

Автоматизация процесса биологической очистки промышленных сточных вод в аэротенке-вытеснителе

Е.С. Баулин, М.А. Назаров

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Обоснование. Решение проблем защиты окружающей среды является важной задачей. Водоемы — одна из основных категорий объектов, подверженных техногенным воздействиям. Часто функционирование очистных сооружений характеризуется значительной неравномерностью поступления сточных вод и существенными колебаниями в них концентрации загрязнителей [1]. После обработки такие стоки содержат загрязняющие вещества в концентрациях, превышающих допустимые значения, что нарушает процессы в сложившихся экосистемах.

Очистка сточных вод промышленного предприятия представляет собой сложный технологический процесс. Этап биологической очистки является одним из последних в технологической цепочке. На данной стадии происходит исключение органических загрязнений и биогенных веществ путем их переработки колониями бактерий и простейшими организмами [2, 3]. Существующие подходы к управлению этим процессом не позволяют достичь требуемых показателей качества очистки [3, 4], что приводит к загрязнению окружающей среды и необходимости выплаты штрафов, поэтому разработка системы управления биологической очисткой сточных вод, обеспечивающей стабилизацию показателей качества очистки после аэротенка до требуемых значений, является актуальным направлением исследований.

Цель — разработка эффективных методов и средств управления биологической очисткой сточных вод промышленного предприятия, обеспечивающих достижение установленных нормативными документами значений показателей загрязненности жидких отходов предприятия после аэротенка-вытеснителя.

Методы. На основании анализа технологии выделен объект управления, под которым понимаем процесс биологической очистки сточных вод в аэротенке-вытеснителе. Принято, что выходной координатой является концентрация загрязнителя после биологической очистки; управляющим воздействием — расход воздуха, подаваемого через аэраторы; возмущение — концентрация загрязнителя на входе в аэротенк. Сформулированы обоснованные допущения и упрощения, принимаемые при математическом моделировании процесса. Разработана расчетная схема процесса биологической очистки в аэротенке-смесителе как объекта управления с распределенными параметрами. С учетом принятых допущений создано математическое описание процесса биологической очистки стоков как объекта управления в виде уравнений в частных производных и их граничных условий. С помощью приложения Matlab PDE Toolbox найдено решение математической модели в виде переходных процессов как реакций объекта на управляющее и возмущающее воздействия.

Результаты. Предложена функциональная схема САУ биологической очисткой, замкнутая по концентрации загрязнителя на выходе аэротенка-вытеснителя, разработан алгоритм ее работы. Произведена настройка ПИ-регулятора. Оценка показателей качества работы САУ показала отсутствие статической ошибки, динамический выброс составил 3 мг/л, время переходного процесса составило 1,65 ч (рис. 1). В условиях допустимого 5 % отклонения от требуемой концентрации загрязнителя, составляющей 20 мг/л, на протяжении 1,5 ч будем наблюдать несоответствие концентрации загрязнителя в обработанных стоках.

Выводы. Разработанная САУ процессом биологической очистки промышленных сточных вод в аэротенке-вытеснителе имеет очевидные преимущества перед наиболее распространенными в настоящее время САУ, замкнутыми по концентрации растворенного кислорода. Ее внедрение позволит обеспечить достижение установленных нормативными документами значений показателей загрязненности жидких отходов предприятия.

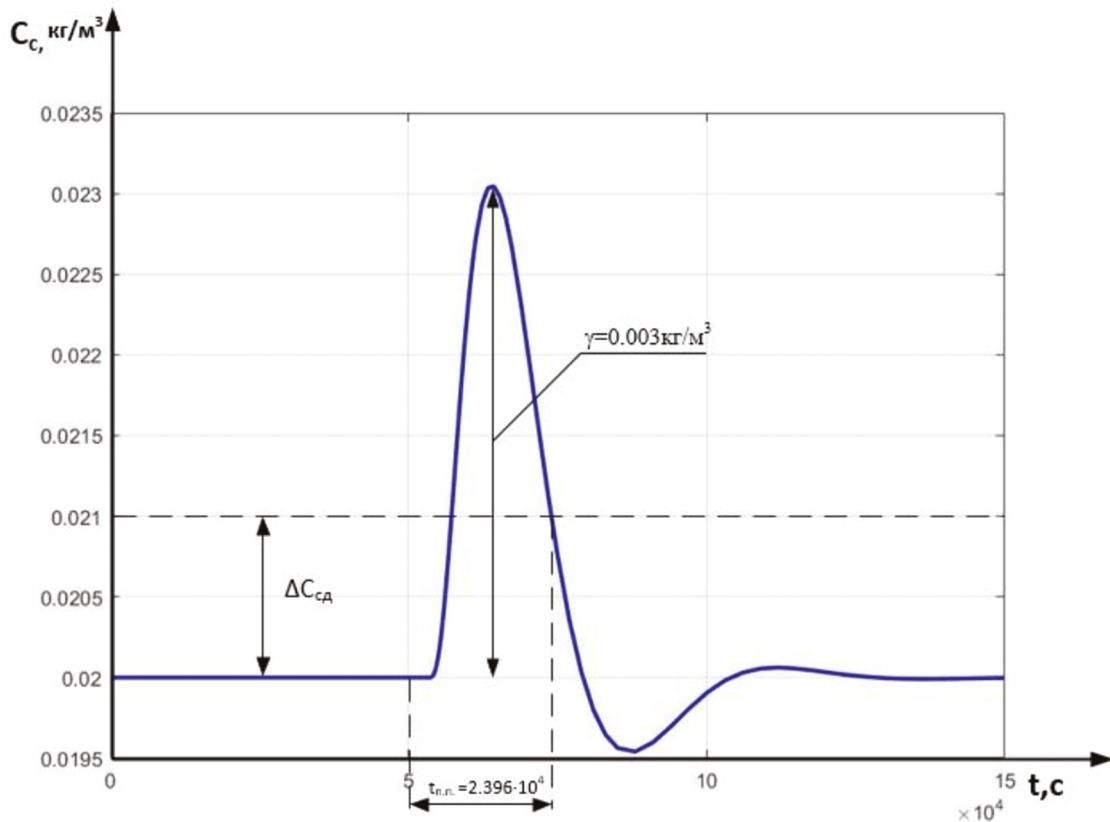


Рис. 1. Переходный процесс в САУ биологической очистки сточных вод: C_c и $\Delta C_{сд}$ — концентрация загрязнителя после биологической очистки и допустимый диапазон ее отклонения соответственно; t — время

Ключевые слова: очистка сточных вод; аэротенк-вытеснитель; активный ил; математическая модель; объект управления с распределенными параметрами; аппроксимация.

Список литературы

1. Пушин Д.В., Назаров М.А. Динамическая модель биологической очистки сточных вод как объекта управления // Тезисы докладов II международной (XV региональной) научной конференции: «Техногенные системы и экологический риск». Обнинск: НИЯУ МИФИ, 2018. С. 65–66.
2. Харькина О.В. Эффективная эксплуатация и расчет сооружений биологической очистки сточных вод. Волгоград: Панорама, 2015. 433 с.
3. Мешенгиссер Ю.М. Ретехнологизация сооружений очистки сточных вод. Москва: ООО «Издательский Дом «Вокруг света», 2012. 211 с.
4. Грудяева Е.К. Разработка и исследование математических моделей водоочистного комплекса с мембранным биореактором как объекта управления: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2016. 259 с.

Сведения об авторах:

Евгений Сергеевич Баулин — магистрант, группа 22стф-104м, строительно-технологический факультет; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: besv10@yandex.ru

Максим Александрович Назаров — научный руководитель, кандидат технических наук; Самарский государственный технический университет, Самара, Россия. E-mail: nazarovm86@yandex.ru