

## «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ВОДЫ В ВОИНСКОЙ ЧАСТИ»

*Санходоева О.И., Кучер М.И., Денисюк Д.А., Бондарева В.А.*

*Военный институт материального обеспечения, г. Вольск Саратовской обл., Россия*

В связи с ростом экологических проблем, ухудшением качества питьевой воды особое значение приобретают проблемы качества воды и водных ресурсов при их использовании в воинских частях. Данному вопросу уделяется большое внимание в образовательном процессе в Вольском военном институте материального обеспечения (ВВИМО). На кафедре Химии выполняется научно-исследовательская работа по изучению состава вод, воздействию некачественной в экологическом отношении воды на здоровье человека, совершенствованию методов очистки и утилизации сточных вод.

С этой целью наряду с традиционными методами используется переносная комплект-лаборатория «ОБЬ», которая предназначена для мониторинга поверхностных вод суши и определению загрязнений в водотоках с помощью экспресс-анализа гидрохимических показателей, таких как:

- определение концентраций так называемой группы «главных ионов»;
- температуры;
- водородного показателя рН;
- окислительно-восстановительного потенциала Eh;
- УЭП-удельной электрической проводимости;
- растворенного кислорода

различных водных сред непосредственно на исследуемом объекте.

Сточные воды – воды, загрязнённые бытовыми отбросами и производственными отходами и удаляемые с территорий населённых мест и промышленных предприятий системами канализации. Сточная вода – это отработанная, в большинстве случаев сильно загрязнённая вода населённых пунктов (от 100 до 250 л в сутки на каждого человека) и промышленных предприятий. К сточным водам относятся также воды, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков в пределах территорий населённых пунктов, промышленных и военных объектов.

Содержащиеся в сточных водах органические вещества, попадая в значительных количествах в водоём или скапливаясь в почве, быстро ухудшают санитарное состояние водоёма и атмосферы, способствуя распространению опасных заболеваний. Однако вода – это потенциально возобновляемый ресурс. Это значит, что использованная вода может и должна быть очищена. Следовательно, вопросы очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод являются неотъемлемой частью мероприятий по обеспечению экологической безопасности в воинской части.

Критерием эффективности очистки является достижение предельно-допустимых значений концентраций веществ-загрязнителей, их наличие строго регламентируется. Гигиенические требования к качеству питьевой воды изложены в СанПиН 2.1.4.1074-01.

В проведённом исследовании применяющихся в настоящее время методов и технологий очистки сточных вод от физических, химических и биологических загрязнений, установлено, что мембранные фильтры и природные органические, органоминеральные сорбенты являются наиболее перспективными.

Очистку сточных вод осуществляют механическими, физико-химическими, биологическими и термическими методами (таблица 1). Рекуперационные методы предусматривают извлечение из сточных вод ценных веществ и их дальнейшую переработку. В деструктивных методах загрязняющие вещества, подвергаются разрушению путём окисления или восстановления.

Таблица 1. Типы загрязняющих веществ в сточных водах и методы очистки

Тип загрязняющих веществ	Группа загрязнений	Методы очистки сточных вод
Грубодисперсные взвешенные вещества	Взвешенные вещества с размером частиц более 0,5 мм	Просеивание Первичное отстаивание без реагентов Фильтрация
Грубодисперсные эмульгированные частицы	Капельные загрязнения, органические вещества, не смешивающиеся с водой	Гравитационная сепарация Фильтрация Флотация Электрофлотация
Микрочастицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0,01 мм	Фильтрация Коагуляция Флокуляция Напорная флотация
Стабильные эмульсии	Нефтепродукты в количестве > 5 мг/л, вещества, экстрагируемые серным эфиром	Тонкослойная седиментация Напорная флотация Электрофлотация
Коллоидные частицы	Размер частиц от 0,1 до 10 мкм	Микрофильтрация Электрофлотация
Агрессивность среды	pH, общая щёлочность, общая кислотность	Нейтрализация
Масла	Концентрация масел более 10 мг/л	Гравитационная сепарация Флотация Электрофлотация
Фенолы	Концентрация фенолов 0,5 – 5 мг/л	Биологическая очистка + озонирование Сорбция на активированном угле
	Концентрация фенолов 5 – 500 мг/л	Биологическая очистка Флотация + Биологическая очистка Коагуляция + озонирование
Высокое содержание органических примесей		Биологическая очистка Химическое окисление (озон) Сорбция на активированном угле
Ионы тяжёлых металлов	Концентрации $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , $\text{Cd}^{2+}$ 5 – 100 мг/л	Электрофлотация Отстаивание Электродиализ Электрокоагуляция
	Концентрации $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Fe}_{\text{общ}}$ , $\text{Cd}^{2+}$ 0,5 – 5 мг/л	Ультрафильтрация Ионный обмен
Цианиды	Концентрация $\text{CN}^-$ 1 – 10 мг/л	Химическое окисление Электрофлотация Электрохимическое окисление
Хром (VI)	Концентрация $\text{Cr}^{6+}$ 1 – 100 мг/л	Химическое восстановление Электрофлотация Электрохимическое восстановление Электрокоагуляция
Хром (III)	Концентрация $\text{Cr}^{3+}$ 5 – 100 мг/л	Осаждение + Фильтрация Электрофлотация
	Концентрация $\text{Cr}^{3+}$ 0,5 – 5 мг/л	Ионный обмен Ультрафильтрация
Сульфаты	Концентрация $\text{SO}_4^{2-}$ > 2000 мг/л	Реагентный + отстаивание + Фильтрация Вакуумное выпаривание
	Концентрация $\text{SO}_4^{2-}$ < 2000 мг/л	Нанофильтрация Обратный осмос
Хлориды	Концентрация $\text{Cl}^-$ > 300 мг/л	Обратный осмос Вакуумное выпаривание Электродиализ
Общее солесодержание		Нанофильтрация Обратный осмос Вакуумное выпаривание Электродиализ
Поверхностно-активные вещества	Анионные и неионогенные ПАВ	Флотация Электрофлотация Сорбция на активированном угле
	Анионные, катионные и неионогенные ПАВ	Ультрафильтрация Нанофильтрация Озонирование

Широкое внедрение мембранных процессов в практику стало возможно благодаря развитию науки о полимерах и использованию синтетических полимерных мембран.

Мембранный метод очистки сточных вод основан на свойствах пористых тел пропускать предпочтительнее одни вещества, чем другие. Способы мембранного разделения, используемые в технологии очистки воды, условно делятся на диализ, электродиализ, микрофильтрацию, ультрафильтрацию, обратный осмос (таблица 2):

Таблица 2. Характеристики мембранных процессов

Мембранный процесс	Размер пор, мкм	Рабочее давление, бар	Мембранные элементы	
			Материал	Конфигурация
Микрофильтрация	0,02-4,0	<2	Полипропилен, ПВХДФ, лавсан, фторопласт, керамика	Рулонные, полые волокна, трубчатые
Ультрафильтрация	0,02-0,2	1-10	Полипропилен, акрилонитрил, ПВХДФ, полисульфон, керамика	Рулонные, полволоконные, трубчатые
Нанофильтрация	0,001-0,01	5-35	Ацетат целлюлозы, ароматические полиамиды (полисульфон), керамика	Рулонные, полволоконные, трубчатые
Обратный осмос	0,0001-0,001	10-70	Ацетат целлюлозы, ароматические полиамиды	Рулонные, полволоконные, плоскостные

Мембраны, как и другие фильтрующие материалы, можно рассматривать как полупроницаемые среды: они пропускают воду, но практически не пропускают, некоторые примеси. Обычное фильтрование применяют для удаления из воды относительно крупных образований – дисперсных и крупных коллоидных примесей, мембранные технологии используют для извлечения мелких коллоидных частиц, а также растворённых соединений. Для этого мембраны должны иметь поры очень малого размера.

Особую озабоченность вызывает процесс хлорирования воды как метод биологической очистки. Хлорирование воды – это крупное изобретение в профилактической медицине и гигиене. Хлорирование остановило распространение опасных инфекционных заболеваний (холеры, кишечных инфекций и др.). В России хлорирование воды впервые было осуществлено в 1908 году в связи с эпидемией холеры. Мы привыкли, что наша вода хлорированная. Хлорирование – является одним из самых дешёвых и в то же время эффективных методов биологической очистки воды. С целью уничтожения микробов хлор вводят с избытком из расчёта, чтобы через 30 минут после хлорирования воды содержание остаточного хлора в ней было не менее 0,3 мг/л. В некоторых случаях проводят двойное хлорирование воды. Наиболее важной экологической проблемой данного метода является высокая активность хлора, который вступает в химические реакции с органическими и неорганическими веществами, находящимися в воде. Установлено, что в воде из поверхностных источников (реки, водохранилища) находится значительное количество сложных органических веществ, природного и техногенного происхождения, среди которых – СПАВ, нефтепродукты, фенолы. В результате взаимодействия этих веществ с хлором образуются хлорсодержащие токсины, мутагенные и канцерогенные вещества, в том числе диоксины. Данные последних лет показали, что основная опасность диоксинов заключается не столько в острой токсичности, сколько в кумулятивности действия и отдаленных последствиях хронического отравления организма малыми дозами.

Альтернативой хлорированию является озонирование воды. Озонирование воды является эффективным методом её обеззараживания. Озон – природный окислитель. Механизм воздействия окислителя состоит в разрушении бактерий (МКО) путём инактивации бактериальных протеинов, т.е. диффузией окислителя через мембрану клетки в цитоплазму

бактерии с уничтожением её жизненно важных центров. Бактерицидное действие озона обнаруживается при достижении критической дозы равной 0,4–0,5 мг озона в газе на литр обрабатываемой воды. Кроме большой способности уничтожения бактерий, озон обладает высокой эффективностью в уничтожении спор, цист, других патогенных МКО, на которые он действует примерно в 300–600 раз сильнее, чем хлор. Благодаря высокой окислительной способности, озон действует и на такие соединения, которые не подвергаются воздействию других реагентов. Обработка воды избыточным количеством озона не влечёт за собой никаких нежелательных явлений; избыточный озон, будучи нестойким, снова превращается в кислород, лишь улучшая качество воды. Озонирование не создаёт дополнительных или замещающих соединений, что также улучшает показатели качества воды.

Таким образом, экологическая безопасность должна быть главным критерием при водообеспечении воинской части и в выборе методов очистки сточных вод.

Сформулируем основные принципы предотвращения загрязнения вод.

- Воспитание чувства высокой профессиональной ответственности военнослужащих за свои действия в деле охраны окружающей среды.

- Внедрение экономического стимулирования для сокращения сброса сточных вод.

- Охрана водных ресурсов в процессе их использования (замкнутое оборотное водоснабжение, основой которого является отдельная очистка сточных вод технологических линий, содержащих одно или группу однородных загрязнений; изменение технологий, позволяющее получать сточные воды, легко поддающиеся очистке или регенерации; рекуперация отходов и др.).

- Применение геоинформационных систем для решения задач прогнозирования возможных сбросов сточных вод и оценки воздействия этих сбросов на население и прилегающие территории, что позволяет заблаговременно принять меры по снижению рисков и обеспечению экологической безопасности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клемин В.В., Луценко Г.П., Ременсон В.А. Обеспечение экологической безопасности при повседневной деятельности воинских частей и подразделений. Учеб. пособие для вузов. – МО РФ, 2000. – 304 с.

2. Организация экологической безопасности военной деятельности: Учеб. пособие/ Под общ. ред. В.И. Исакова – Москва, 2007 – 636 с.

3. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (в ред. Постановления Главного государственного санитарного врача РФ и изменениями от 28.06.2010 № 74).

4. ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 17.12.1998 № 449).