

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 615.471

Путиловский  
Роман Иванович

**Метод глубокой очистки сточных вод от органических загрязнений**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-38 80 03

«Приборы, системы и изделия медицинского назначения»

---

Научный руководитель  
Достанко Анатолия Павлович  
профессор, докт. техн. наук

---

Минск 2018

## ВВЕДЕНИЕ

Вода — ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни человека. Общеизвестна необходимость ее для бытовых потребностей человека. Потребности в воде огромны и ежегодно возрастают. Ежегодный расход воды на земном шаре по всем видам водоснабжения составляет 3300-3500 км<sup>3</sup>. Дефицит пресной воды уже сейчас становится мировой проблемой. Все более возрастающие потребности в воде заставляют все страны, ученых всего мира искать разнообразные средства для решения этой проблемы.

Для специфических промышленных нужд, на пример для использования в лабораториях, ситуация еще более сложная. Причина тому – в принципе отсутствие на земле чистой воды без все возможных примесей. Данным фактом обусловлена актуальность данной работы. Решением данной проблемы являются специальные установки по деминерализации воды основанные на различных химических и физических процессах.

В мировом научном сообществе данной проблемой занимаются ученые со всех уголков мира, т.к. итоги исследования можно применить как в промышленности, медицине, так и в космической и военной отрасли в качестве одной из аспектов жизнеобеспечения на тех или иных объектах находящихся вдали от «благ цивилизации» длительное количество времени.

Ведущими открывателями в данной теме являются такие ученые как Жану-Антуану Ноле, именно он открыл возможность с помощью обратноосмотических сил производить очистку воды, Задорин Е.М данный ученые вывел процесс обратного осмоса на новый уровень повысив коэффициент полезного действия данных установок до 35-40 процентов подобрав более оптимальный состав проникающего материала.

Объектом исследования в данной работе является полная стерилизация воды для медицинских нужд.

Предмет исследования – станция водоподготовки для медицинской лаборатории с производительностью до 100 л/ч.

Целью данной работы ставлю провести исследование очистки воды а также выявления оптимального алгоритма очистки станциями водоподготовки подключаемыми к стандартному водопроводу, с оптимальным вариантом размещения всех ступеней очистки как с экономической так и с качественной точки зрения.

Для достижения цели дипломной работы поставлены следующие задачи:

- рассмотреть, проанализировать научные достижения в данной области за последние 10 лет.
- с помощью компьютерного моделирования создать оптимальную модель очистки воды с необходимым экономическим и практическим результатом

Теоретической основой исследования явились положения и концепции, представленные в работах отечественных и зарубежных авторов по проблемам:

способа оптимального размещения элементов обратного осмоса для продления их срока службы;

выбора вида и состава ионообменной смолы;

очистки блоков всех ступеней стерилизации.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Цель и задачи исследования

Целью данной работы ставлю провести исследование очистки воды а также выявления оптимального алгоритма очистки станциями водоподготовки подключаемыми к стандартному водопроводу, с оптимальным вариантом размещения всех ступеней очистки как с экономической так и с качественной точки зрения.

Для достижения цели дипломной работы поставлены следующие задачи:

- рассмотреть, проанализировать научные достижения в данной области за последние 10 лет.
- с помощью компьютерного моделирования создать оптимальную модель очистки воды с необходимым экономическим и практическим результатом

Объектом исследования являются станции водоподготовки медицинских лабораторий мощностью до 100 л/ч.

Предметом исследования выступают параметры, показатели учащенности воды указывающие на готовность использования выходного пермиата в той или иной области востребования.

Содержание диссертационной работы соответствует образовательному стандарту высшего образования второй ступени (магистратуры) специальности 1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского назначения».

### Положения, выносимые на защиту

1. База знаний, содержащая параметры, непосредственно влияющие на качество очистки воды, скорость выработки пермиата, экономическая и техническая целесообразность. Каждый из параметров способен положительно влиять на качество вырабатываемого пермиата, однако следует придерживаться баланса между продолжительностью действия сменных носителей очищающих элементов и качеством вырабатываемого продукта.

2. Модификация стандартной трехступенчатой очистки воды в станциях водоподготовки на примере ТКА RO RDS 60-120 . Анализ полученных значений проводимости продукта.

3. Практические рекомендации по проведению ТО станции, в том числе регенерации очищающих элементов.

### Личный вклад соискателя

Все основные научные результаты, представленные в работе, получены соискателем самостоятельно на базе ИУП «Синлаб-ЕМЛ» а также ОАО «Гродно Азот». В диссертации изложены результаты научно-исследовательских работ, выполненных автором лично.

Личный вклад соискателя заключается в проведении теоретических и экспериментальных исследований, разработке модифицированной системы обратноосмотического модуля ТКА RO RDS позволяющего получить переат необходимого качества на более длительной основе, нежели штатная система с возможностью регенерации сменных элементов .

Участие научного руководителя: доктора технических наук, профессора кафедры ЭТТ УО «БГУИР» Достанко А.М. заключалось в обсуждении структуры, целей и задач исследований, обсуждении и обобщении результатов теоретических и практических исследований, проведенных автором самостоятельно.

### Апробация результатов диссертации

Результаты исследования были представлены на 52-й научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (апрель 2017 г., Минск, БГУИР).

### Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, пяти глав с выводами по каждой главе, заключения, библиографического списка и приложений.

Общий объем диссертации составляет 65 страниц, 39 иллюстраций, 3 таблицы, 13 наименований в библиографическом списке.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обозначена ценность систем очистки воды в наше время как в медицинской сфере так и в промышленной, военной а так же в сфере освоения как и мало изученных мест на земле так и космоса, рассмотрено современное состояние методов и технических средств очистки, определены основные направления и задачи для реализации цели исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с современными научными исследованиями, даны сведения об объекте и предмете исследования и обоснован их выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе соискателя, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В первой главе дана краткая характеристика основных ступеней водоподготовки, рассмотрены физические принципы явления обратного осмоса, приведена классификация современных методов очистки, а также рассмотрено устройство обратноосмотического элемента.

Вторая глава посвящена анализу показателей качества очистки, таких как проводимость, стерильность и др. В главе приводятся общие сведения об основных показателях сырой воды добытой на разной глубине, грунта, а также иных способах добычи влаги.

В третьей главе были изучены и проанализированы основные параметры очистки, влияющие на качество пермеата и время проведения стерилизации, такие как интенсивность, длительность, длины пропускаемых сигналов. и др.

По результатам теоретического исследования были выработаны практические рекомендации по построению систем очистки воды с учетом необходимых выходных параметров пермеата.

Четвертая глава посвящена методам регенерации сменных элементов для достижения наибольшего показателя эффективности как технической, экономической так и экологической точки зрения.

При практических исследованиях были изучены некоторые параметры воды взятых в разных условиях, в разное время и в разных местах. По результатам практических исследований были получены практической

реализации водоочистных систем с учетом индивидуальных параметров входной «сырой» воды.

По результатам проведенных исследований все поставленные задачи решены в полном объеме, цель работы реализована на практике.

В заключении сформулированы основные результаты исследований.

В приложениях приведены публикации соискателя и дополнительный материал.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обратный осмос – это одна из самых современных и эффективных практик очистки воды в настоящее время. Обратный осмос относится к наиболее перспективным и широко применяемым методам очистки и подготовки воды. Установка обратного осмоса способна удалять из воды частицы с размерами 0,001-0,0001 мкм. В этот диапазон попадают соли жёсткости, сульфаты, нитраты, ионы натрия, малые молекулы, красители. Для более эффективной работы рекомендуется применение предварительных ступеней очистки (механическая очистка и микро-, ультра- или нанофильтрация), удаляющих более крупные частицы.

В результате работы над магистерской диссертацией были изучены и проанализированы основные параметры процесса очистки воды в частности процесса обратного осмоса, деионизацию раствора, а также процесса бактериологической очистки. Также были разработаны практические рекомендации по оптимизации процесса водоподготовки с целью увеличения эффективности имеющийся элементов а также увеличению срока службы сменных модулей.

Все практические исследования проводились на практической станции водоочистки ТКА RO RDS 60 компании Scientific на базе центральной лаборатории ИУП «Синлаб-ЕМЛ». При совместной работе вместе с инженерами ИУП «Синлаб-ЕМЛ» была создана наиболее оптимальная система очистки воды на базе гибридной очистительной системы с параллельно-последовательным расположением обратно-осмотических элементов.

При проведении исследования было установлено, что использование параллельно-последовательных расположении элементов обратного осмоса увеличивается КПД система на 25-27% без учета возможности восстановления 2-3 группы элементов, при учете восстановления КПД системы повышается на 120-140%.

Внедрение у конструкцию станции водоочистки системы восстановления ионообратной смолы позволило увеличить степень независимости системы а также возможности установки в более изолированных местах, не смотря на значительное усложнение конструкции самой станции.

Внедрение в систему буферного бака позволило использовать станцию на мощностях до 140 % от описанной в документации вплоть до 4 часов в сутки.

Конечный вариант полученной системы можно применять не только в медицинских лабораториях но и в совершенно различных отраслях немного меняя конструкцию, подстраивая под те, или иные нужны, также внедрение



обогапителя позволило бы данный аппарат ставить на стационарной основе как центральное водообрабатывающее устройство в небольших поселениях где испытывается проблема с чистой водой.

По результатам проведенных исследований все поставленные задачи решены в полном объеме, цель работы реализована на практике.

Дальнейшие исследования по данной теме предполагают изменение самих обратно осмотических, ионообменных а также УФ-излучающих процессов на физическом, более низком уровне для улучшения результата.