



УДК628.35:661.5

Анализ проектов очистных сооружений на базе GPS-X как метод определения работоспособности технологической схемы реконструкции при прохождении экспертизы

Андрей Эпов, Марина Канунникова

Реконструкция действующих станций с внедрением современных технологий в ряде случаев приводит к применению нестандартных решений по изменению технологических схем. В технологические схемы добавляются не только анаэробные и аноксидные зоны, расчет которых может быть проверен по известным методикам, но и различные комбинированные сооружения, включающие гибридные биореакторы с загрузкой, затопленные биофильтры, отстойники со взвешенным слоем и т.п.

Для этих сооружений нет единой принятой методики расчета, при их применении, как правило, ссылаются на опыт и «ноу-хау» фирм-производителей. При экспертизе таких проектов специалистам остается либо верить на слово производителю и проектировщику, либо признавать схему неработоспособной, для чего также нет достаточных оснований. Использование в схемах многочисленных рециклов дополнительно усложняет задачу.

В то же время современный аппарат математического моделирования позволяет достаточно надежно оценивать такие схемы, и при этом не только устанавливать работоспособность предлагаемых технологий, но и выявлять условия, при которых возможна реализация предлагаемых технологий.

Рассмотрим сказанное на конкретном примере.

Для реконструкции сооружений производительностью 1000 м³/сут. с использованием существующих емкостей и комплектных биореакторов была предложена следующая технологическая схема.

После решеток и песколовков сточные воды поступают в блок сооружений, включающий денитрификатор, оснащенный механическим перемешиванием и две емкости аэротенков нитрификаторов. Емкости аэротенков нитрификаторов оснащены кассетами с загрузкой и системой аэрации. Также в емкостях нитрификаторов уста-

При принятии нестандартных технологических решений входе проектирования реконструкции действующих станций очистки сточных вод возникает существенная проблема определения работоспособности предлагаемых схем при экспертизе проектов. Анализ нестандартных решений часто не может быть произведен с использованием общепринятых методик расчета. Данная задача хорошо решается с применением современных математических моделей, которые позволяют не только определить работоспособность принятых при проектировании решений, но и определить условия работоспособности предлагаемых технологий.

Ключевые слова: технологическая схема реконструкции, двухступенчатая нитри-денитрификация, гибридные биореакторы, экспертиза проекта, математическое моделирование GPS-X.

новлено 14 блоков вторичных отстойников с дополнительными полочными модулями. Для этой части схемы используются имеющиеся емкости. Рециркуляционный активный ил направляется в денитрификаторы, обеспечивая рецикл денитрификации, равный 150%. После вторичных отстойников биологически очищенные сточные воды поступают в усреднитель, сюда же направляется избыточный активный ил из блока емкостей. После усреднителя со средним расходом смесь избыточного активного ила и биологически очищенных стоков направляются на сооружения доочистки.

В ходе доочистки предусмотрены следующие технологические процессы: вторая ступень сооружений нитри-денитрификации, осветление стоков во взвешенном слое и фильтрация на каркасно-засыпных фильтрах.

Реакторы денитрификаторы имеют механическое перемешивание, а реакторы нитрификации работают по принципу гибридного сооружения с использованием загрузки и взвешенной биомассы. По периферии круглых в плане реакторов нитрификации расположены вертикальные отстойники. Задержанный в отстойниках ил возвращается в реакторы денитрификации, а избыточный активный ил направляется на обезвоживание. Также для оптимизации работы второй ступени нитри-денитрификации схемой предусматривается возможность

подачи в реакторы денитрификации части неочищенного стока после песколовков.

Прошедшие вторую ступень нитри-денитрификации стоки направляются на комбинированное сооружение, включающее отстойник взвешенного слоя и каркасно-засыпной фильтр. После этого стоки поступают на обеззараживание и сбрасываются.

Использование двухступенчатой схемы нитри-денитрификации было вызвано высоким содержанием аммонийного азота в поступающей воде - до 60 мг/л при средних концентрациях по БПК₅ - 250 мг/л и ХПК - 450 мг/л.

Использование большого количества гибридных сооружений, полочных отстойников и избыточного активного ила в качестве субстрата для денитрификации стоков во второй ступени не позволило при прохождении экспертизы проанализировать проект обычными расчетными методами.

Для определения условий, при которых такая схема может быть работоспособной, был применен метод математического моделирования в программном комплексе GPS-X.

Первоначально методом математического моделирования была проверена работа сооружений первой ступени нитри-денитрификации. Все параметры процесса при моделировании соответствовали принятым в проекте. Однако в ходе моделирования было выявлено, что даже при

Эпов Андрей Николаевич, главный технический специалист TWW Treatment Waste Water ООО «Домкострой». 129110, Москва, пр. Мира, д. 68, стр. 3. E-mail: epov@treatmentwater.ru

Канунникова Марина Александровна, кандидат технических наук, директор направления «Водоснабжение и водоотведение» TWW Treatment Waste Water ООО «Домкострой». 129110, Москва, пр. Мира, д. 68, стр. 3. E-mail: kanunnikova@treatmentwater.ru



повышении дозы ила до 3,9 г/л нитрификация не происходит. Качество воды после первой ступени представлено на рис. 1.

Анализ данных показал, что отсутствие нитрификации в первую очередь связано с кислородным режимом сооружений в условиях существенной неравномерности, характерной для сооружений малой производительности. Для оптимизации кислородного режима в схему модели был добавлен контроллер поддержания концентрации растворенного кислорода, а затем проведена оптимизация рецкла денитрификации.

В результате существенно возрос расход воздуха в часы максимум по отношению к проекту, а коэффициент рециркуляции вырос со 150 до 180%. При этом в условиях обязательного управления кислородным режимом первая ступень технологической схемы вышла на проектные показатели качества очистки (рис.2.)

В результате в проекте это сказалось на замене основного оборудования: воздухоподувков, системы аэрации, а также на увеличении производительности насосов рецкла.

Далее была промоделирована работа схемы с добавлением сооружений второй ступени денитрификации - денитрификатора, гибридного реактора нитрификации и отстойника нитрификатора.

Моделирование показало необходимость контроля концентрации взвешенного ила в реакторе денитрификатора. Биомасса в реакторе стабилизировалась только через 150 дней виртуальной работы сооружений.

Контроль удаления ила из сооружений второй ступени для запуска предложенной технологии должен очень тщательно отрабатываться в ходе пусконаладочных работ. Однако даже при этом процесс денитрификации не проходил достаточно глубоко. Качество очищенной воды представлено на рис. 3.

Для достижения процесса денитрификации была проведена оптимизация распределения поступающего стока и вывода избыточного ила из первой ступени процесса. После оптимизации во вторую ступень было подано 20% исходного стока, а ввод ила из первой ступени увеличен с 16 до 18 м³/сут. Добавление оптимального количества дополнительных органических веществ и уменьшение минерализации ила в первой ступени позволило получить после второй ступени требуемое качество стока - рис. 4.

Данный этап моделирования показал, что схема двухступенчатой нитри- денитрификации работоспособна при тщательном контроле вывода ила из второй ступени, оптимизации распределения стока между ступенями и возраста ила в первой ступени.

Рис. 1. Качество воды после первой ступени при проектных параметрах процесса

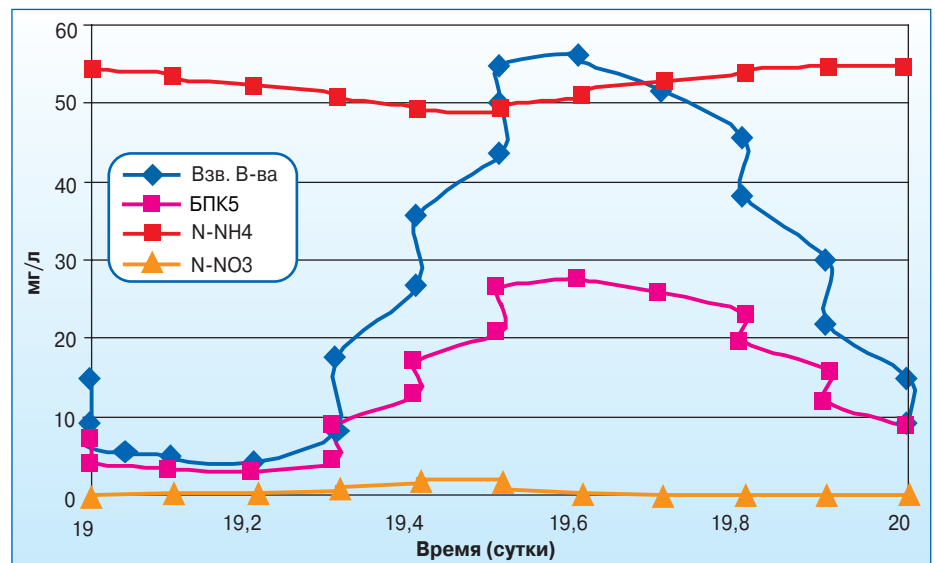


Рис. 2. Качество очищенной воды после первой ступени очистки при оптимизации параметров процесса на математической модели

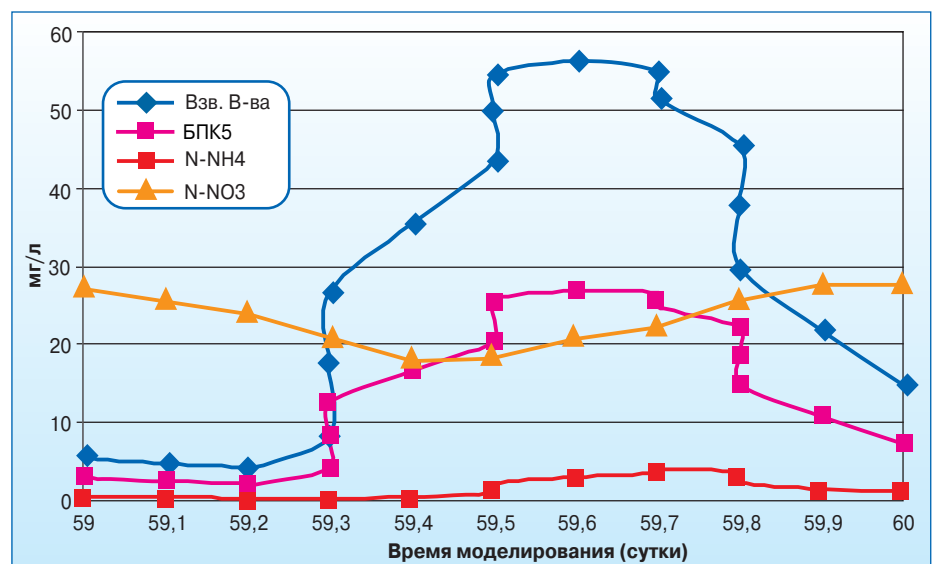
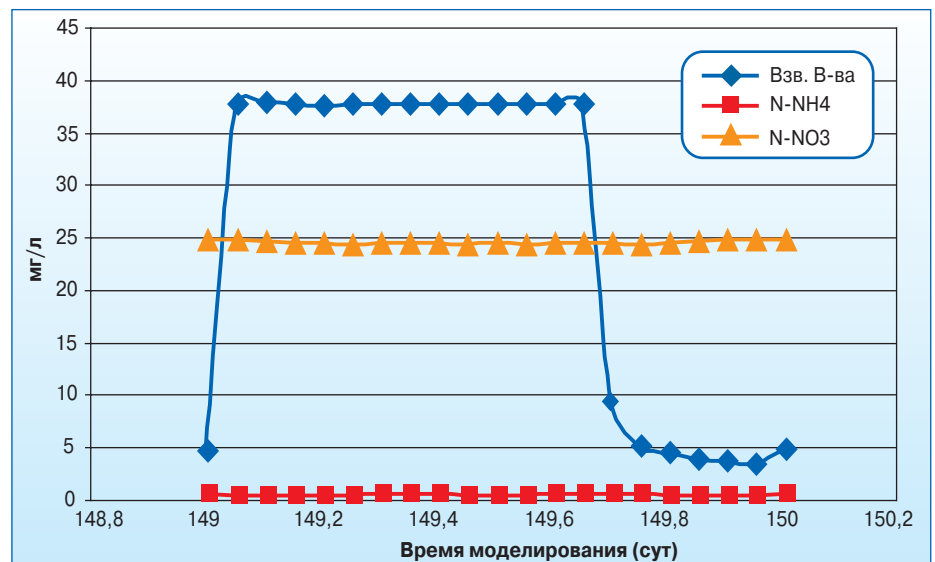
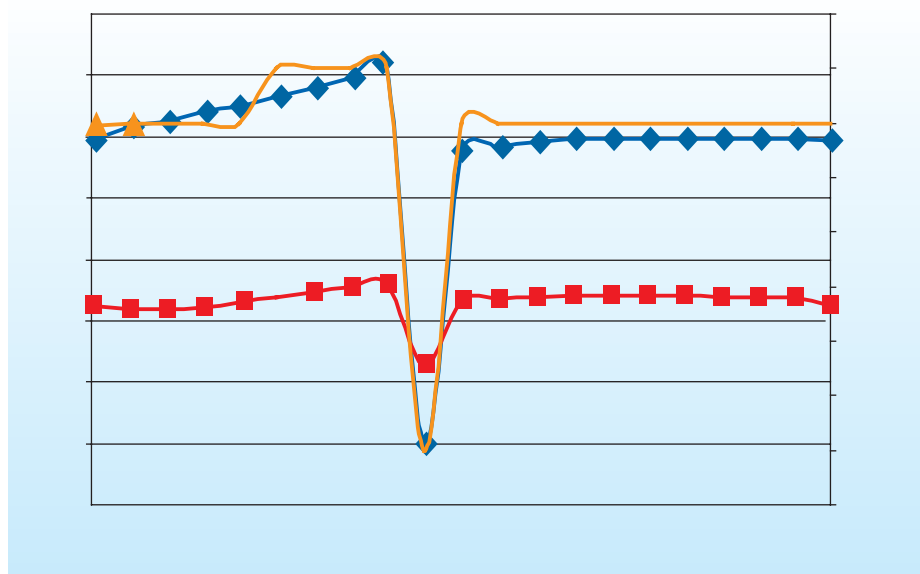
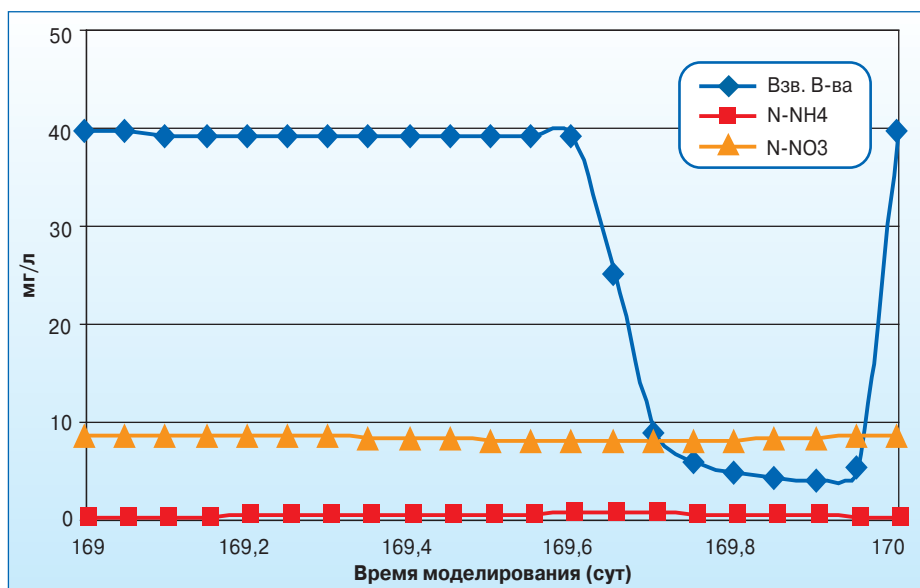


Рис. 3. Качество стока после второй ступни биологической очистки





■ **Рис. 4.** Качество стока после второй ступени нитри-денитрификации при оптимизации процесса



На последнем этапе моделирования в схему модели были добавлены сооружения доочистки - осветлитель со взвешенным слоем и зернистый фильтр. При моделировании полной технологической схемы наиболее сложной оказалась настройка осветлителя взвешенного слоя, т.к. он показал высокую чувствительность к количеству выводимого из него ила.

Вывод ила увеличивался последовательно по мере нарастания дозы ила в денитрификаторе и увеличения выноса ила с отстойника реактора нитрификатора. При этом удалось добиться уменьшения концентрации взвеси поступающей на фильтр на 50% и требуемых показателей на выходе после фильтрации - рис. 5.

Данный этап моделирования показал, что для успешной работы системы доочистки необходим контроль уровня стояния ила в осветлителе и тщательная отработка вывода ила из осветлителя в ходе пусконаладочных работ.

Таким образом, применение математической модели позволило не только показать возможность получения расчетного качества очистки при использовании принятой в проекте схемы, но и определить условия ее работоспособности:

- увеличение производительности воздуходувок, аэрационной системы и автоматическое управление расходом воздуха;
- оптимизация в ходе пуско-наладочных работ рецикла денитрификации, возраста ила в первой ступени и распределения стока между первой и второй ступенью;
- тщательный контроль дозы ила в денитрификаторе второй ступени, уровня стояния ила в осветлителе взвешенного слоя и вывода ила из осветлителя.

В результате кроме подтверждения возможности применения проектных решений были даны рекомендации по изменению проектных решений, дополнительной автоматизации процесса, пусконаладочным работам и лабораторному контролю сооружений.