

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ ВОД

**Мурзина А.А., бакалавр**

**Научный руководитель Габдрахманова Г.Н.**

**ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, Россия**

*Исследования выявили, что применение комбинированного сорбента обеспечивает значительное снижение концентрации ионов металлов уже в первые 60 минут взаимодействия с модельными растворами. Контрольные измерения выполнялись через 10, 30 и 60 минут, и по результатам фиксировалось снижение концентрации ионов металлов со временем.*

*Ключевые слова: Тяжелые металлы, комбинированный сорбент, сточные воды, концентрация, никель, медь, эффективность сорбции.*

Среди наиболее опасных для биосферы Земли загрязнителей, вызывающих самые разные негативные эффекты как для человеческого здоровья, так и для жизнедеятельности организмов выделяются загрязнения тяжелыми металлами, такими как никель ( $Ni^{2+}$ ) и медь ( $Cu^{2+}$ ). Увеличивающийся масштаб загрязнений окружающей среды оборачивается ростом генетических мутаций, раковых, сердечно – сосудистых и профессиональных заболеваний, отравлений, дерматозов, снижением иммунитета и связанных с этим болезней [1].

В большинстве случаев первоисточником загрязнений являются сточные воды. Тяжелые металлы опасны тем, что они обладают способностью к биоаккумуляции, могут включаться в цикл, образовывать высокотоксичные металлорганические соединения, изменять формы нахождения при переходе от одной природной среды в другую, проявляют канцерогенные и тератогенные свойства[2].

Очистка сточных вод играет ключевую роль в минимизации негативного воздействия промышленных отходов на экосистемы. Сорбционные технологии на основе природных материалов — перспективное решение. Синергетический эффект их смеси позволит повысить селективность и эффективность сорбции тяжелых металлов, снизить затраты и обеспечить регенерацию.

Целью исследований является разработка сорбента «кокосовый уголь–цеолит» для селективной сорбции ионов  $Ni^{2+}$  и  $Cu^{2+}$  из стоков и сравнение эффективности адсорбции ионов металлов комбинированным сорбентом.

Для экспериментальных исследований использовалась цеолитсодержащая порода Татарско – Шатрашанского месторождения, размером фракции 0,2 – 0,8 мм и активированный кокосовый уголь высшего

сорта. Готовили комбинированный сорбент из двух природных материалов в соотношении 1:1 с общей масса навески 0,5г.

Были подготовлены модельные растворы для ионов металлов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  с концентрацией 5 мг/л.

В стаканы емкостью 250 мл поместили полученный сорбент массой по 0,5 г с модельными растворами каждого металла объемом 100 мл. Измеряли концентрации ионов металлов по истечении 10, 30, 60 минут.

Определение концентрации ионов металлов  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  проводилось в соответствии с методиками:

- ПНД Ф 14.1.46-96 Методика выполнения измерений массовой концентрации никеля в сточных водах фотометрическим методом с диметилглиоксимом

- ПНД Ф 14.1:2.48-96 Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди в природных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца.

Полученные экспериментальные данные после очистки указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Концентрация ионов металлов после очистки.

Время, мин	Концентрация ионов $\text{Cu}^{2+}$ , мг/л	Концентрация ионов $\text{Ni}^{2+}$ , мг/л
10	0,193	0,056
30	0,118	0,055
60	0,084	0,054

Концентрации ионов  $\text{Ni}^{2+}$  после очистки спустя 10, 30 и 60 минут практически совпадают. Это свидетельствует о достижении равновесия адсорбции уже в первые 10 минут. Концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  после адсорбции уменьшилась по мере увеличения времени контакта.

Расчет эффективности сорбции композитного материала проводился в соответствии с формулой:

$$E_s = \frac{c_0 - c_e}{c_0} \times 100 \quad (1)$$

где  $E_s$  – эффективность сорбции, %;  $C_0$  – начальная концентрация металла в растворе, мг/л;  $C_e$  – конечная концентрация металла в растворе после адсорбции на сорбенте, мг/л.

Расчитанная эффективность очистки для ионов никеля ( $\text{Ni}^{2+}$ ) и меди ( $\text{Cu}^{2+}$ ) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Эффективность сорбции для ионов тяжелых металлов.

Время, мин	Эффективности очистки от $\text{Cu}^{2+}$ , %	Эффективности очистки от $\text{Ni}^{2+}$ , %
10	96,1	98,8
30	97,6	98,9
60	98,3	98,9

На рисунке 1 изображена зависимость эффективности очистки разработанного сорбента от времени.

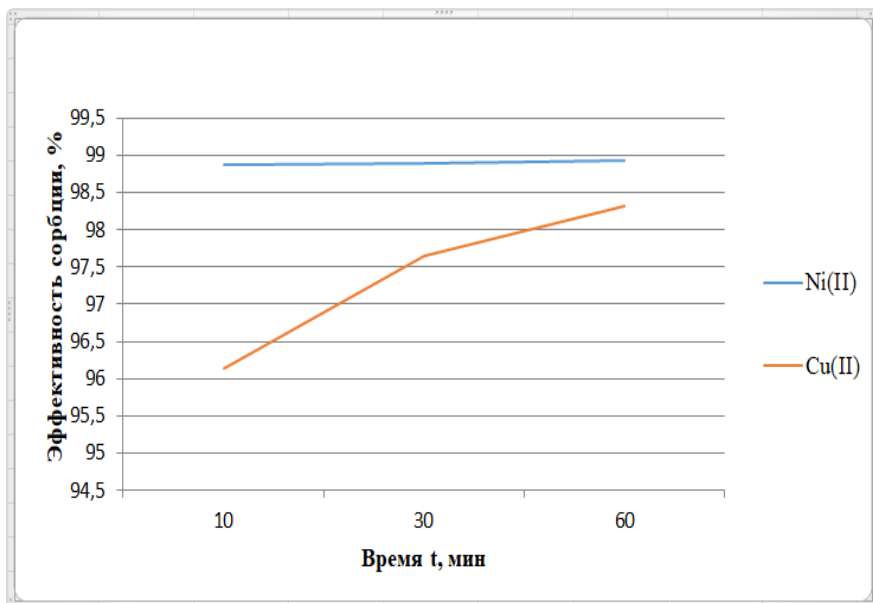


Рисунок 1 – Оценка эффективности очистки по времени

Эффективность очистки модельных вод от ионов никеля слабо зависит от длительности контакта с сорбентом. В начальной фазе быстро заполняются активные центры, а дальнейшее увеличение времени не вызывает заметного повышения эффективности. Следовательно, продолжительность пребывания сорбента в модельной воде, содержащей ионы никеля, не играет решающей роли.

Эффективность очистки модельных вод от ионов меди с помощью разработанного сорбента растет по мере увеличения времени, что

свидетельствует о постепенном процессе сорбции и установлении равновесия между сорбентом и ионами. При увеличении времени контакта усиливается взаимодействие сорбента с ионами, способствуя росту общей эффективности сорбции.

Разработанный сорбент из активированного кокосового угля и природного цеолита эффективно удаляет ионы тяжелых металлов из сточных вод: эффективность очистки от ионов никеля уже в первые 10 минут достигает 98,8%, что выше в 1,03 раз значения эффективности очистки от ионов меди, которое спустя 60 минут сорбции составляет 98,3%.

Применение разработанного сорбента экономически целесообразно за счет дешевизны сырья и уменьшения расходов на регулярную замену фильтров. Такое решение обеспечивает экологическую безопасность и содействует устойчивому развитию.

#### **Литература:**

1. Зинина, О.Т. Влияние некоторых тяжелых металлов и микроэлементов на биохимические процессы в организме человека / Зинина О.Т // Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Дальневосточный государственный медицинский университет” Министерства здравоохранения Российской Федерации. – 2001. – С. 99.

2. Закирьянов Д.И. Очистка сточных вод от нефтепродуктов и тяжелых металлов сорбентом / Закирьянов Д.И., Бикбулатов И.Х., Свергузова С.В., Шайхиев И.Г. // ФГБОУ ВПО “Пермский национальный исследовательский политехнический университет”, г. Пермь. – 2015. – С. 5.