

1.5.15. Экология  
1.5.15. Экология  
1.5.15. Ecology

УДК 54  
ББК 24.1  
М 91

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
КОАГУЛЯНТА ИЗ ГЛИНЫ  
КАОЛИНА ДЛЯ ОЧИСТКИ  
ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ  
МЕТАЛЛОВ**

*Муротова Дилоромхон Абдугафуровна – докторант PhD, преподаватель кафедры общих химии и методики её преподавания Худжандского государственного университета имени академика Бободжона Гафурова (Республика Таджикистан, г.Худжанд), e-mail: [diloromkhon2022@mail.ru](mailto:diloromkhon2022@mail.ru)*

**ИСТИФОДАИ КОАГУЛЯНТ  
АЗ ГИЛИ КАОЛИН БАРОИ  
ТОЗА КАРДАНИ ОБ АЗ  
ИОНИ МЕТАЛЛҲОИ  
ВАЗНИН**

*Муротова Дилоромхон Абдугафуровна – PhD докторант, муаллимаи кафедраи химия умумӣ ва методикаи таълими он Донишгоҳи давлатии Хуҷанд ба номи академик Бобоҷон Гафуров (Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Хуҷанд), e-mail: : [diloromkhon2022@mail.ru](mailto:diloromkhon2022@mail.ru)*

**USE OF KAOLIN CLAY  
COAGULANT FOR WATER  
PURIFICATION FROM  
HEAVY METAL IONS**

*Murotova Diloromkhon Abdugafurovna – PhD student, Teacher of the Department of General Chemistry and its Teaching Methods of the Khujand State University named after Academician Bobojon Gafurov (Republic of Tajikistan, Khujand), e-mail: : [diloromkhon2022@mail.ru](mailto:diloromkhon2022@mail.ru)*

**Ключевые слова:** очистка, сорбционный метод, водные системы, тяжелые металлы, адсорбент, коагулянт, качество воды и pH

*В статье рассматриваются результаты физико-химических исследований по очистке загрязненной воды от тяжелых металлов. Установлены содержание и концентрация тяжелых металлов, а также степень загрязнения исследуемых источников воды. Разработана технологическая схема очистки загрязненной воды. Автор отмечает, что использование сорбционного метода с использованием коагулянта из глины каолина для очистки загрязненной воды способствует очистке от ионов свинца и других тяжелых металлов.*

**Вожаҳои калидӣ:** тозакунии, усули сорбсия, системаҳои об, металлҳои вазнин, адсорбент, коагулянт, сифати об ва pH

*Дар мақола натиҷаҳои таҳқиқоти физикӣ-химиявӣ оид ба тоза кардани оби ифлосшуда аз металлҳои вазнин муҳокима карда мешаванд. Миқдор ва консентрасияи металлҳои вазнин, инчунин дараҷаи ифлосшавии манбаъҳои оби таҳқиқшуда муқаррар карда шудааст. Нақшаи технологияи тоза кардани оби ифлосшуда тартиб дода шудааст. Муаллиф қайд мекунад, ки истифодаи усули нав бо истифода аз коагулянти гили каолин барои тоза кардани оби ифлосшуда барои тоза кардан аз ионҳои сурб ва дигар металлҳои вазнин мусоидат мекунад.*

**Key words:** purification, sorption method, water systems, heavy metals, adsorbent, coagulant, water quality and pH

*The article discusses the results of physical and chemical studies on the purification of polluted water from heavy metals. The content and concentration of heavy metals, as well as the degree of pollution of the studied water sources, have been established. A technological scheme for the purification of polluted water has been developed. The authors note that the use of a sorting method with the use of a kaolin clay coagulant to purify polluted water contributes to the purification of lead ions and other heavy metals.*

Одной из важнейших экологических проблем является загрязнение поверхностных и подземных вод ионами тяжелых металлов, которое негативно влияет на живые организмы и здоровье человека. Основным источником загрязнения водной среды пос. Адрасман тяжелыми металлами является Горно-обогачительный комбинат (ГОК), деятельность которого связана с добычей свинцово-серебросодержащей руды и ее переработки, с последующим получением свинцового концентрата. По мнению ученых, охрана гидросферы шахтных и дренажных вод продолжают оставаться наиболее уязвимыми из-за образования большого количества сточных вод, которые содержат тяжелые металлы. Высокая загрязненность тяжелых элементов, особенно выявлена на водных объектах, которые распределяются в компонентах окружающей среды: воде, донных отложениях и т.д. [1].

Наиболее эффективным способом из существующих методов очистки является сорбционный метод. Для адсорбентов используют различные синтетические и натуральные пористые материалы, которые имеют разную поверхность (искусственные сорбенты, активированные угли, силикагели, цеолиты, глины). Основная задача заключается в том, что при выборе материалов местного происхождения использовались материалы, имеющие сравнительно невысокую стоимость, но относительно эффективную и высокую очистку.

Коагулянт из глины каолина местного происхождения может служить сырьём для получения адсорбентов. В качестве сырья коагулянта для очистки загрязненной воды используется каолин, который позволяет решить сразу две экологические проблемы: очистку дренажных и шахтных вод от ионов тяжелых металлов и охраны природной среды [2].

Тяжелые металлы могут поступать в водные объекты со стоками из шахтных вод Адрасманского ГОКа, в результате выпадения тяжелых металлов на территории водосборов из загрязнённого атмосферного воздуха и пыли, а также в результате глобального переноса воздушных масс из северных, северо-западных промышленных территорий юга Адрасманского ГОКа.

**Целью данной работы** является изучение сорбционных свойств адсорбента из глины каолина и очистка воды от ионов тяжелых металлов, исследование физико-химических свойств адсорбента и оценка возможности их использования для хозяйств.

**Методика исследований.** Время отбора проб: сентябрь 2021. Отбор проб проводился с учетом требований «ГОСТ РФ. 51593-2000. Вода питьевая. Общие требования к отбору проб». Отбор проб осуществлялся с глубины 0,3-0,5 м в количестве 1 л в полиэтиленовые бутылки. Химико-аналитические работы проводились в стационарной лаборатории качества воды, водных экосистем и экотоксикологии и в сертифицированной лаборатории экологических исследований Горно-металлургического института Таджикистана. В отобранных пробах определялись: водородный показатель рН – потенциометрическим методом; содержание кремния – спектрофотометрическим методом; концентрации алюминия, свинца, меди, никеля, кобальта, цинка, марганца, хрома, кадмия, ртути - атомно-абсорбционным (анализатор ContrAA, Analytik Jena, Германия) и титриметрическим методами [6,7]. Район работ находится на нижних склонах Кураминского хребта, в 90 км к северо-востоку от г. Худжанда. Территория входит в Кайраккумский район Согдийской области, Республики Таджикистан. Ближайший населенный пункт пос. Адрасман.

В работе использованы искусственный адсорбент-коагулянт изготовленный из глины каолина, который содержит сульфат алюминия (III) [3]. Технологический цикл приготовления адсорбент-коагулянта приведен в литературе [4] Некоторые данные исследуемых адсорбентов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические характеристика коагулянта из глины каолина

Сорбент	Исходный материал	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Карбоксильная кислотность, ммоль-экв/г	Общая щелочность, ммоль-экв/г
Коагулянт	Пестрый каолин	1185	119,51	1,81
Коагулянт	Серый каолин	1172	101,31	1,74
Коагулянт	Белый каолин	1189	121,12	1,70

Одним из важных параметров при сорбционном извлечении ионов тяжелых металлов из раствора является значение кислотности среды, влияющая как на форму сорбируемого иона, так и на состояние групп сорбента. Нами была исследована зависимость степени адсорбции на разных уровнях рН от 2 до 9 (рис. 1), начальная концентрация ионов свинца составляла 1 мг/дм<sup>3</sup>. Повышение степени сорбции свинца на всех исследуемых сорбентах относится к интервалу рН 7,0-8,00 (в среде нейтральной и слабощелочной), что имеет корреляционную зависимость с минимальным валовым содержанием ионов металла свинца в растворе [4].

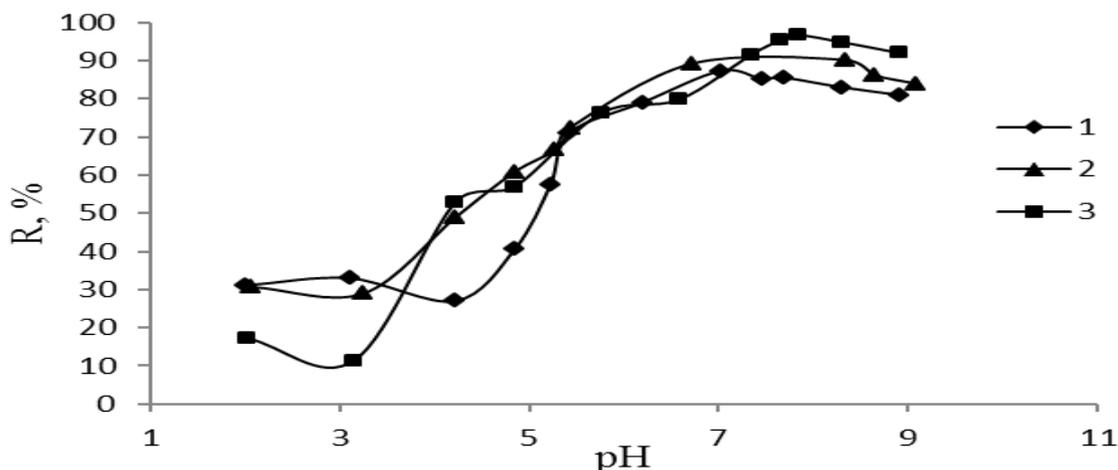


Рисунок 1 – Зависимость степени адсорбции ионов металла свинца (II) от рН среды: 1– каолин пестрый; 2 – каолин серый; 3 – каолин белый.

Как видно из рисунка, оптимальное показание рН проявляется при высоких значениях, т.е. щелочной среде ионы  $Pb^{2+}$  заметно увеличивается степень адсорбции. Время прохождения данного процесса составляло около 1-го часа. До и после сорбции определяли содержание ионов свинца в растворах фотометрическим методом [5].

Процесс сорбции на всех изучаемых адсорбентах протекает достаточно быстро. Изучена кинетика из 10 мл раствора с оптимальным значением рН и концентрацией свинца 1 мг/дм<sup>3</sup> на 0,01 г сорбента показало, что равновесие достигается через 3 мин, что имеет важное практическое значение для очистки воды (рис. 2).

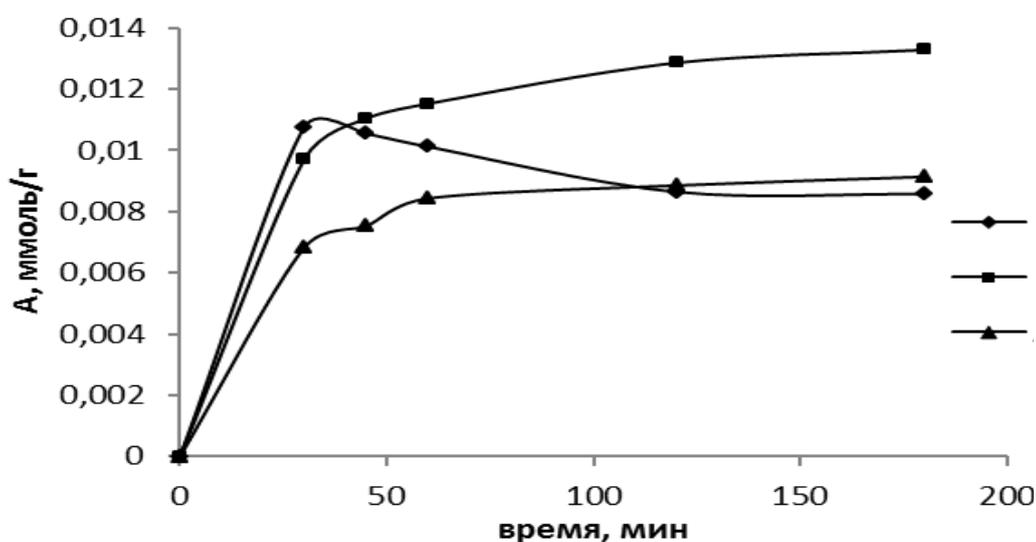


Рисунок 2 – Кинетические кривые сорбции ионов  $Pb^{2+}$  на адсорбенте: 1– к. пестрый; 2 – к. серый; 3 – к. белый

Нами также была оценена возможность использования данных коагулянтов для сорбционной очистки загрязненных вод при разном массовом соотношении адсорбента: раствор (1:1000; 1:500 и 1:200), загрязненные шахтные и дренажные воды с разным количеством ионов свинца (0,082 мг/дм<sup>3</sup> и 0,04 мг/дм<sup>3</sup>). К 10 мл воды загрязненной от тяжелых металлов вод использовали в качестве растворов прибавляли ~1,0; ~2,0; ~5,0г адсорбент-коагулянта при выдержке в течении 1 часа. Затем фильтровали содержимое каждой колбы через фильтр диаметром d=0,5мкм. Содержание свинца в данном фильтрате определяли фотометрическим методом. Достаточно эффективного извлечения ионов свинца из загрязненной воды рассчитывали по степени сорбции R, % :

$$R = \frac{C_0 - C_{равн}}{C_0} \cdot 100\%$$

где  $C_0$  – концентрация исходных ионов свинца (II) в загрязненной воде, мг/дм<sup>3</sup>;

$C_{равн}$  – концентрация ионов свинца (II) в воде после адсорбции, мг/дм<sup>3</sup>.

Следует отметить, что вода обладает хорошими органолептическими свойствами после очистки (отсутствует цветность, запах и т.д.).

Таблица 2

Результаты изучения сорбции ионов Pb<sup>2+</sup> из загрязненной воды (10л) при массовом соотношении «раствора сорбента»: 1000:1, 500:1 и 200:1

Масса, г		0,1		0,2		0,5	
С равн, мг/дм <sup>3</sup>	R, %						
$C_0 = 0,82 \text{ мг/дм}^3$							
1	0,19	77,30	0,13	83,57	0,12	84,94	
2	0,13	84,41	0,09	88,52	0,08	89,57	
3	0,15	81,70	0,10	87,33	0,08	87,98	
$C_0 = 0,40 \text{ мг/дм}^3$							
1	0,2	49,00	0,14	64,25	0,13	66,50	
2	0,13	68,25	0,10	75,50	0,09	77,50	
3	0,14	65,00	0,11	72,52	0,10	73,42	

Использование 3-х видов адсорбентов для очистки загрязненной воды от тяжелых металлов позволяет снизить содержание ионов свинца в 2-8 раз. Белый каолин обладает лучшими сорбционными свойствами, но недостатком данного коагулянта является его ограниченность в запасах исходного сырья каолина - адсорбента. Отсутствие вторичного загрязнения воды является его преимуществом использования этих сорбентов. Значительным преимуществом сорбентов 1 и 2 является возможность добычи местного материала, что не вызывает загрязнение природной среды.

Обобщая вышесказанное, учитывая некоторые достоинства и недостатки исследуемых коагулянтов, можно отметить, что использование адсорбентов является эффективным способом очистки загрязненной воды от ионов свинца (II) и других тяжелых металлов. В свою очередь оно будет способствовать предотвращению загрязнения поверхностных и подземных вод. в районе исследований из-за относительно высокого содержания тяжелых металлов и общей жесткости, наблюдается частое заболевание и проблемы со здоровьем людей, проживающих в данном населенном пункте, т.к. ионы тяжелых металлов накапливаются в органах человеческого тела, а при высокой концентрации приводят к мутации. Тяжелые металлы опасны для жизненно-важных органов, например, для печени и почек, так как они снижают их фильтрационную способность. При этом, в зависимости от вида вещества ПДК может отличаться. У некоторых представителей тяжелых металлов, в том числе для свинца и мышьяка эта величина значительно ниже – 0,0001 мг/л и 0,0006 мг/л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденева Н. В., Кошелев А. В., Заматырина В. А.. Оценка эффективности сорбции веществ гумусовой природы на модельных растворах.//Экологические проблемы промышленных городов, 2017г, с.424–428.
2. Мирсаидов У.М. Тиллобоев Х.И.и др «Содержание изотопов  $^{210}\text{Po}$  И  $^{210}\text{Pb}$  в воде искусственного озера г. Истиклола Республики Таджикистан и их бионакопление в организме рыб» Научный журнал, Радиационная гигиена Том 12 № 2 (спецвыпуск), 2019, с. 50-53.
3. Тиллобоев Х.И., Джабборова Н., Нурмадов М., Темирзода Д. «Результаты гидрохимических исследований в районе Б.Гафурова» Ученые записки. Серия экономических и естественных наук №4 (39) 2017, с.143-147.
4. Тиллобоев Х.И., Миряхьяев В.М., Назаров Х.М. «Содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях реки Сырдарьи (в пределах северного Таджикистана» Ученые записки. Серия экономических и естественных наук №3 (49) 2019, с.62-67.
5. Браун Г. (1965). Рентгеновские методы изучения и структура глинистых минералов. - М.: МИР, 307 с.
6. Pupyshev A.A. Atomic absorption spectral analysis / A.A. Pupyshev. - М.: Technosfera, 2009. - 784 p.
7. GOST RF. 51593-2000 Drinking water. Sample selection. // М.: Publishing house of standards, - 2000.

LITERATURE

1. Vedeneva N.V., Koshelev A.V., Zamatyrina V.A.. Assessment of the efficiency of sorption of substances of humic nature in model solutions.//Ecological problems of industrial cities, 2017, pp. 424–428.
2. Mirsaidov U.M. Tilloboev H.I. et al. “The content of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  isotopes in the water of the artificial lake in Istiklol, Republic of Tajikistan and their bioaccumulation in the body of fish” Scientific journal, Radiation Hygiene Vol. 12 No. 2 (special issue), 2019, pp. 50-53.
3. Tilloboev Kh.I., Jabbarova N., Nurmadv M., Temirzoda D. “Results of hydrochemical studies in the area of B. Gafurov” Scientific notes. Series of economic and natural sciences No. 4 (39) 2017, pp.143-147.
4. Tilloboev Kh.I., Miryakhyaev V.M., Nazarov Kh.M. “The content of heavy metals in water and bottom sediments of the Syrdarya River (within northern Tajikistan” Scientific notes. Series of economic and natural sciences No. 3 (49) 2019, pp. 62-67.
5. Brown G. (1965). X-ray methods for studying and structure of clay minerals. - М.: MIR, 307 p.
6. Pupyshev A.A. Atomic absorption spectral analysis / A.A. Pupyshev. - М.: Technosfera, 2009. - 784 p.
7. GOST RF. 51593-2000 Drinking water. Sample selection. // М.: Publishing house of standards, - 2000.