

тогда измерения для определения активности портландцемента.

Литература

1. ГОСТ 310.1–76 (1992). Цементы. Методы испытаний. Общие положения
2. ГОСТ 310.3–76 (1992). Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
3. ГОСТ 310.4–81 (1992). Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии
4. ГОСТ 1581–96. Портландцементы тампонажные. Технические условия.
5. ГОСТ 10178–85 (1999). Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
6. ГОСТ 15825–80. Портландцемент цветной. Технические условия
7. ГОСТ 30515–97. Цементы. Общие технические условия
8. Латышенко К.П. Микропроцессорные анализаторы жидкости: Учеб. пособие / К.П. Латышенко, Б.С. Первухин. – М.: МГУИЭ, 2010. – 208 с.
9. Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие/ Б.Т. Таймасов. – Шымкент: Изд-во ЮКГУ, 2003. – 297 с.

Реконструкция и модернизация очистных сооружений водоотведения в Московской области

к.т.н. проф. Саломеев В.П.

Национальный исследовательский университет

Московский государственный строительный университет

vpsalom@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются направления в реконструкции и модернизации очистных сооружений. Одними из основных проблем при этом называются нехватка мощностей, износ оборудования и недостаточное качество очистки. В статье приведены направления реконструкции очистных сооружений, приёмы и технологии реконструкции сооружений, разработанные и внедряемые МГСУ совместно с ПФ «Коминтехс-Экология», которые позволяют не только эффективно использовать существующие очистные сооружения, максимально снизить затраты на реконструкцию, но и добиться высокой степени очистки сточных вод перед сбросом очищенных стоков в водоёмы различного назначения.

Ключевые слова: аэротенк, одноиловая система денитри-нитрификации; вторичные отстойники; рециркуляционный активный ил; зона денитрификации; зона нитрификации; БПК₅; взвешенные вещества; азот аммонийный; фосфаты; нитриты; нитраты.

При реконструкции систем и сооружений водоотведения невозможно использовать типовые решения, которые обычно применяются в практике проектирования. Реконструкция – процесс, требующий творческих нестандартных решений, экономической и экологической оценки принимаемых решений. Основной принцип реконструкции – снижение вложений в капитальное строительство и максимальное использование существующих сооружений. Внедрение современных технологий при реконструкции очистных сооружений требует проведения сложных, трудоёмких предварительных исследований и анализа сложившейся ситуации. Предварительные обследования и мониторинг работы очистных сооружений являются отправной точкой для разработки предпроектных решений и рабочей документации для объектов водоотведения.

Перспективным направлением в реконструкции очистных сооружений является реализация идеи «зарегулирования канализационного стока» для снижения коэффициента неравномерности притока сточных вод на очистные сооружения и обеспечения равномерной

нагрузки на сооружения.

Примером рационального использования существующих, но не эксплуатируемых двухъярусных отстойников I очереди строительства является, выполненная реконструкция очистных сооружений очистных сооружений г. Краснознаменска.

По завершению 2 очереди строительства, ранее построенные очистные сооружения I очереди были выведены из эксплуатации и частично демонтированы. После анализа состояния строительных конструкций, не демонтированных двухъярусных отстойников из монолитного железобетона, было принято решение использовать их в качестве регулирующих резервуаров. Это позволило обрабатывать весь расход сточных вод, поступающих как от старой жилой застройки, так и вновь построенных микрорайонов города на существующих сооружениях 2 очереди строительства.

В результате реконструкции коэффициент неравномерности был снижен до 1 – 1,1, что позволило значительно сократить требуемые объёмы сооружений биологической очистки и доочистки.

На рисунке 1 показаны регулирующие резервуары г. Краснознаменска, введенные в эксплуатацию после реконструкции двухъярусных отстойников.



Рисунок 1. Регулирующие резервуары очистных сооружений г. Краснознаменска

Расход используемой потребляемой электроэнергии на аэрацию сточных вод в аэротенках и перекачку осадка и активного ила снизился на 40%.

В результате выполненной реконструкции очистных сооружений отказались от первичных отстойников, так как в первых двух секциях регулирующего резервуара происходило осаждение до 40% взвешенных веществ. Подобное решение в дальнейшем использовано при разработке проектов реконструкции очистных сооружений г. Лыткарино, Можайска, Шатуры и на ряде других объектах водоотведения.



Рисунок 2. Блок сооружений биологической очистки сточных вод пос. Горки-2

Реконструкция очистных сооружений пос. Горки-2 была вынужденной мерой, так как сточные воды при расходе порядка $2000 \text{ м}^3/\text{сут}$ посёлка очищались в песколовках, двухъярусных отстойниках и далее распределялись по полям поглощения, занимающим почти 10 га, дезинфекции сточной воды не производилось, что привело к биологическому загрязнению грунтовых вод. При реконструкции очистных сооружений решались две проблемы: использование существующих сооружений механической очистки для регулирования расхода и первичного отстаивания и строительство нового блока аэротенков с одноиловой системой денитри-нитрификации. Принятая технология очистки (по патенту РФ № 2185338) оказалась простой в технологическом и аппаратном оформлении схемой глубокой очистки от соединений азота и до 70% фосфора и весьма несложной в эксплуатации.

Для эффективного использования объёма сооружений аэротенк был разделён продольным секционированием жесткими перегородками на чередующие зоны денитрификации (аноксидные) и зоны нитрификации.

В зонах денитрификации для перемешивания иловой смеси использовались пневматические перемешиватели АКВА-Микс, а в зонах нитрификации мелкопузырчатые аэраторы АР-300.

На рисунке 2. показаны очистные сооружения посёлка Горки-2 после пуска в эксплуатацию.

Технологическая схема очистки сточных вод на очистных сооружениях пос. Горки-2 предусматривает снижение концентраций загрязнений в очищенной воде до показателей, предъявляемых к водоемам.

В таблице 1 приведены показатели очистки сточных вод на очистных сточных вод пос. Горки-2.

Приведенные показатели наглядно демонстрируют глубину очистки сточных вод, которые практически соответствуют требованиям для очищенной сточной воды для водоёмов рыбохозяйственного назначения.

Санитарно-химические показатели очистки сточных вод пос. Горки

| Название проб | БПК ₅ , мг/л | Взвешен. вещества мг/л | Азот аммонийный, мг/л | Фосфаты, мг/л | Нитриты, мг/л | Нитраты, мг/л |
|---------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Поступающая | 160 | 220 | 62,65 | 10,2 | - | - |
| Первичный отстойник | 130 | 140 | 36,8 | 8 | - | 0,87 |
| Денитрификатор – 1 | - | - | 18,87 | 4 | 0,29 | 5,2 |
| Нитрификатор – 1 | - | - | 2,29 | 3 | 0,208 | 7,3 |
| Денитрификатор – 2 | - | - | 7,85 | 2 | 0,407 | 6,6 |
| Нитрификатор – 2 | 7 | 8 | 0,35 | 0,6 | 0,28 | 10,3 |
| Выход | 5 | 6 | 0,28 | 0,5 | нпо | 7,1 |

При реконструкции очистных сооружений медицинского реабилитационного медицинского центра ЦБ России предусматривалась идентичная технологическая схема очистки сточных вод.



Рисунок 3. Очистные сооружения реабилитационного центра ЦБ России после реконструкции

Вся трудность реконструкции заключалась в том, что работа проводилась в аэротенках-отстойниках заводской готовности. Существующие аэротенки-отстойники были разделены перегородками на зоны денитрификации и нитрификации, заменена аэрационная система, компрессоры, трубопроводы воды и активного ила, а дезинфекция очищенной сточной воды осуществлялась на установках УФО. На рисунке 3 приведён общий вид аэротенков отстойников после реконструкции.

В таблице 2 приведена выписка из протокола Роспотребнадзора по санитарно-химическим показателям на очистных сооружениях реабилитационного центра ЦБ России, которая показывает, что показатели очищенной сточной воды вполне удовлетворяют сбросу сточных вод в водоёмы рыбохозяйственного назначения.

**Санитарно-химические показатели очистки сточных вод реабилитационного
медицинского центра ЦБ России**

| №№ п/п | Показатели | Результаты химического анализа | | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Приемный колодец | Вход в аэротенк | Выход из аэротенка | Вторичный отстойник |
| 1. | БПК ₅ , мг/л | 110 | 20 | 10 | 4 |
| 2. | Взвешенные вещества мг/л | 80 | - | 344 | 11 |
| 3. | Доза активного ила, г/л | - | 3,3 | - | - |
| 4. | Азот аммонийный, мг/л | 6,5 | 3,3 | нпо | нпо |
| 5. | Нитриты, мг/л | - | 0,66 | 0,2 | 0,119 |
| 6. | Нитраты, мг/л | - | 4,06 | 4,52 | 3,8 |
| 7. | Фосфаты, мг/л | 4,63 | 2,44 | 1,44 | 0,38 |

На очистных сооружениях г. Коломны реконструкции были подвергнуты аэротенки 2 очереди строительства. В процессе реконструкции в аэротенке изменена система подачи воздуха и воды, а для обеспечения стабильности процесса удаления азота установлены полупогружные перегородки, жёстко разделяющие аноксидные зоны (денитрификации) от аэробных зон (нитрификации). На рисунке 4 показана зона нитрификации после пуска аэротенка в эксплуатацию.



Рисунок 4. Зона нитрификации аэротенка

На рисунке 5 показана зона денитрификации с гидромеханическими перемешивателями.

Для обеспечения перемешивания активного ила в аноксидных зонах установлены мембранные пневматические тарельчатые гидроперемешиватели АКВА-МИКС перемешиватели фирмы «Экополимер», в зонах нитрификации – аэраторы АКВА-ПЛАСТ (АР-300 М), производимых той же фирмой.

На рисунке 6 приведена система подачи сточной воды и активного ила в денитрификаторы аэротенк после пуска в эксплуатацию.

Таким образом, использованные принципы реконструкции очистных сооружений, разработка современных методов глубокой очистки сточных вод и внедрение новых материалов и реагентов полностью подтверждают, что в процессе реконструкции возможно достижение показателей очищенных сточных вод, удовлетворяющих требованиям, к очищенным сточным водам, сбрасываемым в водоёмы рыбохозяйственного назначения. Для глубокого уда-

ления соединений фосфора, возможно применять реагентные методы доочистки сточных вод в реакторе с загрузочным материалом, при этом концентрация вводимого реагента (полихлорида алюминия) не будет превышать 10-12 мг/л.

В таблице 3 приведены показатели очистки сточных вод на II очереди аэротенков с одноиловой системой денитри-нитрификации г. Коломна.



Рисунок 5. Зона денитрификации аэротенка

Таблица 3.
Санитарно-химические показатели очистки сточных вод аэротенков 2 очереди
г. Коломны

| № п/п | Показатели | Результаты химического анализа | | | |
|----------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| | | Поступаю- щие сточные воды | После пер- вичного отстойника | Выход из аэротенка | Вторичный отстойник |
| 1. | БПК ₅ , мг/л | 160 | 72 | 3,9 | 3,3 |
| 2. | Взвешенные вещества мг/л | 220 | 113 | - | 7,2 |
| 3. | Доза активного ила, г/л | - | - | 3,5 | - |
| 4. | Азот аммонийный, мг/л | 23 | 18 | 0,12 | 0,15 |
| 5. | Нитриты, мг/л | 0,17 | 0,15 | не обнар. | не обнар. |
| 6. | Нитраты, мг/л | 0,18 | 0,18 | 8,7 | 8,2 |
| 7. | Фосфаты, мг/л | 5,5 | 2,7 | 0,8 | 0,6 |

Все сооружения биологической очистки сооружения были реконструированы и построены по технологической схеме в соответствии с патентом РФ № 2185338 «Способ биологической очистки сточных вод от соединений азота», разработанным НИЛ РМВСС каф. Водо-

отведения и гигиеническому сертификату Государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации № 77.99.02.489.Д012914.11.07 от 01.11.2007 на этот способ очистки.

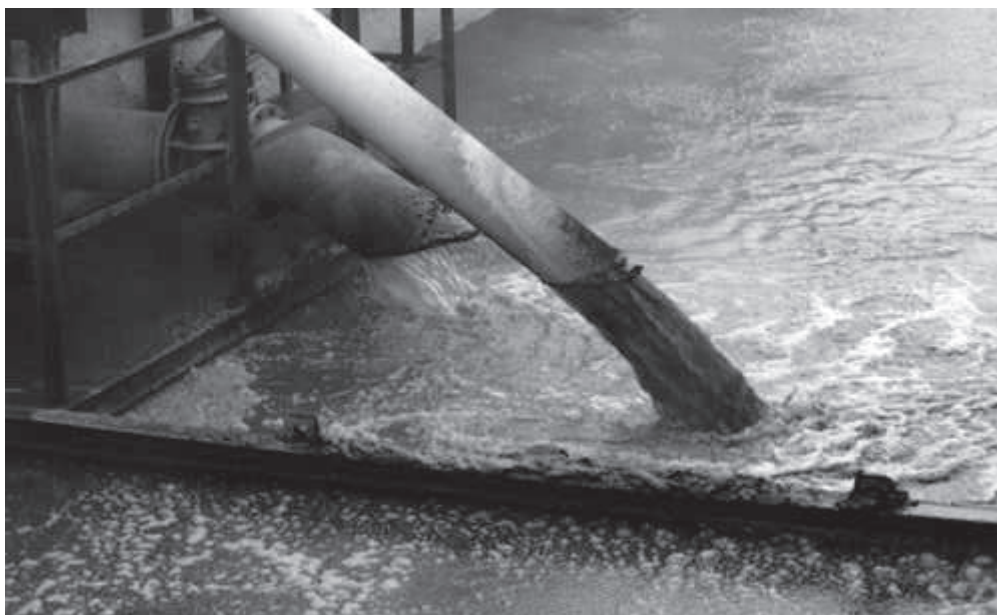


Рисунок 6. Система подачи сточной воды и активного ила в зону денитрификации

Выводы

1. Реконструкция объектов выполнялась на основании концепции реконструкции и модернизации систем и сооружений водоотведения, разработанной на каф. Водоотведения и водной экологии и ООО «Коминтехс-экология»;
2. Работы выполнялись по предпроектным решениям, с учётом детального обследования и поверочных расчётов очистных сооружений;
3. Затраты на реконструкцию были почти в два раза ниже, при этом расход электроэнергии сократился на 40%, а количество избыточного активного на 40-50%;
4. Результаты анализа работы очистных сооружений подтвердили высокую эффективность принятой технологической схемы биологической очистки сточных вод.

Литература

1. Патент РФ № 2185338 «Способ биологической очистки сточных вод от соединений азота», авторы: Воронов Ю.В., Саломеев В.П., Круглова И.С., Гогина Е.С., Побегайло Ю.П.
2. Саломеев В.П. Реконструкция инженерных систем и сооружений водоотведения (монография). АСВ, М. 2009 г.
3. Саломеев В.П., Воронов Ю.В., Гогина Е.С., Рыжков А.С. Старое – не всегда враг новому. М. Вода and Magazine, № 5, 2009 г.
4. Саломеев В.П., Воронов Ю.В., Гогина Е.С., Рыжков А.С. Современные методы глубокой очистки сточных вод от биогенных элементов при реконструкции очистных сооружений. М. Экология. Урбанизированных территорий № 4, 2009 г.
5. Воронов Ю.В., Саломеев В.П., Гогина Е.С. Методологические основы реконструкции очистных сооружений водоотведения (монография). М., Издательство МИСИ-МГСУ, 2012 г.
6. Гогина Е.С., Саломеев В.П., Ружицкая О.А., Побегайло Ю.П., Макиша Н.А. Методологический подход к решению вопросов реконструкции очистных сооружений. М. Водоснабжение и санитарная техника, № 6, 2013 г.