Метанол	175	115	70	16,5	11,5	10,8	0,2
Диоксид серы	235	155	90	17,4	12,2	12,5	0,5
Диоксид азота	215	135	65	20,2	26,3	11,2	0,2
Бром	305	200	110	18,5	13,9	12,1	1,1
Ацетон	210	105	70	19,6	22,8	11,6	0,4
Ацетальдегид	190	100	65	19,1	21,5	11,4	0,3
Анилин	405	200	115	22,4	28,1	13,1	0,7

Таблица 2. Содержание токсических веществ в заранее приготовленных образцах воздуха непосредственно до и после очистки посредством сорбции с использованием высокопористого сорбента СВ-100

Вещество	Количество токсикантов в 1 мг/м <sup>3</sup> атмосферного воздуха	Количество токсикантов в 1 мг/м <sup>3</sup> после очищения воздуха с применением	
		высокопористого СВ-100	активированного цеолита
Фенол	5	0,001	0,01
Этиловый спирт	5	0,001	0,01
Метиловый спирт	5	0,001	0,01
Изопропиловый спирт	5	0,01	0,01
Изобутиловый спирт	5	0,0001	0,01
Амиловый спирт	1	0,0001	0,001
Диоксид серы	1	0,0001	0,001
Бром	5	0,01	0,6
Бензол	20	0,01	1
Бензин	10	0,05	0,1
Ацетон	0,2	0,001	0,06
Ацетальдегид	0,3	0,001	0,06
Анилин	0,8	0,0005	0,06
Оксид азота	0,6	0,005	0,6
Диоксид азота	0,6	0,005	0,1

каналов, оврагов и прочих объектов. Также использованный сорбент СВ-100 входит в состав некоторых строительных материалов для строительства дорог. В сорбенте концентрация нелетучих и летучих токсичных элементов ниже уровня, установленного согласно требованиям СанПиНов.

**Список литературы**

1. *Фидурова С.Н.* Концентрирование ионов тяжелых токсичных элементов на твердых сорбентах в экологическом анализе / С.Н. Фидурова // *Естественные науки: журнал фундаментальных и прикладных исследований.* 2003. - № 6. - С. 150 - 161.
2. *Сидорова (Фидурова), С.Н.* СВ-100 - новый сорбент в аналитической химии / Т.В. Алыкова, Э.С. Аристанова, М.С. Бодня и др. // *Эколого-биологические проблемы Волжского региона и Северного Прикаспия: Тр. III всероссийской научной конф.* Астрахань. 2001. - С. 6 - 7.
3. *Сидорова С.Н.* Исследование сорбционных свойств сорбента СВ-100 / Н.М. Алыков, Т.В. Алыкова, С.Н. Сидорова // *Проблемы аналитической химии. III Черкесовские чтения.* - Саратов. 2002. - С. 125 - 126.
4. *Алыков Н.М.* Природный сорбент для очистки воды / Н.М. Алыков, А.С. Реснянская // *Экология и промышленность России.* 2003. - № 3. - С. 12-13.
5. *Фидурова С.Н.* Изучение удельной поверхности сорбента СВ-100 при различной степени дисперсности / Т.В. Алыкова, С.Н. Фидурова // *Эколого - биологические проблемы Волжского региона и Северного Прикаспия: Тр. IV Всероссийской научной конференции.* Астрахань. 2003. - С. 17 - 19.
6. *Фидурова С.Н.* Изучение нового сорбента СВ-100 / Т.В. Алыкова, С.Н. Фидурова // *Тр. XL всероссийской конф. по проблемам математики, информатики, физики и химии.* 2004 г. - М., 2004. -С. 160 - 162.
7. *Алыкова Т.В. и др.* Опоки Астраханской области. Изд. дом «Астраханский университет». 2004. 210 с
8. *Алыкова Т.В., Фидурова С.Н.* Изучение нового сорбента СВ-100 // *Тр. XL всероссийской конф. по проблемам математики, информатики, физики и химии.* 2004. С.160-162.
9. *Бекренев А.В.* Поглощение ионов металлов сорбентами на основе гидратированного диоксида циркония IV из вводно-солевых растворов / А.В. Бекренев, А.К. Пяртман // *Неорганическая химия.* 2005. - Т. 40, № 6. - С.938-941

*Кича Екатерина Игоревна – специалист ООО НПО «Гидротехпроект»,  
Кича Максим Александрович – младший научный сотрудник,*

*Маловик Дмитрий Сергеевич – младший научный сотрудник НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ "Военно-морская академия" (Санкт-Петербург).*

*E-mail: vereshaginakate@gmail.com, rulmaks@bk.ru, dimamalovik@gmail.com*