ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ИТС 8 — 2015

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ (ТОВАРОВ), ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ И ОКАЗАНИИ УСЛУГ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Москва
Бюро НДТ
2015

gost.e-ecolog.ru

Содержание

Введение VII
Краткое содержание справочника НДТ VII
Обзор документов, использованных при разработке справочника НДТ X
Предисловие XII
Область применения 1
Раздел 1. Общая информация об очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях 2
Раздел 2. Описание технологических процессов, используемых в настоящее время для очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг в приоритетных областях применения НДТ 10
2.1 Общие подходы к водопользованию и обращению со сточными водами на предприятиях 12
2.2 Характеристика сточных вод в приоритетных областях применения НДТ 16
2.2.1 Сточные воды энергетического комплекса 16
2.2.2 Сточные воды нефтеперерабатывающей промышленности 17
2.2.3 Сточные воды химической промышленности 18
2.2.4 Сточные воды чёрной металлургии 18
2.2.5 Сточные воды цветной металлургии 20
2.2.6 Сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности 20
2.2.7 Сточные воды предприятий пищевой промышленности и сельского хозяйства 20
2.2.8 Сточные воды лёгкой промышленности 22
2.2.9 Сточные воды машиностроительного комплекса 23
2.3 Описание применяемых технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку производственных сточных вод 24
2.3.1 Безреагентные методы физико-механической обработки 24
2.3.2 Физико-химические методы 28
2.3.3 Биологическая очистка сточных вод 37
2.3.4 Обеззараживание сточных вод 38
2.3.5 Обезвоживание осадков сточных вод 39

2.4 Подходы, методы, меры и мероприятия, направленные на очистку производственных сточных вод от основных загрязняющих веществ 40
2.4.1 Очистка от взвешенных веществ 40
2.4.2 Очистка сточных вод от минеральных масел и нефтепродуктов 42
2.4.3 Очистка сточных вод от фенолов 45
2.4.4 Удаление из сточных вод солей тяжёлых металлов 46
2.4.5 Очистка сточных вод от СПАВ 49
2.4.6 Удаление из сточных вод биогенных элементов 50
2.4.7 Очистка сточных вод от цианидов и мышьяка 54
Раздел 3. Определение наилучших доступных технологий 56
3.1 Критерий «Промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду» 58
3.2 Критерий «Наименьший уровень негативного воздействия» 60
3.3 Критерий «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод» 63
3.4 Критерий «Период внедрения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод» 65
Раздел 4. Наилучшие доступные технологии, относящиеся ко всей области применения справочника НДТ 66
1 НДТ организационно-управленческого характера 66
НДТ 1-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов экологического менеджмента 66
НДТ 1-2. Повышение квалификации персонала 67
НДТ 1-3. Снижение вероятности чрезвычайных ситуаций 67
НДТ 1-4. Совершенствование систем очистки промышленных сточных вод 67
2 НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения 68
НДТ 2-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов энергосбережения и ресурсосбережения при обращении со сточными водами 68
НДТ 2-2. Сокращение энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами 68

НДТ 2-3. Сокращение энергопотребления на объекте обработки сточных вод 69
НДТ 2-4. Сокращение водозабора и образования сточных вод 69
НДТ 2-5. Сокращение до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов 70
НДТ 2-6. Повышение степени повторного использования сточных вод 70
НДТ 2-7. Создание системы сбора и разделения сточных вод 71
НДТ 2-8. Максимально возможное извлечение из сточных вод загрязняющих веществ и их последующее использование 72
НДТ 2-9. Использование применяемых для очистки сточных вод реагентов, имеющих методики определения остаточных концентраций 72
НДТ 2-10. Использование систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка 72
3 НДТ производственного экологического контроля 72
НДТ 3-1. Аппаратный учёт количества сбрасываемых сточных вод и специфических загрязнений 72
НДТ 3-2. Разработка и внедрение на предприятии программы и методик измерений 73
НДТ 3-3. Применение ультразвуковых или индукционных расходомеров 73
НДТ 3-4. Постоянный контроль качества сточных вод, сбрасываемых в централизованную систему водоотведения 73
4 НДТ предотвращения негативного воздействия обработки сточных вод на окружающую среду 73
НДТ 4-1. Снижение уровня загрязнения сточных вод 73
НДТ 4-2. Предотвращение загрязнения почв и грунтовых вод 74
НДТ 4-3. Предотвращение нарушения условий эксплуатации централизованных систем водоотведения 75
5 НДТ недопущения сбросов и утечек неочищенных сточных вод из систем их транспортирования на очистные сооружения 76
НДТ 5-1. Создание отдельных независимых канализационных систем для производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод 76

НДТ 5-2. Использование крышек люков колодцев 76
НДТ 5-3. Резервирование источников электроснабжения для бесперебойной работы оборудования насосных станций 76
НДТ 5-4. Разработка, утверждение и реализация программы регламентного обслуживания канализационной системы 76
НДТ 5-5. Установление приоритетности ремонтных работ 77
НДТ 5-6. Профилактическая прочистка канализационных сетей и насосных станций 77
6 НДТ предотвращения и сокращения образования газовых выбросов и запахов из систем сбора и очистки сточных вод 78
НДТ 6-1. Предотвращение и сокращение образования газовых выбросов и запахов 78
НДТ 6-2. Сокращение выбросов запахов на завершающем этапе очистки сточных вод 79
НДТ 6-3. Предотвращение загрязнения воздушной среды и уменьшение углеродного следа очистных сооружений 79
7 НДТ предотвращения или сокращения шумового воздействия 80
НДТ 7-1. Шумоизоляция оборудования 80
Раздел 5. Наилучшие доступные технологии, относящиеся к приоритетным областям применения НДТ 80
НДТ В-1. Сокращение поступления в сточные воды особо опасных и биологически неразлагаемых загрязняющих веществ 82
НДТ В-2. Удаление из сточных вод загрязняющих веществ в соответствии с их фазово-дисперсным составом 82
НДТ В-3. Очистка сточных вод от нефтепродуктов, минеральных масел и жиров 83
НДТ В-4. Очистка сточных вод от биологически разлагаемых органических загрязнений 83
НДТ В-5. Удаление из сточных вод азота 84
НДТ В-6. Удаление из сточных вод фосфора 85
НДТ В-7. Очистка сточных вод, содержащих биологически неразлагаемые и (или) токсичные органические загрязнения 85
НДТ В-8. Очистка сточных вод, содержащих тяжёлые металлы 86
НДТ В-9. Очистка сточных вод от сульфидов 86

НДТ В-10. Очистка сточных вод от неорганических солей (общей минерализации) ... 87
НДТ В-11. Сокращение массы осадка, образующегося на очистных сооружениях ... 87
НДТ В-12. Стабилизация органического вещества осадка ... 87
НДТ В-13. Обработка осадков и отходов водоподготовки станций промышленного водоснабжения ... 88
Раздел 6. Перспективные технологии ... 88
ПТ-1. Фитотехнологии очистки сточных вод ... 89
ПТ-2. Биосорбционная доочистка сточных вод ... 90
ПТ-3. Окисление сточных вод ферратами ... 90
ПТ-4. Озонирование сточных вод в сочетании с использованием пероксида водорода ... 91
ПТ-5. Электроосмотическое обезвоживание осадка сточных вод ... 92
ПТ-6. Удаление азота из сточных вод посредством окисления аммония нитритом ... 92
ПТ-7. Биологическая очистка сточных вод с применением гранулированных илов ... 93
ПТ-8. Ускоренная коагуляция/флокуляция и тонкослойное отстаивание сточных вод ... 94
ПТ-9. Кристаллизация фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка ... 95
Заключительные положения и рекомендации ... 96
Приложение А (справочное) ... 98
Перечень стандартов серии «Ресурсосбережение» ... 98
Перечень национальных стандартов серии «Энергосбережение» ... 103
Приложение Б (обязательное) Перечень НДТ ... 105
Приложение В (обязательное) Энергоэффективность ... 112
Библиография ... 113

Введение

Краткое содержание справочника НДТ

Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» (далее — справочник НДТ) содержит следующие разделы.

Введение. Во введении приводятся краткое содержание справочника НДТ и обзор документов, использованных при его разработке.

Предисловие. В предисловии указываются цель разработки справочника НДТ, его статус, законодательный контекст, описание конкретной проблемы межотраслевого характера, решаемой справочником НДТ, описание процедуры создания в соответствии с установленным порядком, а также порядок его применения.

Область применения. В разделе приводятся области применения НДТ, на которые распространяется действие справочника НДТ. Указываются предприятия, технологии очистки сточных вод для которых не включены в справочник НДТ.

Раздел 1. В разделе 1 приводится общая информация о рассматриваемой межотраслевой проблеме — очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Приводится описание актуальности проблемы очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях, её количественных и качественных характеристик и приоритетных аспектов.

Раздел 2. В разделе 2 приводится описание технологических процессов, используемых в настоящее время для очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг в приоритетных областях применения НДТ. Приоритетные области применения НДТ были выделены из Перечня областей применения наилучших доступных технологий (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р) исходя из объёмов образования сточных вод, объёмов сброса неочищенных сточных вод, наличия экологических проблем и проч.

2.1 Общие подходы к водопользованию и обращению со сточными водами на предприятиях. В подразделе 2.1 приводится описание общих подходов к водопользованию и обращению со сточными водами на предприятиях, включая повторное использование очищенных сточных вод в оборотном водоснабжении.

2.2 Характеристика сточных вод в приоритетных областях применения НДТ. В подразделе 2.2 приводится характеристика сточных вод в приоритетных областях применения НДТ: чёрной и цветной металлургии, химической промышленности, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, целлюлозно-бумажной промышленности, лёгкой промышленности, пищевой промышленности, сельском хозяйстве, а также на металлообрабатывающих и машиностроительных предприятиях.

2.3 Описание применяемых подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку производственных сточных вод. В подразделе 2.3 приводится описание безреагентных методов физико-механической обработки, физико-химических методов биологической очистки сточных вод, обеззараживания сточных вод.

2.4 Подходы, методы, меры и мероприятия, направленные на очистку производственных сточных вод от основных загрязняющих веществ. В подразделе 2.4 приводится описание подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку сточных вод от взвешенных веществ, минеральных масел и нефтепродуктов, фенолов, солей тяжёлых металлов, СПАВ, биогенных элементов, цианидов и мышьяка.

Раздел 3. Определение наилучших доступных технологий. В разделе 3 проводится определение подходов, методов, мер и мероприятий в качестве НДТ для очистки сточных вод (образующихся при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях) в соответствии со статьёй 28.1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ, методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной, утверждёнными приказом Минпромторга России от 31 марта 2015 г. № 665, а также с учётом положений ГОСТ Р 54097—2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации».

Раздел 4. Наилучшие доступные технологии, относящиеся ко всей области применения справочника НДТ. В разделе 4 приводится описание НДТ, позволяющих сократить эмиссии в окружающую среду, потребление сырья, воды, энергии и снизить образование отходов при очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Приводится описание универсальных НДТ, подходящих для большинства областей применения НДТ, в том числе НДТ организационно-управленческого характера; энергосбережения и ресурсосбережения; производственного экологического контроля; предотвращения негативно-

го воздействия обработки сточных вод на окружающую среду; недопущения сбросов и утечек неочищенных сточных вод из систем их транспортирования на очистные сооружения; предотвращения и сокращения образования запахов; предотвращения и сокращения шумовых выбросов.

Проводится комплексная оценка преимуществ, которые могут быть достигнуты при внедрении НДТ; по возможности приводятся данные о сокращении выбросов, сбросов сточных вод, образования отходов, потребления ресурсов и повышении энергоэффективности.

Приводятся данные по ограничению применимости НДТ (возможность использования НДТ на действующих предприятиях; возможность внедрения НДТ только на новом предприятии).

По возможности приводятся экономические показатели, характеризующие применение НДТ.

Раздел 5. Наилучшие доступные технологии, относящиеся к приоритетным областям применения НДТ.

5.1 Наилучшие доступные технологии очистки сточных вод в приоритетных областях применения НДТ. В подразделе 5.1 приводится краткое описание НДТ очистки сточных вод в приоритетных областях применения НДТ, указанных в подразделе 2.2.

5.2 Наилучшие доступные технологии очистки сточных вод от основных загрязняющих веществ. В подразделе 5.2 приводится краткое описание НДТ очистки производственных сточных вод от основных загрязняющих веществ, подходы к которой указаны в подразделе 2.4:

- приводятся данные по ограничению применимости НДТ (возможность использования НДТ на действующих предприятиях; возможность внедрения НДТ только на новом предприятии);

- по возможности приводятся экономические показатели, характеризующие применение НДТ;

- приводится перечень перспективных технологий и сроки, в течение которых они могут стать коммерчески доступными.

Раздел 6. Перспективные технологии. В разделе 6 приводится описание технологий, применяемых для очистки сточных вод и находящихся на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ, опытно-промышленного внедрения, а также зарубежных технологий, не получивших в настоящее время широкого внедрения на территории Российской Федерации.

Заключительные положения и рекомендации. В разделе приводятся сведения о членах технической рабочей группы, принимавших участие в разработке справочника НДТ, их взаимное согласие по отдельным положениям справочника НДТ. Приводятся рекомендации о направлениях проведения дальнейших исследований и сбора информации в области НДТ для очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях.

Приложения. В приложениях к справочнику НДТ приводится дополнительная информация.

Библиография. Библиография содержит перечень источников, использованных при разработке справочника НДТ.

Обзор документов, использованных при разработке справочника НДТ

При разработке справочника НДТ были использованы следующие законодательные и нормативные документы:

- Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды";

- Федеральный закон от 31 декабря 2014 г. № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»;

- постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям»;

- распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р

- распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р

- распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2014 г. № 398-р

- приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии»;

- ПНСТ 21—2014 «Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника»;

- ПНСТ 22—2014 «Наилучшие доступные технологии. Термины и определения»;

- ПНСТ 23—2014 «Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий».

Справочник НДТ разработан с учётом имеющихся в Российской Федерации технологий, оборудования, сырья, других ресурсов, а также с учётом климатических, экономических и социальных особенностей Российской Федерации.

При разработке справочника НДТ были использованы положения 30 отраслевых («вертикальных») европейских справочников НДТ, перечень которых приводится в библиографии. Использование не всех отраслевых европейских справочников НДТ при разработке справочника НДТ объясняется отсутствием в них разделов, посвящённых НДТ в области очистки сточных вод, либо сведению НДТ к организационно-управленческим подходам.

В качестве источников информации об областях применения НДТ, о применяемых на практике технологиях, относящихся к НДТ, были использованы сведения, полученные в результате анкетирования предприятий, статистические сборники, результаты научно-исследовательских и диссертационных работ, иные источники, а также информация, полученная в ходе консультаций с экспертами в соответствующей области.

Предисловие

Основной целью разработки справочника НДТ является создание базового инструмента для внедрения НДТ в области очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. Справочник НДТ предназначен как для регулирующих органов (использование при выдаче хозяйствующим субъектам комплексных экологических разрешений), так и для хозяйствующих субъектов (использование при формировании экологической политики предприятия и внедрении НДТ).

1 Статус документа

Настоящий информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям (далее — справочник НДТ) является документом по стандартизации.

2 Информация о разработчиках

Справочник НДТ разработан технической рабочей группой № 8 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» (ТРГ 8), созданной приказом Росстандарта от 17 июля 2015 г. №835 (ред. от 06.11.2015 г.) "О технической рабочей группе "Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях".

Справочник НДТ представлен на утверждение Бюро наилучших доступных технологий (далее — Бюро НДТ) (gost.e-ecolog.ru

3 Краткая характеристика

Справочник НДТ является межотраслевым («горизонтальным») и, вследствие этого, носит методический характер и содержит обобщенную информацию, сведения общего характера, общие подходы к межотраслевым технологиям, техническим и управленческим решениям по очистке сточных вод. Справочник НДТ, содержит описания применяемых в настоящее время в Российской Федерации универсальных подходов и методов, применимых при очистке сточных вод на предприятиях, относящихся к областям применения НДТ, определённым распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674 р. Из этих подходов и методов выделены решения, признанные наилучшими доступными технологиями для приоритетных областей применения НДТ, включая, по возможности, соответствующие параметры экологической результативности, ресурсо- и энергоэффективности, а также экономические показатели.

4 Сбор данных

Информация о технологических процессах, оборудовании, технических способах, методах, применяемых в сфере обезвреживания отходов термическим способом в Российской Федерации, была собрана в процессе разработки справочника НДТ в соответствии с Порядком сбора данных, необходимых для разработки справочника НДТ и анализа приоритетных проблем отрасли, утвержденным приказом Росстандарта от 23 июля 2015 г. № 863.

5 Взаимосвязь с другими справочниками НДТ

Взаимосвязь настоящего справочника НДТ с другими справочниками НДТ, разрабатываемыми в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р, приведена в разделе «Область применения».

6 Информация об утверждении, опубликовании и введении в действие

Справочник НДТ утвержден приказом Росстандарта от 15 декабря 2015 г. № 1578.

Справочник НДТ введен в действие с 1 июля 2016 г., официально опубликован в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.e-ecolog.ru

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК ПО НАИЛУЧШИМ ДОСТУПНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКЦИИ (ТОВАРОВ), ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ И ОКАЗАНИИ УСЛУГ НА КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Wastewater treatment in manufacture of products (goods), performance of works and provision of services in large enterprises

Дата введения — 2016-07-01

Область применения

Настоящий межотраслевой справочник НДТ разработан во взаимосвязи с отраслевыми справочниками, разрабатываемыми в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р, и включает в себя описание универсальных подходов и методов, применимых при очистке сточных вод на предприятиях, относящихся к областям применения НДТ, определённым распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р.

- Справочник НДТ носит методический характер и содержит обобщённую информацию, сведения общего характера, общие подходы к межотраслевым технологиям, техническим и управленческим решениям по очистке сточных вод. Справочник НДТ не содержит перечней маркерных веществ для каких-либо отраслей промышленности. Рекомендации, содержащиеся в настоящем межотраслевом («горизонтальном») Справочнике НДТ, подлежат применению в случае отсутствия соответствующих рекомендаций в отраслевом («вертикальном») справочнике НДТ, к области применения которого относится рассматриваемое предприятие (объект).

- Для областей применения НДТ в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 24.12.2014 №2674-р разрабатываются соответствующие отраслевые («вертикальные») справочники.

В рамках справочника НДТ особо рассматриваются технологии очистки сточных вод на предприятиях приоритетных областей применения НДТ применительно к целям настоящего справочника НДТ, в которых:

- объёмы образования сточных вод сравнительно велики;

- проблемы, связанные с обращением со сточными водами, достаточно специфичны, однако обладают и общими с другими отраслями характеристиками.

В справочнике НДТ особо не рассматриваются технологии очистки сточных вод на тех предприятиях:

- основной целью которых является обеспечение национальной и международной безопасности либо единственной целью которых является защита объектов и (или) территорий от природных катастроф;

- очистка сточных вод которых осуществляется исключительно с помощью универсальных НДТ очистки сточных вод, приведённых в разделе 4, и (или) НДТ, специфичных для одной или нескольких областей применения НДТ, рассмотренных в разделе 5, и (или) предприятия, состав сточных вод которых максимально приближен к составу хозяйственно-бытовых сточных вод;

- очистка специфических сточных вод которых, по имеющейся информации, подробно рассматривается в соответствующих отраслевых («вертикальных») справочниках;

- обращение которых со сточными водами и (или) с загрязняющими веществами, содержащимися в таких сточных водах, регулируется специальным законодательством;

- основной целью которых является обеспечение энергетической безопасности населения и предприятий Российской федерации путем бесперебойного энергоснабжения электрической и тепловой энергией в режиме комбинированного производства.

Справочник НДТ подлежит применению на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и отнесенных к объектам I и II категории в соответствии с критериями, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2015 №1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

Раздел 1. Общая информация об очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях

В экономике Российской Федерации ежегодно используется около 62,5 км^3 воды. Свыше 90 % общего объёма использования водных ресурсов приходится на тепловую и атомную энергетику (37 %), агропромышленный комплекс (24 %), а также жилищно-

коммунальное хозяйство (18 %), добывающую и обрабатывающую промышленность (12 %).

Водоёмкость валового внутреннего продукта Российской Федерации составляет около 2,4 $м^3$/тыс. руб., что значительно превышает аналогичные показатели стран — лидеров в области ресурсосбережения.

В водные объекты Российской Федерации в год сбрасывается до 52 $км^3$ сточных вод, из которых 19,2 $км^3$ подлежат очистке. Свыше 72 % сточных вод, подлежащих очистке (13,8 $км^3$), сбрасываются в водные объекты недостаточно очищенными [1)], 17 % (3,4 $км^3$) — загрязнёнными без очистки и только 11 % (2 $км^3$) — очищенными до установленных нормативов.

Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно поступает около 11 млн. т. загрязняющих веществ. На долю промышленности приходится 25 % общего объёма сброса загрязнённых сточных вод.

В каждом гидрографическом районе преобладают предприятия разных видов промышленности, имеющих значительное водопотребление и, соответственно, значительные расходы сбрасываемых сточных вод. К таким предприятиям относятся прежде всего нефтеперерабатывающие, металлургические, целлюлозно-бумажные, химические, металлообрабатывающие, машиностроительные, рудодобывающие, пищевые предприятия, а также предприятия лёгкой промышленности, энергетики, сельского хозяйства.

К основным загрязняющим веществам, содержащимся в большинстве промышленных сточных вод, относятся взвешенные вещества, масла и нефтепродукты, ионы тяжёлых металлов, а также органические загрязнения, характеризующиеся показателем БПК, и химические загрязнения, характеризующиеся показателем ХПК. Указанные вещества не следует рассматривать как маркерные, поскольку для каждой отрасли промышленности специфичны различные загрязняющие вещества, определённые в качестве маркерных в соответствующих отраслевых справочниках.

На многих предприятиях очистные сооружения пришли в негодность из-за значительного срока эксплуатации; имеются предприятия, на которых промышленная канализация принимает хозяйственно-бытовые и фекальные стоки; существуют предприя-

[1)] Здесь и далее следует учитывать, что в состав недостаточно очищенных сточных вод включены сточные воды, подвергшиеся очистке с применением высокоэффективных методов очистки, но при этом не достигающие норм, установленных на основании $ПДК_{рыбхоз}$, что объясняет причины возникновения в статистических показателях таких значительных объёмов сточных вод, не соответствующих нормативам.

тия, на которых отсутствует локальная очистка с повторным использованием очищенной воды и утилизацией выделенных полезных компонентов. Отсутствие локальной очистки с объединением сточных вод, имеющих разные загрязнения, часто делает невозможной или затруднительной очистку общего потока сточных вод перед его сбросом в городской коллектор или водоём.

На многих предприятиях (например, целлюлозно-бумажных, металлургических, нефтеперерабатывающих, химических, горнодобывающих) отсутствуют сооружения по обработке осадков, выделенных на очистных сооружениях, с последующей их утилизацией. При этом отходы направляются в шламонакопители, которые занимают большие площади и имеют открытую поверхность, что приводит к значительному негативному воздействию на окружающую среду.

Кроме того, значительное воздействие на водные объекты оказывают рассредоточенный (диффузный) сток с сельскохозяйственных и селитебных территорий, также занятых отвалами, шламонакопителями и свалками с отходами промышленного производства, и трансграничные загрязнения.

Сложившийся уровень антропогенного загрязнения является одной из основных причин, вызывающих деградацию рек, водохранилищ, озёрных систем, накопление в донных отложениях, водной растительности и водных организмах загрязняющих веществ, в том числе токсичных, и ухудшение качества вод поверхностных водных объектов, используемых в качестве источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и являющихся средой обитания водных биологических ресурсов.

На рисунке 1 показана интегральная схема Российской Федерации с отображением доли загрязнённых сточных вод в общем объёме водоотведения в поверхностные водные объекты для каждого субъекта, ранжированные по категориям, за 2013 г.

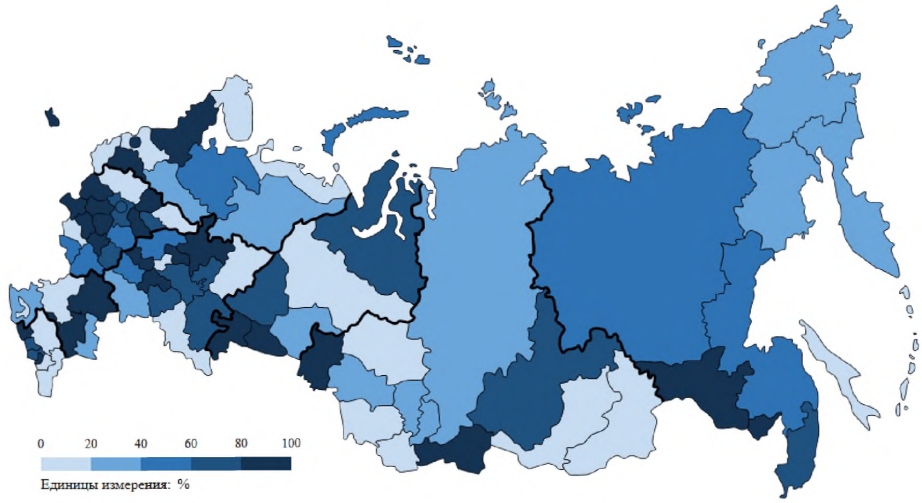


Рисунок 1 — Доля загрязнённых сточных вод в общем объёме водоотведения в поверхностные водные объекты в 2013 г.

Одним из существенных факторов, определяющих величину негативного воздействия на водные объекты, является необеспечение достаточного уровня очистки всего объёма образующихся сточных вод, что показано в таблице 1.

Таблица 1 — Водоотведение по видам ОКВЭД (данные Росводресурсов)

Объем сточных вод, млн $м^3$/год	2010	2011	2012	2013
Общий объем сточных вод, в том числе:	49191,3	48095,44	45525,71	42895,53
- в земледелии, лесоводстве и рыболовстве (р. A+B ОКВЭД)	5078,09	4623,03	3986,43	3620,39
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	4342,37	4220,59	4068,2	3729,5
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. E ОКВЭД)	35713,9	35333,19	33503,19	31516,56
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F…Q ОКВЭД)	4056,94	3918,63	3967,89	4029,08
Общий объем загрязнённых (без очистки и недостаточно очищенных) сточных вод, в том числе:	16515,83	15966,07	15678,34	15189,24
- в земледелии, лесоводстве и рыбоводстве (р. A+B ОКВЭД)	932,05	947,25	899,16	872,93

Объем сточных вод, млн $м^3$/год	2010	2011	2012	2013
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	3055,88	3077,73	2881,83	2710,45
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. Е ОКВЭД)	9204,81	8778,98	8730,9	8407,75
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F…Q ОКВЭД)	3323,09	3162,11	3166,45	3198,1
Объем загрязнённых сточных вод, сброшенных без очистки, в том числе:	3416,61	3298,39	3084,9	2962,96
- в земледелии, лесоводстве и рыбоводстве (р. A+B ОКВЭД)	887,41	910,31	867	836,92
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	554,31	578,3	456,38	425,81
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. Е ОКВЭД)	1270,14	1170,15	1151,31	1098,36
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F…Q ОКВЭД)	704,75	639,63	610,21	601,87
Доля загрязнённых сточных вод, сброшенных без очистки в общем объёме стоков (%), из неё в:	6,95	6,86	6,78	6,91
- в земледелии, лесоводстве и рыбоводстве (р. A+B ОКВЭД)	17,48	19,69	21,75	23,12
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	12,77	13,7	11,22	11,42
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. Е ОКВЭД)	3,56	3,31	3,44	3,49
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F…Q ОКВЭД)	17,37	16,32	15,38	14,94
Сброшено нормативно-очищенной на сооружениях очистки воды в том числе:	1877,74	1839,87	1709,87	1709,14
- в земледелии, лесоводстве и рыбоводстве (р. A+B ОКВЭД)	19,68	20,95	29,91	28,9
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	305,55	332,63	276,44	209,38

Объем сточных вод, млн м^3/год	2010	2011	2012	2013
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. E ОКВЭД)	1258,72	1154,22	1055,68	1081,26
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F...Q ОКВЭД)	293,79	332,07	347,84	389,6
Доля нормативно-очищенной на сооружениях очистки воды в общем объёме стоков (%), из неё в:	3,82	3,83	3,76	3,98
- в земледелии, лесоводстве и рыбоводстве (р. A+B ОКВЭД)	0,39	0,45	0,75	0,8
- в обрабатывающих производствах (р. D ОКВЭД)	7,04	7,88	6,8	5,61
- в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (р. E ОКВЭД)	3,52	3,27	3,15	3,43
- в остальных видах экономической деятельности (р. C+F...Q ОКВЭД)	7,24	8,47	8,77	9,67

Общий объем водоотведения (сбросов сточных вод) в поверхностные водоёмы составил в 2011 г. 48095,56 млн м^3. Доля нормативно очищенных сточных вод составила 1840 млн м^3, загрязнённых сточных вод — 15966,17 млн м^3.

Сброс неочищенных или недостаточно очищенных производственных сточных вод является основной причиной возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, вызванных периодическим накоплением в одной среде большого набора загрязняющих веществ.

Поддержание поверхностных и подземных вод в состоянии, соответствующем требованиям законодательства Российской Федерации, регламентируется путём установления и соблюдения нормативов допустимого воздействия на водные объекты, которые определяются нормами статьи 35 Водного кодекса Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ в порядке, установленном Правительством Российской Федерации. В развитие положений указанных документов были разработаны методические документы Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

С 1 января 2014 г. полностью вступил в силу Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении», который обязывает предприятия обеспечивать очистку сточных вод до их отведения (сброса) в централизованную систему водоотведения с использованием локальных очистных сооружений. В рамках

закона ответственность промышленных компаний чётко установлена, и, таким образом, обеспечен основной принцип природоохранного законодательства «загрязнитель платит».

За сбросы сточных вод в канализационные сети предприятия должны платить как за сброс напрямую в водный объект. Законом предусмотрено, что предприятия, сбрасывающие в централизованные системы водоотведения не менее 200 $м^3$ сточных вод в сутки, должны утвердить в Росприроднадзоре нормативы содержания загрязняющих веществ в сточных водах, сбрасываемых в системы водоотведения, и планы строительства локальных очистных сооружений. Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации разработаны дополнения к Методике разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, позволяющие рассчитать такие нормативы. Хотя количество предприятий, сбрасывающих более 200 $м^3$ сточных вод в сутки, невелико (в Москве и Санкт-Петербурге — около 100, в других крупных городах — 20–30, в небольших городах такие предприятия отсутствуют), они вносят существенный вклад в загрязнение водных объектов.

В то же время, несмотря на развитую нормативную базу в области водоотведения, адекватного повышения эффективности рационального использования водных ресурсов не происходит вследствие:

- применения устаревших водоёмких производственных технологий;
- высокого уровня потерь воды при транспортировке;
- недостаточной степени оснащённости водозаборных сооружений системами учёта;
- отсутствия эффективных экономических механизмов, стимулирующих бизнес к активному внедрению прогрессивных водосберегающих технологий производства, систем оборотного и повторно-последовательного водоснабжения и сокращению непроизводительных потерь воды;
- низкой платы за водопользование.

К российским предприятиям предъявляются избыточно жёсткие требования в отношении сбросов сточных вод на уровне ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения, в то время как в европейских странах требования к очистке сточных вод при их сбросе в водные объекты и канализационные сети оказываются значительно более мягкими, несмотря на зачастую более высокий уровень технологического развития. Нормативы $ПДК_{рыбхоз}$ едины на всей территории Российской Федерации, и их применение не зависит от природно-климатических, геохимических, гидорохимических

и гидрологических особенностей водоёмов. Это приводит к тому, что нормативы $ПДК_{рыбхоз}$ распространяются на водные объекты, в которых естественные фоновые концентрации веществ могут превышать установленный ПДК в десятки раз. При этом гидробионты этих водоёмов не теряют способности к размножению и нормальному развитию. В существующем законодательстве предусмотрено установление региональных нормативов качества водных объектов, однако порядок утверждения таких нормативов не регламентирован, и тем более такие нормативы не могут быть выше нормативов $ПДК_{рыбхоз}$, что делает разработку последних нецелесообразной. Требование очищать стоки до значений концентрации показателей ниже аналогичных естественных фоновых значений приводит к ситуации, когда стоки с более низким содержанием загрязнителей, чем в водном объекте, практически питьевого качества, учитываются как недостаточно очищенные.

Поскольку технологии, необходимые для достижения установленных требований, в большинстве случаев отсутствуют, а остальные имеют очень высокую стоимость, наметился ряд отрицательных для российской экономики тенденций:

- отношение ко всем нормативным требованиям как к невыполнимым;

- предоставление в контролирующие органы заведомо недостоверной информации с искажением фактических данных о загрязнённости сбрасываемой воды — начиная от показателей проектов, которые не согласовывались без декларации соблюдения нормативов $ПДК_{рыбхоз}$, и заканчивая данными химико-аналитического контроля работы очистных сооружений;

- отказ ответственных и профессиональных компаний от участия в создании очистных сооружений в условиях предъявления нереализуемых требований;

- доминирование на рынке недобросовестных компаний, готовых заключать контракты на установку очистных сооружений, предусматривающих очистку сточных вод до заведомо недостижимых нормативов $ПДК_{рыбхоз}$.

Это приводит к нарушению конкурентной среды, снижению конкурентоспособности добросовестных российских предприятий и в конечном итоге к ухудшению качества поверхностных вод.

Выходом из сложившейся ситуации является внедрение системы нормирования на основе НДТ в соответствии с нормами Федерального закона Российской Федерации от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации", который совершенствует систему экологического нормирования, вводит в российское правовое поле понятие «наилучшая доступная технология» и меры экономического стиму-

лирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших реально используемых и доступных технологий.

В контексте настоящего справочника НДТ следует учитывать, что технологические подходы к очистке сточных вод, применяемые в Российской Федерации, не только не отличаются от подходов, внедрённых за рубежом, но в отдельных случаях имеют более высокую экологическую результативность и экономическую эффективность. Многие НДТ, разработанные и используемые в государствах — членах ЕС, уже успешно применяются на российских предприятиях.

Настоящий справочник НДТ создаёт информационную основу для внедрения системы нормирования на основе НДТ, стимулирует российские предприятия к снижению антропогенного воздействия на водные объекты, помогает российским компаниям вернуть утраченные за счёт неоптимальной системы нормирования конкурентные позиции на мировом рынке и устранить искажения рыночной среды, способствуя импортозамещению посредством внедрения хорошо зарекомендовавших себя отечественных технологий в области очистки сточных вод.

Раздел 2. Описание технологических процессов, используемых в настоящее время для очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг в приоритетных областях применения НДТ

Количество предприятий, отнесённых к области применения настоящего справочника НДТ, определяется постановлением Правительства Российской Федерации от 28 сентября 2015 г. №1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий». По экспертным оценкам, к области применения справочника НДТ могут относиться 2000–5000 предприятий. При формировании справочника НДТ были использованы анкеты, заполненные представителями 123 предприятий, полученные в результате рассылки по 742 предприятиям, а также информация ещё по 200 предприятиям, собранная экспертным сообществом. Уровень предоставления информации в полученных анкетах значительно различался. Не представляется возможным вычленить общие причины непредоставления предприятиями информации: часть из них мотивировала нежелание предоставлять информацию корпоративной политикой, часть — отсутствием достижений в области очистки сточных вод.

Таким образом, при разработке справочника НДТ данные, содержавшиеся в вышеуказанных анкетах, составили информационную основу для описания технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, применяемых при очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях в Российской Федерации. Установленные требования к анонимизации представленной предприятиями информации не допускают возможности ссылок на наименования промышленных объектов, на которых были внедрены те или иные технологические подходы, в тексте справочника НДТ. Вместе с тем представляется некорректным приводить конкретные данные о количестве внедрений из проанализированных анкет вследствие отсутствия репрезентативности выборки. Исходя из этого, авторы справочника НДТ при описании количества внедрений тех или иных технологических подходов сочли возможным оперировать примерными оценками количества внедрений. Таким образом, далее по тексту в случаях, когда речь идёт о внедрении на большинстве предприятий, подразумевается внедрение на 50 % проанализированных предприятий или более, на многих предприятиях — от 15 % до 50 %, на ряде предприятий — от 5 % до 15 %, на нескольких предприятиях — от 2 % до 5 %, на отдельных предприятиях — до 2 %, но не менее 2 предприятий.

По результатам рассмотрения анкет, поступивших от предприятий, выявленные технологические подходы были разделены на три группы, что определило логику изложения настоящего раздела.

В первую группу, представленную в пункте 2.1, были выделены общие подходы, осуществлённое внедрение которых на предприятиях не было обусловлено ни их отраслевой принадлежностью, ни особенностями образующихся на предприятиях сточных вод.

Подходы второй группы определялись технологическими особенностями предприятий, поэтому до их описания авторы справочника НДТ сочли необходимым кратко описать особенности сточных вод для различных областей применения НДТ (по данным, предоставленным предприятиями) в пункте 2.2. Наиболее общие подходы второй группы описаны в пункте 2.3.

К третьей группе, представленной в пункте 2.4, были отнесены технологические подходы, направленные на удаление из сточных вод наиболее значимых загрязняющих веществ.

2.1 Общие подходы к водопользованию и обращению со сточными водами на предприятиях

Крупные промышленные предприятия используют для технологических нужд как воду из поверхностных источников и артезианских скважин, так и сточные воды, очищенные на своих очистных сооружениях. В структуре водопотребления большей части наиболее крупных предприятий, предоставивших информацию, на использование воды из поверхностных источников приходится от 90 % до 97 %; сброс очищенных сточных вод в поверхностные источники составляет от 92 % до 98 %. Повторное использование воды в технологическом цикле на предприятиях достигает более 90 %. Большинство предприятий, осуществляющих водозабор преимущественно из поверхностных источников, отмечают, что во многих случаях допустимые концентрации загрязняющих веществ, установленные для сброса сточных вод в водоёмы рыбохозяйственного назначения, оказываются ниже концентраций загрязняющих веществ в тех же водоёмах, из которых предприятия осуществляли забор воды.

Поскольку технологические подходы к выбору методов водоподготовки и водоочистки на промышленных предприятиях остаются одинаковыми и отличаются лишь решениями по использованию очищенной воды, многие виды очистного оборудования применяют как для водоподготовки, так и для водоотведения. К примеру, традиционные методы обработки загрязнённой воды — отстаивание и фильтрование — предприятия применяют и в том, и в другом случае. Предприятия применяют одни и те же общепринятые методы и при необходимости глубокой очистки воды при выделении какого-либо специфического компонента или обессоливания.

При этом очевидно, что требования к степени очистки воды при водоподготовке, направленной на использование воды в технологическом процессе, отличаются от требований, предъявляемых к очистке сточных вод при сбросе их в водоёмы, особенно рыбохозяйственного назначения. Так, на ряде предприятий вода, направляемая на технологические нужды, очищается до уровня качества, минимально приемлемого для существующего технологического процесса, при исключении некоторых этапов очистки, требующихся при сбросе в водоём. На отдельных предприятиях очищенные сточные воды используются для подпитки оборотных систем, связанной с потерями воды на испарение в оборотных системах и необходимой промывкой в целях предупреждения накопления солей.

На ряде предприятий на основе анализа загрязнений образующихся сточных вод и эффективности действующих очистных сооружений, а также с учётом требований к

качеству очищенной воды для повторного использования, отвода в городскую канализацию или сброса в водоём разрабатывают и внедряют системы управления очистными сооружениями с возможностью их совершенствования и модернизации, автоматизированного управления, повышения эффективности очистки. Многие предприятия разработали и осуществляют инвестиционные программы реконструкции и технического перевооружения производства, направленные прежде всего на повышение объёмов производства и улучшение качества продукции. За счёт использования более современного оборудования одновременно снижаются и негативные воздействия на окружающую среду.

На многих предприятиях внедряют системы экологического менеджмента, сертифицированные на соответствие ГОСТ Р ИСО 14001. Хотя на ряде предприятий подобные системы внедряются исключительно с целью достижения соответствия требованиям внешних рынков или по иным причинам, не имеющим отношения к улучшению экологических составляющих работы, на большинстве предприятий целью внедрения систем экологического менеджмента является повышение эффективности управления природоохранной деятельностью и обеспечение экологической безопасности. Предприятия сообщают о позитивных результатах внедрения как с точки зрения финансовых показателей (снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду), так и по натуральным показателям: сокращение объёма сбрасываемых сточных вод, сокращение водопотребления, повышение объёма воды, используемого в оборотном водоснабжении. Данные, приводимые предприятиями, свидетельствуют об изменениях значений указанных показателей; в некоторых случаях эти изменения значительны. Однако следует учитывать, что системы экологического менеджмента, как правило, внедряются на экологически ответственных предприятиях; их внедрение может сопровождаться технологическими мероприятиями вплоть до полной модернизации очистных сооружений. Таким образом, на основе данных, представленных предприятиями, трудно вычленить позитивные изменения, произошедшие исключительно за счёт внедрения систем экологического менеджмента, однако факт наличия позитивных тенденций неоспорим. Исследования в странах, располагающих более продолжительным опытом внедрения систем экологического менеджмента и, соответственно, большим сроком изучения их эффективности, показывают, что количественно измеримые воздействия внедрения систем экологического менеджмента на качество результатов обработки сточных вод присутствуют, причём наблюдаются уже после первого года внедрения таких систем и во многих случаях достаточно значительны.

На ряде предприятий проводят мероприятия по предотвращению чрезвычайных ситуаций. Например, оборудуют резервные хранилища на случай чрезвычайной ситуации, позволяющие аккумулировать любые сбросы сточных вод и (или) воды для обеспечения противопожарных мер для их последующей очистки, обработки и использования.

На нескольких предприятиях в целях сокращения энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами применяют рекуперацию тепла экзотермических реакций посредством выработки пара низкого давления, использования избыточного пара, энергетически зависимой дистилляции.

Отдельные предприятия системно реализуют программы сокращения энергопотребления, в том числе и на объектах обработки сточных вод, проводя энергетический аудит основных технологических операций, осуществляя модернизацию оборудования, а также обучая персонал, занятый в области обработки сточных вод, основам организации энергопотребления.

На многих предприятиях в целях сокращения водозабора и образования сточных вод и, соответственно, повторного использования очищенных сточных вод в оборотном водоснабжении производят отделение технологических сточных вод от условно чистых атмосферных или иных вод, а также проводят мероприятия по предупреждению смешения условно чистой охлаждающей воды с загрязнённой технологической водой.

В целях сокращения водопотребления технологических процессов до минимально возможного уровня и повышения степени повторного использования очищенной воды на предприятиях создают замкнутые циклы системы водооборота, применяют системы рециркуляции воды, а также используют в технологических процессах условно чистую атмосферную воду, отводимую с крыш и навесов.

Многие предприятия создают системы сбора и разделения сточных вод, в том числе атмосферных поверхностных вод в производственных коллекторах водостока для их обработки и последующего использования. На отдельных предприятиях осуществляется разделение потоков воды по степени загрязнённости и последующая очистка на локальных очистных установках посредством создания локальных очистных установок, что, в свою очередь, снижает гидравлическую нагрузку на водосборные объекты и объекты по обработке сточных вод.

На отдельных предприятиях для упрощения повторного использования воды производят раздельный отвод технологических вод (например, конденсата и охлаждающих вод). Перед повторным использованием воды проводится контроль растворенных солей методом измерения электропроводности.

На отдельных предприятиях уделяют внимание максимально возможному извлечению из сточных вод загрязняющих веществ, возникающих вследствие потерь сырья или продукта, для их последующего использования.

В целях постоянной оптимизации процесса обработки сточных вод и обеспечения стабильного и бесперебойного функционирования объекта обработки сточных вод на многих предприятиях применяется производственный экологический контроль (на предприятиях-экспортёрах — преимущественно автоматизированный производственный экологический контроль); при этом показатели, подлежащие контролю, а также периодичность контроля различаются в зависимости от предприятия и зависят, в частности, от объёма сточных вод, видов и количества загрязнений и требований к качеству их очистки. Постоянный контроль качества сбрасываемых сточных вод осуществляют в коллекторе, сборной камере или колодце на выпуске с очистных сооружений.

На большинстве предприятий для определения расходов воды применяют традиционные методы; на отдельных предприятиях используют более современные ультразвуковые или индукционные расходомеры.

Только на нескольких предприятиях налажены системы контроля целостности и (или) герметичности оборудования для очистки сточных вод, включая трубопроводные системы с запорной арматурой и насосные установки. То же относится и к оснащению отстойников и других узлов обработки сточных вод, где могут иметь место утечки. На отдельных предприятиях осуществляют профилактическую прочистку канализационных сетей, а также оборудуют насосные станции резервным электропитанием.

Поскольку концентрация органических соединений в выбросах от систем сбора и очистки сточных вод практически не регламентируется существующими нормами в отсутствие принятых систем измерения запахов, то только несколько предприятий указали на наличие у них соответствующих специальных мер и мероприятий: использование закрытых и герметичных систем, применение химических веществ для сокращения образования и окисления сероводорода, наличие плавающих и стационарных покрытий на резервуарах, бассейнах, отстойниках и проч., отвод отходящих газов в целях их дополнительной обработки и проч. То же относится и к шумоизоляции оборудования и помещений, в которых производится очистка сточных вод.

Выбор технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку производственных сточных вод определяется составом и особенностями сточных вод конкретных областей применения НДТ, рассмотренных ниже.

При оценке качества производственных сточных вод принимаются во внимание следующие основные характеристики: pH, органолептические показатели, минерали-

зация, общее содержание взвешенных веществ и нефтепродуктов (включая минеральные масла), БПК, ХПК, свободный хлор, NH_3, токсиканты, содержание Fe, Mn, SO_3, SO_4, Ca, Mg, Al, экстрагируемые органические галогены, фенолы, ПХДБД/ПХДБФ, общий органический углерод, общий N, нитриты и нитраты, общий P, Cr, Cu, Zn, Cl^-, F^-. Значимость этих параметров и применимость их для контроля зависит от специализации конкретного предприятия и используемых им технологий, которые также определяют загрязняющие вещества и их концентрацию в сточных водах до очистки.

2.2 Характеристика сточных вод в приоритетных областях применения НДТ

В настоящем подразделе приведена характеристика сточных вод предприятий, относящихся к приоритетным областям применения НДТ. Приоритетные области применения НДТ были выделены из Перечня областей применения наилучших доступных технологий (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р) исходя из объёмов образования сточных вод, объёмов сброса неочищенных сточных вод, наличия экологических проблем и проч. Определение «приоритетные» в отношении областей применения НДТ используется исключительно в рамках настоящего справочника НДТ и, соответственно, не подлежит регламентированию на уровне национальной системы стандартизации и не влечёт за собой дополнительных нормативно-правовых последствий.

2.2.1 Сточные воды энергетического комплекса

Предприятия энергетического комплекса являются одним из основных потребителей природной воды. По экспертным оценкам на их долю приходится до 70 % общего промышленного потребления воды, около 90 % которой сбрасывается в поверхностные водоёмы в виде сточных вод, в том числе 4 % загрязнённых.

Предприятия энергетического комплекса используют большой объём чистой воды, который подаётся на пополнение оборотных систем водоснабжения или при прямоточной системе после использования отводится в водоёмы.

Главные источники потоков загрязнённых вод, возникающих на предприятиях энергетического комплекса, можно разделить на следующие типы:

- охлаждающие воды;
- сточные воды от смывания шлаков и транспортировки золы и мойки оборудования;

- сточные воды систем гидрозолоулавливания (для тепловых электростанций, работающих на твёрдом топливе);

- сточные воды от регенерации фильтров на очистных установках или установках химической подготовки и блочных обессоливающих установок;

- сточные воды от промывки котлов, подогревателей воздуха и электрофильтров;

- сточные воды от кислотных промывок;

- нефтезагрязнённые сточные воды, растворы и суспензии, возникающие при обмывах наружных поверхностей нагрева (воздухоподогревателей и водяных экономайзеров котлов, сжигающих сернистый мазут, и др.);

- сточные воды моющих установок;

- сточные воды от десульфуризации и очистки отходящих газов;

- поверхностные стоки с территории предприятия, включая воды с площадок хранения топлива.

2.2.2 Сточные воды нефтеперерабатывающей промышленности

Нефтесодержащие сточные воды образуются на заводах многих отраслей промышленности, в том числе на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), нефтяных терминалах, машиностроительных и авторемонтных заводах. Большое разнообразие сточных вод, образующихся на НПЗ топливно-масляного профиля, загрязнённых разными по природе веществами, послужило основой их разделения на предприятиях на две системы канализования: в первую систему отводятся нейтральные сточные воды и стоки с поверхности территории, после очистки часть воды используется в подпитке оборотных систем; во вторую — солесодержащие воды, а также технологические сточные воды, загрязнённые различными реагентами, органическими и неорганическими загрязняющими веществами и проч.

Сточные воды НПЗ включают в себя следующие загрязняющие вещества: взвешенные вещества, нефтепродукты, масла, фенол, карбамид, ароматические углеводороды, аммонийный азот, парафины, сульфаты, жирные кислоты, поверхностно-активные вещества и др. Наибольшую опасность представляют сточные воды электрообессоливающих установок (ЭЛОУ), содержащие до 30–40 г/л нефтепродуктов, до 15 г/л хлоридов; их высокая минерализация препятствует их использованию в оборотном водоснабжении. Остальные виды сточных вод НПЗ содержат нефтепродукты (от нескольких до сотен миллиграммов на 1 л), сероводород, аммиак, меркаптаны, сульфиды, фенолы. БПК колеблется от 100 до 850 мгО/дм^3, ХПК — от 150 до 1700 мгО/дм^3. Периодически образуются сернисто-щелочные сточные воды, нуждающиеся в специ-

альной очистке. Кроме того, на очистные сооружения завода часто подаются хозяйственно-бытовые сточные воды от завода и жилых посёлков, как правило, расположенных поблизости.

2.2.3 Сточные воды химической промышленности

Для каждого типа предприятий химической промышленности характерен свой состав сточных вод, что требует индивидуального подхода при выборе метода и оборудования для их очистки.

При производстве аммиака наиболее загрязнёнными являются сточные воды установок медно-аммиачной и щелочной очистки газа и регенерации медно-аммиачного раствора. Очистку сточных вод от аммиака производят различными методами (электродиализ, паровая отдувка, ионный обмен и т. д.). Очищенную и подготовленную воду используют в системах оборотного водоснабжения и питании котлов теплоэлектроцентралей.

Получение карбамида, наиболее востребованного азотного удобрения, связано с образованием большого количества реакционной воды. Сточными водами при производстве карбамида являются также конденсат острого пара; вода, образующаяся при охлаждении сальников плунжерных насосов; смывы с полов и другие неорганизованные сбросы сточных вод.

При производстве серной и соляной кислот образуются сточные воды с остаточным содержанием применяемых и обрабатываемых продуктов. Для их нейтрализации применяют известковые или доломитовые фильтры.

Производство фосфорной кислоты и фосфорных удобрений сопряжено с образованием сточных вод с высоким содержанием общего фосфора.

Серьёзным источником химически загрязнённых сточных вод являются крупнотоннажные производства основного органического и нефтехимического синтеза: производство акрилонитрила, синтетических жирных кислот, бутадиена, изопрена, фенола и ацетона, производство искусственных волокон, синтетических полимеров и пластмасс, минеральных пигментов; производство масляных и водоэмульсионных красок, капролактама; производство метанола, поверхностно-активных веществ (ПАВ), горного воска и др.

2.2.4 Сточные воды чёрной металлургии

Чёрная металлургия является одним из крупнейших потребителей воды. В настоящее время на её долю приходится до 15 % общего объёма промышленного

водопотребления, при этом большая часть воды расходуется на охлаждение продукта, печей и машин.

Основные технологические процессы предприятий чёрной металлургии представлены цехами: аглофабрик; доменного производства; сталеплавильными цехами (мартеновскими, конвертерными, электроплавильными); цехами горячей и холодной прокатки.

Эти производства имеют оборотные циклы водоснабжения. Объём оборотных систем по заводам составляет до 98 %. Образующиеся сточные воды оборотных циклов загрязнены в основном взвешенными веществами (в среднем от 100 до 10000 мг/л). Вода от горячего проката, кроме того, содержит масло (10–1000 мг/л).

Сточные воды холодного проката содержат применяющиеся в процессах смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) в виде эмульсии и мелкодисперсные механические примеси, потому система их очистки включает физико-химические методы с использованием реагентов.

Технологическое металлургическое производство включает также травильные цехи, от которых образуются сточные воды, представляющие отработанные травильные растворы и промывные воды, для очистки которых применяются нейтрализация, ионный обмен, электрохимическая очистка и др.

Заводы полного металлургического цикла включают коксохимическое производство, в котором образуются фенольные, аммиачные сточные воды, в которых, кроме того, содержатся мелкодисперсные взвешенные частицы. Сточная вода может содержать сульфиды, цианиды, сульфаты, хлориды, смолы, масла; pH изменяется от 6 до 9. Очистка сточных вод коксохимического производства производится механическими, физико-химическими и биохимическими методами. После биологической очистки вода часто отводится на городские очистные сооружения. Для возврата в оборотные системы требуется применение методов глубокой доочистки и методов обессоливания, что значительно увеличивает стоимость очистки.

Сточные воды агломерационных фабрик образуются при очистке отходящих газов, гидросмыве и гидротранспорте, мойке оборудования. Загрязнения сточных вод, представленные взвешенными веществами и солями (преимущественно кальция), способны откладываться на стенках трубопроводов, изменяя их пропускную способность и приводя к необходимости замены участков трубопроводов.

Наиболее опасными в санитарном отношении являются сточные воды, образующиеся в травильных цехах. При этом на 1 т литья образуются 0,5 $м^3$ отработанных травильных растворов температурой до 80 °С, содержащих 30–100 г/л свободной сер-

ной кислоты, 100–300 г/л железного купороса, а также 3 $м^3$ промывных вод с концентрацией кислоты до 0,6–0,8 г/л и солей железа до 2,5 г/л.

2.2.5 Сточные воды цветной металлургии

В рамках настоящего справочника НДТ под сточными водами цветной металлургии подразумеваются сточные воды металлургических заводов, отличающиеся исключительно большим разнообразием загрязняющих веществ, состав и вид которых зависит от характера перерабатываемого сырья и применяемых технологических реагентов. Эти воды могут содержать: грубодисперсные примеси в виде взвеси твёрдых частиц хвостов обогатительных фабрик и гидрометаллургических переделов литья, проката, обработки цветного металла; кислоты, применяемые в технологическом процессе в качестве регуляторов среды и растворителей; ионы меди, алюминия, хрома, никеля, свинца, цинка, кобальта, кадмия, сурьмы, ртути, титана и других элементов.

2.2.6 Сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности

На предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности потребление воды составляет в среднем 300–350 $м^3$/т продукции, по отдельным видам продукции — до 600 $м^3$/т.

В технологическом отношении различают кислотный (сульфитный) и щелочной (сульфатный) способы получения целлюлозы. При всех технологических операциях сульфатно-целлюлозных предприятий образуются сточные воды, содержащие много взвешенных веществ, растворенных органических соединений, включая стабильные и дурно пахнущие соединения серы.

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной промышленности представляют собой многокомпонентную водную систему, содержащую следующие основные группы веществ: взвешенные вещества; растворенные неорганические компоненты; растворенные органические компоненты.

2.2.7 Сточные воды предприятий пищевой промышленности и сельского хозяйства

Сточные воды предприятий пищевой промышленности образуются при мойке сырья, оборудования, производственных помещений, а также после использования воды и пара в технологических процессах. Образующиеся сточные воды содержат (как в виде локальных потоков, так и в виде смешанных потоков, в различном сочетании, в разных концентрациях) агрегативно-устойчивые коллоиды, в состав которых входят

животные и растительные жиры, белки (в т.ч. кровь), крахмал, сахар, а также соли, углеводы, красители, загустители, ПАВы, консерванты, ароматизаторы, усилители вкуса и пр. Переработка некоторых продуктов как животного (морепродукты, рыба и др.), так и растительного происхождения (картофель и др.) приводит к обильному пенообразованию.

Неравномерность поступления на очистные сооружения сточных вод предприятий пищевой промышленности, а также значительные колебания качественного и количественного состава содержащихся в сточных водах загрязняющих веществ требуют обязательного усреднения потоков сточных вод после их механической очистки и отстаивания.

При сбросе очищенных сточных вод предприятий пищевой промышленности в централизованные системы водоотведения, а также при малой и средней степени загрязнённости сточных вод используют физико-химические методы очистки: механическую очистку, усреднение, напорную реагентную флотацию и др. При необходимости используют доочистку в аэротенках или биологических фильтрах от растворенных органических веществ.

При сбросе сточных вод предприятий пищевой промышленности в водоём или на рельеф используют глубокую аэробную биологическую очистку, нитрификацию, денитрификацию и обеззараживание.

Технологические процессы предприятий пищевой промышленности требуют использования только питьевой воды, что практически исключает повторное использование очищенных сточных вод после соответствующей очистки.

В сельском хозяйстве сточные воды образуются на животноводческих и птицеводческих комплексах. Эти воды содержат большое количество органических загрязняющих веществ, концентрация которых доходит до 10 тысяч мг/дм^3, азота (до 1,5 г/дм^3), фосфора (до 10 г/дм^3). На птицеводческих комплексах сточные воды образуются только при использовании технологии гидросмыва, которая в настоящее время практически не применяется.

Основной проблемой является образование поднавозных стоков и птичьего помета в больших объёмах. Птичий помет (как клеточный, так и подстилочный), не приводящий к образованию сточных вод при хранении, вывозится на полигоны.

В поверхностных и подземных водах, находящихся вблизи животноводческих и птицеводческих комплексов, отмечается наличие нитратов, солей, других вредных элементов, высокая бактериальная обсеменённость, в том числе и патогенными микроорганизмами.

2.2.8 Сточные воды лёгкой промышленности

Основные воздействия на окружающую среду оказывают сточные воды текстильной и кожевенной промышленности.

Сточные воды текстильной промышленности содержат: взвешенные вещества, соединения фосфора и азота, металлов (железа, меди, цинка, никеля, хрома и др.), нитраты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), сульфаты, хлориды и др. Экологической проблемой является загрязнение сточных вод красителями, хорошо заметными визуально. При окрашивании тканей обычно достигается фиксация красителей, равная 90 %. Однако при набивке тканей (с использованием химически активных красителей) уровень фиксации может составлять менее 60 %, что приводит к попаданию в сточные воды более одной трети химически активного красителя. При отбелке тканей гипохлоритом натрия в сточных водах образуется значительное количество галогенизированных углеводородов. Использование для отбелки тканей водных растворов хлорида и гипохлорита натрия («жавелевой воды») может привести к появлению в сточных водах диоксинов. Эти вещества образуются в текстильной промышленности при хлорировании технологической воды, содержащей фенол и другие органические соединения, а также в тех технологических процессах, где ионы хлора, брома взаимодействуют с активным углеродом в кислородной среде.

Сточные воды, образующиеся на кожевенных заводах, содержат: хлориды, сульфаты, гидроксид кальция, сульфиды, которые дают токсичный сероводород, соединения хрома (III), белковые вещества (присутствие которых обуславливает высокое значение БПК), дубильные вещества, ПАВ, жировые вещества, красители и проч. В процессе промывки шкур и кож в сточные воды попадает поваренная соль, вымываемая из законсервированных солевым методом шкур крупного рогатого скота. В процессе золения (обработка шкур высококонцентрированным сульфидом натрия и извести), необходимого для растворения шерсти, образуется зольный раствор, который после отстаивания и донасыщения используется повторно, а также образуются токсичные сточные воды, содержащие 5,0–8,0 г/л сульфидов (Na_2S). В случае сброса обеззоливающего раствора в общий поток сточных вод увеличивается концентрация аммонийного азота и сульфатов, наблюдается превышение ПДК в десятки раз. При применении на кожевенных заводах коагулянтов для очистки сточных вод образуется значительное количество осадка (до 75 % к массе перерабатываемого сырья) с высокой влажностью — до 85 %.

2.2.9 Сточные воды машиностроительного комплекса

К предприятиям машиностроительного комплекса относят: механические, машиностроительные, автомобильные, машино-, тепловозо- и вагоноремонтные, подшипниковые, авторемонтные, электровозоремонтные заводы, заводы по производству электронного и оптического оборудования, радиозаводы и др. Также следует принимать во внимание автохозяйства, депо и проч.

Технологические процессы предприятий машиностроительного комплекса включают механическую обработку металла; обработку поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями; обработку поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов (в том числе гальваническое производство), травильное производство, литейное производство, пескоструйные установки, моющие установки и др.

Количественный и качественный состав образующихся сточных вод зависит от технологических процессов, используемых в производственном цикле. В основном они содержат взвешенные вещества, нефтепродукты, ПАВ и ионы тяжёлых металлов, что особенно характерно для сточных вод гальванического производства, часто включаемого в технологический состав цехов заводов.

Сточные воды большинства предприятий машиностроительной промышленности можно разделить на следующие основные категории:

- условно чистые сточные воды, образующиеся от охлаждения технологического оборудования (50 % — 80 % общего количества);
- сточные воды, загрязнённые механическими примесями и маслами (10 % — 15 %);
- сточные воды, загрязнённые кислотами, щелочами, солями, соединениями хрома, циана и другими химическими веществами (5 % — 10 %);
- отработавшие СОЖ или эмульсии (до 1 %);
- сточные воды, загрязнённые пылью вентиляционных систем и горелой землёй литейных цехов (10 % — 20 %);
- поверхностные (ливневые) сточные воды.

Из всех видов сточных вод машиностроительных предприятий наиболее опасными являются сточные воды гальванических цехов; при этом концентрации загрязнений существенно зависят от вида технологического процесса нанесения гальванопокрытий: например, концентрация загрязнений сточных вод промывных ванн после

нанесения покрытий не превышает 200 мг/л, а в периодически сбрасываемых сточных водах ванн нанесения покрытий может достигать 100000 мг/л.

Сточные воды гальванических цехов загрязнены различными кислотами (при травлении, обезжиривании, декапировании, электрополировании, анодировании); щелочами и азотной кислотой (при осветлении); цианидами (при латунировании, кадмировании, цинковании, серебрении); медью, никелем, хромом, кадмием, цинком, серебром, оловом (при нанесении металлических покрытий, в зависимости от вида покрытия) и т. п.

В механических цехах сточные воды загрязняются СОЖ, минеральными маслами, мылами, металлической и абразивной пылью и эмульгаторами.

В остальных цехах машиностроительных предприятий (монтажных, испытательных, лакокрасочных и т. п.) сточные воды содержат механические примеси, маслопродукты, кислоты и т. д.

2.3 Описание применяемых технологических подходов, методов, мер и мероприятий, направленных на очистку производственных сточных вод

2.3.1 Безреагентные методы физико-механической обработки

2.3.1.1 Процеживание

Для улавливания крупных загрязнений и мусора предприятия применяют процеживание, представляющее собой процесс фильтрования воды через сетки и решётки. На большинстве предприятий используют решётки с механизированным и ручным удалением задержанных загрязнений. На рассмотренных предприятиях зазор между прутьями решёток варьируется от 2 мм до 16 мм. На ряде предприятий использование решёток с меньшим зазором позволяет оптимизировать дальнейшую очистку сточных вод за счёт размещения решёток с малым зазором (2–4 мм) после решёток с большим зазором, что предотвращает переполнение подводящего лотка.

Наряду с традиционными решётками на ряде предприятий используют решетки-дробилки (комминуторы), в которых одновременно с удалением загрязняющих веществ производится их измельчение.

На нескольких предприятиях для улавливания волокнистых загрязнений из сточных вод используют барабанные сетки. На одном из предприятий для улавливания волокнистых загрязняющих веществ перед основными решётками установили решётку с

прутьями из круглых стержней, вокруг которых наматываются волокна и нитки, образуя клубки. При этом стержневая решётка периодически поднимается вверх, стержни проходят через отверстия для снятия клубков; клубки попадают в поток сточных вод, направляемый на рабочую решётку, где и задерживаются.

2.3.1.2 Отстаивание

Для выделения взвешенных загрязнений на большинстве предприятий применяют отстаивание — процесс выделения в отстойниках взвешенных загрязнений под действием гравитационных сил за счёт разности плотностей загрязнений и воды; на ряде предприятий при малых объёмах образования сточных вод отстойники могут выполнять функции усреднителей.

На предприятиях используют горизонтальные, радиальные и вертикальные отстойники, отличающиеся направлением потока очищаемой воды. Горизонтальные и радиальные отстойники применяют при больших расходах воды. При этом горизонтальные отстойники при равной пропускной способности характеризуются меньшей эффективностью очистки в сравнении с радиальными за счёт меньшей длины водосливной кромки; их используют в тех случаях, когда их компактность является неоспоримым преимуществом. Вертикальные отстойники, ограниченные величиной расхода до 1000 $м^3$/ч, чаще всего применяют при выделении аморфных гидроксидных осадков, не поддающихся транспортированию скребками. При необходимости выделения мелкодисперсных загрязнений перед отстаиванием применяют коагулирование и флокулирование. В этом случае конструкция отстойника иногда включает камеру хлопьеобразования.

Для удаления песка и крупнодисперсных загрязнений используют песколовки.

На ряде предприятий используют большое количество конструктивных разновидностей тонкослойных отстойников, особенностью которых является деление объёма отстаивания параллельными пластинами на отдельные ярусы, в которых процесс выделения загрязнений вследствие малой высоты отстаивания протекает значительно быстрее. На ряде предприятий тонкослойными модулями-блоками оборудуют существующие отстойные сооружения, что повышает эффективность очистки и увеличивает её производительность.

Отстойники рассчитывают на выделение частиц загрязнений определённой гидравлической крупности, являющейся, по существу, скоростью (мм/с) осаждения частиц, выделение которых обеспечивает требуемый эффект очистки.

2.3.1.3 Гидроциклонирование

Для выделения взвешенных загрязнений отдельные предприятия применяют гидроциклонирование, представляющее собой процесс выделения взвешенных загрязнений во вращающемся потоке, образованном тангенциальным впуском исходной воды, в цилиндрический корпус аппарата. На предприятиях используют открытые безнапорные и напорные гидроциклоны.

В безнапорных гидроциклонах процесс выделения загрязнений происходит под действием гравитационных сил; центробежные силы малы и на процесс практически не влияют. Однако вращательное движение потока способствует агломерации взвесей, что ускоряет процесс их выделения. При очистке воды с расходом до 50–150 $м^3$/ч несколько предприятий применяют открытые гидроциклоны с внутренним цилиндром, при больших расходах воды — многоярусные гидроциклоны, в конструкции которых одновременно применяется принцип тонкослойного отстаивания. Открытые и многоярусные гидроциклоны на отдельных предприятиях применяют для выделения скоагулированных и сфлокулированных загрязнений.

В напорных гидроциклонах процесс выделения взвесей протекает под действием центробежных сил; при этом в аппаратах малых диаметров эти силы могут превосходить гравитационные в сотни и тысячи раз. Однако при уменьшении диаметра сокращается производительность одного аппарата, поэтому на ряде предприятий для обеспечения обработки большого количества воды гидроциклоны малых размеров (диаметром 40–100 мм) объединяют в блоки с целью повышения компактности установки. При значительных уменьшениях диаметра аппарата может наблюдаться снижение эффективности выделения механических загрязнений вследствие сокращения продолжительности пребывания воды в его объёме.

Несколько предприятий применяют напорные гидроциклоны при локальной очистке сточных вод для снижения потерь применяемого сырья и производимого продукта. Кроме того, на отдельных предприятиях напорные гидроциклоны используют для сгущения осадков перед их обезвоживанием, а также для предупреждения абразивного износа применяемых при этом шнековых центрифуг.

2.3.1.4 Центрифугирование

Для выделения взвешенных загрязнений на ряде предприятий применяют центрифугирование, представляющее собой процесс выделения загрязнений в поле центробежных сил, возникающих в центрифуге при вращении ротора. Центробежные силы

могут превышать гравитационные в 100–3000 раз и более. Отдельные предприятия используют центрифуги для очистки сточных вод при ориентировочных расходах 1–200 $м^3$/ч.

На ряде предприятий центрифуги успешно используют в схемах локальной очистки для удаления взвешенных мелкодисперсных загрязнений (U_0 < 0,2 мм/с). Наибольшее распространение имеют шнековые центрифуги, несколько реже предприятия используют маятниковые центрифуги. При использовании шнековых центрифуг для предупреждения абразивного износа шнека на ряде предприятий водную суспензию пропускают через напорные гидроциклоны для выделения крупнодисперсных минеральных взвесей. Центрифугирование применяют на предприятиях главным образом для обработки осадка, выделенного на очистных сооружениях.

2.3.1.5 Флотационные методы очистки воды

Для очистки сточных вод от жидких (масел, нефтепродуктов и проч.) и иных загрязнений многие предприятия применяют флотационные методы, основанные на выделении из жидкости веществ с помощью диспергированного воздуха. Кинетику процесса флотации определяют физико-химические характеристики твёрдых или жидких частиц, в том числе смачиваемость поверхности загрязняющих веществ, способность адсорбироваться на поверхности пузырьков воздуха (газа), возможность образовывать с реагентами устойчивые гидрофобные соединения, а также поверхностное натяжение жидкой фазы (воды). Эффективность флотации определяется не только свойствами извлекаемых частиц, твёрдых и жидких загрязнений (масла, нефтепродукты, жиры, СПАВ и проч.), применяемых реагентов, но и гидравлической характеристикой аппаратов (флотокамер).

На большинстве предприятий при очистке сточных вод применяют напорную, импеллерную флотацию и электрофлотацию, использование которых зависит от объёма поступающих сточных вод, исходного качества загрязнений, а также необходимой степени очистки.

Образующийся в процессе флотационной очистки воды поверхностный продукт (флотопена), содержащий выделенные загрязнения и часто полезные компоненты, например нефтепродукты, жиры и т. д., несколько предприятий направляют на утилизацию. Выделившийся во флотаторе донный осадок несколько предприятий также направляют на обработку.

Для интенсификации и повышения эффективности очистки воды процесс флотации на ряде предприятий используют в сочетании с реагентами (коагуляция, флокуля-

ция), поскольку при этом обеспечивается высокий эффект очистки и сокращаются потери воды с отводимыми выделенными загрязнениями (в виде пены) в сравнении с процессом отстаивания.

2.3.1.6 Фильтрование

Для глубокой очистки воды от загрязнений большинство предприятий используют фильтрование, представляющее собой процесс улавливания загрязнений в пористой среде, которая может быть образована зернистыми минеральными, искусственными полимерными и волокнистыми материалами. Процесс очистки происходит за счёт адгезии загрязнений к поверхности загрузки, а также вследствие их механического улавливания в её порах.

В качестве зернистых загрузок несколько предприятий используют песок, керамзит, цеолит, гравий, горелые породы, антрацит и проч.; многие предприятия используют искусственные загрузки (полистирол, пенополиуретан, волокнистые отходы синтетических волокон).

На ряде предприятий, очистные сооружения которых оборудованы в последнее десятилетие, предусмотрена регенерация искусственных материалов, использованных в качестве загрузок. От эффективной регенерации фильтровальных загрузок зависит эффективность и продолжительность использования загрузки. На нескольких предприятиях зернистые фильтры дооснащали узлом интенсивной регенерации.

На рассмотренных предприятиях фильтры работают при подаче на них сточных вод как под давлением, так и без него. В первом случае они имеют герметичный корпус. Особую роль в конструкции фильтра играет дренажная система, через которую отводится очищенная в фильтре вода.

2.3.1.7 Магнитная сепарация

Для безреагентной очистки сточных вод отдельные предприятия используют высокоградиентные магнитные сепараторы. Для очистки сточных вод, образующихся, например, при производстве стали и проката, механической обработке металлов, подпитке котлов и тонкой очистке конденсата и содержащих ферромагнитные или парамагнитные вещества, используют электромагниты либо постоянные магниты.

2.3.2 Физико-химические методы

Для удаления из сточных вод коллоидных и растворенных загрязнений, исходя из свойств удаляемых веществ, характеристик обрабатываемых сточных вод, технико-

экономических соображений, а также местных условий, большинство предприятий применяют физико-химические методы.

Физико-химические методы подразделяют на регенеративные и деструктивные.

Регенеративные методы основаны на применении химических, физических и физико-химических процессов, в которых удаляемое вещество извлекается из воды без изменения структуры, свойств и химического состава с целью дальнейшего использования. К ним относят коагулирование, флокулирование с отстаиванием и флотацией, редко — с фильтрованием, а также ионообменное извлечение и концентрирование, мембранные методы извлечения и концентрирования, адсорбцию, экстракцию, отгонку, отдувку с поглощением (дегазацию), отгонку с паром (эвапорацию), ректификацию, кристаллизацию и др.

Деструктивные методы базируются на химических и физико-химических процессах, в результате которых удаляемые вещества претерпевают изменения, превращаясь в другие соединения или вещества, часто переходящие в иное фазовое состояние. К ним относят нейтрализацию кислот и оснований; химическое осаждение загрязняющих воду веществ в виде труднорастворимых соединений; электрохимическое и гальванохимическое осаждение; химическое окисление; электрохимическое окисление; жидкофазное окисление; сжигание; химическое восстановление; электрохимическое и гальванохимическое восстановление.

2.3.2.1 Регенеративные методы очистки сточных вод

2.3.2.1.1 Адсорбция

Для глубокой очистки и доочистки сточных вод от неполярных и полярных, малодиссоциированных органических соединений (алифатических, ароматических, алициклических углеводородов, их галогенпроизводных и нитропроизводных, синтетических красителей, СПАВ, фенолов, аминов, пестицидов, высших жирных и ароматических кислот) при исходных концентрациях извлекаемых веществ <15 мг/л многие предприятия применяют адсорбцию. На ряде предприятий адсорбция применяется при наличии в сточных водах механических примесей с концентрациями более 5 мг/л, что приводит к резкому сокращению сорбционной ёмкости адсорбционных фильтров вследствие сорбции механических загрязнений. Это значительно сокращает срок эксплуатации сорбционной загрузки.

Адсорбция, выполняемая на конечных стадиях очистки, обеспечивает высокое качество очищенной воды, соответствующее требованиям выпуска её в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

2.3.2.1.2 Ионный обмен

Для очистки сточных вод от ионов металлов (в том числе тяжёлых), анионов минеральных и органических кислот с их концентрированием и утилизацией или обезвреживанием деструктивными методами, а также для умягчения и обессоливания воды при исходном солесодержании менее 3000 мг/л на ряде предприятий применяют технологии ионного обмена.

2.3.2.1.3 Дегазация

Для удаления из сточных вод растворенных кислых (CO_2, H_2S, SO_2, SO_3, NO_2) и щелочных (NH_3, CH_3, NH_2) газов ряд предприятий (преимущественно химической промышленности) применяют дегазацию (отдувку воздухом, инертными газами или паром) с использованием реагентов (химический метод) или с нагреванием и вакуумированием (физико-химический метод) и продувкой воздухом в барботажных или насадочных аппаратах. При низких концентрациях газов в воде, нецелесообразности или невозможности их утилизации, а также при условии, что продукты обработки реагентами не препятствуют дальнейшей очистке или использованию сточных вод, отдельные предприятия применяют химические методы дегазации.

2.3.2.1.4 Мембранные методы

На многих предприятиях для очистки сточных вод применяют мембранные методы, к которым относятся ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос.

Ультрафильтрацию применяют для удаления из воды взвешенных веществ, органических веществ, коллоидных частиц нефтепродуктов, а также снижения мутности, окисляемости и т. д. При этом применяют аппараты с мембранами с внутренней поверхностью фильтрования. Установки ультрафильтрации могут быть собраны на основе трубчатых синтетических, керамических элементов, рулонных элементов или полых волокон. На отдельных предприятиях ультрафильтрацию применяют в биологических процессах очистки сточных вод, при этом используют блоки мембран, погруженных в объем аэрированной воды.

На отдельных предприятиях для очистки предварительно отфильтрованных сточных вод (обычно с микрофильтрацией) применяют нанофильтрацию, обеспечива-

ющую удаление из воды многозарядных ионов и молекул размером 0,01–0,001, молекул органических веществ массой более 200 а. е. м. и вирусов. Селективность при очистке воды от тяжёлых металлов и солей жёсткости составляет 98 % — 99 %, при удалении однозарядных ионов порядка 50 %.

Обратный осмос отдельные предприятия применяют при обессоливании для выделения и концентрирования ионов минеральных солей (в том числе ионов тяжёлых металлов) и низкомолекулярных органических веществ при исходных концентрациях от 2–5 до 20–35 г/л. Установки обратного осмоса обеспечивают возможность очистки воды одновременно от растворимых неорганических (ионных) и органических загрязняющих примесей, высокомолекулярных соединений, взвешенных веществ, вирусов, бактерий и других вредных примесей.

Мембранные технологии могут обеспечивать наивысшую степень очистки воды, удаляя из неё не только привнесённые загрязнения, но и растворённые вещества, приближая качество воды к дистилляту.

2.3.2.1.5 Электродиализ

Для обессоливания, а также для выделения из сточных вод кислот, щелочей и других ионизированных веществ при переработке и регенерации отработанных технологических растворов с целью их утилизации несколько предприятий применяют электродиализ при исходном солесодержании 2500–15000 мг/л.

2.3.2.1.6 Отгонка с паром (эвапорация)

На отдельных предприятиях при небольших сбросах концентрированных сточных вод, содержащих фенолы, амины, анилин и его производные, а также аммиак, несколько предприятий (преимущественно химической промышленности) применяют эвапорацию, основанную на отгонке летучих веществ с водяным паром с последующей их конденсацией или поглощением специальными поглотителями и утилизацией концентрированных растворов. Область применения метода — вещества, образующие с водяным паром смеси, кипящие при температуре ниже 100 °С. На ряде предприятий эффективность метода достигает 85 % — 95 % в зависимости от исходной концентрации удаляемых веществ.

2.3.2.1.7 Ректификация

При небольших сбросах концентрированных сточных вод, содержащих органические вещества и растворенные органические жидкости, отдельные предприятия, пре-

имущественно химической промышленности, применяют ректификацию (азеотропную или в присутствии перегретого водяного пара). При этом установки перегонки и ректификации сточных вод, как правило, входят в состав технологических схем основных производств, а выделенные из сточных вод вещества обычно используют на этих же производствах.

2.3.2.1.8 Кристаллизация

Для регенерации отработанных травильных растворов путём выделения солей соответствующих металлов из пересыщенных растворов после частичного испарения воды на отдельных предприятиях применяют кристаллизацию. При этом полученные кристаллы солей отделяют от жидкой фазы фильтрованием или центрифугированием, а регенерированные растворы возвращают в производство.

2.3.2.1.9 Экстракция

Для очистки небольших сбросов концентрированных сточных вод от органических примесей (летучих и нелетучих фенолов, нефтепродуктов, пестицидов) на отдельных предприятиях применяют экстракционный метод. Его применяют при значительных концентрациях извлекаемых веществ или высокой их товарной ценности, а также при обработке сточных вод, содержащих высокотоксичные вещества, когда неприемлемы либо неосуществимы другие известные методы. Область применения — извлекаемые вещества с исходными концентрациями 2000–30000 мг/л. В связи с высокими остаточными концентрациями извлекаемых веществ (300–800 мг/л) и экстрагента сточные воды после извлечения основного количества вещества подвергают доочистке другими методами.

2.3.2.2 Деструктивные методы очистки сточных вод

2.3.2.2.1 Нейтрализация

Если в промышленных сточных водах присутствуют свободные кислоты или основания, обуславливающие кислую (pH < 7) или щелочную (pH > 7) реакцию среды, то многие предприятия применяют нейтрализацию, поскольку отведение сточных вод в водоёмы и в системы канализации недопустимо, если величина pH их ниже 6,5 (кислая вода) или выше 8,5 (щелочная вода). Кроме того, регулирование pH используют при обработке воды методами коагуляции и флокуляции при осаждении, окислении, восстановлении.

2.3.2.2.2 Нейтрализация кислых сточных вод

Кислая среда сточных вод (повышенная концентрация H^+-ионов) обусловлена присутствием в них свободных минеральных (серная, соляная, азотная, ортофосфорная, фтористоводородная и др.) и (в меньшей степени) органических кислот. Кроме того, нейтрализация таких сточных вод необходима для предотвращения коррозии трубопроводов и канализационных сооружений. В зависимости от местных условий при очистке сточных вод предприятия применяют следующие способы нейтрализации кислых сточных вод:

- взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод при их смешении;
- нейтрализация щелочными реагентами: едкий натр, кальцинированная сода, гидроксид кальция (известь), карбонат кальция (известняк, доломит);
- нейтрализация отходами производства, например карбидный шлам ацетиленовых станций, шламы от установок химического умягчения воды и др.;
- нейтрализация фильтрованием через нейтрализующие материалы: известняк — $CaCO_3$, доломит — $CaCO_3$ $MgCO_3$, магнезит — $MgCO_3$.

2.3.2.2.3 Нейтрализация щелочных сточных вод

Щелочная среда сточных вод (повышенная концентрация OH^--ионов) обусловлена присутствием в них свободных едких щелочей (едкий натр, едкое кали), оснований щелочноземельных металлов (гидроксиды кальция, магния, бария) карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов, аммиака. Щелочные сточные воды перед отведением в водоём или канализацию предприятия подвергают нейтрализации не только для соблюдения условий спуска сточных вод в водные объекты и на сооружения биологической очистки, но и для предотвращения разрушения бетонов и снижения интенсивности карбонатных отложений в трубопроводах.

В зависимости от местных условий при очистке сточных вод предприятия применяют следующие способы нейтрализации щелочных сточных вод:

- взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод при их смешении (если таковые имеются на предприятии, производстве);
- нейтрализация минеральными кислотами (серная, соляная, азотная);
- нейтрализация CO_2 воздуха при длительном выдерживании их в открытых бассейнах или аэрированием воздухом;
- нейтрализация диоксидом углерода или CO_2 воздуха в пенных аппаратах или скрубберах; ограничение — повышенная кальциевая жёсткость (>0,7 мг-э/л);

- нейтрализация топочными газами котельных, ТЭЦ в пенных аппаратах или скрубберах; ограничение — повышенная кальциевая жёсткость (>0,12 мг-э/л) при наличии в газах SO_2, SO_3.

2.3.2.2.4 Химическое осаждение

Для удаления из сточных вод ионов тяжёлых (Fe, Cu, Zn, Ni, Sn, Pb, Hg, Cr^{+3}, Cd и др.) и лёгких (Al, Ti, Be) металлов, например в гальванических производствах, большинство предприятий применяют способ выделения этих веществ в виде труднорастворимых соединений при определённых значениях pH; их удаление основано на образовании труднорастворимых гидроксидов, карбонатов, основных солей при обработке воды щелочными реагентами с учётом пределов растворимости труднорастворимых соединений, требований к остаточным концентрациям удаляемых веществ, количества образующихся осадков.

Для удаления из сточных вод сульфатов, сульфитов, сульфидов, фосфатов, фторидов, арсенатов многие предприятия применяют их перевод в труднорастворимые соединения с помощью солей кальция, железа и алюминия с учётом требований к качеству очищенной воды по остаточным концентрациям удаляемых веществ.

Для удаления из сточных вод ионов тяжёлых металлов, фторидов, фосфатов, хроматов на многих предприятиях применяют электрохимическое и гальванохимическое осаждение.

2.3.2.2.5 Окислительные и восстановительные методы

Для деструкции токсичных минеральных и органических веществ с превращением их в малотоксичные или нетоксичные соединения (во многих случаях — CO_2 и H_2O) многие предприятия применяют окислительные методы, включающие:

- окисление активным хлором (применяют на многих предприятиях для деструкции цианидов, фенолов, роданидов, сернистых соединений);

- окисление озоном (применяют на отдельных предприятиях для деструкции цианидов, роданидов, фенолов, нитритов, СПАВ, пестицидов, альдегидов, лигнинов, сернистых соединений);

- окисление пероксидом водорода (применяют на ряде предприятий для деструкции цианидов, роданидов, красителей, СПАВ);

- окисление кислородом на катализаторах (применяют на нескольких предприятиях для деструкции цианидов, роданидов, сульфидов, меркаптанов);

- окисление перманганатом калия (применяют на ряде предприятий для деструкции цианидов, роданидов, неионогенных СПАВ);

- электрохимическое окисление на аноде (применяют на отдельных предприятиях для обезвреживания незначительных объёмов концентрированных сточных вод от цианидов, роданидов, красителей и других органических соединений);

- жидкофазное окисление, сжигание в циклонных печах, в печах с псевдоожиженным слоем (применяют на нескольких предприятиях для обезвреживания незначительных объёмов высококонцентрированных сточных вод, загрязнённых различными органическими веществами).

Для перевода некоторых токсичных веществ в соединения, более легко удаляемые из воды осаждением или в виде газообразных продуктов, многие предприятия применяют восстановительные методы.

Для очистки хромсодержащих сточных вод на большинстве предприятий применяют реагентное восстановление соединений Cr^{+6}. При этом Cr^{+6} восстанавливается в Cr^{+3} с последующим осаждением его в виде труднорастворимых гидроксидов при определённом значении pH. В качестве восстановителя применяют сульфит и бисульфит натрия, SO_2 соли Fe^{+2}, гидразин.

Для обработки относительно концентрированных сточных вод, содержащих нитриты, отдельные предприятия применяют реагентное восстановление нитритов с превращением их в молекулярный азот. В качестве восстановителей используют Fe^{+2}, мочевину, сульфаминовую кислоту и др. Применение метода ограничивается созданием кислой среды в начале процесса ($pH_{нач} < 3$).

Для очистки сточных вод от ионов тяжёлых металлов, включая Cr^{+6}, отдельные предприятия применяют электрохимическое восстановление, основанное на электролизе сточных вод с использованием стальных или алюминиевых анодов, подвергающихся электролитическому растворению. Процесс аналогичен обработке сточных вод солями железа и алюминия, однако при его реализации не происходит обогащения воды сульфатами и хлоридами. Для электрохимического восстановления предприятия используют различные виды катодов: пористые; объёмно-насыпные проточные, плоские пластины с инертной загрузкой.

2.3.2.3 Коагуляция, флокуляция (подготовка сточных вод к очистке)

Для интенсификации извлечения из воды веществ, не удаляемых безреагентными механическими методами (отстаиванием, флотацией, фильтрованием), на большинстве предприятий применяют коагуляцию и флокуляцию. При этом к коллоидным и

тонкодисперсным веществам относятся частицы крупностью менее 100 мкм (органические гидрофобные загрязнения (нефтепродукты, масла, жиры), гидрофильные органические вещества (целлюлоза, красители, белки, лигнин), минеральные вещества (глинистые частицы, окислы различных металлов).

Для извлечения из сточных вод растворенных органических и минеральных соединений (анионные и катионные красители, анионные и катионные ПАВ, фосфаты, сульфаты, катионы и комплексные анионы тяжёлых металлов и т. д.), которые могут вступать в химическое взаимодействие с коагулянтами и флокулянтами с образованием нерастворимых соединений, на многих предприятиях применяют химическое осаждение с использованием коагулянтов и флокулянтов. Химическое осаждение предприятия обычно применяют как отдельный метод очистки, так как в качестве реагентов могут использоваться разработанные и рекомендуемые в настоящее время новые вещества, а не только коагулянты и флокулянты известных марок.

Предприятия используют для очистки сточных вод неорганические (соли алюминия и железа) и органические (водорастворимые заряженные низкомолекулярные полимеры — полиэлектролиты) коагулянты.

При добавлении коагулянтов агрегация частиц происходит за счёт снижения заряда коллоидных и тонкодисперсных частиц противоположно заряженными ионами коагулянта, что приводит к потере кинетической устойчивости частиц. При использовании минеральных коагулянтов процесс агрегации ускоряется за счёт адсорбции коллоидных и мелкодисперсных частиц продуктами гидролиза коагулянтов.

При добавлении органических флокулянтов агрегация коллоидных и мелкодисперсных частиц в крупные хлопья происходит в результате адсорбции макромолекул флокулянта одновременно на нескольких частицах и связывания их полимерными мостиками.

В зависимости от назначения сооружения и способа перемешивания для коагуляционной очистки воды предприятия используют следующие сооружения: гидравлические и механические смесители для смешения раствора реагента с обрабатываемой водой; гидравлические и механические камеры хлопьеобразования для агрегации частиц в хлопья крупного размера. При этом реагентное хозяйство включает растворные баки с пневматическим (сжатым воздухом) или механическим перемешиванием для растворения коагулянтов, флокулянтов и вспомогательных реагентов, а также расходные баки с пневматическим или механическим перемешиванием для дозирования приготовленных растворов коагулянта или флокулянта и вспомогательных реагентов

насосами-дозаторами на сооружения очистки в узлы смешения растворов реагентов с потоком сточных вод в камере реакции и в камере хлопьеобразования.

2.3.3 Биологическая очистка сточных вод

При соотношении БПК/ХПК более 0,35, pH = 6–8, температуре воды 8 °С — 37 °С и концентрации грубодисперсных примесей до 150–2000 мг/л большинство предприятий применяют биологическую очистку.

Биологическую очистку в естественных условиях (для очистки сравнительно небольших количеств сточных вод, а также для их доочистки) многие предприятия осуществляют на полях фильтрации, в фильтрующих траншеях, фильтрующих колодцах, а также в биологических прудах с высшей водной растительностью и без неё и окислительных каналах, где развиваются микроорганизмы, участвующие в самоочищении природных водоёмов (рек и озёр).

Биологическую очистку сточных вод в искусственных условиях многие предприятия осуществляют на биологических очистных сооружениях, включающих в себя биофильтры, аэротенки различных модификаций с подачей воздуха, а также анаэробные реакторы.

Проведение дополнительной очистки биохимически очищенных сточных вод многие предприятия осуществляют с помощью биологических прудов (рассчитанных на продолжительность пребывания в них воды от 2 до 17 сут, а в ряде случаев и более).

В биофильтрах очистку воды осуществляют прикреплённой микрофлорой, развивающейся на поверхности загрузки. В роторных биофильтрах, биотенках, биосорберах микроорганизмы развиваются и удерживаются инертной насадкой из пластмасс, песка или активированного угля.

При необходимости глубокого удаления биогенных элементов азота и фосфора большинство предприятий применяют процессы нитрификации (окисление аммонийного азота до нитритов и нитратов) и денитрификации (восстановления окисленных форм азота нитритов и нитратов до газообразного азота).

Более глубокого удаления фосфора отдельные предприятия достигают при применении биореагентного способа. При очистке концентрированных (по БПК) сточных вод для предварительной обработки на нескольких предприятиях применяют анаэробный метод, используя метантенки.

Для отделения от воды избыточной биомассы, образующейся в процессах биологической очистки, большинство предприятий используют вторичные отстойники или

илоотделители, входящие в состав биологических сооружений вместе с биофильтрами и аэротенками.

Для доочистки сточных вод после биологической очистки большинство предприятий используют зернистые фильтры, иногда фильтры с синтетической загрузкой. Наиболее глубокую доочистку до норм рыбохозяйственных водоёмов отдельные предприятия осуществляют на биосорберах с биологической регенерацией активированного угля.

Большинство предприятий нефтеперерабатывающей промышленности проводят биохимическую очистку сточных вод производственной канализационной системы как отдельно, так и вместе с бытовыми сточными водами завода и заводского посёлка, прошедшими предварительную механическую очистку. Биохимическую очистку осуществляют по одноступенчатой и двухступенчатой схемам. При двухступенчатой схеме допускается подача сточных вод с более высоким содержанием сульфидов и более высоким БПК.

Отдельные предприятия при биологической очистке сточных вод используют ультрафильтрационные блоки мембран (МБР) из полого волокна с внешней поверхностью фильтрования, которые погружают в аэрируемый объем воды, при этом вторичные отстойники не применяют. Данный подход позволяет достичь высокой степени очистки воды.

2.3.4 Обеззараживание сточных вод

Для уничтожения содержащихся в них патогенных микробов и устранения опасности заражения водоёма этими микробами при спуске в него очищенных сточных вод на многих предприятиях применяют обеззараживание (дезинфекцию) сточных вод следующими методами:

- химические (преимущественно применение различных соединений хлора, озона);

- физические (термические, с применением ультразвуковой обработки, ультрафиолетового излучения);

- обеззараживание сточных вод в условиях искусственных и естественных биоценозов.

Из физических методов обеззараживания большинство предприятий применяют ультрафиолетовый (УФ) метод обработки, требующий в два раза меньше капиталовложений и в пять раз меньше эксплуатационных затрат по сравнению с озонированием.

Отдельные предприятия применяют ультразвуковую обработку сточных вод как для их обеззараживания, так и для предотвращения бактериологического поражения технологических жидкостей на водной основе, что позволяет исключить применение в технологическом процессе специальных бактерицидных препаратов.

2.3.5 Обезвоживание осадков сточных вод

Из множества методов обезвоживания осадков сточных вод предприятия выбирают подходящие, исходя из свойств осадков и местных условий.

Для уменьшения объёма осадков, образующихся при очистке сточных вод (избыточного активного ила, осадков первичного отстаивания, шламов после физико-химической обработки и т. п.), большинство предприятий применяют их механическое обезвоживание с помощью декантерных центрифуг, позволяющих достичь снижения влажности осадка до 70 % — 75 %, применяя предварительное кондиционирование осадков с помощью реагентов для облегчения разделения фаз.

Большинство предприятий применяют ленточные фильтр-прессы, в которых процесс фильтрования происходит при предварительной флокуляционной обработке полиэлектролитами прессованием между двумя лентами фильтроткани.

На ряде предприятий используют камерные фильтр-прессы, на которых, в отличие от ленточных фильтр-прессов, весь осадок подвергается обезвоживанию, т. е. отсутствует возможность слива осадка. Отдельные предприятия применяют мембранный фильтр-пресс, который является усовершенствованным вариантом камерного фильтр-пресса.

Для обезвоживания активного ила, обработанного раствором флокулянта осадков с концентрацией взвешенных частиц 2000–35000 мг/л, на многих предприятиях применяют шнековые прессы, при этом осадок обезвоживается до влажности 81 % и менее.

Для уплотнения, прессования и передачи в накопительную ёмкость или на транспортёр отбросов, снимаемых с канализационных устройств, отдельные предприятия используют винтовые отжимные прессы.

На нескольких предприятиях применяют обезвоживание осадков с помощью мешочных вакуум-фильтров.

На ряде предприятий (преимущественно на обогатительных фабриках горнорудной, угольной и металлургической промышленности) используют дисковые вакуумные фильтры.

На отдельных предприятиях применяют технологию глубокого обезвоживания осадков, сформированную на основе поршневого насоса, которая объединяет в себе преимущества камерного пресс-фильтра и высокий уровень автоматизации центрифуг.

Механическое обезвоживание осадков, основанное на принципах фильтрования или центрифугирования, требует их предварительного кондиционирования посредством введения минеральных реагентов (коагулянтов/флокулянтов) и (или) синтетических полимеров.

Многие предприятия применяют обезвоживание осадков на иловых площадках.

2.4 Подходы, методы, меры и мероприятия, направленные на очистку производственных сточных вод от основных загрязняющих веществ

При рассмотрении основных загрязняющих веществ следует учитывать сноску на странице 3.

2.4.1 Очистка от взвешенных веществ

В сточных водах практически всех рассматриваемых предприятий содержатся взвешенные минеральные и органические загрязнения.

Для очистки сточных вод от взвешенных веществ большинство предприятий применяют механические методы с коагулированием и флокулированием и без: процеживание, отстаивание, гидроциклонирование, центрифугирование, флотацию, фильтрование.

Для выделения грубых крупнодисперсных частиц загрязняющих веществ, а также попавшего в воду мусора большинство предприятий устанавливают в лоток, по которому отводятся сточные воды, решётки, чаще всего — с ручным съёмом задержанных веществ. Иногда решётки устанавливают в колодце и в приёмных резервуарах насосных станций.

Мелкодисперсные взвешенные загрязняющие вещества предприятия удаляют главным образом в отстойниках. На большинстве предприятий используют горизонтальные отстойники, которые компактны и поэтому при равных гидравлических нагрузках (в сравнении с другими отстойниками) занимают меньшие площади. При этом многие предприятия сталкиваются со сложностями эксплуатации таких отстойников вследствие трудности удаления выпавшего осадка, поскольку применяемые скребковые механизмы часто выходят из строя и осадок приходится выгружать вручную после опо-

рожнения отстойника. Для интенсификации удаления плавающих загрязнений (нефтепродуктов, масел, жиров и проч.) отдельные предприятия применяют скиммеры различной конструкции.

Поскольку эффективность выделения взвешенных загрязняющих веществ в отстойниках зависит от продолжительности отстаивания, многие предприятия применяют отстойники, оборудованные блоками (модулями) тонкослойных пластин, что позволяет сократить время отстаивания сточных вод. При этом слой отстаивания составляет 70–100 мм, что значительно меньше слоя в традиционных отстойниках.

Многие предприятия для увеличения эффекта очистки на существующих отстойниках дооборудуют отстойники тонкослойными блоками.

На многих предприятиях для повышения эффективности очистки сточных вод от взвешенных веществ применяют реагенты — коагулянты и флокулянты. В этом случае отстойные сооружения включают камеры реакции и хлопьеобразования.

На ряде предприятий, например на заводах чёрной металлургии, сточные воды очищают от взвешенных загрязняющих веществ в открытых гидроциклонах, работающих с применением флокулянта.

Для выделения мелкодисперсной взвеси, например угольной мелочи, на многих предприятиях применяют реагентную напорную флотацию. При этом в очистном сооружении камера флотации совмещена с камерой хлопьеобразования.

Для глубокой очистки от взвешенных мелкодисперсных коллоидных загрязняющих веществ многие предприятия применяют фильтрование, что во большинстве случаев позволяет использовать очищенную воду в технологических процессах.

Фильтровальные сооружения многие предприятия используют как самостоятельное сооружение в качестве второй и третьей ступеней осветления в схеме с отстойниками или флотаторами.

Для повышения эффекта механической очистки сточных вод многие предприятия используют реагенты, т. е. применяют физико-химические методы очистки. На большинстве предприятий используют коагулянты, флокулянты и композиционные материалы, корректируя при этом pH подщелачиванием или подкислением. На ряде предприятий благодаря использованию полиоксихлорида алюминия в качестве реагента эффективность коагуляционной очистки сточных вод значительно повышается.

На ряде предприятий используют только флокулянты; иногда коагулянты и флокулянты используют совместно.

В качестве самостоятельных реагентов при осветлении сточных вод, содержащих минеральные примеси различной природы (угольную пыль, алюмосиликаты, жёл-

тый железоокисный пигмент, гидроксиды металлов), на многих предприятиях используют анионные и катионные флокулянты.

При использовании минерального коагулянта совместно с анионными или катионными флокулянтами отдельные предприятия достигают 92–97-процентной степени очистки сточных вод от взвешенных веществ с одновременным снижением ХПК от 30 % до 89 % в зависимости от начальной величины.

Для очистки сточных вод окрасочных производств на ряде предприятий используют сульфат или хлорид алюминия в дозах 50–100 мг/л, что позволяет снизить величину ХПК на 65 % — 68 % и удалить взвешенные вещества на 88 % — 99 %.

Для очистки моющих растворов, применяемых на моющих установках, на многих предприятиях применяют ультрафильтрацию, поскольку ультрафильтрационные мембраны задерживают загрязнения, находящиеся в моющем растворе, пропуская элементы моющего раствора и ПАВ примерно на 70 %, что позволяет с некоторой корректировкой повторно использовать моющий раствор — на ряде предприятий установки включены в технологический цикл мойки.

Для очистки сточных вод, образующихся на кожевенных заводах и содержащих не только взвешенные вещества, но и ПАВ и сульфиды (13–87 мг/л в общем потоке сточных вод), отдельные предприятия отрасли в качестве реагента используют сульфат закисного железа, а также сульфат алюминия совместно с флокулянтами с последующим отстаиванием. При этом достигают степени очистки сточной воды 70 % — 85 % при исходном содержании взвеси 1895 мг/л. При использовании железного купороса дозой 0,8–1,5 г/л концентрация сульфидов снижается с 106 до 15–20 мг/л.

Сточные воды, образующиеся в производстве фосфорных удобрений и жёлтого фосфора, имеют кислый характер, поэтому многие предприятия нейтрализуют их известью, а для ускорения осаждения добавляют флокулянты. Эффект очистки достигает 99,8 %.

2.4.2 Очистка сточных вод от минеральных масел и нефтепродуктов

На большинстве предприятий большую часть нефтепродуктов и масел, содержащихся в сточных водах и находящихся в грубодисперсном состоянии, отделяют в нефтеловушках, после чего сточные воды, как правило, подвергают флотации, фильтрованию, а для глубокой очистки — сорбции.

Для моющих и обезжиривающих растворов, имеющих концентрацию эмульгированных масел до 7 г/л, ряд предприятий применяет трёхступенчатую очистку, в процессе которой сточные воды проходят отстойник-масло-нефтеловушку (первая ступень) и

электрокоагулятор-электрофлотатор (вторая ступень), после чего концентрация масел снижается до 50 мг/л, взвешенных веществ — до 20 мг/л. Третья ступень предусматривает использование сепараторов или фильтров, что позволяет снизить содержание масел до менее чем 5 мг/л и использовать воду в оборотном водоснабжении. Недостатком метода является образование значительного количества трудно обезвоживаемого осадка и его утилизации.

На ряде предприятий отработанные СОЖ с концентрацией эмульгированных масел до 10–25 г/л подвергают локальной очистке с помощью реагентно-флотационного, реагентно-сепарационного, электрокоагуляционного методов, предварительно удалив основной объем масел.

На отдельных предприятиях применяют электрокоагуляцию или комбинированный реагентно-электрокоагуляционный метод, что позволяет повторно использовать осветлённую воду.

На ряде предприятий при реагентно-флотационной очистке используют сернокислый алюминий дозой 0,15–3 г/л. После такой очистки содержание масел в сточных водах снижается до 10–100 мг/л в зависимости от исходной концентрации, связанности и дисперсности масел в воде. Применение многократной реагентной напорной флотации позволяет снизить концентрацию мелкодисперсных связанных масел в очищенных сточных водах до 10–25 мг/л.

На отдельных предприятиях применяют реагентно-сепарационный метод (центрифугирование) с добавлением в эмульсию (СОЖ) серной кислоты для снижения pH перед сепарацией, что позволяет снизить концентрацию масел после отстаивания до 20–25 мг/л.

Электрокоагуляционный метод применяют на ряде предприятий для разрушения отработанных эмульсий, содержащих эмульсолы, и более стойких эмульсий. Очистку проводят в электролизёрах с применением алюминиевых электродов по следующей схеме: добавление кислоты до достижения pH = 2 — предварительное отстаивание и усреднение сточных вод — удаление осадка и свободных масел — подкисление до pH = 5–6 — обработка в электролизёре с удалением пены — отстаивание — фильтрование.

На большинстве рассмотренных нефтеперерабатывающих заводов схема очистки сточных вод включает четыре стадии:

- механическая очистка от жидких и твёрдых грубодисперсных примесей в песколовках; затем в нефтеловушках удаляются всплывающие частицы с гидравлической крупностью 0,8 мм/с (на старых заводах) и 0,3–0,5 мм/с (на новых и модернизирован-

ных заводах), после них вода содержит от 50 до 150 мг/л нефтепродуктов. Применение тонкослойных полочных нефтеловушек позволяет снизить содержание нефтепродуктов в сточной воде до 50–80 мг/л. Доведение количества нефтепродуктов в сточных водах до 20–30 мг/л обеспечивается реагентной флотацией. Для механической очистки воды на ряде новых предприятий вместо песколовок применяют открытые безнапорные гидроциклоны;

- физико-химическая очистка от коллоидных частиц, обезвреживание сточных вод ЭЛОУ. В качестве коагулянтов используют в основном соли алюминия и железа при поддержании необходимого значения pH. Для повышения эффективности очистки добавляют флокулянты. В качестве коагулянтов на отдельных предприятиях используют также отходы производства диоксида титана. На ряде предприятий применяют установки реагентной флотации с использованием в качестве коагулянтов $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ и флокулянтов. Вместо минеральных коагулянтов на отдельных предприятиях используют катионные органические полиэлектролиты. Содержание нефтепродуктов снижается до 20–30 мг/л;

- биологическая очистка от органических примесей;

- доочистка биологически очищенных сточных вод.

На большинстве предприятий сточные воды после мойки автомашин, содержащие взвешенные вещества и нефтепродукты, проходят решётку и поступают к сооружениям грубой очистки; тонкую очистку на многих предприятиях производят флотацией, после чего вода подаётся на зернистые фильтры доочистки. Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде составляет 2–5 мг/л, она возвращается в процесс мойки автомашин.

Сточные воды ряда рассмотренных машиностроительных заводов, загрязнённые маслами (50–400 мг/л) и механическими примесями (100–300 мг/л), на отдельных предприятиях подвергают очистке отстаиванием с предварительной коагуляцией сульфатом алюминия (30–60 мг/л) с добавлением известкового молока до pH = 7,5–8,5, на большинстве предприятий вместо коагулянтов применяют флокулянты. Очищенные воды, содержащие масла (3–10 мг/л) и механические примеси (2–10 мг/л), направляют на повторное использование после их хлорирования.

Информация, поступившая от ряда НПЗ, показывает, что использование фильтрования после флотации позволяет сократить концентрацию нефтепродуктов до 1–2 мг/дм^3 с одновременным сокращением содержания органики. В сточных водах второй канализационной системы нефтеперерабатывающих заводов содержание нефтепро-

дуктов снижается до 20–30 мг/дм^3 после флотации; $БПК_5$ этих вод в среднем составляет 160 мгО/дм^3, ХПК — 400 мгО/дм^3.

2.4.3 Очистка сточных вод от фенолов

Загрязнение сточных вод фенолами происходит, к примеру, при термической и химической переработке древесины, каменного угля, торфа, сланцев, нефти, а также при производстве красителей, лекарственных средств, синтетических волокон и пластмасс на основе формальдегидов, в текстильной и некоторых других отраслях лёгкой промышленности. Концентрации фенолов в производственных сточных водах могут быть значительными: например, в сточных водах ряда рассмотренных нефтехимических предприятий они составили до 15–17 г/л.

Большинство предприятий осуществляют очистку фенолсодержащих сточных вод сначала механическими методами для удаления грубодисперсных взвешенных загрязнений, затем физико-химическими и химическими методами для разрушения комплексов и удаления мелкодисперсных фенолсодержащих загрязнений. Более глубокую очистку предприятия производят биологическими методами, при применении которых удаляют коллоидные и растворенные загрязняющие вещества, содержащие фенол.

До использования биологических очистных сооружений большинство предприятий снижают концентрацию смол в сточных водах до 25–35 мг/л путём отстаивания, флотации и фильтрования; отдельные предприятия применяют более глубокую очистку на фильтрах с кварцевым песком.

На отдельных предприятиях применение таких физико-химических регенерационных методов, как эвапорация и экстракция, позволяет снизить концентрацию смол до 3–4 г/л и обеспечить утилизацию извлекаемых фенолов (для последующего производства смол, дубителей и других продуктов).

В процессе эвапорации одновременно с фенолами удаляют крезолы, нафтолы, карбоновые кислоты и др. Отогнанные с паром вещества извлекают из него с помощью щелочи (если эти вещества являются слабыми кислотами) или раствора кислоты (если они являются слабыми основаниями). Перед эвапорацией предварительно удаляют из воды NH_3, H_2S и CO_2, которые повышают pH воды (NH_3), способствуя диссоциации фенолов и прекращению их отгонки в таком состоянии, или понижают pH (H_2S, CO_2), отгоняясь вместе с фенолом, нейтрализуя раствор щелочи, который перестаёт поглощать фенол. Степень обесфеноливания при эвапорации составляет от 80 % до 90 %. Отдельные предприятия применяют эвапорацию в тех случаях, когда преимущества компактности установки, простоты эксплуатации, полной автоматизации, отсутствия кон-

такта сточной воды с реагентами позволяют пренебречь сравнительно низкой эффективностью обесфеноливания воды в процессе отгонки летучего аммиака, при которой наблюдается значительный расход щелочи, водяного пара, потери фенола.

Конечным этапом удаления фенолов является биологическая очистка, производимая предприятиями по одно- или двухступенчатым схемам. При двухступенчатой схеме очистки степень извлечения фенолов достигает 99,1 % — 99,8 %.

Для извлечения фенола из воды после установок экстракционного обесфеноливания многие предприятия применяют метод адсорбции. Сорбентами, используемыми для адсорбции сточных вод, могут служить активные угли, кокс, зола, шлаки и др. После насыщения уголь регенерируют при 70 °С бензолом, а фенольно-бензольный раствор обрабатывают щёлочью; очищенный бензол вновь используют в процессе. Из регенерированного угля бензол отгоняют водяным паром, а уголь снова используют для очистки воды. После 15 циклов адсорбции-десорбции уголь подвергают термической регенерации при 800 °С без доступа воздуха.

При наличии (наряду с фенолами) в сточных водах роданидов и цианидов, например в коксохимических производствах, биологическую очистку осуществляют в несколько ступеней: на первой ступени сточные воды очищают от фенолов с помощью фенолразрушающих бактерий, на второй — от роданидов и цианидов с помощью роданразрушающих бактерий, на третьей производят окончательную доочистку сточных вод.

2.4.4 Удаление из сточных вод солей тяжёлых металлов

Сточные воды, содержащие ионы металлов, образуются в гальванических цехах многих предприятий различных отраслей, а также при химической и электрохимической обработке металлов — на предприятиях машиностроения, приборостроения, станкостроения, автомобилестроения, электронной, авиационной, кожевенной, химической, текстильной промышленности, а также чёрной и цветной металлургии. На предприятиях радиоэлектронной промышленности используются значительные количества соединений меди и цинка. При нанесении медно-цинкового покрытия образуются сточные воды, содержащие до 20–25 мг/л ионов меди и 40–45 мг/л ионов цинка. Сточные воды машиностроительных заводов могут содержать хром и медь в концентрации до 400–500 мг/л, а никеля — в концентрации в несколько десятков миллиграммов на литр.

Выбор метода очистки сточных вод большинство предприятий осуществляют исходя из концентрации и состава загрязнений, возможности утилизации ценных компо-

нентов и возвращения воды в производство, требуемой глубины очистки, других конкретных условий:

- реагентный метод не всегда позволяет утилизировать ценные примеси, выделяемые при очистке, и его может оказаться недостаточно, вследствие чего потребуется проведение доочистки, что усложнит и повысит стоимость сооружений, а также может привести к образованию больших объёмов высоковлажных и плохо уплотняющихся осадков;

- регенеративная ионообменная очистка требует предварительной подготовки воды. Эффективность очистки зависит от минерализации воды и снижается при высоком солесодержании, но позволяет достичь глубокой очистки и утилизировать ценные компоненты;

- применение регенеративного метода при гиперфильтрации высокоминерализованной воды приводит к усложнению схемы, но позволяет получить обессоленную воду, что особенно важно в случаях, когда это требуется для основного производства. Полученные концентраты направляют на выпарку.

В большинстве случаев выбор методов и схем очистки воды от гальванического производства большинство предприятий производят опытным путём с привлечением химических лабораторий и на основе технико-экономических расчётов.

На большинстве рассмотренных предприятий наиболее часто применяемыми являются ионообменные и сорбционные процессы, позволяющие осуществлять глубокую очистку слабо концентрированных (по цветным и тяжёлым металлам) сточных вод.

При очистке сточных вод, содержащих ионы металлов, многие предприятия применяют неуглеродные сорбенты естественного и искусственного происхождения (глинистые породы, цеолиты, отходы ряда производств). Так, на ряде предприятий сорбционное извлечение из сточных вод Cr^{+6} осуществляют твердофазными отходами деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Отдельные предприятия используют в качестве сорбентов поликремниевые кислоты, входящие в состав шлаков, шламов и других отходов производства.

В целях повышения сорбционных свойств используемые материалы подвергают различного рода модификациям, например, на ряде предприятий используют кислотную активацию минеральных сорбентов.

На отдельных предприятиях применяют высокоэффективный метод сорбционной очистки гальваностоков с использованием керамического фильтрующего гранулированного материала. Механизм удаления металлов из воды такой же, как и при реагентной очистке: металлы переводятся в щелочной среде, создаваемой загрузкой, в

гидроксиды, которые закрепляются и удерживаются на поверхности гранул. При ухудшении сорбционной способности керамического фильтрующего гранулированного материала производится его регенерация. Достоинствами этой технологии являются низкие капитальные и эксплуатационные расходы, очистка гальваностоков до установленных норм ПДК с возможной организацией оборотного водоснабжения и очистка гальваностоков от всех тяжёлых металлов в одной сорбционной колонне.

При электрохимической очистке сточных вод от соединений Cr^{+6} многие предприятия применяют: а) электрокоагуляционный метод; б) восстановление хроматов на пористом угольном катоде в кислой среде, а также восстановление хроматов на проточном объёмно-пористом катоде в электролизёре с разделёнными пористой перегородкой катодным и анодным пространствами. Перед восстановлением вплотную к перегородке со стороны анодного пространства устанавливают сетку из электропроводного коррозионно-стойкого материала и подают на неё анодный потенциал. Преимуществами электрохимических методов являются простота, удобство обслуживания и низкое солесодержание очищенных сточных вод. Недостатком метода является необходимость принудительной вентиляции над аппаратом и пассивация электродов, которая имеет место в нейтральных и щелочных слабосолёных сточных водах.

Для очистки сточных вод от соединений хрома реагентными методами в качестве реагентов-восстановителей большинство предприятий используют натриевые соли сернистой кислоты — сульфат (Na_2SO_4) и гидросульфит ($NaHSO_3$). На отдельных предприятиях используют гидроксиды кальция и натрия, карбонат натрия, сульфиды натрия, различные отходы, например феррохромовый шлак, который содержит CaO (51,3 %), MgO (9,2 %), SiO_2 (27,4 %), Cr_2O_3 (4,13 %), Al_2O_3 (7,2 %), FeO (0,73 %).

Очистка сточных вод щелочными реагентами позволяет снизить содержание тяжёлых металлов до ПДК водоёмов санитарно-бытового пользования. Однако при прямом сбросе сточных вод в рыбохозяйственные водоёмы очистка щелочными реагентами не даёт необходимого эффекта и требуется более глубокая доочистка, например, сульфидом натрия и сорбцией.

Для удаления небольших количеств ионов тяжёлых металлов на отдельных предприятиях используют пирит, применяя фильтрование сточной воды через гранулированный пирит или непосредственно вводя порошковый пирит в сточную воду, а также сульфид любых других нетоксичных металлов, произведение растворимости которого больше произведения растворимости сульфида металла, извлекаемого из сточной воды.

Поскольку гидроксиды и сульфиды тяжёлых металлов образуют устойчивые коллоидные системы, в схемах очистки предприятия используют коагулянты и флокулянты для интенсификации процесса их осаждения. В качестве коагулянтов на многих предприятиях используют соединения алюминия и железа.

Для извлечения металлов (цинка, меди, хрома, никеля, свинца, ртути, кадмия, ванадия, марганца и др.), а также соединений мышьяка, фосфора, цианистых соединений и радиоактивных веществ на многих предприятиях применяют ионообменную очистку сточных вод. Применение данного метода позволяет осуществлять рекуперацию ценных веществ при высокой степени очистки воды. Степень извлечения ионов металлов зависит от их концентрации в сточной воде, pH, общей минерализации воды, а также от наличия и концентрации ионов кальция и железа. Для рекуперации металлов предприятия используют сильнокислотные (в водородной форме) и слабокислотные (в натриевой форме) катиониты.

2.4.5 Очистка сточных вод от СПАВ

Для очистки сточных вод от СПАВ большинство предприятий применяют:

- флотацию;
- сорбцию (природными и синтетическими сорбентами, неорганическими осадками);
- ионный обмен;
- экстракцию;
- коагуляционно-флокуляционный метод;
- деструктивные методы очистки сточных вод от ПАВ (озонирование, УФ-облучение (фотолиз), реагентная деструкция, термические методы);
- электрохимическую обработку воды;
- обратный осмос.

Деструктивную очистку производят окислительными методами: озонированием, хлорированием, электроокислением, фотолизом, биохимическим методом. На отдельных предприятиях применяют озонирование, представляющее собой самое эффективное, но дорогое решение.

На ряде предприятий применяют диффузионные и ионообменные методы, а также обратный осмос и электродиализ, эффективность которых достигает 90 %. При утилизации удаляемых СПАВ предприятия производят предочистку, позволяющую снизить загрязнённость утилизируемого продукта.

Поскольку большинство используемых СПАВ биологически устойчивы и не могут быть окислены биохимическим путём, предприятия применяют биохимическую очистку только для «мягких» анионогенных СПАВ.

Технологические схемы очистных сооружений предприятий включают одну или несколько ступеней (в зависимости от требований к качеству очищенной воды), в пределах которых методы очистки от СПАВ применяются в разных сочетаниях. Поскольку в сточных водах наряду со СПАВ всегда присутствуют загрязнения (нефтепродукты, смолы, минеральные масла и т. д.), на большинстве предприятий в технологическую схему включён блок предочистки.

Для очистки от СПАВ на нескольких предприятиях также применяют электрофлотацию, учитывая, что диаметры пузырьков образующегося при диссоциации воды газа, которые генерируются на пластинчатых катодах, составляют до 0,2 мм и имеют однородный состав, а катоды в виде проволочной сетки (при толщине проволоки менее 0,5 мм) позволяют получать наиболее мелкие пузырьки.

Большинство предприятий используют сорбенты в виде порошков, поскольку большие размеры молекул и ионов ПАВ делают недоступными для них поровые пространства многих гранулированных сорбентов; например, поглощающая ёмкость активированных углей составляет всего 1,0 % — 2,0 % от веса сухого материала.

На ряде предприятий применяют совмещение реагентных способов и сорбции. Схема очистки сточных вод может быть одноступенчатой и двухступенчатой: на первой ступени сточную воду обрабатывают порошком сорбента и перемешивают в реакторе, после чего она поступает на ступень реагентной очистки. При одноступенчатой схеме сорбент вводят перед камерой хлопьеобразования или, что хуже, непосредственно в отстойник или во флотационную камеру. При двухступенчатой схеме сорбционные возможности вводимого сорбента используются более полно, достигается глубокая очистка сточных вод, сокращаются затраты реагентов.

На отдельных предприятиях обратный осмос проводят на завершающей ступени в сочетании с применением механических (отстаивание, центрифугирование, фильтрование) и физико-химических (коагуляция и флокуляция) методов.

2.4.6 Удаление из сточных вод биогенных элементов

2.4.6.1 Очистка от азотсодержащих веществ

В сточных водах предприятий азотной, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, резинотехнической и других отраслей промышленности может при-

сутствовать азот в виде нитритов, нитратов, солей аммония, азотсодержащих органических соединений. В сточных водах производств аммиака, карбамида, аммиачной селитры также содержится аммиак, соли аммония, азотистые соединения.

Выбор метода очистки предприятия основан на знании форм соединений азота (аммонийный, нитратный, нитритный) и их количества. Поэтому при локальной очистке и доочистке сточных вод на ряде предприятий применяют отдувку аммиака, ионный обмен, нитрификацию и денитрификацию, остальные методы — в широком диапазоне концентраций азота.

Поскольку растворимость аммиака увеличивается при понижении температуры, эффективность удаления аммиака значительно варьируется: по данным предприятий, в зимний период удаляется от 30 % до 50 %, в летний — до 98 %. Для повышения pH до необходимых значений (10–11,5) многие предприятия подщелачивают воду, например, известью. Воздух с аммиаком пропускают через раствор серной кислоты с целью получения 10-процентного раствора сульфата аммония или поглощают водой для получения аммиачной воды, используемой в качестве удобрения.

На ряде предприятий для удаления аммиака применяют процесс адсорбции-хлорирования: сначала сточную воду с аммиаком хлорируют (при этом в зависимости от условий образуются монохлорамин или дихлорамин, трёххлористый или молекулярный азот), затем производят сорбцию хлора и хлораминов активным углем, фильтруя воду через слой угля. При этом дихлорамин реагирует с углем с образованием азота.

На отдельных предприятиях используют клиноптилолит, относящийся к классу цеолитов и обладающий чрезвычайно высокой избирательной способностью по отношению к ионам аммония. Перед подачей сточной воды на клиноптилолитовые фильтры из неё удаляют (коагуляцией и фильтрованием) взвешенные вещества. При концентрации аммиака в сточных водах до 100–150 мг/л эффективность очистки достигает 90 %–97 %. Для регенерации фильтров используют 5–10-процентный раствор хлористого натрия или известкового молока, затем загрузку отмывают водой. Выделяющийся из раствора аммиак (при проведении процесса в щелочной среде) поглощают серной кислотой, а образующийся при этом сульфат аммония можно использовать в качестве удобрения.

В целях удаления азотсодержащих органических соединений предприятия применяют различные виды перегонки, экстракцию, адсорбцию. Для выделения анилина из анилиновой воды применяют азеотропную дистилляцию (при содержании анилина в воде около 4 % по массе). При этом более 95 % анилина отделяется в виде гетеро-

азеотропной смеси с водой. Затем органический анилиновый слой подвергают вакуум-ректификации с получением безводного анилина.

Для очистки сточных вод от азотсодержащих органических соединений многие предприятия применяют экстракцию, которая позволяет извлечь до 99 % — 99,5 % целевых продуктов. На многих химических предприятиях капролактам удаляют из сточных вод бутилацетатом, нитробензол — бензолом; извлечённый нитробензол применяют для экстракции анилина.

Для извлечения из сточных вод практически для всех органических азотсодержащих веществ многие предприятия применяют адсорбцию на активированном угле с последующей регенерацией адсорбента термической деструктивной регенерацией при температуре от 800 °С до 1000 °С.

Для удаления совместно присутствующих в сточных водах аммонийного азота и ортофосфатов на ряде предприятий применяют электрохимический метод, проводя процесс в электролизёре при наличии в воде гидроксида магния, который с ионами фосфора и аммиака образует нерастворимую комплексную соль.

Большинство предприятий применяют для очистки сточных вод от соединений азота нитрификацию и денитрификацию. В качестве субстрата используют любые биологически окисляемые органические соединения: углеводы, спирты, органические кислоты, продукты распада белков и т. д. Необходимое соотношение величины БПК в сточных водах к нитратному азоту примерно равно 4:1.

Для процессов нитрификации и денитрификации большинство предприятий применяют традиционные сооружения биохимической очистки — биофильтры и аэротенки различного типа с регенераторами и без них.

На ряде предприятий (преимущественно расположенных в южных районах) процессы нитрификации и денитрификации проводят в естественных условиях в биологических прудах.

2.4.6.2 Очистка от фосфорных соединений

В сточных водах фосфор встречается в виде ортофосфатов, полифосфатов, фосфорсодержащих органических соединений и элементарного фосфора в основном в виде взвешенных частиц. Целевые концентрации соединений фосфора колеблются в очень широких пределах, например, для фосфорорганических соединений (инсектицидов) они составляют от 0,001 до 0,4 мг/л.

Для удаления фосфора из сточных вод большинство предприятий применяют механические, физико-химические, электрохимические, химические и биологические методы, а также их комбинации.

С помощью механической очистки большинство предприятий удаляют фосфор, находящийся в сточной воде в виде суспендированных частиц. При этом фосфорсодержащие частицы шлама отделяют от сточной воды в отстойниках и открытых гидроциклонах. Для очистки сточных вод от фосфора многие предприятия применяют методы, основанные на окислении взвешенных и растворенных частиц фосфора кислородом воздуха, гипохлоритами или другими окислителями.

Для очистки сточных вод от ортофосфатов на ряде предприятий применяют схему, включающую отстойник и два последовательно установленных открытых гидроциклона. Для интенсификации процесса осаждения используют коагулянты ($Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_2$) и флокулянты (праестол, полиакриламид). Использование коагулянтов позволяет повысить эффект очистки до 98 %, а флокулянтов — увеличить производительность примерно в 2 раза. Образующийся фосфорный шлам, содержащий после уплотнения 10 % — 30 % фосфора, направляют на сжигание или установку дистилляции (упаривания). На различных предприятиях в зависимости от требуемой степени очистки на разных ступенях используют различные дозы $Al_2(SO_4)_3$, солей Fe^{+2} и Fe^{+3}. На отдельных предприятиях в качестве реагентов используют отработанные травильные растворы, добавляя известь или едкий натр для создания оптимального значения pH среды.

На ряде предприятий для очистки от растворенных соединений фосфора применяют адсорбцию на доломите или волокнистом материале с нанесённым на него гранулированным оксидом третьей и четвёртой групп металлов.

На отдельных предприятиях для удаления фосфатов из сточных вод применяют кристаллизацию, которая осуществляется на фильтрах или в отстойниках со взвешенным слоем с затравочным материалом из минералов, содержащих фосфат кальция, костяной уголь, шлак доменных печей и др.

На ряде предприятий при применении электрокоагуляционно-флотационного метода очистки от фосфатов используют алюминиевые и железные электроды.

На большинстве предприятий фосфор удаляют биологическим методом, применяя различные схемы, сочетающие в себе биологический процесс и химическое осаждение, что позволяет добиться более высокого качества очистки воды, чем при применении одного из них.

Для повышения эффективности очистки от нерастворимых соединений фосфора отдельные предприятия используют барботажные флотаторы.

Отдельные предприятия применяют фильтрование для дополнительного (до 20 % от его содержания в очищенной воде) удаления общего фосфора за счёт глубокого удаления взвешенных веществ, при этом достигают удаления 90 % — 95 % первоначального содержания фосфора.

2.4.7 Очистка сточных вод от цианидов и мышьяка

Очистку сточных вод от цианидов (например, $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Cd(CN)_2]^{2-}$, $[Zn(CN)_2]^{2-}$) и мышьяка большинство предприятий производят с помощью химических, физико-химических, электрохимических и биохимических методов. На большинстве предприятий осуществляют реагентную очистку.

При применении химических методов многие предприятия осуществляют обезвреживание циансодержащих сточных вод с помощью известкового молока и хлорсодержащих реагентов (жидкого хлора, гипохлоритов кальция и натрия, хлорной извести и проч.), поддерживая pH сточных вод в пределах 10,5–11 и принимая дозу активного хлора равной 3,5 части по массе на 1 часть цианида. При этом окисление цианидов до цианатов проходит в одну ступень за счёт атомарного кислорода в момент его выделения из окислителя. Гидролиз проходит в кислой среде и при аэрации воды, поэтому перед поступлением в отстойники циансодержащие воды подкисляют до pH = 5,3. В двухступенчатом процессе цианиды окисляются до N_2 и CO_2. На второй ступени вводят дополнительное количество окислителя, а также образовавшийся на первой ступени цианат.

Для очистки от цианидов на отдельных предприятиях используют гипосульфид натрия, перманганат калия и пероксид водорода. Полное окисление цианидов осуществляют озоном, который реагирует с цианидами в слабощелочной среде быстро и полностью, образуя первоначально менее токсичные цианаты. Цианаты могут гидролизироваться в воде или окисляться далее. Процесс озонирования идёт при pH = 10,5–13.

При высоких концентрациях цианидов в сточных водах на ряде предприятий применяют электрохимическую очистку. При этом для повышения электропроводности сточных вод и снижения энергопотребления в воду добавляют NaCl; разрушение цианидов происходит за счёт электрохимического окисления на аноде в результате разложения NaCl. Анод изготовляют из графита, катод — из стали. Применение этого метода позволяет достичь практически полной очистки сточных вод от цианидов.

На отдельных предприятиях очистку сточных вод от цианидов производят с помощью ионного обмена и обратного осмоса, при этом извлечение простых и комплекс-

ных цианидов производится на анионитах. Поглощение цианидов из щелочных сточных вод осуществляют анионитами в солевой форме; при этом одним из продуктов реакции обмена является синильная кислота HCN. Анионит регенерируют 3–4-процентным раствором аммиака. При использовании обратного осмоса на мембранах задерживается от 85 % до 90 % цианистых соединений, которые поступают в концентрат, направляемый на обработку, что является недостатком метода.

При совместном присутствии цианидов с роданидами в сточных водах (например, в коксохимических производствах) отдельные предприятия производят очистку сточных вод биохимическим путём на двухступенчатой установке. На первой ступени окисляются органические загрязнения (в первую очередь фенолы), на второй — роданиды и цианиды (с помощью роданразрушающих бактерий).

Для очистки сточных вод от мышьяка большинство предприятий применяют химические, физико-химические, электрохимические методы в сочетании с механическим отстаиванием и фильтрованием.

Очистку больших объёмов сточных вод с высоким содержанием мышьяка большинство предприятий производят методом химического осаждения мышьяка в виде труднорастворимых соединений: соли ортомышьяковой (H_3AsO_4) и метамышьяковистой (H_3AsO_3) кислот, арсенаты и арсениты щелочноземельных и тяжёлых металлов, сульфиды и триоксид мышьяка.

На отдельных предприятиях (при исходном содержании мышьяка в воде не более 100 мг/л) производят глубокую очистку посредством адсорбции мышьяка в виде твёрдого раствора на осадке фосфата кальция, образующемся при взаимодействии фосфорной кислоты с $Ca(OH)_2$.

Поскольку соединения As^{+5} удаляются из сточных вод более эффективно, чем As^{+3}, а также осадок As^{+5} менее растворим и его хранение дешевле, на многих предприятиях перед осаждением As^{+3} окисляют до As^{+5}. В качестве окислителей используют хлорную известь, гипохлоритную пульпу, пероксид водорода, азотную кислоту, озон, пиролюзит.

Сточные воды с небольшой концентрацией мышьяка на отдельных предприятиях окисляют фильтрованием через слой пиролизита, который дополнительно обладает сорбционными свойствами. При этом осаждение производят известковым молоком в присутствии фосфат-ионов. Для активации пиролюзит обрабатывают едким натром или концентрированной серной кислотой, учитывая, что, хотя кислота меньше десорбирует мышьяк, она полнее растворяет шлам, образующийся на поверхности пиролюзита.

Для извлечения мышьяка, присутствующего в сточных водах в малых концентрациях, на отдельных предприятиях применяют фильтрование через ионитовый фильтр или сорбцию на активном угле.

Для удаления из сточных вод As^{+3} на ряде предприятий применяют катодное восстановление с осаждением на катоде и дальнейшей рекуперацией.

Выбор метода очистки сточных вод предприятия основан на химическом анализе сточных вод и опытной проверке выбранных реагентов и даже методов.

Раздел 3. Определение наилучших доступных технологий

Определение подходов, методов, мер и мероприятий в качестве НДТ для очистки сточных вод (образующихся при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях) осуществлялось в соответствии с пунктом 6 статьи 28.1 Федерального закона Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», Методическими рекомендациями по определению технологии в качестве наилучшей доступной, утверждёнными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665, для областей применения НДТ, установленных распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р, а также с учётом положений ГОСТ Р 54097—2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации» (см. рисунок 2).

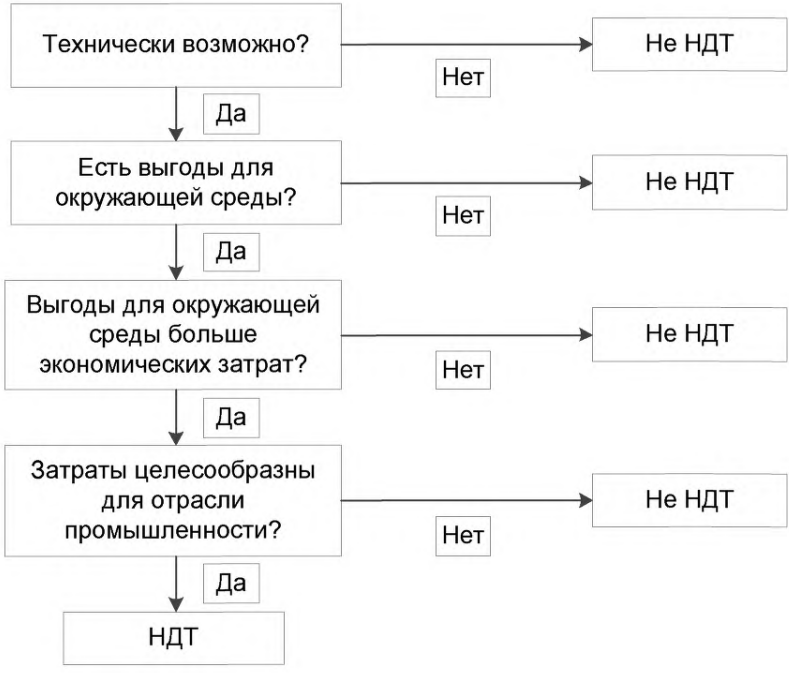


Рисунок 2 — Логический подход для принятия решения по НДТ

Отнесение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов к НДТ осуществлялось с учётом совокупности следующих критериев:

а) промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод на двух и более промышленных объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду;

б) наименьший уровень негативного воздействия технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод на окружающую среду в расчёте на единицу времени или объём производимой продукции (товара), выполняемой работы, оказываемой услуги либо соответствие другим показателям воздействия на окружающую среду, предусмотренным международными договорами Российской Федерации;

в) экономическая эффективность внедрения и эксплуатации технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод;

г) период внедрения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод.

Критерии, указанные выше, рассматривались в следующем порядке.

3.1 Критерий «Промышленное внедрение технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»

На этапе сбора и обработки данных был проведён анализ общих сведений об области применения НДТ с целью получения следующей информации:

- примерное количество объектов, относящихся к области применения НДТ;
- территориальное распределение объектов с учётом климатических условий;
- распределение объектов по производственной мощности;
- главные стадии производства (оказания услуг);
- основные экологические проблемы, связанные с очисткой сточных вод, на объектах, относящихся к области применения НДТ.

Из анализа были исключены факторы, одинаковые для всех рассматриваемых технологий (энергопотребление, образование некоторых сбросов сточных вод), в той части, в которой эти параметры были одинаковы для всех рассматриваемых вариантов.

В качестве источников информации об областях применения НДТ, о применяемых на практике технологиях, относящихся к НДТ, были использованы европейские справочники НДТ, перечисленные в библиографии, а также сведения, полученные в результате анкетирования предприятий, статистические сборники, результаты научно-исследовательских и диссертационных работ, иные источники, а также информация, полученная в ходе консультаций с экспертами в соответствующей области.

Выбор технологий, технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, относящихся к области применения НДТ и внедрённых на двух и более объектах (предприятиях) в Российской Федерации, был проведён в соответствии с алгоритмом (см. рисунок 3); при этом были выделены области применения НДТ, приоритетные для целей настоящего справочника НДТ (далее — приоритетные области применения НДТ) исходя из объёмов образования сточных вод, объёмов сброса неочищенных сточных вод, наличия экологических проблем и проч.

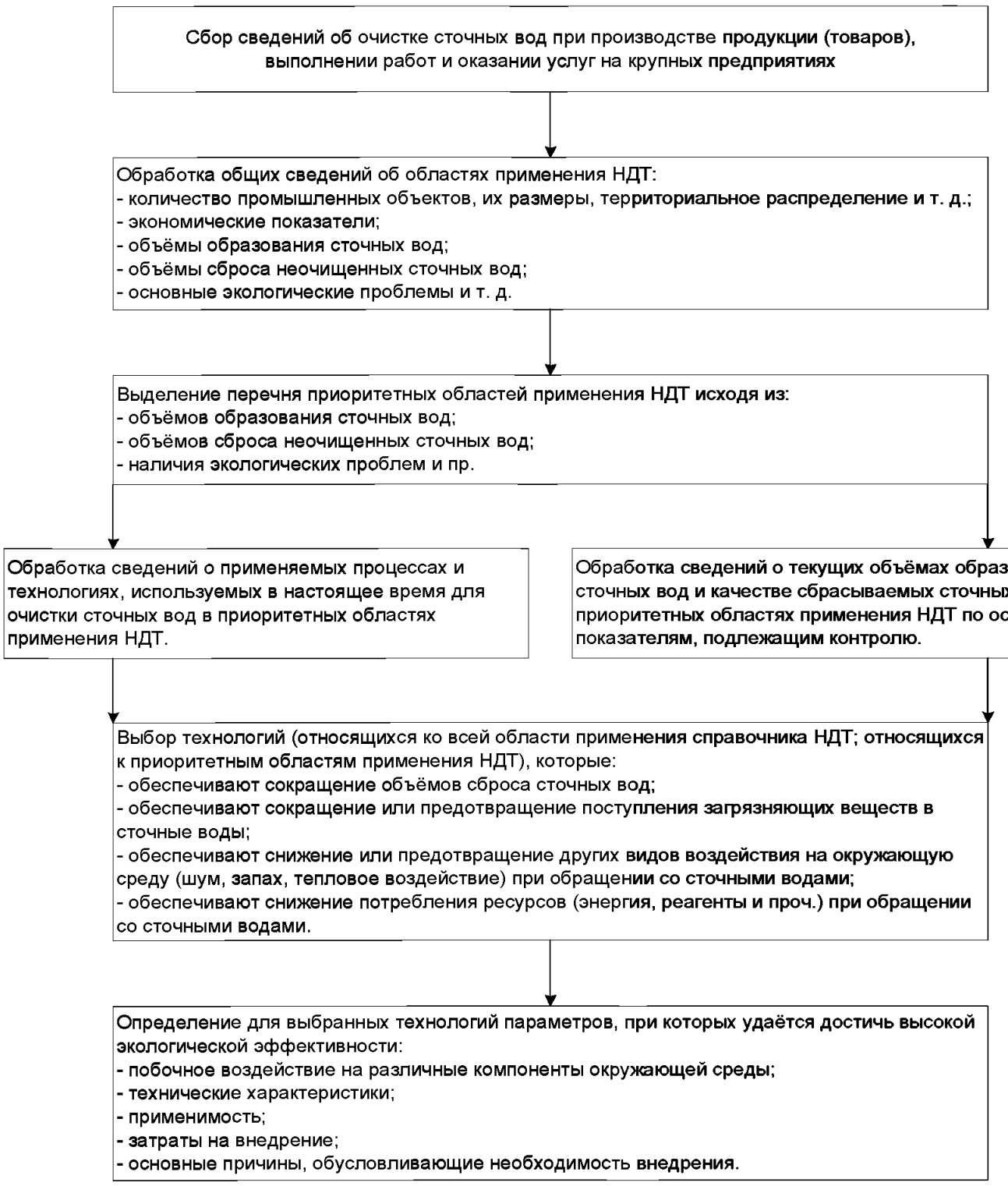


Рисунок 3 — Алгоритм выбора технологий, относящихся к области применения НДТ и применяемых на двух и более объектах (предприятиях) в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду

Исходя из данного алгоритма информация для выбора применяемых технологий, технологических процессов, оборудования, технических способов, методов, относящихся к области применения НДТ и внедрённых на двух и более объектах (предприятиях) в Российской Федерации, была обработана следующим образом:

а) технологические процессы, оборудование, технические способы, методы, приёмы и средства были сгруппированы по направлениям, на которых их применяют;

б) были учтены ограничения по применимости каких-либо технологий, связанные с отраслевыми, территориальными (региональными) условиями, в том числе климатическими;

в) технологии в зависимости от условий, в которых их применяют, при наличии существенных различий в применяемых технологиях были сгруппированы в зависимости от отраслевых, территориальных (региональных) условий, в том числе климатических;

г) была проведена обработка информации об образовании сточных вод, их воздействии на окружающую среду и потреблении ресурсов в процессах обращения с ними.

По результатам предварительной обработки информации были выделены объекты (предприятия), наиболее приемлемые с точки зрения применяемых технологий, а также объекты (предприятия), по которым ТРГ 8 имеет недостаточное для проведения оценки количество информации о применяемых технологиях очистки сточных вод.

На основании обработки информации были сформированы следующие разделы справочника НДТ:

- раздел 1 — «Общая информация об очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях»;

- раздел 2 — «Описание технологических процессов, используемых в настоящее время для очистки сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг в приоритетных областях применения НДТ».

В случае если промышленное внедрение технологии не было выявлено, несмотря на декларируемые разработчиками доступность по критерию экономической эффективности и преимущества для окружающей среды при внедрении технологии, технология подлежала включению в перечень перспективных технологий, которые в настоящее время не получили достаточного распространения (это технологии, в отношении которых проводят научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы или осуществляют их опытно-промышленное внедрение).

3.2 Критерий «Наименьший уровень негативного воздействия»

С целью выявления использования в технологических процессах веществ, в наименьшей степени опасных для человека и окружающей среды, либо веществ, распространение которых ограничено международными соглашениями, была проведена оценка мер, направленных на предотвращение или, если это не представлялось воз-

можным, сокращение выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод в водные объекты и в почву, возникающих в результате очистки сточных вод.

В случаях применимости для технологического процесса ряда альтернативных решений было выбрано решение, сопровождающееся наименьшим отрицательным воздействием на окружающую среду.

При определении технологии в качестве НДТ была проведена оценка опасности вовлекаемых в технологические процессы (используемых) и образующихся в них веществ для гидросферы.

Информация по веществам, загрязняющим водоисточники, была получена из предпроектных и проектных материалов систем канализования, отдельных очистных сооружений, комплексных природоохранных программ, отчётов территориальных органов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, а также других организаций, обеспечивающих контроль за сбросом сточных вод в водоёмы, закачку сточных вод в подземные горизонты и уполномоченных на обеспечение соответствующей деятельности Правительством Российской Федерации.

Дополнительными источниками информации являлись базы данных, находящиеся в открытом доступе в сети Интернет; внутренние базы данных компаний; базы данных федеральных органов исполнительной власти, ответственных за реализацию мер по охране здоровья человека и окружающей его среды.

Характер и масштаб негативного воздействия на окружающую среду, возможность снижения удельных значений эмиссий, связанных с очисткой сточных вод на предприятиях, относящихся к области применения НДТ, оценивались на основании следующих показателей сбросов загрязняющих веществ:

- источники сбросов загрязняющих веществ;
- направление сбросов сточных вод (в водный объект, в системы канализации);
- перечень загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах;
- объем и (или) масса загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах до очистки, в расчёте на единицу продукции в натуральном или денежном выражении;
- наличие очистных сооружений;
- метод очистки, повторного использования;

- объем и (или) масса загрязняющих веществ, содержащихся в сточных водах после очистки, в расчёте на единицу продукции в натуральном или денежном выражении.

Возможное (вероятное) изменение (снижение) рисков негативного воздействия сбросов сточных вод после внедрения данной технологии считалось критерием отнесения технологии к НДТ.

По результатам оценки были сформированы следующие разделы справочника НДТ:

- раздел 4 — «Наилучшие доступные технологии, относящиеся ко всей области применения справочника НДТ»;

- раздел 5 — «Наилучшие доступные технологии, относящиеся к приоритетным областям применения НДТ».

Опыт формирования указанных разделов показал, что вследствие влияния ряда факторов, прежде всего неравномерности технологической обеспеченности различных отраслей промышленности, технологические подходы к очистке сточных вод, образующихся при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях, значительно различаются. Обобщение применяемых подходов технологического характера показало, что во избежание навязывания отраслям в качестве НДТ технологий, не характеризующихся стажем применения в данной отрасли, в разделе 4 имело смысл рассматривать НДТ, не связанные с особенностями применяемых технологических решений — НДТ организационно-управленческого характера, НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения, НДТ производственного экологического контроля, НДТ предотвращения негативного воздействия обработки сточных вод на окружающую среду, НДТ недопущения сбросов и утечек неочищенных сточных вод из систем их транспортирования на очистные сооружения, а также НДТ предотвращения и сокращения образования и выбросов шума из систем сбора и очистки сточных вод. Таким образом, НДТ технологического характера были рассмотрены только в разделе 5, где предприятия были объединены по областям применения НДТ. При этом подразумевалось, что подобные НДТ технологического характера могут применяться и в смежных областях. В тех случаях, когда это уместно, такие смежные области применения были перечислены в начале соответствующих подразделов раздела 5.

3.3 Критерий «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод»

Для определения того, какие мероприятия являются наиболее предпочтительными для достижения определённой экологической цели при самой низкой стоимости, был проведён анализ эффективности затрат.

Экономическая эффективность технологии определялась методом экспертных оценок, где это было возможно с учётом ограничений степени конкретизации, накладываемых вследствие межотраслевого («горизонтального») характера справочника НДТ.

Было проведено ранжирование вариантов НДТ по мере возрастания экономической эффективности, в частности для исключения вариантов, необоснованно дорогих по сравнению с полученной экологической выгодой.

Критерий «Экономическая эффективность внедрения и эксплуатации технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод» определялся с использованием основных принципов оценки экономической эффективности внедрения и эксплуатации технологии (см. рисунок 4).



Рисунок 4 — Основные принципы оценки экономической целесообразности внедрения НДТ

При уточнении области применения и оценке НДТ были применены подходы, изложенные выше; кроме того, на основании имеющихся сведений члены ТРГ 8 рассмотрели:

- опыт предыдущего успешного применения в промышленном масштабе сопоставимых технологий: процессов, установок, методов управления;
- информацию об авариях, связанных с внедрением и эксплуатацией данной технологии на производстве;
- климатические факторы внедрения технологий;
- технологические ограничения.

3.4 Критерий «Период внедрения технологических процессов, оборудования, технических способов, методов очистки сточных вод»

Члены ТРГ 8 провели оценку сроков внедрения НДТ, поскольку именно сроки внедрения могут быть критичными для промышленности. При этом были раздельно рассмотрены сроки внедрения НДТ следующих временных масштабов:

- краткосрочный (от нескольких недель до нескольких месяцев);
- среднесрочный (от нескольких месяцев до одного года);
- долгосрочный (от одного года).

В процессе оценки объекты (предприятия) были разделены на новые и действующие.

Технология определялась в качестве НДТ при достижении соглашения между всеми членами ТРГ 8 по данному вопросу.

При наличии особого мнения по определению технологии в качестве НДТ, не поддерживаемого всеми членами ТРГ 8, такая технология определялась в качестве НДТ и включалась в справочник НДТ со специальными указаниями на особое мнение при соблюдении следующих условий:

а) в основе особого мнения лежат данные, которыми располагают ТРГ 8 и федеральный орган исполнительной власти, ответственный за разработку информационно-технических справочников НДТ, на момент подготовки выводов относительно НДТ;

б) заинтересованными членами ТРГ 8 представлены обоснованные доводы для включения технологии в перечень НДТ. Доводы являются обоснованными, если они подтверждены техническими и экономическими данными, данными о воздействии на различные компоненты окружающей среды, данными экспертного сообщества и соответствием рассматриваемой технологии понятию «наилучшая доступная технология» и критериям определения НДТ в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Раздел 4. Наилучшие доступные технологии, относящиеся ко всей области применения справочника НДТ

1 НДТ организационно-управленческого характера

НДТ 1-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов экологического менеджмента

НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, следующие подходы:

а) определение экологических приоритетов предприятия его высшим руководством (приверженность высшего руководства принципам экологического менеджмента рассматривается как необходимое условие для успешного применения остальных принципов экологического менеджмента);

б) разработка и утверждение плана действий;

в) осуществление плана действий на основе:

- ответственности и компетентности персонала, включая высшее руководство;
- системности действий;
- обучения, информирования и участия персонала в реализации мероприятий, связанных с внедрением принципов экологического менеджмента;
- документирования действий;
- эффективного управления процессом;
- наличия и реализации программы технического обслуживания;
- наличия плана мероприятий на случай аварийных и чрезвычайных ситуаций;

г) анализ достигнутых результатов на основе производственного экологического контроля, внутреннего и (или) независимого внешнего аудита и проведение корректирующих мероприятий с ведением соответствующего учёта.

В состав вспомогательных мероприятий, которые являются желательным, но не обязательным условием НДТ 1, входят:

а) наличие системы управления и процедур аудита, проверенных и утверждённых аккредитованным органом сертификации или внешним верификатором принципов экологического менеджмента;

б) регулярная подготовка и издание (возможно, при внешней проверке) экологической декларации с описанием всех существенных экологических аспектов деятельности предприятия, что позволяет сопоставлять решение экологических задач и достижение экологических целей как с предшествующими годами, так и с достижениями других предприятий отрасли;

в) внедрение и соблюдение требований добровольных стандартов и систем, признанных на международном уровне, например ISO 14001, EMAS;

г) учёт воздействия на окружающую среду на этапе вывода предприятия из эксплуатации;

д) проведение на регулярной основе (по мере возможности) сравнения экологических показателей предприятия с показателями других предприятий отрасли, в том числе в части энергоэффективности, энергосбережения и ресурсосбережения.

НДТ 1-2. Повышение квалификации персонала

НДТ включает наличие у предприятия программы повышения квалификации персонала (стажировок, переподготовки, аттестаций и т. п.), задействованного в технологических процессах очистки сточных вод.

НДТ 1-3. Снижение вероятности чрезвычайных ситуаций

НДТ предусматривает, в зависимости от конкретных условий, следующие подходы:

а) установление договорных отношений между двумя и более юридическими и (или) физическими лицами, эксплуатирующими отдельные производственные объекты, находящиеся на территории одной промышленной площадки, с целью развития сотрудничества по вопросам охраны окружающей среды и безопасности персонала;

б) установление порядка взаимодействия между ответственными подразделениями и (или) должностными лицами, эксплуатирующими объекты очистки сточных вод;

в) принятие планов действий при возникновении чрезвычайных ситуаций на уровне предприятия, а также на всех производственных объектах или промышленных площадках предприятия в целях обеспечения надлежащего устранения утечек вредных веществ;

г) наличие на случай чрезвычайной ситуации на предприятии резервного хранилища для аварийного сброса сточных вод и (или) воды для обеспечения противопожарных мер.

НДТ 1-4. Совершенствование систем очистки промышленных сточных вод

НДТ включает следующие подходы:

а) включение непосредственно в технологический процесс оборудования и установок очистки воды, образующейся в технологическом процессе (например, на гальванических и окрасочных производствах, моющих установках и др.), в качестве конструк-

тивного узла основного технологического оборудования в целях снижения потребления энергии и сырья, включая воду, а также сокращения капитальных и эксплуатационных расходов на очистные сооружения;

б) обработка поверхностного стока промышленных предприятий в целях максимального использования в технологических процессах и проведение доочистки до требуемых норм при сбросе в водоёмы;

в) автоматизация технологических процессов очистки сточных вод;

г) применение герметичных аппаратов (отстойников с тонкослойными модулями, нефтеотделителей и т. п.), напорной или импеллерной флотации с глубокой очисткой на скорых напорных фильтрах с зернистой нагрузкой, оборудованных узлом интенсивной регенерации загрузки, для очистки сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов на новых предприятиях и, при наличии экономической целесообразности, на действующих предприятиях.

2 НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения

НДТ 2-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов энергосбережения и ресурсосбережения при обращении со сточными водами

НДТ реализуется посредством учёта положений стандартов серий «Ресурсосбережение» и «Энергосбережение», приведённых в приложении 1.

НДТ 2-2. Сокращение энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами

НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, следующие подходы:

а) многократное использование теплоносителя;

б) использование избыточного пара;

в) рекуперация тепла экзотермической реакции посредством выработки пара низкого давления;

г) энергетически зависимая дистилляция;

д) применение устройств плавного пуска и частотного привода двигателей насосных и воздуходувных агрегатов;

е) гидрофобная эффективная теплоизоляция (на глубину промерзания) стен и перекрытий резервуаров, каналов и сооружений, применяемых при очистке сточных вод.

НДТ 2-3. Сокращение энергопотребления на объекте обработки сточных вод

НДТ включает принятие программы организации энергопотребления, ключевыми позициями которой являются:

а) формирование системы, позволяющей отслеживать энергопотребление и затраты;

б) проведение энергетического аудита основных технологических операций;

в) модернизация оборудования, систем и элементов управления для повышения энергоэффективности;

г) проведение обучения лиц, занятых в области обработки сточных вод, основам организации энергопотребления;

д) по возможности регулирование приводов насосного оборудования в системах с изменяющимися расходами вод;

е) использование биогаза, образовавшегося при анаэробной очистке сточных вод, для получения тепла и (или) электроэнергии при условии экономической целесообразности (применимо на новых и модернизируемых предприятиях).

НДТ 2-4. Сокращение водозабора и образования сточных вод

НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, в том числе экономической целесообразности, следующие подходы и их сочетание:

а) раздельное канализование технологических сточных вод, условно чистых атмосферных или иных вод в целях их повторного использования в технологическом процессе или последующего смешения с общим очищенным потоком сточных вод перед сбросом в водоёмы;

б) предупреждение смешивания условно чистых охлаждающих вод с загрязнёнными технологическими водами и направление их на повторное использование;

в) подача вод в технологический процесс (где это возможно) через форсунки с регулируемым давлением (по потребности);

г) использование автоматического управления расходом технических вод по мере необходимости и прекращением их подачи;

д) обработка (части) технических вод на месте с целью улучшения их качества, повышающего возможность их рециркуляции и повторного использования;

е) сокращение до минимально возможного уровня использования артезианских вод в технологических процессах за счёт повторного использования очищенной воды;

ж) повторное использование охлаждающих вод и вод из вакуумных насосов;

з) сокращение использования воды питьевого качества для производственных целей и целей пожаротушения, за исключением производственной необходимости в некоторых отраслях промышленности и отсутствия других источников водопотребления;

и) удаление жидких технологических продуктов из трубопроводов сжатым воздухом или вакуумом вместо воды;

к) очистка сточных вод до требований к технической воде и её использование в производственных целях (создание замкнутого цикла водопользования);

л) очистка сточных вод до требований к технической воде и её передача для использования на других предприятиях, включая сельскохозяйственные.

НДТ 2-5. Сокращение до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов

НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, в том числе экономической целесообразности, следующие подходы:

а) применение безводных технологических подходов, в некоторых случаях — с использованием вакуума;

б) использование замкнутых контуров охлаждения;

в) использование противоточных промывочных систем вместо прямоточных;

г) использование распыления воды вместо водяных струй;

д) использование в технологических процессах условно чистых атмосферных вод, отводимых с крыш и навесов (при их наличии).

НДТ 2-6. Повышение степени повторного использования сточных вод

НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, следующие подходы:

а) определение и оценка минимально приемлемого качества вод при использовании для каждого из технологических процессов;

б) выявление возможности повторного использования очищенных и подготовленных сточных вод с определением соответствующей их качеству технологии очистки;

в) рециркуляция воды в замкнутых водяных контурах, в том числе в циклах охлаждения технологического оборудования;

г) использование противоточных схем повторного использования сточных вод, при которых подаваемая чистая вода используется последовательно, по мере её загрязнения, на новых стадиях процесса;

д) использование сточных вод для целей удаления и обработки отходов (смачивания золы, удаления и гранулирования шлака и т. п.);

е) поглощение сточных вод, концентрированных по биоразлагаемым органическим и биогенным загрязняющим веществам, органическими наполнителями с последующим использованием последних в качестве удобрения;

ж) повторное использование очищенной воды в засушливых регионах для полива при наличии технической возможности использования и (или) при экономической целесообразности.

НДТ 2-7. Создание системы сбора и разделения сточных вод

Данная НДТ включает, в зависимости от конкретных условий, в том числе экономической целесообразности, следующие подходы:

а) создание систем водного баланса и учёт потоков сточных вод, образующихся на предприятии, и формирование (для новых предприятий) или совершенствование (для действующих предприятий) на этой основе систем канализации, сбора и разделения сточных вод и их очистки;

б) разделение потоков сточных вод, образующихся при различных технологических операциях, для возможности проведения локальной очистки оптимальным способом, максимального возврата в процесс веществ и (или) очищенной воды;

в) разделение потоков образующейся отработанной отводимой воды по степени и видам загрязнений с целью их локальной очистки и снижения гидравлической нагрузки на очистные сооружения;

г) раздельный сбор потенциально более загрязнённых вод и потенциально менее загрязнённых вод;

д) раздельный сбор технологических вод (например, конденсата и охлаждающих вод) для упрощения их повторного использования;

е) сбор атмосферных поверхностных стоков в коллекторы водостока и резервуары-усреднители для их обработки и последующего использования;

ж) использование систем сбора утечки и переливов технологических потоков с возвратом в производство;

з) использование двух (и более) систем канализации, с раздельным сбросом поверхностного стока с территории предприятия и близким к ним по составу вод, производственных сточных вод, образующихся на предприятии, в том числе сточных вод, загрязнённых специфичными загрязняющими веществами, а также отдельное отведение

бытовых сточных вод на сооружения централизованных систем водоотведения (при их наличии).

НДТ 2-8. Максимально возможное извлечение из сточных вод загрязняющих веществ и их последующее использование

НДТ заключается в максимальном извлечении из отводимых вод содержащихся в них веществ, представляющих собой потери сырья или продукции, с последующим их возвратом в технологической процесс или иным использованием.

НДТ 2-9. Использование применяемых для очистки сточных вод реагентов, имеющих методики определения остаточных концентраций

НДТ заключается в замене реагентов, используемых при очистке сточных вод, на менее токсичные и имеющие методики химического анализа для определения их остаточных концентраций при наличии экономической целесообразности и технической возможности замены используемых реагентов.

НДТ 2-10. Использование систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка

НДТ заключается в использовании систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка, обеспечивающих их дозирование в количествах, минимально достаточных для осуществления технологических процессов.

3 НДТ производственного экологического контроля

НДТ 3-1. Аппаратный учёт количества сбрасываемых сточных вод и специфических загрязнений

НДТ заключается в использовании автоматических средств измерения и учёта объёма или массы сбросов сточных вод и концентрации загрязняющих веществ, а также технических средств фиксации и передачи полученной информации.

НДТ 3-2. Разработка и внедрение на предприятии программы и методик измерений

НДТ включает разработку и внедрение на предприятии программы и методик измерений, применяемых в производственном экологическом контроле сточных вод, включающих следующие разделы:

- объект измерений;
- цель измерений;
- требования к программе;
- требования к программной документации;
- состав и порядок измерений;
- применяемые методики измерений.

НДТ 3-3. Применение ультразвуковых или индукционных расходомеров

НДТ заключается в применении ультразвуковых или индукционных расходомеров для определения расходов воды, транспортируемой в трубопроводах, работающих полным сечением, в том числе напорных, при наличии экономической целесообразности и технической возможности их установки.

НДТ 3-4. Постоянный контроль качества сточных вод, сбрасываемых в централизованную систему водоотведения

Количество контролируемых параметров определяется в соответствии с действующими нормативными актами и другими требованиями. Постоянный контроль качества сбрасываемых сточных вод осуществляется путём отбора и анализа проб очищенных сточных вод после очистки в сборном колодце (камере).

4 НДТ предотвращения негативного воздействия обработки сточных вод на окружающую среду

НДТ 4-1. Снижение уровня загрязнения сточных вод

НДТ заключается в снижении уровня загрязнения сточных вод сырьём, продукцией или отходами производства посредством применения следующих технологических подходов:

а) предотвращение сброса в сточные воды жидких концентрированных веществ (продуктов, полупродуктов, готовой продукции, кубовых остатков, концентратов и т. п.)

путём применения технологий их переработки с получением вторичной продукции, наличия резервных накопителей и резервного варианта переработки;

б) использование промышленного оборудования и систем сбора сточных вод, изготовленных из коррозионностойких материалов или материалов, имеющих специальные покрытия;

в) использование косвенных систем охлаждения (если иное не требуется для технологических процессов);

г) использование более чистого сырья и вспомогательных реагентов для сокращения загрязнений в локальных сточных водах и общем стоке предприятия;

д) подбор и замена реагентов, используемых в качестве добавок в водооборотные воды, на менее токсичные и разрешенные к применению в Российской Федерации, при наличии экономической целесообразности и технической возможности такой замены;

е) использование твёрдых (асфальтовых, бетонных или химзащищенных) оснований в местах проведения погрузочно-разгрузочных работ с обваловкой или бордюрами, с организованным 100-процентным отведением поверхностных вод на очистные установки;

ж) хранение тары с сырьём или отходами на твёрдых (асфальтовых, бетонных или химзащищенных) основаниях, сток с которых осуществляется в водосборный колодец.

НДТ 4-2. Предотвращение загрязнения почв и грунтовых вод

НДТ заключается в применении следующих технологических подходов:

а) создание и поддержание в рабочем состоянии поверхности промышленной площадки, включая проведение мероприятий по предотвращению или быстрой ликвидации утечек и разливов, а также обеспечение обслуживания дренажных систем и других подземных коммуникаций;

б) обеспечение на предприятии герметичности внешних и внутренних канализационных сетей;

в) обеспечение целостности и герметичности всех сооружений и оборудования для очистки сточных вод с организацией надёжной гидроизоляции иловых карт, прудов-отстойников, аварийных резервуаров, усреднителей и др., а также площадок размещения обезвоженных осадков;

г) оснащение всех площадок всех отстойников и других объектов обработки сточных вод, где могут иметь место утечки, приямками с насосами и автоматическими уровнемерами для предупреждения аварийных ситуаций;

д) разработка и реализация программы профилактических гидравлических испытаний, тестирования и проверки ёмкостей и трубопроводов;

е) проведение регулярных проверок для выявления возможных утечек на всех фланцах и запорной арматуре трубопроводов, используемых для транспортирования вод; ведение журнала для документирования результатов таких проверок;

ж) обеспечение функционирования системы сбора любых утечек из фланцев и запорной арматуры трубопроводов, используемых для транспортирования сырья и материалов, за исключением случаев, когда фланцы или арматура конструктивно заблокированы;

з) регулярный осмотр подземных трубопроводов визуально или с помощью специальных управляемых камер или устройств для обнаружения повреждений и возможных утечек;

и) документирование информации и хранение данных, полученных по результатам осуществления программы тестирования и проверки ёмкостей и трубопроводов, в порядке и объемах, определенных законодательством.

НДТ 4-3. Предотвращение нарушения условий эксплуатации централизованных систем водоотведения

НДТ при сбросе производственных сточных вод в централизованные системы водоотведения заключается в использовании локальных очистных сооружений, а также применении технологий основного производства, сокращающих сброс загрязнений в сточные воды, с целью снижения концентраций загрязняющих веществ до требований, обеспечивающих предотвращение следующих проблем эксплуатации сооружений централизованных систем водоотведения:

- ускоренное разрушение и (или) засорение канализационных сетей;

- затруднение эксплуатации оборудования канализационных насосных станций и очистных сооружений;

- оказание токсичного воздействия на активный ил сооружений биологической очистки;

- необоснованные экономические затраты на очистку сточных вод на очистных сооружениях централизованных систем водоотведения.

5 НДТ недопущения сбросов и утечек неочищенных сточных вод из систем их транспортирования на очистные сооружения

НДТ 5-1. Создание отдельных независимых канализационных систем для производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод

НДТ реализуется при общем планировании и проектировании канализационной системы новых предприятий.

НДТ 5-2. Использование крышек люков колодцев

Люки колодцев должны быть закрыты крышками, которые должны выдерживать прогнозируемые нагрузки от автотранспорта и проч.; должна обеспечиваться быстрая замена крышек при их поломке с целью сведения к минимуму аварийных ситуаций на дорогах и вероятности попадания в коллекторы мусора и других загрязнений.

НДТ 5-3. Резервирование источников электроснабжения для бесперебойной работы оборудования насосных станций

Оборудование насосных станций резервным электропитанием, например с помощью дизельного генератора, с целью обеспечения непрерывной работы при сбоях централизованного питания; регулярное проведение технического обслуживания. Следует предусматривать резервную мощность насосного оборудования.

НДТ 5-4. Разработка, утверждение и реализация программы регламентного обслуживания канализационной системы

Программа регламентного обслуживания должна включать следующие меры:

а) инвентаризация компонентов системы с указанием информации о сроке службы, конструкционных материалах, обслуживаемой площади стока, высотных отметок и т. п.;

б) регулярная очистка песколовок, приёмных резервуаров станций и канализационных коллекторов для удаления мусора, песка, масел, нефтепродуктов и других задержанных загрязнений, наличие которых может привести к засорению канализации и аварии насосного оборудования;

в) проверка состояния конструкций системы канализации и выявление участков, требующих ремонта или технического обслуживания. Особого внимания могут требовать повреждённые или старые трубы, текущие соединения или уплотнения люков, ча-

сто засоряющиеся линии, линии с расходом воды на пределе пропускной способности и участки с подозрением на просачивание воды внутрь или наружу (с наличием «свищей»);

г) поддержка самотёчных трубопроводов в надлежащем состоянии предпочтительно посредством использования бестраншейных технологий;

д) документирование информации и хранение данных, полученных по результатам осуществления программы регламентного обслуживания канализационной системы.

НДТ 5-5. Установление приоритетности ремонтных работ

Установление приоритетности ремонтных работ должно производиться в зависимости от характера и тяжести неисправности. Незамедлительно следует осуществлять устранение засоров и (или) ремонт при возникновении перелива и в срочных случаях, когда неизбежно должен возникнуть перелив (например, при отказе насосной станции, разрыве линии канализации или её засорении).

НДТ 5-6. Профилактическая прочистка канализационных сетей и насосных станций

НДТ является профилактическая прочистка канализационных сетей и насосных станций с помощью любого из нижеперечисленных методов или их сочетания:

- гидродинамическая прочистка;
- механическая прочистка (промывка);
- химическая прочистка;
- биологическая прочистка (с помощью биопрепаратов);
- термический метод;
- комбинированные методы;
- замена участков трубопровода (см. НДТ 5-4, перечисление г).

НДТ является использование специальных реагентов для расщепления жировых отложений в сточных водах перед сбросом их в городскую канализационную сеть.

6 НДТ предотвращения и сокращения образования газовых выбросов и запахов из систем сбора и очистки сточных вод

НДТ 6-1. Предотвращение и сокращение образования газовых выбросов и запахов

НДТ предотвращения или (в случаях, когда это нецелесообразно) сокращения объемов выбросов запахов из систем сбора и очистки сточных вод, централизованных станций предварительной их обработки, а также централизованных станций полной обработки сточных вод и цехов обработки осадков может заключаться в применении сочетания следующих технологических подходов:

а) использование закрытых и герметичных систем сбора сточных вод с управляемыми клапанами;

б) использование химических веществ для сокращения образования и окисления сероводорода в системах сбора сточных вод и предварительной обработки и полной обработки сточных вод;

в) ускоренное опорожнение и очистка отстойников и накопителей поверхностного стока;

г) предотвращение хранения сточных вод в аварийном водосборном бассейне дольше, чем это необходимо;

д) использование, если возможно, плавающих и стационарных покрытий на резервуарах, бассейнах, отстойниках и проч.; сбор и отвод отходящих газов в целях их дополнительной обработки;

е) сведение к минимуму количества насосных станций для сточных вод и длины канализационных коллекторов;

ж) предотвращение чрезмерной аэрации в усреднителях при сохранении достаточного перемешивания;

з) регулярное удаление пены и других всплывающих загрязнений в очистных сооружениях, используемых для обработки сточных вод;

и) обеспечение достаточной аэрации и перемешивания в аэрационных резервуарах; регулярный контроль и управление производительностью системы аэрации;

к) предотвращение или сведение к минимуму нежелательных анаэробных условий, которые могут возникнуть в биологических фильтрах с подвижным орошаемым слоем и во вращающихся биореакторах.

НДТ 6-2. Сокращение выбросов запахов на завершающем этапе очистки сточных вод

НДТ заключается в сокращении выбросов запахов на завершающем этапе очистки сточных вод посредством применения одного из следующих технологических подходов:

- адсорбция [1)];
- мокрая очистка газов [2)];
- окисление при повышенной температуре;
- каталитическое окисление;
- биофильтрация;
- биологическая очистка;
- биологическая обработка в реакторе с орошаемым слоем;
- биологический фильтр с подвижным орошаемым слоем;
- ионизация;
- фотоокисление/окисление в ультрафиолетовом свете.

НДТ 6-3. Предотвращение загрязнения воздушной среды и уменьшение углеродного следа очистных сооружений

НДТ является применение всех нижеперечисленных подходов (с учётом условий применимости):

а) недопущение возникновения в сооружениях очистки сточных вод застойных зон и зон, где может загнивать осадок с выделением метана в атмосферу;

б) очистка отходящих газов от перекрытых поверхностей и точечных выбросов (как минимум от оборудования и (или) от помещений, где происходит предварительная механическая очистка сточных вод, процессы хранения и обработки осадка) либо распыление аэрозолей, нейтрализующих запах. Выбросы от установок сушки и сжигания осадка, реакторного и туннельного компостирования, принудительные выбросы из-под перекрытых поверхностей — для всех очистных сооружений городских сточных вод, в

[1)] Следует учитывать, что адсорбция с помощью активированного угля не подходит для обработки влажных потоков отходящих газов и тех потоков, концентрация летучих органических соединений в которых превышает 50 г/м^3. Адсорбция с помощью цеолитов не подходит для обработки влажных потоков отходящих газов.

[2)] Следует учитывать, что применительно к щелочной окислительной очистке газов содержание твёрдых примесей в газе должно быть менее 10 мг/м^3.

остальных случаях — на очистных сооружениях городских сточных вод, не имеющих санитарно-защитных зон необходимого размера либо имеющих регулярные претензии на неприятные запахи в жилой застройке. Распыление аэрозолей применимо для больших открытых площадей (иловые площадки и т. п.) либо как альтернативное (по экономическому обоснованию) решение для открытых ёмкостных сооружений;

в) перекрытие открытых поверхностей очистных сооружений, выделяющих дурно пахнущие вещества.

Подходы а) и б) подлежат применению на действующих объектах.

Подход в) подлежит применению на модернизируемых объектах.

7 НДТ предотвращения или сокращения шумового воздействия

НДТ 7-1. Шумоизоляция оборудования

НДТ заключается в снижении уровня шума от оборудования цехов очистки сточных вод и обработки осадков (сточных вод) посредством шумоизоляции оборудования и (или) помещений, характеризующихся высоким уровнем шума, например насосной и компрессорной.

Раздел 5. Наилучшие доступные технологии, относящиеся к приоритетным областям применения НДТ

Применение нижеперечисленных НДТ позволяет решать наиболее актуальные экологические проблемы предприятий приоритетных областей применения НДТ и выполнять требования, предъявляемые к сточным водам, образующимся при нормальном режиме работы этих предприятий. В ряде случаев к НДТ отнесены также подходы, применяемые к сбросам вод, образующимся в аварийном режиме.

Раздел 5 сформирован с учётом того, что настоящий справочник НДТ имеет методический характер, содержит обобщённую информацию об общих подходах к межотраслевым технологиям и (или) техническим и управленческим решениям по очистке сточных вод и не должен содержать конкретных технологических показателей или перечней маркерных веществ для различных отраслей промышленности. В настоящем разделе НДТ систематизированы в соответствии с классификацией экологических проблем.

На этапе обсуждения структуры справочника НДТ ТРГ 8 пришла к выводу о необходимости классификации технологий по приоритетным областям применения

НДТ, с тем чтобы НДТ, предложенные для приоритетных отраслей применения, рассматривались и для смежных отраслей. Однако при рассмотрении рабочей группой проекта соответствующего раздела оказалось, что отбор НДТ для каждого отдельного предприятия отраслей, не относящихся к приоритетным областям применения НДТ, оказывается слишком неоднозначным. Исходя из этого было принято решение о группировке НДТ приоритетных отраслей применения не по отраслевому признаку, а по наличию конкретных загрязняющих веществ в сточных водах.

Таким образом, общий алгоритм выбора НДТ обращения со сточными водами на конкретном предприятии выглядит следующим образом:

- выбор НДТ из раздела 4 с учётом указанных ограничений применения НДТ;

- анализ потоков сточных вод предприятия;

- выбор НДТ из раздела 5 с учётом области применения и указанных ограничений применения НДТ.

В настоящем справочнике НДТ даны предварительные рекомендации об этапе жизненного цикла предприятия, на котором возможно внедрение каждой из приведённых НДТ. При этом под «новыми предприятиями» подразумеваются предприятия, находящиеся в стадии проектирования и, в некоторых специально неоговорённых случаях, в стадии строительства и пуско-наладки; под «действующими предприятиями» — эксплуатируемые предприятия; под «модернизируемыми предприятиями» — действующие предприятия, на которых реализуется программа масштабной модернизации с заменой оборудования и совершенствованием технологических процессов или планируется реализация такой программы. Аналогичное содержание у понятий «новые очистные сооружения», «действующие очистные сооружения», «модернизируемые очистные сооружения».

Подразумевается, что все технологии, которые могут быть применены на действующих объектах, также могут быть применены на модернизируемых и новых, и все технологии, которые могут быть применены на модернизируемых объектах, также могут быть применены и на новых.

При этом, кроме специально оговорённых случаев, подразумевалось, что на новых предприятиях могут быть внедрены все указанные НДТ, поэтому возможность их внедрения на новых предприятиях особо не указывалась. Поскольку на момент формирования настоящего справочника НДТ достоверная информация по внедрению нижеприведённых НДТ практически отсутствовала (не более 4 % рассмотренных анкет, поступивших от предприятий), выводы о возможности внедрения НДТ на действующем и (или) модернизируемом предприятии делались на основе экспертных оценок специа-

листов соответствующих отраслей, членов рабочей группы, а также предложений, представленных на этапе общественного обсуждения настоящего справочника НДТ.

НДТ В-1. Сокращение поступления в сточные воды особо опасных и биологически неразлагаемых загрязняющих веществ

НДТ является сокращение поступления в сточные воды особо опасных и биологически неразлагаемых загрязняющих веществ с помощью любого из нижеперечисленных методов или их сочетания с учётом условий применимости:

а) отказ от использования в производстве хлора во избежание образования хлорорганических веществ;

б) отказ от использования в производстве особо опасных веществ (например, полихлорированных бифенилов (ПХБ), пентахлорфенола, трихлорбензола, алкилфенолэтоксилатов мышьяка, ртути и их соединений, кадмия) с переходом на технологии, их не использующие;

в) замена в производстве биологически неразлагаемых химикатов на биологически разлагаемые, безвредные для окружающей среды, например биоразлагаемые хелатные реагенты, чистящие средства;

г) раздельный сбор и удаление остатка дезинфицирующих веществ после их использования, а также использованных консервантов.

Подходы а) и б) подлежат применению на модернизируемых объектах, подходы в) и г) — на действующих объектах.

НДТ В-2. Удаление из сточных вод загрязняющих веществ в соответствии с их фазово-дисперсным составом

НДТ является последовательное удаление загрязняющих веществ в соответствии с их фазово-дисперсным составом начиная с грубодисперсных загрязнений и заканчивая ионными формами посредством применения одного или нескольких из нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) удаление грубодисперсных примесей из сточных вод до основных технологических стадий очистки;

б) отделение твёрдой фазы сточных вод методом фильтрации через сита или фильтроткань;

в) отделение быстрооседающих частиц в песколовках и гидроциклонах;

г) отделение основного количества взвешенных веществ с помощью отстаивания либо флотации;

д) интенсификация процессов отстаивания и флотации с помощью коагулянтов и флокулянтов, а также интенсификация процессов отстаивания с помощью введения затравок образования флокул/кристаллов/осадка, в том числе микропеска, и оборудования отстойников тонкослойными элементами при реконструкции распределительных узлов;

е) тонкая очистка от взвешенных веществ с помощью фильтров;

ж) глубокая очистка от взвешенных веществ с помощью мембран.

Подходы а) — ж) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-3. Очистка сточных вод от нефтепродуктов, минеральных масел и жиров

НДТ является применение одного или нескольких из нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) отделение основного количества неэмульгированных нефтепродуктов (жиров) в нефтеловушках (жироловках);

б) отделение основного количества эмульгированных нефтепродуктов и жиров с помощью флотации и (или) аэробной биологической очистки;

в) использование деэмульгирующих химических веществ перед последующей механической и физико-химической очисткой;

г) тонкая очистка от нефтепродуктов с помощью коалесцентных фильтров, сорберов, биосорберов.

НДТ В-4. Очистка сточных вод от биологически разлагаемых органических загрязнений

НДТ является применение нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) анаэробная биологическая очистка в биореакторах с удержанием биомассы. Применяется при концентрации $БПК_5$ в сточных водах, как правило, не менее 1500 мг/л и $БПК_5$/ХПК более 0,3 (на локальных очистных сооружениях применяется как самостоятельная стадия очистки (с удалением сероводорода, при необходимости), при сбросе в водные объекты — как первая стадия биологической очистки);

б) отделение основного количества неэмульгированных нефтепродуктов методом сепарации;

в) анаэробная биологическая очистка в биореакторах-смесителях (применяется при концентрации $БПК_5$ в сточных водах (жидких отходах), как правило, при высоком содержании взвешенных веществ (более 20 г/л); обязательно должна сопровождаться последующей аэробной биологической очисткой жидкой фазы, за исключением случаев почвенной утилизации обработанной сточной воды);

г) аэробная биологическая очистка в аэротенках, биофильтрах и на комбинированных сооружениях (применяется при концентрации $БПК_5$ в сточных водах, как правило, не более 2000 мг/л и $БПК_5$/ХПК более 0,3);

д) аэробная биологическая доочистка в биофильтрах и биопрудах после аэробной биологической очистки;

е) управление подачей воздуха в сооружения аэробной биологической очистки производится по сигналу от датчиков растворенного кислорода с использованием частотного регулирования электроприводов воздуходувок;

ж) обеззараживание сточных вод животноводческих и птицеводческих комплексов химическими и физическими способами.

Подходы а) — е) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-5. Удаление из сточных вод азота

НДТ является применение нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) отгонка аммонийного азота паром с добавлением щелочи (применяется при концентрациях аммонийного азота свыше 1 г/л);

б) биологическая нитрификация — денитрификация в аэротенках, затопленных или дисковых биофильтрах (применяется при концентрациях аммонийного азота менее 1 г/л);

в) доочистка от соединений азота в биопрудах.

Подходы а) — в) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-6. Удаление из сточных вод фосфора

НДТ является применение нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) биологическая очистка (с удалением азота) с улучшенным биологическим удалением фосфора;

б) осаждение фосфатов реагентами на стадиях осветления, биологической очистки либо доочистки фильтрацией;

в) выделение в форме нерастворимых соединений методом кристаллизации с последующим использованием;

г) биологическая очистка (с удалением азота) с улучшенным биологическим удалением фосфора и дополнительным осаждением реагентами;

д) доочистка от соединений фосфора (и азота) в биопрудах.

Подходы а) — д) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-7. Очистка сточных вод, содержащих биологически неразлагаемые и (или) токсичные органические загрязнения

НДТ является применение одного или нескольких нижеперечисленных подходов, в том числе перед подачей сточных вод на сооружения биологической очистки, с учётом условий применимости:

а) химическое окисление при БПК/ХПК менее 0,3; могут присутствовать ограничения в использовании из-за риска образования органических галогенидов при использовании в качестве окислителей хлора, гипохлорита и хлорита (или соответствующих галогеновых соединений);

б) флокуляция и осаждение (флотация) при наличии высоких концентраций смол и ПАУ;

в) экстракция органическими растворителями с последующей отгонкой при БПК/ХПК менее 0,2. Применимо к загрязнениям, которые лучше растворимы в органических растворителях, чем в воде;

г) адсорбция на активных углях при БПК/ХПК менее 0,2. Может также применяться как доочистка после биологической очистки;

д) химический гидролиз при БПК/ХПК менее 0,2;

е) ультрафильтрация с извлечением сложных органических и органо-минеральных компонентов сточных вод, в том числе для возврата в основной или вспомогательный производственные процессы;

ж) вакуумное упаривание для сложных многокомпонентных концентрированных сточных вод с высоким содержанием биологически неразлагаемых или токсичных веществ.

Подходы а) — ж) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-8. Очистка сточных вод, содержащих тяжёлые металлы

НДТ является применение одного или нескольких нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) реагентное осаждение с одновременной нейтрализацией (как правило, известью);

б) выделение в форме нерастворимых соединений методом кристаллизации с последующим использованием (применяется для средне- и высококонцентрированных сточных вод и отработанных растворов);

в) биологическое восстановление металлов из анионов (хроматредукция, сульфатредукция и др.) (применяется для сточных вод, содержащих тяжёлые металлы в виде анионов в состоянии максимальной степени окисления);

г) доочистка от ионов тяжёлых металлов адсорбцией на органических и минеральных адсорбентах;

д) глубокое удаление нерастворимых соединений и ионов тяжёлых металлов из сточных вод, загрязнённых биологически разлагаемыми органическими веществами в процессе биологической очистки;

е) глубокое удаление нерастворимых соединений тяжёлых металлов после реагентной обработки с помощью нанофильтрации;

ж) глубокое удаление нерастворимых соединений и ионов тяжёлых металлов с помощью обратного осмоса.

Подходы а) — ж) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-9. Очистка сточных вод от сульфидов

НДТ является применение одного или нескольких нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) каталитическое окисление;

б) биохимическое окисление в биофильтрах.

Подходы а) и б) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-10. Очистка сточных вод от неорганических солей (общей минерализации)

НДТ является применение одного или нескольких нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) осаждение реагентами сульфатов, кальция, магния;

б) биологическая сульфатредукция;

в) выделение неорганических солей с помощью обратного осмоса и электродиализа.

Подходы а) — в) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-11. Сокращение массы осадка, образующегося на очистных сооружениях

НДТ является обезвоживание осадка, образующегося на очистных сооружениях, посредством применения одного из нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) механическое обезвоживание в центрифугах, на ленточных и камерных фильтр-прессах, шнековых прессах, дегидраторах;

б) обезвоживание в геоконтейнерах (геотубах).

Подходы а) и б) подлежат применению на модернизируемых объектах.

НДТ В-12. Стабилизация органического вещества осадка

НДТ является применение одного или нескольких нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) анаэробная стабилизация жидких осадков, включая обработку и утилизацию биогаза (применяется при образовании более 20 т органического вещества в сутки (осадки сооружений первичного отстаивания и биологической очистки));

б) термическая сушка осадка (применяется для последующего сжигания осадка);

в) сжигание осадка (применяется при наличии в осадке токсичных соединений);

г) аэробная стабилизация обезвоженных осадков (компостирование) (применяется для последующей почвенной утилизации компоста).

Подходы а) — в) подлежат применению на модернизируемых объектах.

Подход г) подлежат применению на действующих объектах.

НДТ В-13. Обработка осадков и отходов водоподготовки станций промышленного водоснабжения

НДТ является применение одного из нижеперечисленных подходов с учётом условий применимости:

а) сгущение и обезвоживание осадков водоподготовки;

б) концентрирование промывных вод ионитовых фильтров обессоливания или умягчения воды методом обратного осмоса.

Подходы а) и б) подлежат применению на модернизируемых объектах.

Раздел 6. Перспективные технологии

В соответствии с ПНСТ 21—2014 к перспективным относят «технологии, которые находятся на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения, позволяющие повысить эффективность производства и сократить эмиссии в окружающую среду. Следует приводить сроки, в течение которых перспективные технологии могут стать коммерчески доступными». Вместе с тем в соответствии с требованиями Федерального закона Российской Федерации от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» критерием доступности наилучшей технологии служит «промышленное внедрение этой технологии на двух и более объектах в Российской Федерации, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду». Таким образом, для целей настоящего справочника НДТ во избежание исключения из рассмотрения технологий, уже применяемых в промышленности в ограниченном масштабе, следует отнести и те технологии, рассмотрение которых невозможно в разделе наилучших доступных технологий вследствие недостаточно широкого применения в Российской Федерации.

Наряду с принципиально новыми подходами к перспективным технологиям (ПТ) в области очистки сточных вод следует отнести использование новых комбинаций существующих и активно применяемых технологических подходов, а также исследование новых сфер применения существующих технологических подходов, которые специально не описываются в настоящем разделе, поскольку их затруднительно выявить для всех или большинства областей применения настоящего справочника НДТ. К примеру, многие технологические подходы к очистке сточных вод, применяемые, согласно проанализированным анкетам, в нефтеперерабатывающей промышленности, до сих пор не применяются в других отраслях промышленности, где также имеется нереализован-

ный потенциал их применения. Рассматривать такие технологии в качестве НДТ в настоящем справочнике НДТ методологического характера недопустимо, поскольку отсутствует опыт их внедрения в значительной части областей применения справочника НДТ. В то же время рассматривать их в качестве перспективных технологий не представляется возможным, поскольку они не подпадают под формальные критерии, установленные законодательством, будучи, как правило, внедрёнными более чем на двух промышленных предприятиях.

Таким образом, поскольку отбор технологий при разработке справочника НДТ осуществлялся на основе анализа анкет, во избежание неопределённости, ведущей к рассмотрению в качестве перспективных уже применяемых в промышленности технологий, в настоящем разделе рассмотрены только технологии, находящиеся (по данным авторов справочника НДТ) в Российской Федерации и за рубежом на стадии научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ или опытно-промышленного внедрения либо не внедрённые в Российской Федерации.

ПТ-1. Фитотехнологии очистки сточных вод

Группа технологий предназначена для доочистки сточных вод от взвешенных веществ, азота, фосфора, органических соединений и др., а также для обеззараживания сточных вод. Хотя приоритетной сферой применения данной группы технологий является очистка городских сточных вод, проведённые в Российской Федерации НИОКР показали эффективность применения технологии для доочистки сточных вод предприятий по производству минеральных удобрений, свиноводческих комплексов и др., а опыт использования фитотехнологий за пределами Российской Федерации — и для доочистки ливневых, шахтных вод, промышленных (в основном пищевой отрасли) сточных вод, а также сточных вод животноводческих комплексов, элюатов свалок ТБО и др.

Технологии заключаются в использовании искусственно созданных очистных сооружений со специфическим составом микроорганизмов, развивающихся в корневой зоне растений и на иных субстратах, находящихся в водной среде. По сути, фитоочистные системы являются аналогом естественных водно-болотных объектов, которые, будучи дополнены рядом технических элементов и встроены в естественный ландшафт, способны эффективно выполнять роль водоочистных систем.

Опыт применения фитотехнологий в Дании (130 сооружений), Швеции и Норвегии (71), Канаде (67) и Северной Америке (600) показал, что они остаются эффективными даже при низких температурах; при этом зимнее снижение активности систем не-

значительно по сравнению с тёплым летним периодом при наличии терморегулирующего слоя, защищающего сооружение от промерзания зимой.

Сравнение с капитальными затратами традиционного очистного сооружения (аэротенки с удалением биогенных элементов) показывает, что капитальные затраты при применении фитотехнологий на 20 % — 30 % ниже, чем для классических сооружений.

Достоинствами технологий являются очень низкие эксплуатационные затраты и затраты на техническое обслуживание, а также отсутствие необходимости вывоза осадка, малая численность персонала, отсутствие необходимости в реагентах.

Недостатками технологий являются сезонность, длительность процесса и относительно невысокая эффективность очистки.

В Российской Федерации технологии находятся на стадии ОКР.

ПТ-2. Биосорбционная доочистка сточных вод

Технология предназначена для глубокого удаления из сточных вод органических веществ, включая микрозагрязнения, и окисления аммонийного азота.

Технология заключается в следующем: дочищаемую воду обрабатывают в фильтре-биореакторе с псевдоожиженной загрузкой в виде гранулированного активного угля. Конструктивно обеспечивается удержание загрузки в сооружении. Рециркулирующая жидкость насыщается кислородом в эрлифтах.

При достаточном времени обработки достигают снижения ХПК на 40 % — 60 %, до 5–15 мг/л, $БПК_5$ — до менее чем 3 мг/л.

Достоинствами технологии являются длительный срок службы гранулированного угля и высокая эффективность по сравнению с использованием инертных носителей биоплёнки.

Технология разработана в 1980-е годы в СССР. Несмотря на выполненные научные работы и опытно-промышленное использование в ряде проектов, широкого практического распространения не получила.

ПТ-3. Окисление сточных вод ферратами

Технология предназначена для глубокой очистки и обеззараживания сточных вод, удаления взвешенных веществ, фосфатов, снижения ХПК и БПК даже при очень низкой дозировке в пределах 0,005–0,04 мг/л в пересчёте на железо (VI). Сообщается также об удалении катионов токсичных металлов (кроме хрома и мышьяка, а также

цинка) с помощью ферратов, превосходящих по своей окислительной способности озон и перекись водорода.

Технология заключается в использовании в качестве окислителя ферратов, представляющих собой двухвалентные соли высокоокисленного железа (Fe^{6+}) с анионом FeO_4^{2-} и восстанавливающихся при окислении органических соединений до Fe^{3+}. Продуктом разложения в растворе самих ферратов является гидроксид железа, выделяющийся в виде коллоидных агрегатов, имеющих очень развитую поверхность, что обеспечивает дополнительную очистку посредством коагуляции. В качестве дезинфектанта ферраты обеспечивают более глубокое и надёжное обеззараживание (по сравнению с хлором), не формируя токсичных соединений. Вода после обработки нетоксична.

Удаление общего органического углерода (зарубежный аналог ХПК) от начальной величины 12 мг/л составляет 30 % — 35 %, $БПК_5$ от начальной величины 13 мг/л — 90 % — 95 %, при дозах по феррату калия 4–6 мг/л; при дозах 10–15 мг/л сообщается об удалении ХПК ниже 10 мгО/дм^3.

Ферраты способны эффективно окислять микрозагрязнения; значимое удаление (до 70 % по трихлорэтилену) достигается при дозе 30 мг/л и времени контакта 40 мин.

Проведены опыты по очистке сточных вод после вторичной обработки от стойких органических веществ (лекарственных препаратов). При этом расход ферратов составлял 2,5 мг (Fe)/л, степень деградации различных препаратов находилась в пределах 67 % — 88 %.

Используется за рубежом (более 5 применений) для глубокой очистки и обеззараживания производственных сточных вод. В Российской Федерации не применяется.

ПТ-4. Озонирование сточных вод в сочетании с использованием пероксида водорода

Технология предназначена для обезвреживания содержащихся в сточных водах органических соединений.

Технология базируется на использовании обычного реактора для озонирования и дозатора пероксида водорода. После проведения озонирования добавляют пероксид водорода; при этом более эффективным считается ступенчатое дозирование.

В лабораторных условиях получены хорошие результаты очистки сточных вод предприятий фармацевтической и текстильной промышленности, а также фильтрата полигонов для хранения твёрдых бытовых отходов.

Используется за рубежом (более 5 применений) для глубокой очистки и обеззараживания производственных сточных вод. В Российской Федерации не применяется.

ПТ-5. Электроосмотическое обезвоживание осадка сточных вод

Технология предназначена для обезвоживания осадка сточных вод и повышения содержания сухого вещества в обезвоженном осадке.

Технология базируется на использовании эффекта электрофореза, при котором ранее обезвоженный осадок попадает в пространство между электродами, через которые пропускают постоянный ток. В направлении возникающего электрофоретического потока воды может размещаться фильтрационная мембрана. Поскольку процесс идёт с выделением тепла за счёт сопротивления току, происходит разогрев обрабатываемого осадка до 55 °С — 65 °С.

Содержание сухого вещества в обезвоженном осадке на 8 % — 10 % (абсолютных) выше, чем при обычном обезвоживании, что соответствует 25 % — 40 % (относительным). Побочный эффект разогрева осадка обеспечивает его обеззараживание.

Используется за рубежом (более 5 применений) для отделения воды, связанной с сухим веществом осадка, которая не отделяется с помощью флокулянтов и под давлением. В Российской Федерации не применяется.

ПТ-6. Удаление азота из сточных вод посредством окисления аммония нитритом

Технология предназначена для удаления азота из высококонцентрированных (по аммонийному азоту) сточных вод, включая возвратные потоки от обезвоживания сброженного осадка.

Технология анаэробного окисления аммония базируется на использовании автотрофных бактерий (планктомицетов) и проводится в две стадии: на первой проводится частичная нитрификация для получения нитрита ($2NH_4^+ + 3O_2 \rightarrow 2NO_2^- + 4H^+ + 2H_2O$), на второй — собственно реакция окисления аммония нитритом ($NH_4^+ + NO_2^- \rightarrow N_2 + 2H_2O$), используемым в качестве акцептора электронов. С учётом роста бактерий и потребления нитрита на другие процессы в целом молярное соотношение общего аммонийного азота к нитриту составляет 1:1,32.

Технология не является самостоятельным процессом, а протекает только в комбинации с частичной нитрификацией, которая обеспечивает достаточное количество нитрита.

Применение процессов частичной нитрификации и данной технологии приводит к существенной экономии энергии на аэрацию (свыше 1 кВт·ч/кг азота) по сравнению с традиционным процессом нитрификации-денитрификации. Эксплуатационные и капитальные затраты снижаются благодаря компактности реакторов: при прочих равных условиях площадь, занимаемая сооружениями, при применении данной технологии в 3 раза меньше, чем при нитрификации-денитрификации.

Широкое внедрение технологии сдерживается фактором медленного роста бактерий.

Недостатком большинства технологий данной группы является необходимость включения дополнительной сложно контролируемой стадии для получения нитрита, токсичного уже при концентрации 100 мг/л и оказывающего значительный ингибирующий эффект на микроорганизмы.

В настоящее время технология применяется в промышленных масштабах лишь на нескольких объектах за пределами Российской Федерации (Нидерланды, Япония, Австрия). В Российской Федерации технология не применялась.

ПТ-7. Биологическая очистка сточных вод с применением гранулированных илов

Технология предназначена для удаления из сточных вод биогенных элементов и ориентирована на получение активных илов с пониженным иловым индексом и высокими седиментационными способностями.

Технология базируется на применении принципов получения аэробных гранул, объединяющих в себе четыре основные группы микроорганизмов, обеспечивающих анаэробные процессы. Согласно исследованиям, основой для формирования гранулированной биомассы является общая теория образования биоплёнок, согласно которой гранула зонально стратифицирована, т. е. во внешних слоях располагаются аэробные гетеротрофы и нитрификаторы, а денитрификаторы и фосфатаккумулирующие денитрифицирующие бактерии находятся внутри гранулы. Такая структура гранулы обусловлена глубиной проникновения субстратов и кислорода в биоплёнку.

Основными условиями для реализации технологии являются циклический процесс, восходящий поток сточной воды, ограниченное время для седиментации, а также регулирование кислородных условий.

Достоинством технологии является отсутствие химических реагентов, четырёхкратное снижение затрат на оборудование (по сравнению с мембранным биореактором) и значительное сокращение энергопотребления.

В настоящее время технология изучена в лабораторных и реализована в опытно-промышленных условиях для высококонцентрированных промышленных или синтетических сточных вод, характеризующихся концентрацией ХПК более 300 мгО/дм^3.

ПТ-8. Ускоренная коагуляция/флокуляция и тонкослойное отстаивание сточных вод

Технология предназначена для удаления взвесей и цветности, тяжёлых металлов и золы из стоков ТЭЦ и сталеплавильных предприятий, доочистки с целью удаления взвеси и связанных с ней загрязнений, известково-содового умягчения для производства деминерализованной воды.

Технология базируется на использовании микропеска (песка с размером зёрен 45–100 мкм) в качестве затравочных зёрен для хлопьеобразования. Микропесок обеспечивает развитую поверхность, которая усиливает флокуляцию и одновременно является балластом или весом, ускоряющим осаждение. Хлопья, утяжелённые микропеском, имеют уникальные характеристики осаждения, позволяющие использовать отстойники с очень высокими расходами на водосливах и коротким временем пребывания отстаиваемой воды. Площадь, требуемая для размещения установки, в 5 раз меньше площади классического полочного отстойника или флотатора с растворенным воздухом и примерно в 20 раз меньше традиционной системы осветления.

Технология позволяет достичь эффективного снижения концентраций по взвеси, коллоидному веществу, фосфору, тяжёлым металлам и фекальным колиформам (более 90 %), по БПК и ХПК (около 60 %) даже при изменчивых показателях исходных стоков.

Достоинствами технологии являются высокая эффективность очистки (снижение показателя мутности более 90 %); компактность (площадь, требуемая для размещения установки, в 5 раз меньше площади традиционного полочного отстойника или флотатора с растворенным воздухом и примерно в 20 раз меньше традиционной системы осветления); возможность простой модернизации действующих очистных сооружений; очень короткое время выхода на режим (менее 10 мин); возможность полной автоматизации с дистанционным управлением.

В качестве замены микропеска также используется магнетит (Fe_3O_4), позволяющий увеличить массу и осаждаемость хлопьев, обеспечивая при этом более высокую степень осветления и почти полное удаление твёрдых частиц размером более 10 мкм.

Более 300 установок эксплуатируются более 15 лет в разных странах мира. В Российской Федерации не применяется.

ПТ-9. Кристаллизация фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка

Технология предназначена для очистки возвратных потоков от фосфатов с получением сырья для производства удобрений.

Технология базируется на обработке возвратного потока (как правило, фильтрата или фугата от обезвоживания сброженного осадка) в реакторе с псевдоожиженным слоем песка с добавлением реагента (соль магния). В результате взаимодействия магния, фосфатов и аммонийного азота образуется нерастворимое вещество струвит (магний-аммонийфосфат), центрами кристаллизации которого в условиях псевдоожиженного слоя выступают частицы песка. Струвит по описываемой технологии представляет собой практически готовое фосфорно-азотное удобрение, нуждающееся лишь в сушке и фасовке.

Используется за рубежом (более 5 применений). В Российской Федерации не применяется.

Заключительные положения и рекомендации

Для разработки справочника НДТ была сформирована техническая рабочая группа ТРГ 8 «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях», в состав которой вошли 107 представителей организаций. Состав ТРГ 8 был утверждён приказом Росстандарта от 17 июля 2015 г. № 835 «О технической рабочей группе «Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» (в ред. от 06.11.2015 г.)

В целях сбора информации о применяемых на промышленных предприятиях технологических процессах, оборудовании, источниках загрязнения окружающей среды, технологических, технических и организационных мероприятиях, направленных на снижение загрязнения окружающей среды и повышение энергоэффективности и ресурсосбережения, была подготовлена «Анкета для предприятий, содержащая формы для сбора данных, необходимых для разработки проекта отраслевого справочника НДТ». В качестве основы для формирования анкеты был использован ПНСТ 23—2014 «Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий».

Анкета была направлена в адреса более семисот крупных российских предприятий. Сведения, полученные в результате анкетирования предприятий, были использованы при разработке настоящего справочника НДТ.

Итоги анализа поступивших от предприятий анкет показали явную недостаточность информации о перспективных технологиях в области очистки сточных вод. Это, в частности, послужило причиной использования результатов научно-исследовательских и диссертационных работ, иных источников и информации, полученной в ходе консультаций с экспертами в соответствующей области. При этом следует учитывать, что к перспективным технологиям целесообразно отнести также передовые технологии, применяемые за рубежом, но до настоящего времени не внедрённые в Российской Федерации. Следует отметить, что в настоящее время ТРГ 8 не располагает достаточной информацией о перспективных технологиях в области очистки сточных вод, и работа в этом направлении должна быть продолжена.

Недостаток анкет, представленных предприятиями пищевой промышленности и сельского хозяйства, не позволил в полной мере выявить как применяемые в настоящее время технологии в области очистки сточных вод (раздел 2), так и НДТ и перспективные технологии (раздел 6). Следует продолжить работу в области сбора информации от предприятий пищевой промышленности и сельского хозяйства и в области вы-

явления НДТ и перспективных технологий в этих приоритетных областях применения НДТ.

НДТ очистки сточных вод на крупных предприятиях, учитывающие особенности производства целлюлозы, древесной массы, бумаги, картона, аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот, меди, керамических изделий, стекла, цемента, извести, алюминия, никеля и кобальта, свинца, цинка и кадмия, благородных металлов, основных органических химических веществ, твердых и других неорганических химических веществ, оксида магния, прочих цветных металлов, чугуна, стали и ферросплавов, изделий дальнейшего передела черных металлов, продукции тонкого органического синтеза, полимеров, в том числе биоразлагаемых, специальных неорганических химикатов, прочих основных неорганических химических веществ, текстильных изделий (промывка, отбеливание, мерсеризация, крашение текстильных волокон, отбеливание, крашение текстильной продукции), продуктов питания, напитков, молока и молочной продукции, обращения с вскрышными и вмещающими горными породами, захоронения отходов производства и потребления, эксплуатации промышленных систем охлаждения, добычи и обогащения руд цветных металлов, железных руд, угля, добычи сырой нефти и природного газа, переработки нефти и природного газа, обработки поверхностей, предметов или продукции органическими растворителями, обработки поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов, сжигания топлива на крупных промышленных предприятиях в целях производства энергии, дубления, крашения, выделки шкур и кожи, интенсивного разведения свиней и сельскохозяйственной птицы, убоя животных на мясокомбинатах, мясохладобойнях, хранения и складирования товаров (грузов), будут рассмотрены в соответствующих отраслевых («вертикальных») справочниках НДТ.

Приложение А
(справочное)

Перечень стандартов серии «Ресурсосбережение»

ГОСТ 30166—95 Ресурсосбережение. Основные положения

ГОСТ 30167—95 Ресурсосбережение. Порядок установления показателей в документации на продукцию

ГОСТ 30772—2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения

ГОСТ 30775—2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения

ГОСТ Р 51768—2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Определение ртути в ртутьсодержащих отходах производства и потребления. Основные положения

ГОСТ Р 51769—2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. Основные положения

ГОСТ Р 52104—2003 Ресурсосбережение. Термины и определения

ГОСТ Р 52105—2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов

ГОСТ Р 52106—2003 Ресурсосбережение. Общие положения

ГОСТ Р 52107—2003 Ресурсосбережение. Классификация и определение показателей

ГОСТ Р 52108—2003 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения

ГОСТ Р 53691—2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт отхода I-IV класса опасности. Основные требования

ГОСТ Р 53692—2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов

ГОСТ Р 53719—2009 (ЕН 14182:2002) Ресурсосбережение. Упаковка. Термины и определения

ГОСТ Р 53740—2009 (ЕН 13428:2004) Ресурсосбережение. Упаковка. Специальные требования к минимизации, составу, изготовлению упаковки

ГОСТ Р 53741—2009 (ЕН 13431:2004) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования к отработавшей упаковке для её переработки в качестве вторичных энергетических ресурсов

ГОСТ Р 53742—2009 (ЕН 13430:2004) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования к отработавшей упаковке для её переработки в качестве вторичных материальных ресурсов.

ГОСТ Р 53744—2009 (ЕН 13427:2004) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования к применению европейских стандартов в области упаковки и упаковочных отходов.

ГОСТ Р 53754—2009 (ЕН 13440:2003) Ресурсосбережение. Упаковка. Показатели и методы расчёта результативности переработки отработавшей упаковки в качестве вторичных материальных ресурсов

ГОСТ Р 53756—2009 (ЕН 13437:2003) Ресурсосбережение. Упаковка. Критерии выбора методов и процессов переработки отработавшей упаковки в качестве вторичных материальных ресурсов с учётом материальных потоков

ГОСТ Р 53759—2009 (ЕН 13429:2004) Ресурсосбережение. Упаковка. Повторное использование

ГОСТ Р 53791—2010 Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения

ГОСТ Р 54095—2010 Ресурсосбережение. Требования к экобезопасной утилизации отработавших шин

ГОСТ Р 54096—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Взаимосвязь требований Федерального классификационного каталога отходов и Общероссийского классификатора продукции

ГОСТ Р 54097—2010 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации

ГОСТ Р 54098—2010 Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения

ГОСТ Р 54193—2010 Ресурсосбережение. Производство энергии. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности при выработке тепловой энергии

ГОСТ Р 54194—2010 Ресурсосбережение. Производство цемента. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности

ГОСТ Р 54195—2010 Ресурсосбережение. Промышленное производство. Руководство по определению показателей (индикаторов) энергоэффективности

ГОСТ Р 54196—2010 Ресурсосбережение. Промышленное производство. Руководство по идентификации аспектов энергоэффективности

ГОСТ Р 54197—2010 Ресурсосбережение. Промышленное производство. Руководство по планированию показателей (индикаторов) энергоэффективности

ГОСТ Р 54198—2010 Ресурсосбережение. Промышленное производство. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности

ГОСТ Р 54199—2010 Ресурсосбережение. Производство энергии. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности при выработке электрической энергии

ГОСТ Р 54200—2010 Ресурсосбережение. Производство энергии. Руководство по применению наилучших доступных технологий для повышения энергоэффективности при сжигании различных видов топлив.

ГОСТ Р 54201—2010 Ресурсосбережение. Производство сортового и тарного стекла. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности

ГОСТ Р 54202—2010 Ресурсосбережение. Газообразные топлива. Наилучшие доступные технологии сжигания

ГОСТ Р 54203—2010 Ресурсосбережение. Каменные и бурые угли. Наилучшие доступные технологии предотвращения выбросов, образуемых в процессе разгрузки, хранения и транспортирования

ГОСТ Р 54204 —2010 Ресурсосбережение. Каменные и бурые угли. Наилучшие доступные технологии сжигания

ГОСТ Р 54205—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности при сжигании

ГОСТ Р 54206—2010 Ресурсосбережение. Производство извести. Наилучшие доступные технологии повышения энергоэффективности

ГОСТ Р 54207—2010 Ресурсосбережение. Кожевенная промышленность. Наилучшие доступные технологии использования энергоресурсов

ГОСТ Р 54258—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами и производство энергии. Стандартный метод определения качества топлива, полученного из отходов, на основе испытания объединённой выборки образцов

ГОСТ Р 54259—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Стандартное руководство по сокращению количества отходов, восстановлению ресурсов и использованию утилизированных полимерных материалов и продуктов

ГОСТ Р 54260—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Стандартное руководство по использованию топлива, полученного из отходов шин (на основе ASTM D 6700)

ГОСТ Р 54261—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами и производство энергии. Стандартный метод определения высшей теплотворной способности и зольности отходов материалов

ГОСТ Р 54262—2010 Ресурсосбережение. Обращение с отходами и производство энергии. Стандартный метод определения термических характеристик макрообразцов топлива, полученного из отходов

ГОСТ Р 54529—2011 (ЕН 13193:2000) Ресурсосбережение. Упаковка в окружающей среде. Термины и определения

ГОСТ Р 54530—2011 (ЕН 13432:2000) Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения

ГОСТ Р 54532—2011 (ЕН 12940:2004) Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и менеджмент отходов производства обуви

ГОСТ Р 54533—2011 (ИСО 15270:2008) Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководящие принципы и методы утилизации полимерных отходов

ГОСТ Р 54534—2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель

ГОСТ Р 54535—2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при размещении и использовании на полигонах

ГОСТ Р 55086—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Базовые показатели для обеспечения экологической безопасности при ликвидации отходов

ГОСТ Р 55087—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к контролю трансграничного перемещения отходов, предназначенных для операций по утилизации

ГОСТ Р 55088—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Принципы рационального обращения с отходами

ГОСТ Р 55089—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Принципы трансграничного перемещения опасных отходов

ГОСТ Р 55090—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги

ГОСТ Р 55091—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации и повторному использованию упаковки для напитков

ГОСТ Р 55092—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к контролю опасных отходов при их экспорте

ГОСТ Р 55093—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к обмену информацией при авариях на опасных объектах, способных нанести трансграничный ущерб

ГОСТ Р 55094—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Принципы классификации и характеристики опасных отходов, подлежащих трансграничному перемещению

ГОСТ Р 55095—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Принципы в отношении сокращения трансграничного перемещения опасных отходов

ГОСТ Р 55096—2012 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Обработка отходов в целях получения вторичных материальных ресурсов

ГОСТ Р 55097—2012 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Обработка отходов в целях получения вторичных энергетических ресурсов

ГОСТ Р 55098—2012 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии обращения с отходами в известковой промышленности. Аспекты эффективного применения

ГОСТ Р 55099—2012 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии обращения с отходами в цементной промышленности. Аспекты эффективного применения

ГОСТ Р 55100—2012 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии обращения с отходами в горнодобывающей промышленности. Аспекты эффективного применения

ГОСТ Р 55101—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению и транспортированию гальванических элементов

ГОСТ Р 55102—2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов

ГОСТ Р 55103—2012 Ресурсосбережение. Эффективное управление ресурсами. Основные положения

ГОСТ Р 53827—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Руководство по экологически ориентированному управлению отходами

ГОСТ 53828—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Ликвидация отработавших свинцово-кислотных батарей

ГОСТ Р 53829—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Ликвидация отходов, содержащих стойкие органические загрязнители

ГОСТ Р 53830—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Иерархический порядок обращения с отходами

ГОСТ Р 53831—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методы термической обработки отходов

ГОСТ Р 53832—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Экологически безопасная ликвидация отработанных масел

ГОСТ Р 53833—2013 Ресурсосбережение. Требования к документированию при производстве продукции. Политика рационального использования и экономии материалов

ГОСТ Р 53834—2013 Ресурсосбережение. Требования к документированию при производстве продукции. Экологическая политика предприятия

ГОСТ Р 53835—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Контроль качества отходов, поступающих на мусоросжигательные заводы

ГОСТ Р 53836—2013 Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Обработка отходящих газов при сжигании отходов

ГОСТ Р 53838—2013 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Требования к безопасному хранению списанных изделий перед утилизацией

ГОСТ Р 56222—2014 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения в области материалов

ГОСТ Р 56223—2014 Ресурсосбережение. Система менеджмента материалоэффективности. Требования и руководство по применению

ГОСТ Р 56224—2014 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения, относящиеся к менеджменту

ГОСТ Р 56225—2014 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Расчёт энергоэффективности мусоросжигательных заводов

ГОСТ Р 56226—2014 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Методы отбора и подготовки проб

Перечень национальных стандартов серии «Энергосбережение»

ГОСТ Р 51379—99 Энергосбережение. Энергетический паспорт промышленного потребителя топливно-энергетических ресурсов

ГОСТ Р 51380—99 Энергосбережение. Методы подтверждения соответствия показателей энергетической эффективности энергопотребляющей продукции их нормативным значениям

ГОСТ Р 51387—99 Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение

ГОСТ Р 51388—99 Энергосбережение. Информирование потребителей об энергоэффективности изделий бытового и коммунального назначения

ГОСТ Р 51341—99 Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей

ГОСТ Р 51749—2001 Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного применения

Приложение Б
(обязательное)
Перечень НДТ

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
1.	НДТ 1-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов экологического менеджмента	НДТ содержит подходы, связанные с внедрением и постоянной поддержкой Принципов экологического менеджмента
2.	НДТ 1-2. Повышение квалификации персонала	НДТ содержит подходы, связанные с повышением квалификации персонала
3.	НДТ 1-3. Снижение вероятности чрезвычайных ситуаций	НДТ содержит подходы, связанные со снижением вероятности чрезвычайных ситуаций
4.	НДТ 1-4. Совершенствование систем очистки промышленных сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с совершенствованием систем очистки промышленных сточных вод
5.	НДТ 2-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов энергосбережения и ресурсосбережения при обращении со сточными водами	НДТ содержит подходы, связанные с внедрением и постоянной поддержкой принципов энергосбережения и ресурсосбережения при обращении со сточными водами
6.	НДТ 2-2. Сокращение энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением энергопотребления при обращении с технологическими и сточными водами
7.	НДТ 2-3. Сокращение энергопотребления на объекте обработки сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением энергопотребления на объекте обработки сточных вод

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
8.	НДТ 2-4. Сокращение водозабора и образования сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением водозабора и образования сточных вод
9.	НДТ 2-5. Сокращение до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением до минимально возможного уровня водопотребления технологических процессов
10.	НДТ 2-6. Повышение степени повторного использования сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с повышением степени повторного использования сточных вод
11.	НДТ 2-7. Создание системы сбора и разделения сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с созданием системы сбора и разделения сточных вод
12.	НДТ 2-8. Максимально возможное извлечение из сточных вод загрязняющих веществ и их последующее использование	НДТ содержит подходы, связанные с максимально возможным извлечением из сточных вод загрязняющих веществ и их последующим использованием
13.	НДТ 2-9. Использование применяемых для очистки сточных вод реагентов, имеющих методики определения остаточных концентраций	НДТ содержит подходы, связанные с использованием применяемых для очистки сточных вод реагентов, имеющих методики определения остаточных концентраций
14.	НДТ 2-10. Использование систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка	НДТ содержит подходы, связанные с использованием систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод и обработки осадка
15.	НДТ 3-1. Аппаратный учёт количества сбрасываемых сточных вод и специфических загрязнений	НДТ содержит подходы, связанные с аппаратным учётом количества сбрасываемых сточных вод и специфических загрязнений

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
16.	НДТ 3-2. Разработка и внедрение на предприятии программы и методик измерений	НДТ содержит подходы, связанные с разработкой и внедрением на предприятии программы и методик измерений
17.	НДТ 3-3. Применение ультразвуковых или индукционных расходомеров	НДТ содержит подходы, связанные с применением ультразвуковых или индукционных расходомеров
18.	НДТ 3-4. Постоянный контроль качества сточных вод, сбрасываемых в централизованную систему водоотведения	НДТ содержит подходы, связанные с постоянным контролем качества сточных вод, сбрасываемых в централизованную систему водоотведения
19.	НДТ 4-1. Снижение уровня загрязнения сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные со снижением уровня загрязнения сточных вод
20.	НДТ 4-2. Предотвращение загрязнения почв и грунтовых вод	НДТ содержит подходы, связанные с предотвращением загрязнения почв и грунтовых вод
21.	НДТ 4-3. Предотвращение нарушений условий эксплуатации централизованных систем водоотведения	НДТ содержит подходы, связанные с предотвращением нарушений условий эксплуатации централизованных систем водоотведения
22.	НДТ 5-1. Создание отдельных независимых канализационных систем для производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с созданием отдельных независимых канализационных систем для производственных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод
23.	НДТ 5-2. Использование крышек люков колодцев	НДТ содержит подходы, связанные с использованием крышек люков колодцев

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
24.	НДТ 5-3. Резервирование источников электроснабжения для бесперебойной работы оборудования насосных станций	НДТ содержит подходы, связанные с резервированием источников электроснабжения для бесперебойной работы оборудования насосных станций
25.	НДТ 5-4. Разработка, утверждение и реализация программы регламентного обслуживания канализационной системы	НДТ содержит подходы, связанные с разработкой, утверждением и реализацией программы регламентного обслуживания канализационной системы
26.	НДТ 5-5. Установление приоритетности ремонтных работ	НДТ содержит подходы, связанные с установлением приоритетности ремонтных работ
27.	НДТ 5-6. Профилактическая прочистка канализационных сетей и насосных станций	НДТ содержит подходы, связанные с профилактической прочисткой канализационных сетей и насосных станций
28.	НДТ 6-1. Предотвращение и сокращение образования газовых выбросов и запахов	НДТ содержит подходы, связанные с предотвращением и сокращением образования газовых выбросов и запахов
29.	НДТ 6-2. Сокращение выбросов запахов на завершающем этапе очистки сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением выбросов запахов на завершающем этапе очистки сточных вод
30.	НДТ 6-3. Предотвращение загрязнения воздушной среды и уменьшение углеродного следа очистных сооружений	НДТ содержит подходы, связанные с предотвращением загрязнения воздушной среды и уменьшением углеродного следа очистных сооружений
31.	НДТ 7-1. Шумоизоляция оборудования	НДТ содержит подходы, связанные с шумоизоляцией оборудования
32.	НДТ В-1. Сокращение поступления в сточные воды особо опасных и биологически не разлагаемых загрязняющих веществ	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением поступления в сточные воды особо опасных и биологически не разлагаемых загрязняющих веществ

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
33.	НДТ В-2. Удаление из сточных вод загрязняющих веществ в соответствии с их фазово-дисперсным составом	НДТ содержит подходы, связанные с удалением из сточных вод загрязняющих веществ в соответствии с их фазово-дисперсным составом
34.	НДТ В-3. Очистка сточных вод от нефтепродуктов, минеральных масел и жиров	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод от нефтепродуктов, минеральных масел и жиров
35.	НДТ В-4. Очистка сточных вод от биологически разлагаемых органических загрязнений	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод от биологически разлагаемых органических загрязнений
36.	НДТ В-5. Удаление из сточных вод азота	НДТ содержит подходы, связанные с удалением из сточных вод азота
37.	НДТ В-6. Удаление из сточных вод фосфора	НДТ содержит подходы, связанные с удалением из сточных вод фосфора
38.	НДТ В-7. Очистка сточных вод, содержащих биологически не разлагаемые и (или) токсичные органические загрязнения	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод, содержащих биологически не разлагаемые и (или) токсичные органические загрязнения
39.	НДТ В-8. Очистка сточных вод, содержащих тяжёлые металлы	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод, содержащих тяжёлые металлы
40.	НДТ В-9. Очистка сточных вод от сульфидов	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод от сульфидов
41.	НДТ В-10. Очистка сточных вод от неорганических солей (общей минерализации)	НДТ содержит подходы, связанные с очисткой сточных вод от неорганических солей (общей минерализации)

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
42.	НДТ В-11. Сокращение массы осадка, образующегося на очистных сооружениях	НДТ содержит подходы, связанные с сокращением массы осадка, образующегося на очистных сооружениях
43.	НДТ В-12. Стабилизация органического вещества осадка	НДТ содержит подходы, связанные со стабилизацией органического вещества осадка
44.	НДТ В-13. Обработка осадков и отходов водоподготовки станций промышленного водоснабжения	НДТ содержит подходы, связанные с обработкой осадков и отходов водоподготовки станций промышленного водоснабжения
45.	ПТ-1. Фитотехнологии очистки сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с использованием фитотехнологий очистки сточных вод
46.	ПТ-2. Биосорбционная доочистка сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с использованием биосорбционной доочистки сточных вод
47.	ПТ-3. Окисление сточных вод ферратами	НДТ содержит подходы, связанные с использованием окисления сточных вод ферратами
48.	ПТ-4. Озонирование сточных вод в сочетании с использованием пероксида водорода	НДТ содержит подходы, связанные с использованием озонирования сточных вод в сочетании с использованием пероксида водорода
49.	ПТ-5. Электроосмотическое обезвоживание осадка сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с использованием электроосмотического обезвоживания осадка сточных вод
50.	ПТ-6. Удаление азота из сточных вод посредством окисления аммония нитритом	НДТ содержит подходы, связанные с удалением азота из сточных вод посредством окисления аммония нитритом
51.	ПТ-7. Биологическая очистка сточных вод с применением гранулированных илов	НДТ содержит подходы, связанные с биологической очисткой сточных вод с применением гранулированных илов

Номер	Наименование НДТ	Краткое описание НДТ
52.	ПТ-8. Ускоренная коагуляция / флокуляция и тонкослойное отстаивание сточных вод	НДТ содержит подходы, связанные с использованием ускоренной коагуляции / флокуляции и тонкослойного отстаивания сточных вод
53.	ПТ-9. Кристаллизация фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка	НДТ содержит подходы, связанные с использованием кристаллизации фосфатов из возвратных потоков сооружений обработки осадка

Приложение В

(обязательное)

Энергоэффективность

Основополагающим подходом при очистке сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях является применение технологий ресурсосбережения и энергосбережения, специально рассмотренных в подразделе 2 «НДТ в области энергосбережения и ресурсосбережения» раздела 4 «Наилучшие доступные технологии, относящиеся ко всей области применения справочника НДТ».

Библиография

1. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 28.11.2015) "Об охране окружающей среды" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016)
2. Федеральный закон от 31.12. 2014 № 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации».
3. Федеральный закон от 21.07.2014 N 219-ФЗ (ред. от 29.12.2014) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране окружающей среды" и отдельные законодательные акты Российской Федерации"
4. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 декабря 2014 г. № 1458 «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям».
6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2014 г. № 2674-р
7. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 октября 2014 г. № 2178-р
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 19 марта 2014 г. № 398-р
9. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31 марта 2015 г. № 665 «Об утверждении Методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии».
10. ПНСТ 21—2014 Наилучшие доступные технологии. Структура информационно-технического справочника.
11. ПНСТ 22—2014 Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.
12. ПНСТ 23—2014 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий.
13. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году».
14. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2011 году».

15. Белевцев А. Н., Гандурина Л. В., Двинских Е.В, Морозова К. М., Мясников И. Н., Пономарёв В.Г, Скирдов И. В., Соколова Е. В. Швецов В. Н. Отчёт о научно-исследовательской работе «Создание классификатора технологий для очистки сточных вод и обработки осадков». — М. : ВНИИ ВОДГЕО, 2002. — С. 68.
16. Бондарь С. Н., Чабанова О. Б. Инновационные методы очистки сточных вод предприятий пищевой промышленности // Харчова наука і технологія. — 2013. — № 4 (25). — С. 94–98.
17. Боравский Б. В., Скобелев Д. О., Венчикова В. Р., Боравская Т. В. Наилучшие доступные технологии. Аспекты практического применения — М. : Изд-во Коорд.-инф. Центра содействия предприятиям СНГ в вопросах безопасности хим. продукции, 2013. — 218 с.
18. Данилович Д. А. Энергосбережение и альтернативная энергетика на очистных сооружениях канализации // Водоснабжение и санитарная техника. — 2011. — № 1. — С. 9–20.
19. Кофман В. Я. Новые окислительные технологии очистки воды и сточных вод (часть 2) // Водоснабжение и санитарная техника. — 2013, № 11. — С. 68–78.
20. Ольшанская Л. Н., Собгайда Н. А., Русских М. Л., Валиев Р. Ш., Арефьева О. А. Фиторемедиационные технологии в решении проблем загрязнения гидросферы // Инноватика и экспертиза. — 2012. — Вып. 2 (9). — С. 166–172.
21. Пономарёв В. Г. Процессы разделения суспензий сточных вод. Конструкции сооружений. — М. : СоюзДизайн, 2014. — 228 с.
22. Пономарёв В. Г., Иоакимис Э. Г. Образование и очистка сточных вод нефтеперерабатывающих заводов. — М. : Союз Дизайн, 2009. — 352 с.
23. Скобелев Д. О., Боравский Б.В., Чечеватова О. Ю. Наилучшие доступные технологии. Учебное пособие. — М. : АСМС, 2015. — 176 с.
24. Современные природоохранные технологии в электроэнергетике : Информационный сборник / В. В. Абрамов и др.; под общ. ред. В. Я. Путилова. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 388 с. : ил.
25. Храменков С. В., Данилович Д. А. Предварительная анаэробная очистка концентрированных сточных вод предприятий пищевой промышленности // Водоснабжение и санитарная техника. — 2006. — № 1–2. — С. 28–32.
26. Emerging Technologies for Wastewater Treatment and In-Plant Wet Weather Management Prepared for: Office of Wastewater Management U. S. Environmental Protection Agency Washington, D. C. March 2013.
27. BAT Information Exchange Guidance Document IEF 22–4-1. — 2010. — P. 40.

28. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). Official Journal of the European Union. 17 December 2010. — P. 103.
29. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in Common Waste Water and Waste Gas Treatment / Management Systems in the Chemical Sector. — 2014. — P. 667.
30. European Commission. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Manufacture of Glass. — 2013. — P. 485.
31. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants. — 2013. — P. 884.
32. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques on Surface Treatment using Organic Solvents. — 2007. — P. 722.
33. European Commission. Reference Document on the General Principles of Monitoring. — 2013. — P. 155.
34. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries. — 2010. — P. 495.
35. European Commission. Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. — 2006. — P. 175.
36. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques on Emissions from Storage. — 2006. — P. 460.
37. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Tanning of Hides and Skins. — 2013. — P. 295.
38. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. — 2013. — P. 854.
39. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals — Ammonia, Acids and Fertilizers. — 2007. — P. 446.
40. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Large Volume Organic Chemical Industry. — 2014. — P. 782.
41. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals — Solids and Others industry. — 2007. — P. 711.
42. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry. — 2005. — P. 399.

43. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries. — 2015. — P. 754.
44. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries. — 2006. — P. 626.
45. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics. — 2006. — P. 582.
46. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Ferrous Metals Processing Industry. — 2001. — P. 538.
47. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Production of Polymers. — 2007. — P. 314.
48. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Organic Fine Chemicals. — 2006. — P. 456.
49. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques «Speciality Inorganic Chemicals». — 2007. — P. 348.
50. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Non Ferrous Metals Industries. — 2014. — P. 1242.
51. European Commission. Best Available Techniques. Reference Document on the Production of Iron and Steel. — 2013. — P. 627.
52. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Ceramic Manufacturing Industry. — 2007. — P. 260.
53. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries. — 2006. — P. 682.
54. European Commission. Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration. — 2006. — P. 638.
55. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. — 2005. — P. 469.
56. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques in the Chlor-Alkali Manufacturing industry. — 2014. — P. 344.
57. European Commission. Best Available Techniques Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board. — 2015. — P. 900.
58. European Commission. Reference Document on Best Available Techniques for the Textiles Industry. — 2003. — P. 626.
59. Ran N. A. Pilot study of constructed wetlands using duckweed (Lemnagibba L.) for treatment of domestic primary effuent in Israel / N. Ran, M. Agami, G. Oron // Water Research. — 2004. — No. 38.
gost.e-ecolog.ru