

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.07

УДК 628.29; 628.312; 628.214

О.И. Ручкина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОБЛЮДЕНИЯ ДОПУСТИМОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СУЛЬФИДОВ В ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Представлены результаты исследования влияния температуры сточных вод и протяженности транспортирования стоков по напорным коллекторам в приемную камеру городских сточных вод на образование сульфидов на примере трех транзитных организаций очистных сооружений. Приведена годовая динамика изменения сульфидов в зависимости от температуры сточных вод. Определен удельный показатель концентрации сульфидов на километр транспортирования сточных вод. На основе проведенных исследований доказано отсутствие возможности соблюдения допустимой концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования по длинным напорным коллекторам.

На основе анализа нормативных требований к месту отбора проб сточных вод и особенностей транзитных организаций водопроводно-канализационного хозяйства предложена новая точка отбора проб.

Приведена оценка целесообразности проведения мероприятий, по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора, регламентируемых Правилами холодного водоснабжения и водоотведения.

Показана необходимость урегулирования на законодательном уровне вопросов контроля и нормирования сульфидов, концентрация которых объективно увеличивается в процессе транспортировки сточных вод в напорном режиме.

Ключевые слова: сульфиды, транспортирование сточных вод, хозяйственно-бытовые сточные воды, напорный коллектор, биологические очистные сооружения.

В городах и населенных пунктах, где транспортировку и очистку стоков осуществляет одна организация водопроводно-канализационного хозяйства (ОВКХ), проблемы контроля и нормирования сульфидов не суще-

Ручкина О.И. Оценка возможности соблюдения допустимой концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 4 (35). – С. 66–78. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.07

Ruchkinova O.I. Evaluation of the possibility to comply with the acceptable concentration of sulphides in household wastewater during transportation. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2019. No. 4 (35). Pp. 66-78. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.07

ствуется. Контроль сточных вод осуществляется на выпусках сточных вод абонентов в централизованную систему водоотведения. В процессе транспортировки смешанного потока сточных вод до очистных сооружений бессмысленно контролировать сульфиды в стоках, если некому предъявлять счета за превышение их концентрации.

Проблема «сульфидов» возникает при наличии двух и более ОВКХ на единой централизованной системе водоотведения (ЦСВ) и расположении контрольной точки отбора сточных вод на выпуске протяженного напорного коллектора в приемную камеру биологических очистных сооружений (БОС) [1]. Острота проблемы «сульфидов» для ОВКХ в данной точке контроля спадает или возрастает в зависимости от изменения законодательства, а также от времени года.

Федеральным законом от 07.12.2011 г. № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» предусмотрены договорные отношения между организациями, эксплуатирующими отдельные объекты ЦСВ. В случае когда ОВКХ-1 эксплуатирует БОС, а ОВКХ-2-*n* – являются гарантирующими либо транзитными организациями, все стороны являются равноправными субъектами. В то же время в стандартном договоре водоотведения (утвержден Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 г. № 645) ОВКХ-1 поименована как организация водопроводно-канализационного хозяйства, а ОВКХ-2-*n* – как абонент либо транзитная организация.

Абонент в терминологии ФЗ № 416 от 07.12.2011 г. и Правил холодного водоснабжения и водоотведения, утвержденных постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 г. № 644, – физическое либо юридическое лицо, заключившее или обязанное заключить договор горячего водоснабжения, холодного водоснабжения и (или) договор водоотведения, единый договор холодного водоснабжения и водоотведения. Абонент в соответствии с определением не обременен обязанностями эксплуатации объекта ЦСВ, в отличие от организации водопроводно-канализационного хозяйства и транзитной организации.

Обязанность соблюдать требования к составу и свойствам сточных вод, отводимых в ЦСВ, в целях предотвращения негативного воздействия сточных вод на работу ЦСВ (в том числе ее отдельных объектов) для абонента установлена Правилами холодного водоснабжения и водоотведения. Для транзитной организации такая обязанность установлена стандартным договором транспортировки сточных вод (утвержден Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 г. № 645). Таким образом, в каком бы статусе ни находились ОВКХ-2-*n* по отношению к ОВКХ-1, они во всех случаях в соответствии с законодательством обременены обязанностью соблюдения требований к составу и свойствам сточных вод, отводимых в ЦСВ, в целях пре-

дотвращения негативного воздействия сточных вод на работу таких систем. Следствием такой обязанности выступают постоянные риски несоблюдения требований, в частности к содержанию сульфидов, и взимания платежей со стороны ОВКХ-1 за негативное воздействие на работу ЦСВ. Часто стабильные платежи за превышение максимальных допустимых значений концентраций сульфидов в стоках ОВКХ-2-*n* являются для ОВКХ-1 источником дохода, а для ОВКХ-2-*n* источником постоянных убытков, так как плата за превышение концентрации сульфидов не закладывается в тариф водоотведения.

Правилами холодного водоснабжения и водоотведения (утверждены Постановлением Правительства РФ от 29.07.2013 г. № 644) в целях предотвращения негативного воздействия на канализационные сети установлено максимальное допустимое значение показателя «сульфиды» в концентрации 1,5 мг/дм³.

Анализ судебной практики по спорам между хозяйственными субъектами в части обоснованности взимания платы за негативное воздействие на ЦСВ из-за превышения допустимой концентрации сульфидов показал, что суды исходят исключительно из положений нормативно-правовых актов в сфере водоотведения. Суды рассматривают обязательства сторон исходя из договора водоотведения/транспортировки стоков, оценивают соответствие точки контроля стоков и проб нормативным документам. Другие аргументы, в частности причины образования сульфидов при транспортировке, судами не рассматриваются и не оцениваются. Так, ФЗ № 416 от 07.12.2011 г. не урегулированы вопросы контроля и нормирования в отношении веществ, концентрация которых объективно изменяется (увеличивается) в процессе транспортировки в напорном режиме (сульфиды).

В работе [1] на примере города К. показано, что хозяйственно-бытовые сточные воды не являются источником сульфидов в концентрации более 1,5 мг/дм³ по всей сети канализования, включая вход в приемную камеру главной канализационной насосной станции (ГКНС). Увеличение концентрации сульфидов более 1,5 мг/дм³ происходит на участке от ГКНС до выпуска в приемную камеру БОС в процессе транспортировки стоков по напорному коллектору. Причинами концентрации сульфидов более 1,5 мг/дм³ в сточных водах города К. на выпуске в приемную камеру БОС являются анаэробный режим транспортирования стоков по напорному коллектору, значительная протяженность коллектора, 3,8 км, и, соответственно, значительное время, около 40 мин, движения стоков в анаэробных условиях.

В статье [1] не исследованы сезонные изменения концентрации сульфидов на выходе напорного коллектора при транспортировании сточных вод от ГКНС на БОС. Отсутствие таких данных не позволяет осуществлять всесезонную оценку и прогноз возможности соблюдения допустимой

концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования.

Целью исследований являлась оценка возможности соблюдения допустимой концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования в условиях действующего законодательства.

Объектом исследования являлись хозяйственно-бытовые сточные воды транзитных организаций БОС.

Предмет исследования – сезонное изменение концентрации сульфидов в сточных водах транзитных организаций БОС.

Оценка возможности соблюдения допустимой концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования включало решение следующих задач:

- исследование влияния температуры сточных вод и протяженности транспортирования стоков по напорным коллекторам в приемную камеру городских сточных вод на образование сульфидов;
- изучение нормативных требований к месту отбора проб сточных вод;
- анализ целесообразности мероприятий по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора.

Влияние температуры сточных вод и протяженности транспортирования стоков по напорным коллекторам в приемную камеру городских сточных вод на образование сульфидов. Нами была проведена оценка влияния температуры сточных вод и протяженности транспортирования стоков по напорным коллекторам на образование сульфидов. Объектом исследования являлись сточные воды, поступающие от трех напорных трубопроводов в приемную камеру БОС. На БОС поступали городские сточные вод города К., поселка М., поселка У.

Протяженность напорных трубопроводов составляла: трубопровода № 1 (сточные воды от пос. М.) – 12 км, трубопровода № 2 (город К.) – 3,8 км, трубопровода № 3 (сточные воды от пос. У.) – 14 км. Анализировались результаты проб сточных вод, отобранных непосредственно из трубы каждого коллектора в месте разлива сточных вод в приемную камеру городских сточных вод. Были проанализированы результаты ежемесячных наблюдений в период 2007, 2008, 2011 годов. Данные были статистически обработаны с получением средних ежемесячных за период наблюдений (за три года) концентраций сульфидов и температуры сточных вод. Результаты исследований представлены на рисунке.

Изучение изменения температуры сточных вод в течение года показало, что с января по апрель температура изменялась несущественно в интервале 12,9–14,2 °С. При этом минимальное значение температуры реги-

стрировалось в апреле – 12,9 °С. Известно, что апрель характеризуется обильным снеготаянием, с неизбежным попаданием части талых вод (имеющих низкую температуру) в городскую систему канализации. С мая по август происходило стабильное увеличение температуры стоков с 15,4 до 23 °С с последующим снижением к декабрю до 14,5 °С. Соотношение максимальной и минимальной температуры сточных вод составляло 1,8 раза, среднегодовая температура стоков 17 °С.

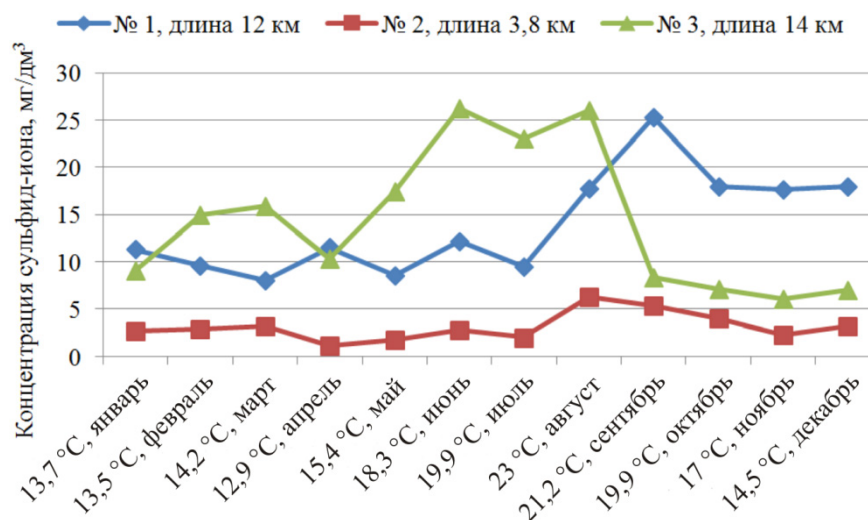


Рис. Среднегодовая динамика изменения концентрации сульфидов в сточных водах после напорной транспортировки

В напорных трубопроводах № 1 и № 2 с января по июль концентрации сульфидов изменялись незначительно, а ежемесячные величины сульфидов в целом были несколько ниже среднего значения (14 мг/дм³ для трубопровода № 1 и 3,1 мг/дм³ для трубопровода № 2). С августа по декабрь концентрации сульфидов в целом выше средних значений. Пиковые значения сульфидов фиксировались в августе – сентябре.

Тенденция изменения концентраций сульфидов в напорном трубопроводе № 3 аналогична тенденции для трубопровода № 1 и № 2. Пиковые концентрации сульфидов наблюдались с мая по август, достигая 26 мг/дм³ при среднем значении 14,3 мг/дм³. С сентября по декабрь концентрации сульфидов в целом ниже средних значений.

Увеличение концентрации сульфидов в период с максимальной температурой сточных вод (23 °С) по сравнению с периодом с минимальной температурой (12,9 °С) составляло, раз: для трубопровода № 1 – в 3,1; для трубопровода № 2 – в 5,7; для трубопровода № 3 – в 4,3. В период с максималь-

ной температурой сточных вод (23 °С) по сравнению со среднегодовой температурой (17 °С) и соответствующими среднегодовыми концентрациями увеличение сульфидов составляло раз: для трубопровода № 1 – в 1,8 раз, для трубопровода № 2 – в 2 раза, для трубопровода № 3 – в 1,9 раза.

Транспортировка сточных вод по напорным трубопроводам во всех рассмотренных случаях не давала возможности соблюдения допустимой концентрации сульфидов на выходе из трубы, за исключением транспортировки стоков в апреле по наименее протяженному коллектору № 2 (1,1 мг/дм³).

Колебания содержания сульфидов в сточных водах, их среднее значение и удельные концентрации на 1 км трубы за период наблюдений в рассмотренных напорных трубопроводах приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика трубопроводов. Средние и удельные концентрации сульфидов в напорных трубопроводах за период наблюдений (2007–2008 гг., 2011 г.)

Объект	Протяженность, км	Средний расход сточных вод, $\frac{м^3}{ч}$ тыс. м ³ /год	Колебания концентрации сульфид-иона, мг/дм ³	Средняя (за 3 года) концентрация сульфид-иона, мг/дм ³	Удельная концентрация сульфид-иона на 1 км трубы, мг/км
Напорный трубопровод № 1 (сточные воды от пос. М.)	12	$\frac{58}{508,7}$	8–25,3	14,0	1,16
Напорный трубопровод № 2 (сточные воды города К.)	3,8	$\frac{477}{4181,0}$	1,1–6,3	3,1	0,82
Напорный трубопровод № 3 (сточные воды от пос. У.)	14	$\frac{71}{617,8}$	6,1–26,3	14,3	1,02
Среднее значение				5,45	1,0

Анализ полученных результатов (табл. 1) показал следующее:

– минимальные, максимальные и средние концентрации сульфид-иона в сточных вод напрямую зависят от протяженности трубопровода, чем длиннее трубопровод, тем выше концентрации сульфид-иона;

– величина удельной концентрации сульфидов колеблется в интервале 0,82–1,16 мг/км, среднее значение составляет 1 мг/км трубы.

Изучение нормативных требований к месту отбора проб сточных вод. Исследованиями на примере города К. установлено, что концентрация сульфидов в городских сточных водах не превышает допустимую (1,5 мг/дм³) вплоть до ГКНС. Увеличение содержания сульфидов выше нормы происходит исключительно в процессе транспортировки стоков по напорному коллектору [1].

В соответствии со схемой канализации г. К., поселков М. и поселка У. подключения к напорным коллекторам на участке от последней КНС

до приемной камеры отсутствуют. Поэтому исключается поступление сточных вод иных эксплуатантов по трассе от КНС до приемной камеры очистных сооружений.

Можно констатировать, что в точке отбора проб, приемной камере БОС, результат проб сточных вод по показателю «сульфиды» не отражает подлинное содержание сульфидов в централизованных сетях водоотведения населенных пунктов.

Для исключения влияния напорного режима транспортирования стоков по протяженным напорным коллекторам в течение значительного времени в анаэробных условиях, влияния естественного изменения температуры сточных вод в течение года, напрямую зависящего от температуры наружного воздуха, на концентрацию сульфидов целесообразно изменить существующую точку отбора проб на точку в последней КНС перед БОС.

Отбор проб на содержание сульфидов рекомендуется осуществлять из подающей трубы самотечного трубопровода в приемный резервуар КНС.

Оценка соответствия точки отбора проб в КНС нормативным требованиям приведена в табл. 2.

Оценка соответствия предлагаемой точки отбора проб для количественного определения сульфидов нормативным требованиям показала, что технические параметры предлагаемой точки отбора соответствуют нормативным требованиям, обеспечивают возможность отбора из хорошо перемешанных потоков, вне зон действия возможного подпора. Предлагаемая точка отбора не соответствует требованиям в части максимального приближения к точке сброса.

Анализ целесообразности мероприятий по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора. Правилами холодного водоснабжения и водоотведения максимальное допустимое значение сульфидов $1,5 \text{ мг/дм}^3$ установлено в целях предотвращения негативного воздействия на канализационные сети.

Мероприятия по предотвращению образования сероводорода/сульфидов в коллекторах проводят с целью борьбы с коррозией железобетонных и металлических труб. Известно [2], что допустимая концентрация сероводорода для канализационной сети составляет 5 мг/м^3 . Сероводород инициирует биогенную сернокислую коррозию бетонных конструкций и металлических трубопроводов в канализационных сетях, скорость которой может достигать 10 мм/год . Коррозия является причиной 70–75 % аварий на железобетонных трубопроводах водоотведения, снижая их долговечность с планируемых 50 до 10–15 лет [3, 4].

Таблица 2

Оценка соответствия точки отбора проб в КНС нормативным требованиям ПНД Ф 12.15.1–08 «Методические указания по отбору проб для анализа сточных вод»

Требование нормативного документа, номер пункта	Характеристика предлагаемого места отбора проб	Оценка соответствия
4.2. Пробы сточных вод должны отбираться из хорошо перемешанных потоков, вне зон действия возможного подпора	Подающая труба самотечного коллектора в приемный резервуар КНС содержит перемешанный поток городских сточных вод, находится вне зон действия возможного подпора	Соответствует
4.3. Для целей контроля за соблюдением нормативов/лимитов сброса, учета и расчета массы сброса загрязняющих веществ в составе сточных вод пробы отбираются из водоотводящих устройств. Места отбора проб сточных вод должны быть максимально приближены к точке сброса	Подающая труба самотечного коллектора в приемный резервуар КНС является водоотводящим устройством. Место отбора проб сточных вод находится на удалении от 3,8 до 14,3 км от точки сброса	Соответствует. Не соответствует
4.6. Отбор проб проводится из контрольных канализационных колодцев, указанных в программе контроля состава и свойств сточных вод или договоре водоотведения, едином договоре холодного водоснабжения и водоотведения. Отбор проб сточных вод при наличии такой возможности осуществляется вне зон действия подпора со стороны централизованной системы водоотведения из лотка канализационного колодца или падающей струи	Подающая труба самотечного коллектора в приемный резервуар КНС не указана в договоре водоотведения. Точкой отбора проб является приемная камера БОС. Подающая труба самотечного коллектора в приемный резервуар КНС содержит перемешанный поток городских сточных вод, находится вне зон действия возможного подпора	Не соответствует. Соответствует

Для предотвращения образования сероводорода в сетях водоотведения могут быть предусмотрены следующие мероприятия: 1) инъекция воздуха, технического кислорода или подача перекиси водорода для создания аэробных условий и окисления сульфидов до сульфатов, данный способ получил наиболее широкое применение [5–8]; 2) использование нитратов для окисления сероводорода, создания аноксидных условий и увеличения ОВП, при этом применяют NaNO_3 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$; 3) чистка внутренней поверхности трубопроводов от биопленки, производится механически с помощью скребков либо посредством других методов, например с применением специальных гранул [9]; 4) перевод сероводорода, содержащегося в жидкости, в нерастворимую форму, для этого могут применяться соли железа, например хлорид железа и сульфат железа, с образованием сульфидов железа [9–12]; 5) подавление жизнедеятельности анаэробных мик-

роорганизмов увеличением рН жидкости (могут применяться реагенты $Mg(OH)_2$ и $NaOH$); 6) воздействие азотистой кислоты, образованной при дозировании в сточную воду соляной кислоты и нитритов; 7) комбинирование нескольких методов одновременно [9], снижение температуры сточных вод, например, с использованием теплового насоса [13].

В меньшей степени исследовано воздействие сульфидов на биологическую очистку сточных вод. Е.В. Вильсон изучено влияние сульфидов на биологическую очистку сточных вод при концентрациях более 10 мг/дм^3 [8, 14]. При поступлении в систему аэротенков сульфид-ионов в количествах свыше 10 мг/дм^3 в иловой смеси происходило снижение общей численности индикаторных групп микроорганизмов на 60 % от контроля за 6 сут. А при поступлении сульфид-ионов в количествах свыше 100 мг/дм^3 в иловой смеси снижение общей численности микроорганизмов на 60 % (от контроля) происходит за 3 сут [8]. При концентрации в исходных сточных водах сульфидов более 15 мг/дм^3 качество очищенной воды существенно снижалось: она приобретала серый оттенок, появлялась опалесценция [14].

Исследования по оценке динамики изменения концентрации сульфидов в сточных водах в процессе их транспортирования и очистки на системе водоотведения города К. показали, что в приемной камере БОС концентрация сульфидов составляла $4\text{--}5 \text{ мг/дм}^3$, а в процессе механической очистки, в результате контакта сточных вод с кислородом воздуха, резко снижалась. После первичных отстойников она составляла $0,8\text{--}1,3 \text{ мг/дм}^3$, а при поступлении на биологическую очистку остаточные концентрации сульфидов составляли $0,01\text{--}0,05 \text{ мг/дм}^3$, на выпуске в водный объект сульфиды не превышали ПДК [15].

Результаты наших исследований, приведенные в табл. 1, показали, что средняя за три года концентрация сульфидов в приемной камере БОС от смешанного потока сточных вод города К, пос. М. и пос. У. составляла $5,45 \text{ мг/дм}^3$. Наши данные согласуются с данными [15]. Следовательно, для рассмотренного объекта исследования содержание сульфидов $5,45 \text{ мг/дм}^3$ на входе в сооружения механической очистки обеспечивает нормативные $1,5 \text{ мг/дм}^3$ при поступлении на биологическую очистку.

Очевидно, что при сложившейся схеме канализации г. К., пос. М и пос. У. изменить напорный режим транспортирования городских сточных вод до приемной камеры очистных сооружений БОС невозможно и нецелесообразно.

Сократить протяженность напорного коллектора на участке от последней КНС до точки сброса в приемную камеру БОС также невозможно, как и уменьшить время транспортировки сточных вод по коллектору.

Уменьшение температуры сточных вод в летний период также не представляется возможным.

Анализ осуществимости регламентируемых Правилами холодного водоснабжения и водоотведения, п. 116, перечня мероприятий, обеспечивающих предотвращение нарушений абонентом требований к составу и свойствам сточных вод, отводимых в централизованные системы водоотведения, устанавливаемых в целях предотвращения негативного воздействия на работу объектов централизованной системы водоотведения, применительно к ОВКХ, сбрасывающим стоки на БОС, показал:

а) очистка сточных вод абонентов с использованием локальных очистных сооружений, принадлежащих третьим лицам, и так осуществляется на практике;

в) внедрение технологий производства продукции (товаров), оказание услуг, проведение работ, обеспечивающих снижение содержания загрязняющих веществ в составе сточных вод, нецелесообразно, так как сточные воды абонентов ОВКХ не содержат сульфиды в недопустимых концентрациях;

г) передача сточных вод для очистки специализированным организациям по договору на очистку сточных вод осуществляется на практике;

д) заключение договора, предусмотренного п. 114 правил, невозможно по причине того, что сульфиды в концентрации более $1,5 \text{ мг/дм}^3$ относятся к веществам, используемым в целях предотвращения негативного воздействия на канализационные сети.

ОВКХ не могут влиять на содержание сульфидов в сточных водах на участке от последней КНС до точки сброса в приемную камеру БОС. Проведение мероприятий по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора, регламентируемых Правилами холодного водоснабжения и водоотведения, нецелесообразно. ОВКХ практически обречены на стабильное превышение концентрации сульфидов в стоках и постоянные платежи за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения.

В результате исследования влияния температуры сточных вод и протяженности транспортировки стоков по напорным коллекторам в приемную камеру БОС городских сточных вод на образование сульфидов, изучения нормативных требований к месту отбора проб сточных вод, анализа целесообразности мероприятий по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора были сделаны следующие выводы:

1. На примере транспортировки стоков по напорным коллекторам трех транзитных ОВКХ изучена динамика изменения концентраций сульфидов в зависимости от температуры сточных вод. Установлено существ-

венное влияние температуры сточных вод на содержание сульфидов. В период с максимальной температурой сточных вод (23 °С) концентрация сульфидов в стоках увеличивается от 3,1 до 5,7 раз по сравнению с периодом с минимальной температурой (12,9 °С).

2. Количество образовавшихся сульфидов тем больше, чем длиннее напорный коллектор и больше время транспортирования стоков. Исследованиями доказано, что каждый километр транспортирования сточных вод увеличивает концентрацию сульфидов в стоках на 1 мг. В годовом разрезе во всех рассмотренных случаях на выходе из напорной трубы фактические концентрации сульфидов превышали допустимые в 1,9 раза. Для ОВКХ, имеющих длинные напорные коллекторы, отсутствует возможность соблюдения допустимой концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования.

3. Поскольку значение сульфидов на конце напорного коллектора не отражает подлинное содержание сульфидов в централизованных сетях водоотведения транзитных организаций, то для них предложена новая точка отбора проб – последняя КНС перед БОС. Технические параметры предложенной точки отбора соответствуют нормативным требованиям, обеспечивают возможность отбора из хорошо перемешанных потоков, вне зон действия возможного подпора. Однако предложенная точка отбора не соответствует нормативным требованиям в части максимального приближения к точке сброса.

4. Проведение мероприятий по достижению нормативной концентрации сульфидов на конце напорного коллектора, регламентируемых правилами холодного водоснабжения и водоотведения, нецелесообразно. Поэтому ОВКХ практически обречены на стабильное превышение концентрации сульфидов в стоках и стабильные платежи за негативное воздействие на работу централизованной системы водоотведения.

5. Необходимо на законодательном уровне урегулировать контроль и нормирование сульфидов, концентрация которых объективно увеличивается в процессе транспортировки сточных вод в напорном режиме.

Список литературы

1. Ручкинова О.И. Изменение концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2019. – № 3. – С. 138–149.
2. Малков А.В. Предотвращение коррозии конструкционных материалов в системах водоотведения на основе организации газообмена: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / СПб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб., 2017. – 23 с.
3. Васильев В.М., Панкова Ю.В., Столбихин Ю.В. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013 – № 9. – С. 55–61.

4. Розенталь Н.К. Оборудование, материалы, технология // Бетон и железобетон. – 2011. – № 1. – С. 96–103.
5. Максименко И.В. Ресурсосбережение в предварительной очистке сточных вод // Здоровье и экология человека: материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. (20–21 ноября 1997 г.). – Ростов н/Д: РЭА, 1997. – С. 88–89.
6. Серпокрялов Н.С., Максименко И.В. Подготовка сточных вод к очистке // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. – 2000. – № 1. – С. 70–71.
7. Васильев В.М., Похил Ю.Н., Трубникова Л.П. Канализационные коллекторы г. Новосибирска // Водоснабжение и санитарная техника. – 2009. – № 3. – С. 34–36.
8. Вильсон Е.В., Черникова Л.Ю. Использование пероксида водорода в системах очистки сточных вод // ВодаMagazin. – 2009. – № 5. – С. 31–32.
9. Кофман В.Я. Сероводород и метан в канализационных сетях: обзор // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 11. – С. 72–78.
10. Effects of long-term pH elevation on the sulfate-reducing and methanogenic activities of anaerobic sewer biofilms / O. Gutierrez, D. Park, K. Shar, Z. Yuan // Water Research. – 2009. – № 43 (9). – P. 2549–2557.
11. Zhang L., Keller J., Yuan Z. Inhibition of sulfate-reducing and methanogenic activities of anaerobic sewer biofilms by ferric iron dosing // Water Research. – 2009. – № 43 (17). – P. 412–413.
12. Третьяков С.Ю., Мелехин А.Г. Технология обезвреживания сульфидов в бытовых сточных водах // Экология и промышленность России. – 2012. – № 1. – С. 12–16.
13. Лебедева Е.С., Юрченко В.А., Свергузова С.В. Количественная оценка влияния температурного фактора на накопление сероводорода в подсводовом пространстве канализационного коллектора // Вестник Казанского технического университета. – 2014. – Т. 17, № 24. – С. 141–143.
14. Вильсон Е.В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод [Электронный ресурс] // Наукоедение: интернет-журнал. – 2013. – № 3 (16). – URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik3/16.pdf> (дата обращения: 04.07.2019).
15. Мелехин А.Г., Третьяков С.Ю. Решение проблемы, связанной с образованием сульфидов в бытовых сточных водах города // Вестник Пермского государственного технического университета. Урбанистика. – 2011. – № 1. – С. 118–122.

References

1. Ruchkinova O.I. Izmenenie koncentracii sulphidov v hozyaistvenno-bytovih stochnih vodah v processe transportirovki [The change in sulphides concentration of grey wastewaters in the process of transportation]. *PNRPU. Applied ecology. Urban development*, 2019, no. 3, pp. 118-122.
2. Malkov A.V. Predotvrashenie corrosii metallov konstrukcii v sistemah vodootvedeniya na osnove organizatsii gazoobmena [Prevention of metal corrosion in the systems of water disposal systems on the foundation of organization of interchange of gases]. Abstract of Ph. D. thesis. Saint Petersburg, 2017, 23 p.
3. Vasliev V.M. Pankova U.V. Stolbihin U.V. Razrushenie kanalizatsionnykh tonneley I sooruzhenie na nih v sledstvie biologicheskoy corrosii [Demolition of canalization tunnels and reconstruction of them ensuing microbiological corrosion]. *Vodosnabzhenie I sanitarnaya tehnika*, 2013, no. 9, pp. 55-61.
4. N.K. Rozental. Oborydovanie, materialy, tehnologiya [Equipment, materials, technology]. *Beton i Zhelezobeton*, 2011, no. 1, pp. 96-103.
5. Maksimenko I.V. Resursosberezhenie v predvaritelnoi ochistke stochnih vod. Zdorovie I ekologiya cheloveka. Materialy 3 mezhduнародniy nauchno – prakticheskoi konferentsii. 20-21 noyabrya 1997, Rostov on Don, REA, 1997, pp. 88-89.
6. Serpokrylov N.S., Maksimenko I.V. Podgotovka stochnih vod k ochistke na [Pretreatment of wastewaters to the cleansing on]. *Izvestia vuzov. Severo-Kavkazskiy region*, 2000, no. 1, pp. 70-71.
7. Vasiliev E.V., Pohil U.N., Trubnikova L.P. Kanalizatsionnie collector g. Novosibirsk [Canalization collectors of Novosibirsk]. *Vodosnabzhenie I sanitarnaya tehnika*, 2009, no.3, pp. 34-36.
8. Vilson E.V. Chernikova L.U. Ispolzovanie peroxide vodoroda v sistemaj ochistky stochnyh vod [Usage of hydrogen peroxide in the system of wastewater cleaning]. *Vodamagazin*, 2009, no. 5, pp. 70-71.
9. Kofman V.Ya. Serovodorod I metan v canalizatsionnyh setyah: Obzor [hydrogen sulphide and marsh gas In sewerage systems]. *Vodosnabzhenie I sanitarnaya tehnika*, 2012, no. 11, pp. 72-78.
10. Gutierrez O., Park D., Shar K., Yuan Z. Effects of long-term pH elevation on the sulfate-reducing and methanogenic activities of anaerobic sewer biofilms. *Water Research*, 2009, no. 43 (9), pp. 2549-2557.

11. L. Zhang, J. Keller, Z. Yuan. Inhibition of sulfate-reducing and methanogenic activities of anaerobic sewer biofilms by ferric iron dosing. *Water Research*, 2009, no. 43 (17), pp. 4123-4130.

12. Tretykov S.U. Melehin A.G. *Technologiya obezvrejivaniya sulphidov v bytovykh stochnykh vodah* [Technology of disposal of sulphides in residential waters of hydrogen sulphide in residential waters]. *Ecology and Industry of Russia*, 2012, no. 1, pp.12-16.

13. Lebedeva E.S. Urchenko V.A. Sverguzova S. V. Kolichetvennaya otsenka vliyaniya temperaturnogo faktora na nakopleniye serovodoroda v podsvodovom prostranstve kanalizacionnogo collector [Quantity evaluation of temperature factor effect on the accumulation of hydrogen sulphides in underroof space of canalization collector]. *Messenger of Kazan technical university*, 2014, vol. 17, no. 24, pp. 141-143.

14. Wilson E.W. *Issledobaniya v oblasti udaleniya vosstanovlennykh soedineniy seri iz stochnykh vod* [Investigations in the sphere of deletion Sulphur combinations from waste waters]. E-journal *Scientology*, 2013, no. 3 (16), <http://naukovedenie.ru/sbornik3/16.pdf> (access date 4 June 2019).

15. Melekhin A.G., Tretyakov S.U. Reshenie problemy svyazannoy s obrazovaniem Sulphidov v bytovykh stochnykh vodah Goroda [Solvation of problem of sulphides production in city's service-utility wastewaters]. *PNRPU. Applied ecology. Urban development*, 2011, no. 1, pp. 118-122.

Получено 16.07.2019

O. Ruchkinova

EVALUATION OF THE POSSIBILITY TO COMPLY WITH THE ACCEPTABLE CONCENTRATION OF SULPHIDES IN HOUSEHOLD WASTEWATER DURING TRANSPORTATION

The issue of dynamics of season change in sulphides concentration in the output of pumped sewers of transit organizations of water and sewage utilities during wastewater transportation to biological treatment facilities is not sufficiently investigated. Incompleteness of data does not allow all-season evaluation and projection of the possibility to comply with the acceptable concentration of sulphides in household wastewater during transportation.

In the article there results of investigation of the influence of wastewater temperature and the length of wastewater transportation by the pumped sewers into the inlet chamber of city wastewater on sulphides generation by the example of three transit organizations of wastewater treatment facilities are presented. The yearlong dynamic of sulphides depending on the temperature of wastewaters is given. Specific coefficient of sulphides concentration per kilometer of wastewaters transportation is defined. On the basis of the investigations conducted the lack of possibility of complying with the acceptable concentrations of sulphides in household wastewater during transportation along pumped sewers is proved.

On the basis of the analysis of legislative requirements to the place of sample collection of wastewater and specific features of water and sewage utilities transit organizations a new point for sample collection is offered.

A feasibility study of carrying out the activities regulated by the Rules of cold water and sanitation, aimed at reaching the normal sulphides concentration on the end of pumped sewer has been conducted.

The necessity of legislative settlement of the issues of control and standardization of sulphides, the concentration of which objectively increases during transportation of wastewater in pressure mode is proven.

Keywords: sulphides, wastewater transportation, household wastewater, pumped sewer, biological treatment facilities, anaerobic conditions.

Ручкина Ольга Ивановна (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: xgogax@mail.ru).

Ruchkinova Olga (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Heat, ventilation and water supply, wastewater, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: xgogax@mail.ru).