

УДК 628.386: 628.316.12

## СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

- ©**Бокиев Б. Р.**, канд. техн. наук, Таджикский технический университет  
им. акад. М. С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан, [Vokiev.70@mail.ru](mailto:Vokiev.70@mail.ru)  
©**Хужаев П. С.**, Таджикский технический университет им. акад. М. С. Осими,  
г. Душанбе, Таджикистан, [parviz0774@inbox.ru](mailto:parviz0774@inbox.ru)  
©**Шарипов Ш. К.**, канд. техн. наук, Таджикский технический университет  
им. акад. М. С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан  
©**Муродов П.**, канд. техн. наук, Таджикский технический университет  
им. акад. М. С. Осими, г. Душанбе, Таджикистан

## SORPTION METHOD FOR PURIFICATION F INDUSTRIAL WASTEWATER WATERS

- ©**Bokiev B.**, Ph.D., Osimi Tajik Technical University,  
Dushanbe, Tajikistan, [Vokiev.70@mail.ru](mailto:Vokiev.70@mail.ru).  
©**Khujaev P.**, Osimi Tajik Technical University,  
Dushanbe, Tajikistan, [parviz0774@inbox.ru](mailto:parviz0774@inbox.ru)  
©**Sharipov Sh.**, Ph.D., Osimi Tajik Technical University,  
Dushanbe, Tajikistan  
©**Murodov P.**, Ph.D., Osimi Tajik Technical University,  
Dushanbe, Tajikistan

*Аннотация.* Рассматриваются вопросы использования природных сорбентов в качестве промышленных очистителей отработанных вод. В качестве сорбентов были использованы 3 образца глинистых адсорбентов юго-западного месторождения Таджикистана.

Выполнены испытания стандартными методами, приведены данные по физико-химическим свойствам сорбентов, определены свойства адсорбции для каждого из них.

Выявлено, что основная масса обменного комплекса принадлежит кальцию и магнию.

В заключении приводятся рекомендации по использованию в промышленности сорбентов.

*Abstract.* This article considers the solution of one of the main problems of the present, namely the problem of environmental protection of microporous active coals or natural clay bentonites, belongs to the rejoicing processes of adsorption and desorption, the effectiveness of which depends on the parameters of the porous structure of clay adsorbents of the task posed, is possible only on the basis of the theory of adsorption and desorption for microporous adsorbents, such as active solutions of angles or natural clay adsorbents such as montmorillonite.

*Ключевые слова:* технологические процессы, сорбция, промышленность, очистка промышленных сточных вод, бентонит, очистка городских сточных вод, сорбент, текстильная промышленность.

*Keywords:* technological processes, sorption, industry, purification of industrial wastewater, bentonite, purification of urban wastewater, sorbent, textile industry.

В нынешних условиях наиболее оптимальным направлением по обеспечению потребности и развитию промышленности в Республики Таджикистан является максимально эффективное применение природных ресурсов и минерального сырья. При этом, особое значение должно уделяться проблемам охраны окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов [2-4].

Экстенсивное развитие таких отраслей промышленности, как горная, химическая, металлургическая и текстильная может привести к нарушению равновесия между возможностями восстановления горноприродно-климатических условий нашей страны и производственной деятельностью. Эти отрасли промышленности используют большое количество водных ресурсов. Использованные непосредственно в технологических процессах воды содержат много ценных продуктов исходного сырья и других вредных веществ.

Решение природоохранных и технологических проблем требует поиска новых, научно обоснованных методов безотходной технологий переработки местного сырья, очистки промышленных сточных вод и их повторного использования в производстве. Выбор метода очистки сточных вод зависит от ряда факторов — это технологические процессы, особенности источников загрязнения (производственные, бытовые, атмосферные, химические), качество отработанных вод и т.д.

Для успешного решения проблем по выявлению сорбентов из местного сырья требуется поиск новых, научно-обоснованных методов безотходных технологий переработки местного сырья для глубокой очистки промышленных сточных вод. Выбор сорбентов зависит и от состава производственных, хозяйственно-бытовых и от химического состава и физико-химических свойств загрязнителей, от доступности и дешевизны способа и его компонентов, возможности переработки продуктов очистки и другие.

Эффективными сорбентами являются активированные угли различных марок. Пористость этих углей составляет 60-75% а удельная площадь поверхности 400-900 м<sup>2</sup>. Адсорбционные свойства активированных углей в значительной мере зависят от структуры пор, их величины, распределения по размерам.

Активность сорбента характеризуется количеством поглощаемого вещества на единицу объема или массы сорбента (кг/м<sup>3</sup>, кг/кг).

В качестве сорбента был выбран монтмориллонит юго-запада Республики Таджикистан. Изучение механизма адсорбции неорганических и органических веществ на монтмориллонитовых глинах с различными обменными катионами в составе адсорбентов имеет специфический характер и протекание этого процесса можно объяснить не только с позиции ионного обмена, но и с позиции координационного механизма с образованием полярных водородных связей.

Очистка городских и промышленных сточных вод от канцерогенных веществ и создание замкнутых циклов водооборота — важнейшая задача в решении охраны водного бассейна от загрязнений.

Сорбция — процесс обратимый, т.е. адсорбированное вещество может переходить с сорбента обратно в раствор. При прочих равных условиях скорости протекания прямого (сорбция) и обратного (десорбция) процессов пропорциональны концентрации веществ в растворе и на поверхности сорбента. Поэтому в первые моменты сорбции, т.е. при максимальной концентрации вещества в растворе, скорость сорбции также максимальна. По мере повышения концентрации растворенного вещества на поверхности сорбента увеличивается число сорбированных молекул, переходящих обратно в раствор. Если после достижения адсорбционного равновесия несколько повысить концентрацию

обрабатываемого раствора, то сорбент сможет извлечь из сточной воды еще некоторое количество растворенного вещества. Однако нарушаемое таким образом равновесие будет восстанавливаться лишь до полного использования сорбционной способности данного сорбента, после чего повышение концентрации вещества в растворе не изменяет величины адсорбции.

Одним из основных критериев оценки адсорбционных свойств сорбента является изотерма сорбции, которая аналитически описывается уравнением Фрейндлиха или Люнгмюра. Последнее после преобразования Эмпирических коэффициента или допущений, сделанных с учетом слабоконцентрированного раствора сточных вод, имеет вид:

$$a = \text{Кадс} \cdot \text{Сравн},$$

где  $a$  — удельная адсорбция кг/кг;  $\text{Кадс}$  — адсорбционная константа распределения сорбата между сорбентом и раствором (ее величины при прочих равных условиях зависит от температуры).

$\text{Сравн}$  — равновесия концентрация адсорбируемого вещества на сорбенте, кг/кг.

В зависимости от области применения метода сорбционной очистки, места расположения адсорберов в общем комплексе очистных сооружений, состава сточных вод, вида и крупности сорбента и др. назначают ту или иную схему сорбционной очистки и тип адсорбера.

Сорбционная очистка может быть регенеративной, когда извлеченные вещества утилизируются, или деструктивной, когда извлеченные вещества уничтожаются. В зависимости от назначения сорбционной очистки применяются различные методы регенерация сорбента или его уничтожения.

Наибольшую практическую ценность представляют минералы с жесткой структурой, так называемой трехмерной, например, шобазит, фошазит, эрионит, морденит и другие, обладающие устойчивостью к воздействию высокой температуры. В отличие от них, пластинчатые волокнистые цеолиты со слоистой подвижной структурой, так называемой двухмерной, например, натролит, филлинсит, гейландит и другие, малостойкие к воздействию температуры. Они могут необратимо терять цеолитно связанную воду и, в связи с этим, свои адсорбционные и молекулярноситовые свойства [5-8].

Как было уже указано, производственные сточные воды, используемые непосредственно в технологических процессах, содержат много ценных продуктов исходного сырья и других вредных веществ. При очистке сточных вод предприятий текстильной промышленности были изучены различные методы очистки стоков таких предприятий. Анализ показал, что наиболее перспективным являются физико-химические методы и сорбционные методы очистки сточных вод текстильных предприятий.

В настоящее время, наряду с имеющимся большим количеством синтетических адсорбентов типа цеолитов, насчитывается несколько десятков природных глинистых адсорбентов различной природы.

Для определение качества глинистых адсорбентов и возможной области их применения определяют следующие параметры:

- а) химический состав;
- б) карбонатность, влажность и засоленность, рН вытяжки, дисперсность;
- в) общую обменную емкость, набухаемость и объем набухаемости;
- г) сорбционную емкость.

В соответствии с вышеуказанными параметрами и ставилась задача о выборе методов анализа, определение химического состава, структуры и других физико-химических свойств глинистых адсорбентов[5-7].

В качестве объекта исследования были взяты 3 образца глинистых адсорбентов юго-западного месторождения Таджикистана.

Исследуемые природных глинистые адсорбенты в процессе эксперимента обозначены следующим образом:

- А — желтый глинистый адсорбент;
- Б — розовый глинистый адсорбент;
- В — серый глинистый адсорбент.

Породы весом от 100 г до 200 г, в соответствии с выбранной методикой пробоотбора, переносили в шаровую мельницу и измельчали до размерности  $200 \overset{0}{\text{Å}}$ . Затем, брали 50 г от данной измельченной породы и переносили в фарфоровую ступку, измельчали до пудрообразного состояния, просеивали порошок через сито и определяли дисперсность, т. е. — размер частиц (20 мкр).

По такому принципу были подготовлены все три вида глинистых образца к очередным этапам исследования.

С целью определения химического микросостава образцы А, Б, В были подвергнуты эмиссионному, спектральному и силикатному анализам по стандартным методикам [4-6]. Результаты анализа приведены в Таблице 1.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИКО-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА МИКРО-И МАКРОСОСТАВА  
 БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИНИСТЫХ АДСОРБЕНТОВ

Образцы	Микросостав							
	<i>Cu</i>	<i>Pv</i>	<i>As</i>	<i>Ba</i>	<i>Sr</i>	<i>Y</i>	<i>Mn</i>	<i>Ca</i>
А	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-4}$	-	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Б	$2 \cdot 10^{-2}$	-	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	-	-	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$
В	$2 \cdot 10^{-3}$	-	$2 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	-	$2 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-3}$

Следует обратить внимание на микросостав образцов (А, Б, В) (Таблица 2), где содержание микропримесей составляет для

$$Cu = 1 \cdot 10^{-3} - 10^{-2}; Pv = 1 \cdot 10^{-3}; As = 1 \cdot 10^{-3} - 10^{-2}; Ba = 1 \cdot 10^{-2}; Sr = 1 \cdot 10^{-2}.$$

Предельно допустимая концентрация (ПДК) в питьевой воде составляет для

$$\tilde{N}e = 0,15 \tilde{a} / \tilde{e}; \tilde{D}a = 0,3 \tilde{a} / \tilde{e}; \tilde{N}r = 0,5 \tilde{a} / \tilde{e}; \tilde{A}s = 5 \cdot 10^{-5} \%$$

Результаты полуколичественного спектрального анализа микросостава исследуемых образцов показывают, что содержание  $\tilde{N}e, \tilde{D}a, \tilde{A}s$  явно превышает их ПДК. Соответственно, использование исследуемые образцов бентонитов по этим показателям для очистки питьевых вод и пищевых продуктов можно рекомендовать лишь после обработки и активации их  $H_2SO_4$  либо  $HCl$  кислотами [1, 2, 6].

Таблица 2

СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДОВ, в %

Образцы	Содержание оксидов, в % масс.					
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$Na_2O$
А	50,20	23,25	3,75	4,20	5,50	1,10
	53,25	24,23	3,85	5,50		
Б	50,67	16,96	5,56	10,04	10,87	5,36
		17,49	8,54			
В	57,0	17,96	7,23	3,15	3,52	4,15
			9,60			

Как видно из Таблицы 2, содержание  $SiO_2$  колеблется от 53,25% до 57%, кальция — от 4,20% до 10,04%, а магния — от 5,50% до 3,52%. По химическому составу эти образцы близки к монтмориллониту.

Таким образом, результаты эксперимента по определению обменной емкости показали, что снижение или увеличение содержания кальция магния в бентонитах, наряду с другими параметрами, явно отражаются на адсорбционных свойствах бентонита, так как основная масса обменного комплекса принадлежит кальцию и магнию [11-14].

Преимуществами этого метода являются возможность адсорбции веществ многокомпонентных смесей и, кроме того, высокая эффективность очистки, особенно слабokonцентрированных сточных вод.

Природные высококремнистые глинистые адсорбенты с жесткой структурой, типа молекулярных сит, отличаются еще одним весьма ценным качеством — устойчивостью к воздействию минеральных кислот.

Приведенные сведения представляют большую ценность при выборе глинистых адсорбентов в практических целях.

*Список литературы:*

1. Киргизбаев А. К., Кельдибекова М. С., Маликова К. А. Особенности производственных сточных вод // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2010. №19. С. 311-315.
2. Абдурасулов И. А., Маликова К. А., Кельдибекова М. С., Киргизбаев А. К. Особенности технологические процессов и схем для обеспечения безопасности воды // Известия КГТУ им. И. Раззакова. 2010. №19. С. 302-306.
3. Бабаев В. С., Кариев А. Р. Петрографические особенности, минеральный и химический состав глинистых пород сузакского яруса месторождения Топкок (Северный Таджикистан). // Изв. АН РТ Отд. Науки о земле, 1993. №2, С. 49-53.
4. Природные сорбенты. М.: Наука, 1967. С. 218-222.
5. Бокиев Б. Р., Абдукадыров Д. А., Бадалов А. Б., Хомидов Б. О. Технологический процесс очистки сточных вод текстильной промышленности от краски // Вестник Таджикского государственного национального университета, 2008. №1 (49). С. 154 – 157.
6. Гелес И. С., Понькина Н. А., Литвинова В. Б. Изучение возможности эффективной очистки сточных вод от катионов красителей с использованием гидролизного лигнина // Химия и технология воды. 1990. Т. 12. № 8. С. 706-710.
7. Тарасов Ю. И., Дорошенко В. Е., Руденко В. М. Иванова В. Г. Адсорбция анионных красителей на угольно-минеральных сорбентах (УМС) // Химия и технология воды. 1988. Т. 10. № 4. С. 315-318.

8. Рокова М. Л., Могабели Г. А., Меробишвили М. С. Поиск, разведка и оценка месторождений бентонитовых глин. М.: Недра. 1971. С. 76.
9. Jamrah A. I. and Dentel S. K. Mechanisms of reactions between montmorillonite and quaternary amine salts. Proceedings of joint CSCE-ASCE nation conference of environmental engineering, Montreal, Canada. 1993. P. 1065-1072.
10. Jamrah A. I., Dentel S. K. Selective removal of organics by surfactant-modified clays. Proceedings of joint CSCE-ASCE nation conference of environmental engineering, Montreal, Canada. 1993. P. 1073-1080.
11. Кариев А. Р., Солибаев Г. Х. О наличии бентонитовых глин в кушанском горизонте палеогена юго-западного Таджикистана // Докл. АН Республики Таджикистан. 1994, Т. 37. № 11-12. С. 56-60.
12. Кариев А. Р., Джамолов А. А., Бабаева В. С., Юнусов М. Ю. Использование сорбционных свойств бентонитовых глин эоцена разреза Шаршар для осветления растительного масла // Докл. АН Тадж.ССР, 1991, т. 34. № 39. С. 573-575.
13. Назарова З. А. Использование бентонитовых глин Узбекистана в производстве масел // Тез. докл. конференции «Состояние и перспективы развития и исследования вспомогательных веществ». Харьков, 1982. С. 75.
14. Хушматов А. Т., Кариев А. Р. Химический состав бентонитов Таджикистана и возможные формулы их монтмориллонитовых составляющих // Докл. АН Респ. Тадж., 2000, т. 43. № 1. С. 75-80.

#### References:

1. Kirgizbaev, A. K., Keldibekova, M. S., & Malikova, K. A. (2010). Peculiarities of industrial wastewater. *Journal of the Kyrgyz State Technical University I. Razzakova*, (19). 311-315.
2. Abdurasulov, I. A., Malikova, K. A., Keldibekova, M. S., & Kirgizbaev, A. K. (2010). Features of technological processes and schemes for ensuring water safety. *Journal of the Kyrgyz State Technical University I. Razzakova*, (19). 302-306.
3. Babaev, V. S., & Kariev, A. R. (1993). Petrographic features, mineral and chemical composition of clay rocks of the Suzakian Stage of the Topkok deposit (Northern Tajikistan). *Izv. Academy of Sciences RT. The sciences of the Earth*, (2), 49-53.
4. Natural sorbents. (1967). Moscow: Science, 218-222.
5. Bokiev, B. R., Abdukadirov D. A., Badalov A. B., & Khomidov B. O. (2008). Technological process of wastewater treatment of the textile industry from paint. *Bulletin of the Tajik State National University*, 1 (49). 154 - 157.
6. Geles, I. S., Ponkina N. A., & Litvinova V. B. (1990). Study of the possibility of effective sewage treatment from cation dyes using hydrolytic lignin. *Chemistry and Technology of Water*, 12. (8). 706-710.
7. Tarasov, Yu. I., Doroshenko, V. Ye., Rudenko, V. M. & Ivanova, V. G. (1988). Adsorption of anionic dyes on coal-mineral sorbents (UMS). *Chemistry and technology of water*, 10 (4). 315-318.
8. Rokova, M. L., Mogabeli, G. A., & Merobishvili, M. S. (1971). Search, exploration and evaluation of deposits of bentonite clays. Moscow: *Bowels of the Earth*. 76.
9. Jamrah, A. I. & Dentel, S. K. (1993). Mechanisms of the reactions between montmorillonite and quaternary amine. *Proceedings of joint CSCE-ASCE nation conference of environmental engineering, Montreal, Canada*, 1065-1072.

10. Jamrah, A. I., Dentel, S. K. (1993). Selective removal of organics by surfactant-modified clays. *Proceedings of joint CSCE-ASCE nation conference of environmental engineering, Montreal, Canada*. 1073-1080.

11. Kariev, A. R., & Solibaev G. Kh. (1994). On the presence of bentonite clays in the Kushan horizon of the Paleogene of southwestern Tajikistan. *Dokl. Of the Republic of Tajikistan*. 37 (11-12). 56-60.

12. Kariev, A. R., Djamolov A. A., Babaeva V. S., & Yunusov M. Yu. (1991), Usage of sorption properties of bentonite clays of the Eocene section of Sharshar for clarification of vegetable oil. *Dokl. AN Tadzh.SSR*, 34 (39). 573-575.

13. Nazarova, Z. A. (1982). The use of bentonite clays of Uzbekistan in the manufacture of ointments. *Tez. doc. conference State and prospects of development and research of auxiliary substances."Kharkov*, 75.

14. Khushmatov, A. T., Kariev, A. R. (2000). Chemical composition of bentonites in Tajikistan and possible formulas for their montmorillonite constituents. *Dokl. AN Rep. Tadzh.*, 43 (1). 75-80.

*Работа поступила  
в редакцию 20.06.2018 г.*

*Принята к публикации  
25.06.2018 г.*

---

*Ссылка для цитирования:*

Бокиев Б. Р., Хужаев П. С., Шарипов Ш. К., Муродов П. Сорбционный метод очистки производственных сточных вод // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №7. С. 203-209. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/bokiev> (дата обращения 15.07.2018).

*Cite as (APA):*

Bokiev, B., Khujaev, P., Sharipov, Sh., & Murodov, P. (2018). Sorption method for purification of industrial wastewater waters. *Bulletin of Science and Practice*, 4(7), 203-209.