

УДК 628.345

ВАСЯНИН А.А., студент гр. Э-41, ВИНОГРАДОВА П.Ю., студент гр. МЭ-11
Научный руководитель КУРБАТОВ А.Ю., к.т.н., доцент
(РХТУ им. Д.И. Менделеева)
г. Москва

**СРАВНЕНИЕ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ
СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ**

В настоящее время существуют проблемы, связанные с загрязнением природных вод различными поллютантами, в частности, соединениями тяжелых металлов. Загрязнение водных объектов соединениями тяжелых металлов представляет серьезную угрозу для экосистем и здоровья человека из-за их высокой токсичности. Источниками таких загрязнений чаще всего являются сточные воды предприятий, занимающихся горной добычей, машиностроением и черной металлургией. В незначительной мере несанкционированные свалки также влияют на состояние природных вод.

Основными загрязняющими веществами в сточных водах машиностроительных, металлургических и приборостроительных предприятий являются соединения тяжелых металлов. Эти вещества обязательны для мониторинга их содержания. Наибольшую экологическую угрозу несут металлы, широко применяемые в промышленности: их накопление в окружающей среде опасно из-за токсичности и биологической активности. К ним относятся соединения, содержащие ионы никеля, хрома, цинка, меди, кадмия и другие [1].

В настоящее время для очистки вод от соединений тяжелых металлов применяются различные физико-химические методы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Коагуляция и флокуляция широко распространены, но их эффективность сильно зависит от солевого состава воды и pH; кроме того, процесс медленный при низких температурах, и в его ходе образуются большие объемы шлама [2].

Ионообменные методы обеспечивают высокую степень очистки. Есть возможность регенерации ионообменных смол. К недостаткам метода можно отнести дороговизну смол, необходимость предварительной очистки воды от взвесей и органики, а также необходимость утилизации высококонцентрированных элюатов после регенерации.

Электрохимические методы компактны, легко автоматизируются, не требуют реагентов. К недостаткам относятся высокий расход электроэнергии, пассивация электродов и необходимость замены анодного материала.

Реагентный метод подразумевает использование различных реагентов для осаждения ионов тяжелых металлов с последующим удалением осадка из раствора [3].

В работе рассмотрен реагентный метод очистки модельной сточной воды от соединений, содержащих ионы меди. В качестве реагентов для извлечения меди были выбраны $m\text{MgCO}_3 \cdot x\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Определение меди проводилось по ГОСТ 13525.10-78. В мерную колбу вместимостью 50 см³ приливают модельную воду концентрацией 2,5 мг/л, в которую вносят реагент для осаждения меди. После взаимодействия реагента с медью пробы отфильтровывают. После фильтрации в каждую колбу приливают по 2,5 см³ раствора лимоннокислого аммония, 4 см³ аммиака (рН раствора должен быть 8,5—9,5 при определении индикаторной бумагой), 3 см³ раствора купризона и доводят объемы растворов до метки дистиллированной водой. После добавления каждого реактива содержимое колбы перемешивают. Затем с помощью спектрофотометра КФК-3-01 ЗОМЗ измеряют оптическую плотность пробы из каждой колбы. Результаты, полученные в ходе работы, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты экспериментов

Реагент	Масса реагента, мг	Концентрация меди, мг/л	Эффективность, %
$m\text{MgCO}_3 \cdot x\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	0	2.50	0
	0.5	0.40	84.0
	1.0	0.33	86.8
	2.5	0.16	93.6
	5.0	0.10	96.0
	10.0	0.08	96.8
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	0	2.50	0
	2.5	0.47	81.2
	5.0	0.38	84.8
	10.0	0.29	88.4
	25.0	0.14	94.4
	50.0	0.14	94.4

На основании полученных экспериментальных данных, представленных в таблице, можно сделать вывод о том, что оба реагента позволяют достичь высоких результатов при очистке модельной сточной воды от соединений меди. Эффективность очистки с реагентом $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ($m=10\text{мг}$) достигает 88.4%, с $m\text{MgCO}_3 \cdot x\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($m=10\text{мг}$) эффективность равна 96.8%.

Сравнительный анализ цен на реагенты выявил экономическое преимущество гидроксида кальция. Установлено, что розничная цена для города Москвы за 1 кг гидроксида кальция составляет 285 рублей, а магния углекислого основного — 685 рублей [4].

Таким образом, магниевый реагент позволяет получить более высокую степень очистки сточных вод от меди, чем гидроксид кальция при сопоставимых дозах ($m=10\text{мг}$). Использование $\text{Ca}(\text{OH})_2$ будет дешевле, но менее результативно.

Список литературы:

- [1] Филатова Е. Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико-химических процессах //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015. – №. 2 (13). – С. 97-109.
- [2] Акимов И. И., Хохлова Е. Ф. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ МЕДИ МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОГО ОСАЖДЕНИЯ //Союз машиностроителей России. Национальная научно-техническая конференция. – Общество с ограниченной ответственностью «Издательский дом «Камертон», 2024. – №. 1. – С. 21-23.
- [3] Доронкина И. Г., Голуб О. В. РЕАГЕНТНАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД //Наука, образование, производство в решении экологических проблем (Экология-2022). – 2022. – С. 256-262.
- [4]URL: - <https://rushim.ru> (дата обращения 08.11.2025)