

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова»

Процессы и аппараты очистки сточных вод

Учебное пособие

Архангельск
САФУ
2018

УДК 628.3(075)
ББК 38.761.2я73
П845

*Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом
Северного (Арктического) федерального университета
имени М.В. Ломоносова*

Авторы: Н.И. Богданович, Л.Н. Кузнецова, С.И. Третьяков,
Е.А. Лагунова

Рецензенты: Юрьев Ю.Л., заведующий кафедрой химической технологии древесины Уральского государственного лесотехнического университета, доктор технических наук, профессор;
Коптелов А.Е., ведущий специалист (метролог) ФГБУН ФИЦКИА РАН, кандидат технических наук, доцент

Процессы и аппараты очистки сточных вод: учебное пособие /
П845 Н.И. Богданович, Л.Н. Кузнецова, С.И. Третьяков, Е.А. Лагунова;
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2018. – 113 с.
ISBN 978-5-261-01282-5

Рассмотрены основные характеристики сточных вод, даны методики и примеры расчета степени очистки, процессов и аппаратов механической, физико-химической и биологической очистки сточных вод.

Предназначено для студентов, обучающихся по программам бакалавриата по направлениям подготовки «Химическая технология» и «Биотехнология» очной и заочной форм обучения, а также тем, кто интересуется вопросами очистки сточных вод.

УДК 628.3(075)
ББК 38.761.2я73

ISBN 978-5-261-01282-5

© Северный (Арктический)
федеральный университет
им. М.В. Ломоносова, 2018

Введение

Сброс сточных вод (СВ) в водоемы определяется в первую очередь их расходом и загрязненностью, во вторую очередь статусом водоема. Расход сточных вод можно определить с помощью специальных расходомеров, установленных в трубопроводах канализационных сооружений. Однако подобные методы определения расхода грешат нестабильностью показаний расходомеров, особенно для сточных вод, так как они постоянно зарастают отложениями биологической природы (биообрастание) и взвешенными веществами сточных вод. Поэтому наиболее рекомендуемые методы определения расхода сточных вод – по водопотреблению за вычетом потерь, иногда по нормативу водопотребления в расчете на единицу выпускаемой продукции или на единицу потребляемого сырья.

Что касается загрязненности сточных вод, существует огромное количество характеризующих их показателей, которые можно подразделить на интегральные, суммарные и индивидуальные (специфические). К интегральным относятся показатели, характеризующие содержание определенных групп веществ, например органических, их принято включать в так называемую группу окисляемых: ХПК – химическое потребление кислорода, БПК – биологическое потребление кислорода и т.д. Иногда требуется определять в СВ общее содержание минеральных веществ, характеризующееся показателем «прокаленный остаток».

Содержание специфических веществ требуется при нормировании сброса СВ в водоемы, определяется статусом водоема. Под статусом водоема подразумевается его вид и категория. В соответствии с принятой классификацией все водоемы подразделяются на водоемы хозяйственно-бытового и рыбохозяйственного назначения. И те и другие, в свою очередь, подразделяются на две категории. Требования к водоемам I категории, в особенности водоемам

рыбохозяйственного назначения, наиболее жесткие, а значит, и более жесткие требования предъявляются к очистке сточных вод, сбрасываемых в эти водоемы.

Существующие расчетные методы, позволяющие рассчитать предельный уровень загрязненности сточных вод, поступающих на сброс, привязаны к статусу водоемов, так как в них всегда протекают процессы самоочищения, в основном за счет жизнедеятельности аэробных микроорганизмов на нижнем уровне трофической цепи. Расчеты всегда основываются на решении уравнений материального баланса, учитывающего содержание загрязнений в сточной воде и воде водоемов.

Расчетные данные, характеризующие уровень загрязненности сточных вод по тем или иным показателям при их сбросе в водоемы, а значит, и необходимую степень их очистки используют в дальнейшем при разработке технологических процессов и подборе (расчете) соответствующих аппаратов, предназначенных для удаления тех или иных видов загрязнений.

В данном учебном пособии в сжатом виде представлены особенности и примеры расчетов процессов и аппаратов, предназначенных для очистки сточных вод, а также расчеты необходимой степени их очистки.

Оглавление

| | |
|---|-----|
| Введение | 3 |
| Глава 1. Сточные воды, их характеристика и расчет необходимой степени очистки | 5 |
| 1.1. Виды сточных вод и состав загрязнений..... | 5 |
| 1.2. Расчет допустимого сброса загрязнений со сточными водами в водоемы | 6 |
| Контрольные вопросы к главе | 17 |
| Глава 2. Механическая очистка сточных вод..... | 19 |
| 2.1. Решетки | 19 |
| 2.2. Песколовки | 21 |
| 2.3. Усреднители | 23 |
| 2.4. Отстойники..... | 24 |
| 2.5. Центробежное осаждение сточных вод | 45 |
| 2.6. Фильтрование..... | 50 |
| Контрольные вопросы к главе | 50 |
| Глава 3. Физико-химическая очистка сточных вод..... | 52 |
| 3.1. Коагуляция примесей сточных вод..... | 52 |
| 3.2. Адсорбция..... | 54 |
| 3.3. Ректификация | 60 |
| 3.4. Ионный обмен | 63 |
| 3.5. Мембранные процессы очистки сточных вод | 66 |
| Контрольные вопросы к главе | 70 |
| Глава 4. Биологическая очистка сточных вод..... | 71 |
| 4.1. Аэротенки..... | 71 |
| 4.2. Расчет аэротенков | 74 |
| 4.3. Циркуляционно-окислительные каналы и окситенки | 82 |
| 4.4. Биофильтры | 85 |
| 4.5. Примеры расчетов..... | 91 |
| Контрольные вопросы к главе 4 | 110 |
| Список рекомендуемой литературы | 112 |