

**О.А. Белый, кандидат технических наук, доцент**  
**В.Н. Марцунь, кандидат технических наук, доцент**  
Учреждение образования «Белорусский государственный  
технологический университет», г. Минск, Беларусь

## **ПОДХОДЫ К ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ**

Определение выбросов загрязняющих веществ от объектов очистных сооружений канализации (ОСК) является одной из самых сложных задач в практике аналитического контроля источников воздействия на атмосферный воздух. Это обусловлено тем, что большинство источников выбросов загрязняющих веществ на таких объектах относятся к неорганизованным. На количественный и качественный состав веществ, выделяющихся в процессах механической и биологической очистки, помимо состава материальных потоков и химических, физико-химических и биохимических процессов с участием загрязняющих веществ, существенное влияние оказывают температура воздуха и водной поверхности очистного сооружения, наличие пленок органических веществ на поверхности, гидрометеорологические условия, вертикальный профиль скоростей ветра и др.

Выбросы в атмосферный воздух ОСК являются основным фактором, который определяет размер санитарно-защитной зоны данных объектов. Особые проблемы связаны с выбросами дурнопахнущих веществ, которые вызывают беспокойство населения, проживающего вблизи таких объектов.

Оценка выбросов необходима как для контроля действующих ОСК, так и проектируемых объектов с целью прогнозирования содержания загрязняющих веществ на прилегающей территории.

На практике используются различные методики количественной оценки выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух ОСК. Ряд руководств, устанавливающих процедуры для оценки выбросов ОСК, разработан в США (USEPA 1997; AUEPA 1999; NSWEPА 2001). Среди наиболее используемых методов количественной оценки выбросов в атмосферный воздух ОСК выделяются:

- непосредственное измерение выбросов с объектов очистных сооружений с применением соответствующих методик отбора проб и выполнение измерений;
- составление материального баланса по отдельным веществам и элементам;

– определение количественного и качественного состава загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферный воздух, с использованием уравнений, описывающих массообмен между жидкой (сточные воды) и газовой (атмосферный воздух) фазами в условиях установившегося равновесия;

– применение коэффициентов выбросов (факторов эмиссии), значения которых определены путем статистической обработки результатов инвентаризации выбросов большого числа ОСК, которые корректируются с учетом технологических параметров процесса очистки.

Как правило, коэффициенты выбросов (КВ) получают путем анализа результатов измерений для стабильно работающего в нормальном режиме очистного оборудования. К недостаткам такого подхода следует отнести то, что КВ не позволяют отслеживать прогресс в снижении выбросов в атмосферный воздух очистными сооружениями, не учитывают изменения в технологии очистки, колебания расхода и др. Используя такой подход, невозможно установить, как расход сточных вод, поступающих на очистку (ежедневно, еженедельно и по сезонам), температура (зима/лето) и условия эксплуатации (интенсивность аэрации, растворенный кислород), время удержания активного ила и соотношение ХПК/Н влияют на выбросы в атмосферу.

Расчеты выбросов на основе КВ в России рекомендованы для применения для действующих ОСК производительностью до 25 тыс. м<sup>3</sup>/сут и проектируемых ОСК производительностью до 40 тыс. м<sup>3</sup>/сут [1]. В Беларуси такой подход рекомендуется использовать для определения выбросов для ОСК производительностью до 500 м<sup>3</sup>/сут [2]. При использовании КВ, рекомендуемых последним источником, получаются явно завышенные оценки выбросов.

В настоящее время коэффициенты выбросов определены не для всех процессов и оборудования, применяемых на очистных сооружениях.

Непосредственное измерение выбросов с объектов очистных сооружений с использованием инструментально-расчетных методик, которые основаны на сравнении состава проб воздуха, отбираемых над поверхностью источника выделения или на определенном расстоянии от него с наветренной и подветренной сторон с учетом метеорологических условий. Такие методики в Беларуси регламентируются ТКП 17.08-16-2011 [3], применяются для инвентаризации выбросов ОСК в России [1]. Отбор проб в последнем случае рекомендуется проводить на высоте не более 0,5 м от водной поверхности источника. Инструментально-расчетная методика определения выбросов от очистных сооружений [3] позволяет лишь ориентировочно оценить количество загрязняющих веществ, выделяющихся с поверхности

емкостного оборудования очистных сооружений, но без учета вклада конкретного оборудования.

К наиболее информативным, позволяющим получить количественную информацию по выбрасываемым загрязняющим веществам, относятся методы, в основе которых лежит отбор проб непосредственно с поверхности источников выбросов, а не на прилегающей территории.

Для отбора проб с поверхности аэротенков, отстойников предназначены плавающие камеры, которые перехватывают поток газа, удаляемый с поверхности, покрытой камерой. При этом известны величина площади, с которой отбирается проба, и расход газа через камеру, что позволяет точно определить количество выделяющихся загрязняющих веществ. Результаты измерений являются основой для прямого экспериментального определения коэффициентов массопереноса для загрязняющих веществ.

Вместо плавающей камеры для отбора проб непосредственно с поверхности может использоваться пробоотборный зонд известной площади, размещаемый над поверхностью жидкости. Аспиратор, присоединенный к зонду, обеспечивает заданную скорость потока на входе в зонд при фиксированном расходе.

В настоящее время развивается такое направление аналитического контроля выбросов от оборудования очистных сооружений, как отбор проб непосредственно с водной поверхности и на заданной высоте с помощью дронов [4].

Перспективным и развивающимся методом оценки выбросов от ОСК является использование компьютерных моделей. Многие из этих моделей позволяют пользователю вводить данные, учитывающие специфику конкретных ОСК (экспериментально определенные коэффициенты массопереноса и др.). Среди известных компьютерных моделей следует упомянуть WATER9, основанную на математической модели выбросов в атмосферу для отходов и сточных вод [5], и программу Toxchem™, разработанную компанией Hydromantis Environmental Software Solutions, Inc. [6].

Toxchem™ детально описывает процессы превращения загрязняющих веществ на сооружениях ОСК, в частности процессы массопереноса; сорбцию загрязняющих веществ твердой фазой; содержит базу данных соединений, в которой представлены показатели, характеризующие физические, химические и биологические свойства веществ; использует уравнения массообмена и баланса массы, включая механизмы десорбции и испарения, биodeградации и др. Программу можно применять для прогнозирования превращений содержащихся в

сточных водах любых химических соединений, для которых известны физические, химические свойства и БПК. Обширная библиотека математических моделей включает также все возможные варианты обработки осадков.

Принимая во внимание тот факт, что в Республике Беларусь в настоящее время не введен в действие технический нормативный правовой акт, регламентирующий инвентаризацию и прогнозирование выбросов очистных сооружений канализации, при разработке такого документа необходимо учесть накопленный опыт выполнения работ такого вида в других странах. Следует разработать процедуру и выбрать инструментальные и инструментально-расчетные методики инвентаризации и контроля выбросов, учитывающие специфику ОСК.

### **Литература**

1. Методические рекомендации по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных источников станций аэрации сточных вод. – СПб.: ОАО «НИИ Атмосфера», 2015. – 28 с.

2. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосферный воздух. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Правила расчета выбросов от объектов очистных сооружений: П-ОС 17.08-01-2012 (02120). – Минск: Экологияинвест, 2012. – 21 с.

3. Охрана окружающей среды и природопользование. Атмосфера. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Порядок определения выбросов от объектов предприятий нефтехимической отрасли: ТКП 17.08-16-2011 (02120). – Введ. 01.01.2012. – Минск: Минприроды, 2012. – 37 с.

4. Scentroid [Electronic resource]. – Mode of access: <http://scentroid.com/scentroid-dr1000/>. – Date of access: 17.11.2019.

5. Air emissions models for waste and wastewater: EPA-453/R-94-080A [Electronic resource] // EPA. United States. – Mode of access: [https://www3.epa.gov/ttn/chief/software/water/air\\_emission\\_models\\_waste\\_wastewater.pdf](https://www3.epa.gov/ttn/chief/software/water/air_emission_models_waste_wastewater.pdf). – Date of access: 20.11.2019.

6. Hydromantis ESS, Inc. [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.hydromantis.com/Toxchem-unit-processes.html>. – Date of access: 20.11.2019.