Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования «Донской государственный технический университет»

На правах рукописи

САИЙД МАРАМ

РАЗРАБОТКА МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОГРУЖНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ БИОФИЛЬТРА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ В СИРИИ

2.1.4 - Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель доктор технических наук, профессор Серпокрылов Николай Сергеевич

Ростов-на-Дону - 2022

2

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

Глава 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОГРУЖНЫХ ВРАЩАЮЩИХСЯ БИОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 12

1.1 Особенности системы очистки сточных вод малых населенных пунктов в Сирии 12

1.2 История развития технологии ПВБ и её основные области применения.... 24

1.3 Известные типы и технологические схемы рабрты ПВБ 28

1.4 Принципы биологической очистки сточных вод методом ПВБ 43

1.5 Технологические факторы, влияющие на эффективность работы ПВБ 47

1.5.1 Скорость вращения 47

1.5.2 Глубина погружения 48

1.5.3 Время пребывания 49

1.5.4 Органическая и гидравлическая нагрузка 50

1.5.5 Биопленка 51

1.5.6 Загрузочный материал 52

1.5.7 Конструктивные факторы биофильтра 55

Выводы по главе 1 57

Глава 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОГРУЖНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ БИОФИЛЬТРА 60

2.1 Разработка модифицировнного погружного вращающегося биофильтра для очистки сточных вод от загрязнений 60

2.2 Теоретическое исследование методов проектирования погружных вращающихся биофильтров 65

2.2.1 Дисковые погружные биофильтры 66

2.2.2 Барабанные погружные биофильтры 70

2.3 Проектирование и расчет габаритов лабораторной установки МПВБ 72

Выводы по главе 2 76

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ БИОФИЛЬТРА 77

3.1 Конструкция лабораторной установки модифицированного вращающегося биофильтра 77

3.2 Методика изучения окислительной способности модифицированного вращающегося биофильтра 79

3.3 Результаты изучения окислительной способности модифицированного вращающегося биофильтра 90

3.3.1 Влияние процента заполнения барабана на окислительную способность 90

3.3.2 Влияние скорости вращения барабана на окислительную способность.. 94

3.3.3 Влияние глубины погружения барабана в жидкость на окислительную способность биофильтра 96

3.3.4 Влияние модификаций барабана биофильтра на окислительную способность 98

3

3.3.5 Влияние типа загрузки на ОС модифицированного вращающегося биофильтра 101

3.3.5.1 Результаты сравнения ОС двух типов загрузки при использовании двух эквивалентных объемов ЭК по площади поверхности 101

3.3.5.2 Результаты сравнения ОС двух типов загрузки при заполнении барабана с одинаковым процентом и различными по площади поверхности... 103

3.3.6 Стандартная эффективность аэрации СЭА модифицированного вращающегося биофильтра 104

3.3.7 Оптимальные технологические параметры режима работы

модифицированного вращающегося биофильтра 107

Выводы по главе 3 111

ГЛАВА 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА АЭРОБНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА МПВБ 114

4.1 Планирование лабораторных экспериментов по изучению процесса биологической очистки сточных вод в аэробных условиях влияния на него основных технологических факторов 114

4.2 Запуск установки МПВБ 120

4.3 Проведение экспериментов, обработка и анализ результатов 123

4.4 Математическое моделирование процесса биологической очистки на МПВБ 130

4.4.1 Математические модели показателей качества очищенной

синтетической жидкости с применением загрузочного материала (1) 131

4.4.1.1 Удельная энергоёмкость,У1 131

4.4.1.2 Эффективность удаления ХПК %, У2 132

4.4.1.3 Эффективность удаления БПК5 %, У3 133

4.4.1.4 Эффективность удаления ВВ %, У4 134

4.4.1.5 Эффективность удаления NH4+ %, У5 135

4.4.1.6 NO3", Уб 136

4.4.1.7 О2, У7 137

4.4.2 Математические модели показателей качества очищенной

синтетической жидкости с применением загрузочного материала (2) 138

4.4.2.1 Удельная энергоёмкость,У1 138

4.4.2.2 Эффективность удаления ХПК %, У2 140

4.4.2.3 Эффективность удаления БПК5 %, У3 141

4.4.2.4 Эффективность удаления ВВ %, У4 142

4.4.2.5 Эффективность удаления NH4+ %, У5 143

4.4.2.6 NO3-, Уб 144

4.4.2.7 О2, У7 145

Выводы по главе 4 146

ГЛАВА 5 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И РАСЧЁТУ МПВБ

И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЕГО

РАБОТОСПОСОБНОСТИ 147

5.1 Алгоритм расчёта МПВБ и рекомендации по его проектированию 147

5.2 Технико-экономическая оценка применения МПВБ для очистки сточных

вод 154

4

Выводы по главе 5 156

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 157

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 159

Приложение А 174

Приложение Б 193

Приложение В 194

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплекстеоретическихиэкспериментальныхисследованийвыполненныйвсоответствиисзадачамидиссертациипозволилсформулироватьобщиевыводыпоработе

 ДляочисткисточныхводпредложенМПВБбарабанноготипасинновационноймодифицированнойконструкциейиполученыоптимальныетехнологическиепараметрырежимаработыМПВБдляувеличенияскоростимассообменаиокислительнойспособностибезиспользованиявнешнейаэрации

 ОбосновантеоретическиновыйподходкконструированиюиразработанПВБбарабанноготипадляочисткисточныхводотзагрязненийэкспериментальнонаосновеболееэкспериментовопределеныоптимальныетехнологическиепараметрыобеспечивающиенаивысшиезначенияокислительнойспособности

 СприменениемактивногоэкспериментаполученоадекватныхматематическихмоделейпервогопорядкадостоверноописывающихпроцессбиологическойочисткинаМПВБпоудельнойэнергоёмкостиХПКБПКВВ





ОдлядвухтиповзагрузочныхматериаловнабазекоторыхразработаныалгоритмирекомендациипорасчетуМПВБ

 ИнновационныйМПВБспособенодновременновыполнятьпроцессбиологическойочисткиснитрификациейиаэробнойденитрификациейПрименениеМПВБприводиткэкономии   строительных и

эксплуатационныхзатрат

 РазработанныйМПВБимееттехническуюновизнуизначимостьчтоподтвержденополученнымпатентомРФирекомендуетсякрасширенномувнедрениювРоссиииСирии

Рекомендациииперспективыдальнейшейразработкитемы

 ИсследоватьэффективностьМПВБпоудалениюсоединенийфосфораилидругихзагрязнителейизсточныхвод

 ВслучаепримененияМПВБдляочисткисточныхводнаселенныхпунктоврекомендуетсяпровеститехникоэкономическуюоценкуработыэтихустановоквпромышленныхусловиях