



УДК 628.35

Курников А. С., проф., д.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Черепкова Е.А., к.т.н., ст. преподаватель, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Орехов В.А., доц., к.т.н., ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Абрамов Н.В., студент группы ДСМ-311, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

Верещагин А.Л., студент группы ДСМ-311, ФГБОУ ВО «ВГУВТ».

603950, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА СУДАХ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА

Ключевые слова: *коагуляция, флокуляция, нейтрализация, экстракция, процеживание, фильтрование, отстаивание, катод, анод.*

В статье рассмотрены методы очистки сточных вод берегового и судового исполнения. Предложена новая схема станции очистки сточных вод.

Суда морского и речного флота оборудованы системами очистки сточных вод (СВ). Рассмотрим существующие методы очистки воды СВ:

- физико-химический метод;
- механический метод;
- реагентно-напорной флотации;
- биохимический;
- озонирование;
- электро-химический;
- химический.

К методам *физико-химической* очистки относятся:

- коагуляция;
- флокуляция;
- нейтрализация;
- экстракция.

Данные методы могут применяться как самостоятельно, так и в качестве дополнительного этапа обработки СВ во время или перед осуществлением механической или биологической очистки, с целью улучшения эффекта.

Коагуляция – это метод обработки СВ при помощи введения в него химических реагентов (солей алюминия или железа), под действием которых мелкодисперсные частички слипаются друг с другом. В результате чего образуются агрегаты большей массы, а чем больше масса взвешенных частичек, тем выше эффект гравитационного осаждения. Коагуляция применяется при очистке эмульсий, суспензий, коллоидов. Процесс коагуляции основан на действии межмолекулярных и Ван-дер-ваальсовых силах. Он осуществляется в сооружениях, называемых коагуляторами или в смесителях с механической системой перемешивания (для увеличения скорости протекания процесса).

Флокуляция. Этот процесс также связан с укрупнением взвешенных частиц. Но в качестве химических реагентов здесь уже выступают другие высокомолекулярные соединения: полиэлектролиты и неионогенные полимеры, которые называют флокулянтами. В результате флокуляции мелкие взвеси образуют хлопья-флокулы, которые держатся за счет «мостиков» - адсорбции некоторых сегментов макромолекул

цепи на разных частичках. Этот процесс осуществляется в сооружении под названием флокулятор.

Нейтрализация – это химический метод очистки промышленных СВ, который основан на реакции нейтрализации. Это реакция между кислотой и щелочью, в результате которой образуются соли металлов и вода. Таким образом, для осуществления этого метода очистки в сток добавляют жидкость или реагенты с необходимым значением pH. Ими могут быть: известь, доломит, сода, шлак; серная, азотная, соляная, фосфорная кислоты. Высокая стоимость является основным недостатком данного метода. Для ее осуществления необходим целый комплекс сооружений: для хранения и дозирования реагентов.

Экстракция используется для извлечения органических загрязнений. Очень дорогой метод, поэтому он экономически целесообразен при высоких концентрациях загрязняющих веществ или при высокой их стоимости. Принцип экстракции: в агрегативно устойчивую систему (вода + загрязнитель) добавляют вещество (экстрагент), в котором загрязнитель растворяется лучше, чем в воде. В результате нежелательные примеси переходят в экстрагент, который потом удаляется отстаиванием или центрифугированием.

Механический метод

Данный метод является предварительным этапом очистки СВ, который обязательно предшествует полной очистке стоков. Задача механической очистки – извлечь из воды осевшие или взвешенные нерастворимые твердые частицы, волокна и грубодисперсные примеси, которые способны повредить фильтры, не рассчитанные на такой тип загрязнения или негативно повлиять на другое бытовое оборудование.

Частицы загрязнения могут иметь разные размеры, плотность и массу. Соответственно, для повышения эффективности при различных видах загрязнения механические методы очистки СВ используют различные физические принципы и инженерные решения. От того, насколько эффективной будет схема механической очистки СВ, часто зависит общее техническое решение по очистке стоков.

1) Процеживание.

Принцип работы заключается в следующем: вода проходит сквозь решетки и сетки с ячейками определенного размера. В основном используются металлические решетки и сетки, способные задержать любые, даже крупные механические или биологические фрагменты и частицы. Прочные решетки и сетки позволяют использовать высоконапорную очистку, когда стоки подаются под давлением – это во много раз повышает производительность очистных установок.

2) Фильтрование.

Напорное или безнапорное пропускание воды сквозь пористый материал, засыпной наполнитель. Засыпной наполнитель выбирается в зависимости от вида загрязнения. Материалом для наполнителя могут выступать: уголь, песок (различных фракций), гравий, частицы металла, стекла или пластика, а также другие пористые или измельченные вещества. Кроме крупных твердых частиц некоторые наполнители для фильтров способны извлекать из стоков более мелкие загрязнения, частично выполнять работу фильтров тонкой очистки.

3) Отстаивание.

Используется метод гравитационного осаждения, сепарации (разделения) фракций с разными физическими характеристиками. В последовательно расположенных переливных камерах частицы загрязнений оседают под действием силы тяжести. Очищенная вода из верхнего слоя переливается в следующую камеру. Камера наполняется частично очищенной водой и процесс очистки повторяется. Самым простым и часто используемым гравитационным отстойником является песколовка.

Реагентно-напорной флотации.

Установки напорной флотации предназначены для полного удаления из СВ нерастворенных органических загрязнений (нефти и нефтепродуктов), взвешенных

веществ, коллоидных органических загрязнений и частичного удаления растворенных органических соединений.

Данный метод очистки получил широкое распространение, так как до последнего времени это был практически единственный процесс, обеспечивающий большую удельную поверхность пузырьков. Однако он имеет ряд существенных недостатков, которые заключаются в том, что при переменных расходах подаваемой на очистку воды регулирование узла насыщения воды воздухом становится весьма сложным. Установки напорной флотации требуют тщательной компоновки и подбора с ее учетом элементов схемы.

Биохимический метод очистки.

Данный метод основан на способности искусственно вселяемых микроорганизмов использовать для своего развития органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в СВ (сероводород, аммиак, нитриты, сульфиды и т.д.). Процесс реализуется в две стадии, протекающие одновременно, но с различной скоростью: адсорбция из СВ тонкодисперсных и растворенных примесей органических веществ и разрушение адсорбированных веществ внутри клетки микроорганизмов при протекающих в них биохимических процессах (окислении и восстановлении). Обе стадии реализуются как в аэробных, так и анаэробных условиях в зависимости от видов и свойств микроорганизмов.

Сооружения искусственной биологической очистки по признаку расположения в них активной биомассы делятся на две группы:

- активная биомасса находится в обрабатываемой СВ во взвешенном состоянии (аэротенки, циркуляционные окислительные каналы, окситенки);
- активная биомасса закрепляется на неподвижном материале, а СВ обтекает его тонким пленочным слоем.

Озонирование является одним из универсальных методов обработки СВ, позволяющим эффективно обезвреживать большинство загрязнителей искусственного и естественного происхождения, являясь очень сильным окислителем. Озон (O₃) не создает постороннего запаха и привкуса, уменьшает потребление химических реагентов, а также, впоследствии разлагаясь, обогащает воду кислородом. Кроме этого, озон окисляет соли железа и марганца, образуя нерастворимые вещества, которые удаляются отстаиванием или фильтрацией.

Электро-химический метод очистки.

Для очистки СВ от различных растворимых и диспергированных примесей применяют процессы анодного окисления и катодного восстановления, электрокоагуляции, электрофлокуляции и электродиализа. Все эти процессы протекают на электродах при прохождении через СВ постоянного электрического тока. (рис.1).

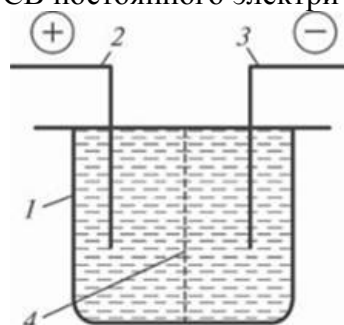


Рисунок 1- Схема электролизера.

1 – корпус; 2 – анод; 3 – катод; 4- диафрагма

При сравнении электро-химического и химического методов, можно выделить ряд преимуществ первого:

1) упрощение технологической схемы и эксплуатации технологических установок, легкая автоматизация их работы, уменьшение производственных площадей, необходимых для размещения очистных сооружений;

2) возможность обработки СВ без предварительного разбавления;

3) снижение солесодержания стоков и уменьшение количества осадков при обработке.

Электро-химические методы позволяют извлекать из СВ ценные продукты при относительно простой технологической схеме очистки без использования химических реагентов. Основным недостатком является большой расход электроэнергии. Очистку СВ данным методом можно проводить периодически или непрерывно.

На судах известны способы очистки СВ, путем диафрагменного электролиза с использованием морской воды, при электролизе смеси морской воды со сточной, в электролизере с инертными электродами, в щелочной среде катода происходит образование нерастворимых соединений магния, которые сорбируют: примеси СВ, а в кислой среде анода-гипохлорида, обладающим обеззараживающим действием.

Химический метод очистки.

Существует три метода:

- нейтрализация;
- окисление;
- восстановление.

Чаще всего, все эти методы связаны с расходом реагентов и поэтому обладают высокой стоимостью. Химическая очистка может использоваться как самостоятельный метод перед подачей производственных СВ в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоем или в городскую канализацию. Применение химической очистки в ряде случаев целесообразно (в качестве предварительной) перед биологической или, физико-химической очисткой. Химическая обработка находит применение также и как метод доочистки производственных СВ с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов. При локальной очистке производственных стоков в большинстве случаев предпочтение отдается химическим методам.

Приведенная выше информация позволила авторам статьи предложить новую схему станции очистки воды СВ изображенную на рис. 2.

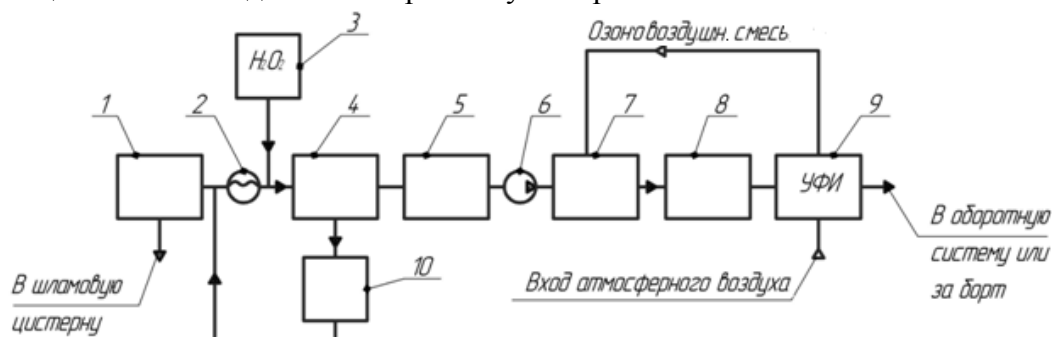


Рисунок 2 – Схема станции очистки СВ

- 1 – цистерна исходной воды; 2 – насос винтовой; 3 – емкость для перекиси водорода (H_2O_2); 4 – фильтрация первичная; 5 – емкость промежуточная; 6 – насос циркуляционный; 7 – гидродинамический кавитатор; 8 – фильтрация финишная; 9 – лампа ультрафиолетового излучения; 10 – фильтр мешочный.

Список литературы:

[1] Курников А.С., Мизгирев, Д.С., Почкалов О.Л., Шалларь А.В. Установка по очистке сточных вод/ Курников А.С., Мизгирев, Д.С., Почкалов О.Л., Шалларь А.В.// Патент России № 113263 Заявл. 20.05.2011 Опубл. 10.02.2012. Бюл. № 4.

[2] Курников А.С., Мизгирев,Д.С. Направления модернизации судовых установок по очистке сточных вод с использованием гидродинамической кавитации/ Курников А.С., Мизгирев,Д.С.// XV Международная НПК «Великие реки-2013»- ФБОУ ВПО «ВГАВТ»,Т.2, 2013- с.51-55.

[3] Курников А.С., Мизгирев,Д.С. Вопросы проектирования современных судовых систем очистки сточных вод/ Курников А.С., Мизгирев,Д.С.// Журнал ФБОУ ВПО «СПГУВК», 2012, №1, с.154-164.

[4] Российский Речной Регистр. Правила (в 4-х томах). Т4. Правила предотвращения загрязнения с судов (ППЗС), г. Москва, 2008, с.59.

[5] СанПиН 2.1.5.980–00. п.2.1.5. Водоотведение населенных мест. Санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод, г. Москва, 2001, с.10.

Kurnikov A. S., Professor, doctor of technical Sciences, FSFEI HE"VSUWT".

Cherepkova E. A., Ph. D., senior lecturer, FSFEI HE"VSUWT".

Orehvo V. A., Assoc., Ph. D., FSFEI HE"VSUWT".

Abramov N. I., student groups DSM-311, FSFEI HE"VSUWT".

Vereshchagin A. L., student group DSM-311, FSFEI HE"VSUWT".

603950, Nizhny Novgorod, Nesterovastreet, 5.

Analysis of wastewater treatment on ships of sea and river fleet

Keywords: coagulation, flocculation, neutralization, extraction, percolation, filtration, settling, cathode, anode.

The article considers methods of wastewater treatment coastal and marine performance. The proposed new scheme of the wastewater treatment plant.