

УДК 628.345.1

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ИОНАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Баринов П. Е., студент ВВб-181, IV курс

Научный руководитель: Зайцева Н. А., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет имени
Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Соединения тяжелых металлов – распространенный загрязнитель промышленных сточных вод. Тяжелыми металлами считается группа, состоящая из более чем 40 химических элементов таблицы Менделеева, обладающими свойствами металлов и значение атомной массы которых превосходит 50 а. е. м. В частных случаях данный термин используют в отношении к элементам, плотность которых превышает 7 кг/дм^3 (исключение – благородные и редкие металлы). Многие из тяжелых металлов причисляются к микроэлементам, которые активно участвуют в биологических процессах и являются токсичными для живых организмов. В биологических системах данные микроэлементы выступают в роли веществ, которые ускоряют или замедляют процессы жизнедеятельности. Также тяжелые металлы имеют аккумулярующий эффект, то есть способны накапливаться в организме, нарушают работу органов животных и человека. Например, ртуть и свинец влияют на работу центральной нервной системы человека.

Загрязнения вод, находящиеся на поверхности и под землей, соединениями тяжелых металлов образуются не только в процессе промышленной деятельности человека. Несомненно, заводы создают неблагоприятные экологические условия на прилегающих к ним территориях, но зона их действия намного шире и не ограничивается забором предприятия.

Свой пагубный вклад в здоровье и качество окружающей среды делают заводы по обогащению и выплавке цветных металлов, горнодобывающие предприятия, заводы черной металлургии, а также машиностроительные заводы и гальванические цеха.

Но присутствуют и источники, не относящиеся к промышленным предприятиям и вызывающие загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод.

К непромышленным причинам загрязнений окружающей среды ионами тяжелых металлов относятся также и выхлопы автотранспорта с двигателем внутреннего сгорания, отработанные автомобильные аккумуляторы и простые бытовые батарейки, которые не утилизируются должным образом [1].

Тяжелые металлы, среди которых ртуть (Hg), свинец (Pb), кадмий (Cd), цинк (Zn), медь (Cu), мышьяк (As), относятся к числу распространенных и чрезвычайно токсичных загрязнителей. Из-за недостаточной очистки соединения тяжелых металлов присутствуют в промышленных сточных водах в довольно большом объеме, обусловленном их широким применением в различных промышленных производствах. Существенное количество этих загрязнений попадает в воды океана из атмосферы. Для организмов, населяющих воду, в особой мере представляют опасность ртуть (Hg), кадмий (Cd) и свинец (Pb). Ртуть попадает в океан со стоком с материка и через атмосферу. Каждый год около 3,5 тыс. т ртути выветривается из поверхностных горных и магматических пород. Примерно 8900 м³ ртути, большая доля которой антропогенного происхождения, находится в пыли, которую содержит атмосфера. В воды океана ежегодно попадает различными способами приблизительно 50% от годового ртутного производства (67 м³/год). В регионах, которые загрязняются промышленными водами, процент содержания ртути в растворах и взвешях значительно увеличивается. По причине содержания ртути в морепродуктах, употребляемых в пищу, люди, живущие в прибрежной зоне, многократно становились жертвами отравлений. Свинец, является рассеянным элементом и содержится практически во всех элементах окружающей среды: горных породах, почвах, естественных водах и даже в живых организмах. Загрязнение биосферы Земли этим металлом происходит в результате антропогенного воздействия – наличие в выхлопе ДВС свинца, в дыме и пыли промышленных предприятий, хозяйственных жидкостях, образованных в результате бытовой деятельности и стоках предприятий [2].

В таблице 1 приведены данные по количеству загрязнений, попадающих в Мировой океан только за счет антропогенного воздействия, по состоянию на 2005 год.

Таблица 1 – Количество загрязнений свинцом, ртутью, кадмием, 2005 г.

| Вещество | Загрязнения, Т/год | |
|----------|--------------------------|--------------------------|
| | Сток с суши | Атмосферный перенос |
| Свинец | 1 – 20 × 10 ⁵ | 2 – 20 × 10 ⁵ |
| Ртуть | 5 – 8 × 10 ³ | 2 – 3 × 10 ³ |
| Кадмий | 1 – 20 × 10 ³ | 5 – 40 × 10 ² |

В 2021 году в июле в Алжире последняя станция технического обслуживания прекратила продавать топливо для автомобилей, содержащее тетраэтилсвинец, чему послужила почти 20-летняя кампания, которую проводило PCFV «Всемирное партнерство за чистые топливо и транспорт под руководством ЮНЕП».

Данное достижение означает, что выбросы в атмосферу свинца и ртути, как следствие горения топлива, снизились до рекордных значений за период с 70-х годов 20-го века. [3]

Но загрязнение катионами тяжелых металлов не ограничивается одними выхлопами автотранспорта. До сих пор остро стоит проблема с содержанием соединений тяжелых металлов в производственных стоках, поступающих в поверхностные водоемы без необходимой очистки.

Разновидностью реагентного способа очистки сточной жидкости от катионов тяжелых металлов является метод ферритной коагуляции, который в последние годы набирает популярность.

Коагуляцией называется процесс, в ходе которого мелкие загрязнения, которые имеют отрицательный заряд, при контакте с реагентом, имеющим положительный заряд, слипаются и образуют хлопьеобразный осадок, который в последствии осаждается на дно, либо всплывает на поверхность смеси сточной жидкости и реагента. Коагуляция используется повсеместно, на этом процессе завязана очистка сточных вод и от бытовых стоков всего мира.

В некоторых случаях ферритную коагуляцию обуславливают явлениями увеличения концентрации ионов у поверхности реагента, содержащего железо, связанными с недостатками строения кристаллов ферритов. Для осуществленности осуществления этих явлений проводят промежуточный синтез активированных ферритов, при котором происходит обработка гидроксида железа (II) и (III) солями азотистой кислоты. Образованные данным методом ферриты показывают неплохие результаты в поглощении ионов Cr, Cd, Pb, Cu, Ni, Co, Hg, Mg и Be, они эффективнее в несколько тысяч раз по ионам тяжелых металлов, чем магнетит.

В ходе очистки сточной жидкости железосодержащими реагентами, протекают процессы образования $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и $\text{Fe}(\text{OH})_2$, образуются мицеллы, содержащие железо. Это облегчает коагуляционную очистку тонкодиспергированных взвесей и эмульгированных загрязнений.

Достоинства метода очистки сточных вод с применением реагентов, содержащих железо:

- 1) осуществимость одновременного удаления разнообразных ионов тяжелых металлов за одну стадию;
- 2) наравне с тяжелыми металлами достаточно эффективно удаляются диспергированные взвеси и нерастворимые загрязнения;
- 3) на процесс не оказывает влияние содержание других солей в сточных водах [4].

В заключение можно сделать вывод, что реагентное коагулирование тяжелых металлов является перспективным направлением в очистке стоков и защите окружающей среды в целом. Коагулирование может обеспечить степень очистки стоков, необходимую для соответствия нормам, а в совокупности со всемирным отказом от этилированного бензина, вынос ионов тяжелых металлов в Мировой океан должен значительно снизиться.

Список литературы

- 1) Статья «ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ» // «Научный вестник НИИГД «Респиратор». 2017» URL.: http://dnmchs.ru/static/upload/respirator/Institut/Sbornik_2017/sb_2_2017/8-Vysotskiy%20S.P.,%20Yermakova%20D.I..pdf.
- 2) Статья «Загрязнение сточных вод тяжелыми металлами» // Студенческий научный форум. URL.: <https://scienceforum.ru/2017/article/2017032549>.
- 3) Статья «Эпоха этилированного бензина закончилась, устранив серьезную угрозу здоровью человека и планеты» // Организация Объединенных Наций. Программа ООН по окружающей среде, или ЮНЕП. URL.: <https://www.unep.org/ru/novosti-i-istorii/press-reliz/epokha-etilirovannogo-benzina-zakonchilas-ustraniv-sereznuyu-ugrozu>.
- 4) Статья «Реагентная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов в гальваническом производстве» // Квант Минерал URL.: <http://kvantmineral.com/stati/reagentnaya-ochistka-stochnyx-vod-ot-ionov-tyazhelyx-metallov.html>.