

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

УДК 628.3

А.Г. Мелехин, С.Ю. Третьяков

Пермский государственный технический университет

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННОЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ СУЛЬФИДОВ В БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ ГОРОДА

Исследуются проблемы образования сульфидов в бытовых сточных водах города в ходе их транспортировки. Для уменьшения их токсичности и агрессивности предлагается реагентный метод корректировки концентраций сульфидов непосредственно в трубопроводе, который реализуется на сооружениях систем водоотведения, легко автоматизируется, обладает экономическим и экологическим эффектом.

Ключевые слова: сульфиды, бытовые сточные воды, токсичность, технические решения.

Сульфиды являются заметным ингредиентом общего загрязнения бытовых сточных вод города. Образование сульфидов, в том числе сероводорода, в системах канализации обусловлено протеканием анаэробных биохимических процессов разложения белковых веществ. Особенно активно такие процессы протекают в напорных канализационных коллекторах в условиях дефицита кислорода. Согласно «Правилам пользования системами коммунального водоснабжения...» [1], сульфиды относятся к категории веществ, которые в определенных концентрациях запрещены к сбросу в городские системы канализации. Правилами приема сточных вод в системы канализации Пермского края и ряда других территорий установлено, что концентрация сульфидов в сточных водах, поступающих в системы канализации населенных пунктов, не должна превышать $1,5 \text{ мг/дм}^3$ [1, 2]. Проблема сброса бытовых сточных вод города, содержащих се-

роводород, обострилась, когда эксплуатацией сетей и эксплуатацией сооружений стали заниматься разные организации. Проблема образования сульфидов в бытовых сточных водах города в ходе их транспортировки в системах канализации стала объектом нашего исследования.

Анализ статистических данных содержания загрязнений в бытовых сточных водах города «К» за 2007–2009 годы показал, что их концентрация в точке поступления на городские очистные сооружения составляет 1,54–5 мг/дм³. Таким образом, к категории сточных вод, не подлежащих приему в системы канализации, построенные по типовым проектным решениям, попали бытовые сточные воды города, не обремененные промышленными стоками. С целью изучения условий формирования загрязнений было проведено исследование содержания сульфидов по всей технологической цепочке транспортировки воды. Определения проводила лаборатория, аттестованная Госстандартом России по стандартным методикам. Проведенные измерения показали, концентрация сульфидов в сточных водах в период проведения исследований до поступления на канализационную насосную станцию составляет 0,029–0,898 мг/дм³.

Концентрация сульфидов в сточных водах на входе в очистные сооружения составляет 1,541–4,006 мг/дм³ (при норме $\leq 1,5$ мг/дм³). В приемной камере очистных сооружений концентрация сульфидов составляет 1,474–5,562 мг/дм³; в лотке после первичных отстойников – 0,788–1,285 мг/дм³; на выпуске после контактного резервуара – 0,011–0,483 мг/дм³. В сборной камере, т.е. на выпуске с очистных сооружений концентрация сульфидов составляет $< 0,002$ мг/дм³. Таким образом, превышение концентрации сульфидов наблюдается после участка напорных канализационных коллекторов и приемной камере очистных сооружений. Контакт сточных вод с кислородом воздуха и их технологическое хлорирование ведет к снижению концентрации сульфидов и их рост в ходе движения стоков по элементам очистных сооружений не наблюдается.

Одним из отрицательных факторов наличия сульфидов в стоках является их агрессивность к поверхностям конструкций сооружений. С целью определения реальных результатов разрушительного воздействия сульфидов на конструктивные элементы сетей и сооружений канализации произведено их натурное обследование. По результатам обследования сделаны вы-

воды, что на некоторых участках поверхностей основных конструктивных элементов системы имеются следы коррозии, связанные с воздействием сульфидов (рис. 1, 2).

В бытовых сточных водах изначально, вблизи источников образования, сероводородная кислота и ее соли отсутствуют. Образование сероводорода в системах канализации обусловлено протеканием анаэробных биохимических процессов разложения белковых веществ, при котором сульфат-ионы, входящие в состав сложных органических соединений, восстанавливаются до сероводорода. Особенно активно образование сероводорода происходит в напорных канализационных коллекторах, которые являются зоной глубокого дефицита кислорода.



Рис. 1. Приемная камера очистных сооружений. Следы разрушений трубопроводов и стенок камеры



Рис. 2. Следы коррозии на стенках приемной камеры очистных сооружений

На основе информационных источников изучены способы обработки сточных вод с целью предотвращения образования сероводорода комплексным реагентом на основе специально подготовленных соединений.

Химические вещества, используемые в процессе, – это смесь тщательно приготовленных реагентов, которые, с одной стороны, предупреждают образование сульфидов, а с другой – связывают уже образовавшиеся.

В зависимости от вида канализационной сети (напорная, самотечная), возможных пунктов дозирования (вначале, посередине, на конце участка сети), интенсивности протекания сточных вод, химического состава сточных вод возможны различные сочетания компонентов препарата.

Технология заключается в применении соответствующего продукта, который связывает сульфид S_2^- , ионы гидросульфида

HS^- и сероводород H_2S до нетоксичного сульфида железа (II), а также предотвращает или ограничивает процессы анаэробного сульфатредуцирования. Для связывания сульфидов и H_2S используются ионы железа (III). Для ограничения образования анаэробных условий в канализационных стоках применяется реагент, содержащий нитрат-ионы NO_3^- .

Биохимизм процесса в канализационной сети следующий:

Аэробная зона

органические соединения + $\text{O}_2 \rightarrow$
 \rightarrow (аэробные бактерии) $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Бескислородная зона

органические соединения + $\text{NO}_3^- \rightarrow$
 \rightarrow (денитрифицирующие бактерии) $\rightarrow \text{CO}_2 + \text{N}_2$

Анаэробная зона

сульфаты и накопленная сера \rightarrow
 \rightarrow (сульфатредуцирующие бактерии) $\rightarrow \text{H}_2\text{S}$ и сульфиды

Первоначально стоки, которые текут по коллекторам, содержат растворенный кислород O_2 , который расходуется на окисление органических загрязнителей.

После исчерпания запасов кислорода бактерии для своей жизнедеятельности начинают использовать либо нитраты, имеющиеся в небольших количествах в стоках, либо нитраты, попадающие извне, т.е. при добавлении препарата.

После исчерпания запаса NO_3^- очень быстро наступает анаэробный процесс, в котором бактерии, пользуясь присутствием в стоках больших запасов органических веществ, восстанавливают доступные сульфаты до сульфидов, высвобождая при этом в атмосферу коллектора сероводород.

Присутствующие в препарате ионы железа (III) при дозировании в систему со стоками реагируют с образующимся сероводородом и растворенными сульфидами, с образованием нерастворимых сульфидов.

Образующийся черный коллоидный трудно растворимый осадок сульфида железа (II) не осаждается в сточном коллекторе и не создает проблем с очисткой стоков.

Нами работы разработаны технологии, позволяющие снизить концентрации сульфидов в ходе их транспортировки с применением реагентов российского производства, адаптированных к данной схеме назначения.

Технологическая схема дозирования реагентов дана на рис. 3. Установка размещается непосредственно на канализаци-

онной насосной станции, т.е. перед напорным участком трубопровода предшествующего очистным сооружениям, не требует специального дорогостоящего оборудования, легко поддается ручному управлению и автоматизации.

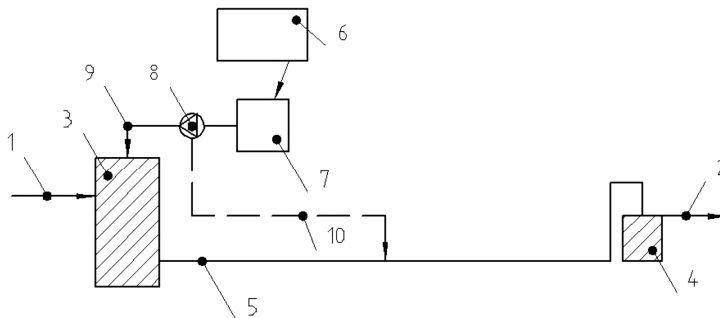


Рис. 3. Технологическая схема установки для обработки бытовых сточных вод в ходе их транспортировки: 1 – трубопровод подачи сточных вод (СВ) на главную канализационную насосную станцию (ГКНС); 2 – трубопровод подачи СВ на очистные сооружения (ОС); 3 – ГКНС; 4 – приемная камера ОС; 5 – напорный коллектор (НК); 6 – склад концентрированного реагента(жидкого); 7 – расходные баки; 8 – насос-дозатор (насос малой производительности); 9 – трубопровод подачи реагента в СВ на ГКНС; 10 – трубопровод подачи реагента непосредственно в трубопровод по ходу движения СВ

Таким образом, исследование влияния бытовых сточных вод города, содержащих сульфиды, на работу и конструкции очистных сооружений показало, что сульфиды в присутствующих концентрациях приводят к разрушению элементов сооружений. По результатам исследований разработана технологическая схема установки для обработки бытовых сточных вод на канализационной насосной станции, определены технико-экономические показатели метода.

Библиографический список

1. Правила пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ № 475 от 08.08.2003.
2. Типовые правила приема сточных вод в системы канализации населенных пунктов Пермской области: Приложение к указу губернатора от 29.08.2003 № 167 «О порядке взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов Пермской области».

Получено 15.02.2011