

ВОДОСНАБЖЕНИЕ, КАНАЛИЗАЦИЯ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

DOI: 10.15593/2409-5125/2019.03.10

УДК 628.29; 628.312

О.И. Ручкина

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СУЛЬФИДОВ В ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОДАХ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

Действующими нормативно-правовыми актами не урегулированы вопросы контроля и нормирования в отношении веществ, концентрация которых объективно увеличивается в процессе транспортировки в напорном режиме. К таким веществам относятся сульфиды.

В случае расположения контрольной точки отбора сточных вод на выпуске протяженного напорного коллектора в приемную камеру биологических очистных сооружений возникает проблема стабильного превышения фактической концентрации сульфидов над допустимой. Контроль перед очистными сооружениями осуществляется при наличии двух и более организаций водопроводно-канализационного хозяйства на единой централизованной системе водоотведения.

Избежать сверхнормативных концентраций сульфидов на конце длинных напорных коллекторов практически невозможно, как и платежей за негативное воздействие на работу централизованных систем водоотведения.

Типичность проблемы сульфидов и отсутствие правовых механизмов ее решения определяет актуальность исследования изменения концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования.

Представлены результаты исследования причин изменения концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования по централизованной системе водоотведения. Рассмотрены факторы, влияющие на образование сульфидов в процессе транспортирования. На примере города К. представлены результаты исследования содержания сульфидов в централизованной системе водоотведения.

Установлено, что хозяйственно-бытовые сточные воды города К. не являются источником сверхнормативных концентраций сульфидов по всей сети канализации. Увеличение концентрации сульфидов более $1,5 \text{ мг/дм}^3$ происходит исключительно в процессе транспортирования.

Ручкина 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. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.03.10

Ruchkinova O.I. Change of sulphide concentration in household wastewater during transportation. PNRPU. Applied Ecology. Urban Development. 2019. No. 3. Pp. 138-149. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.03.10

ки стоков по напорному коллектору. Выявлены главные причины сверхнормативных концентраций сульфидов на конце напорного коллектора.

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

До 1990 года канализация проектировалась, строилась и эксплуатировалась как единая взаимосвязанная система.

С введением рыночной экономики на отдельных территориях субъектов РФ сохранилось оказание всего комплекса услуг по транспортировке и очистке стоков одной организацией водопроводно-канализационного хозяйства (ОВКХ), на других произошло разделение услуг: по транспортировке сточных вод – оказывались одной организацией ОВКХ, по очистке стоков – другой ОВКХ, с учетом наличия имущественного комплекса, необходимого для оказания услуг.

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) возникает проблема стабильного превышения фактической концентрации сульфидов над допустимой.

Правилами холодного водоснабжения и водоотведения, утвержденными 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 $1,5 \text{ мг/дм}^3$. 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). Поэтому исследование изменения концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования является актуальной проблемой.

Целью исследований являлось выявление причин изменения концентрации сульфидов в хозяйственно-бытовых сточных водах в процессе транспортирования по централизованной системе водоотведения.

Объектом исследования являлись хозяйственно-бытовые сточные воды города К. Предмет исследования – изменение концентрации сульфидов в сточных водах в процессе транспортирования по ЦСВ.

Задачи исследования: изучение причин образования сульфидов в сточных водах и факторов, влияющих на образование сульфидов в процессе транспортирования; исследование содержания сульфидов в централизованной системе водоотведения на примере города К.

1. Причины образования сульфидов в сточных водах. Пространства коллекторов и сооружений на них являются закрытыми от внешней среды, что способствует созданию собственного климата, отличного от внешнего. Относительно постоянная температура в канализационной сети (КС) в течение года (15–25 °С) за счет большой глубины заложения, температуры сточной жидкости и различных процессов, выделяющих тепло, высокой влажности (порядка 98 %) за счет стесненного закрытого пространства являются определяющим критерием климата подсводного пространства КС. Особый климат, а также наличие сточной жидкости, имеющей в составе самые различные химические, органические и физические элементы и соединения, способствуют протеканию различных процессов в сточной жидкости и в подсводном и шахтном пространстве сети.

Во время движения в сточной жидкости протекают процессы распада органических соединений. Процесс может происходить как в аэробных, так и анаэробных условиях.

Все процессы разложения органических веществ происходят в присутствии и под воздействием различных сульфатредуцирующих бактерий, которые способны участвовать в процессах как окисления, так и восстановления, как в аэробных, так и в анаэробных процессах [1].

Причины образования сульфидов в сточных водах канализационных сооружений достаточно изучены в России и за рубежом. Схематически процесс включает в себя следующие стадии [2]:

1. Превращение серосодержащих соединений сточных вод анаэробными тионовыми бактериями в сульфиды, которые образуют сероводород. Процесс протекает в условиях, когда содержание кислорода в среде резко понижено. Процесс развивается в самотечных коллекторах в осадке из органических веществ, но преимущественно в напорных трубопроводах, где все сечение трубы заполнено сточной жидкостью и отсутствует прямой контакт с кислородом воздуха. Количество образовавшихся сульфидов тем больше, чем длиннее напорный коллектор. Питательной средой для анаэробных тионовых бактерий служат сероорганические соединения (белки, сульфированные моющие средства и другие соединения), а также сульфаты в составе бытовых и промышленных стоков.

2. Сероводород растворяется в сточной воде и затем выделяется в газообразную среду. В самотечном коллекторе при движении воздуха над поверхностью сточной воды происходит обмен газами вследствие турбулентности, поэтому в обычных условиях содержание кислорода в стоках составляет 2–3 мг/л. При малой скорости потока содержание кислорода в воде уменьшается. При поглощении кислорода осадками количество ки-

слорода может быть меньше 1 мг/л, а значит, возможна восстановительная среда, которая благоприятствует образованию сульфидов. Сероводород интенсивно выделяется из воды на участках смены напорного режима самотечным. В напорных трубопроводах, где поступление кислорода в сточную воду естественным путем невозможно, создаются анаэробные условия, которые зависят от потребления стоками кислорода и длительности пребывания воды в трубопроводе. Эти условия способствуют образованию повышенного количества сульфидов. С выходом из напорных участков вода отдает в газовую среду коллектора сероводород.

3. В самотечных участках сероводород, находящийся в паровоздушной среде, растворяется в конденсате на своде и боковых поверхностях трубопроводов, колодцев и камер.

4. Растворившийся в сточной воде сероводород в условиях аэрации поглощается аэробными тионовыми бактериями, которые окисляют сероводород и другие содержащие серу соединения до серной кислоты. Кислота, полученная таким образом, реагирует с щелочными минералами бетонной матрицы, что приводит к преобразованию бетона в гипс [3].

Факторы, влияющие на образование сульфидов в сточных водах в процессе транспортирования: величина рН, температура сточных вод.

В водных растворах сероводород присутствует в трех формах: неионизированный сероводород (H_2S), в виде ионов гидросульфида (HS^-), в виде ионов сульфидов (S^{2-}).

Относительные концентрации этих форм в водной фазе сточной воды зависит прежде всего от рН этой воды, в меньшей мере от ее температуры и общего солесодержания (табл. 1).

Таблица 1

Относительное содержание сероводорода и гидросульфидов, %, в воде в зависимости от рН (в интервале рН, типичном для хозяйственно-бытового стока) [4]

| рН | $t = 25\text{ }^\circ\text{C}$ | | | | $t = 15\text{ }^\circ\text{C}$ | | | |
|-----|--------------------------------|--------|------------------------|--------|--------------------------------|--------|------------------------|--------|
| | Солесодержание 1 г/л | | Солесодержание 4,5 г/л | | Солесодержание 1 г/л | | Солесодержание 4,5 г/л | |
| | H_2S | HS^- | H_2S | HS^- | H_2S | HS^- | H_2S | HS^- |
| 6,2 | 85,7 | 14,3 | 84,3 | 15,7 | 89,1 | 10,9 | 87,9 | 12,1 |
| 6,6 | 72,3 | 27,7 | 68,1 | 31,9 | 76,4 | 23,6 | 74,3 | 25,7 |
| 7,0 | 48,9 | 51,1 | 45,9 | 54,1 | 56,2 | 43,8 | 53,5 | 46,5 |
| 8,0 | 8,7 | 91,3 | 7,8 | 92,2 | 11,4 | 88,6 | 10,3 | 89,7 |

Для бытовых сточных вод характерна температура от 15 °С до 25 °С и солесодержание до 1 г/л, реакция среды, близкая к нейтральной (рН ≈ 6,5–7–8).

Определяющим фактором процесса перехода сероводорода из одной формы в другую является активная реакция среды. Даже при таких небольших колебаниях показателя рН относительное содержание $\text{H}_2\text{S}/\text{HS}^-$ изменяется в очень широком диапазоне, %: от 72,3–76,4/27,7–23,6 при рН = 6,6 до 8,7–11,4/91,3–88,6 при рН = 8.

Резкое снижение рН сточных вод, вызванное сбросом кислых промышленных сточных вод в городскую канализацию, также провоцирует интенсивное выделение сероводорода [5–8] и соответственное снижение в стоках сульфидов.

Авторами [9] на примере станицы Куцевская исследовано влияние сезонного изменения температуры хозяйственно-бытовых сточных вод на содержание сульфидов в процессе длительной транспортировки сточных вод в анаэробном режиме. Были получены следующие результаты: в январе – марте 2012 года при температуре исходных сточных вод 7–10 °С и продолжительности пребывания сточных вод в коллекторах 10–20 ч содержание сульфидов и сероводорода в сточных водах составляло 3–5 мг/дм³; в апреле – июне при температуре исходных сточных вод 13–16 °С содержание сульфидов и сероводорода повышалось до 30–40 мг/дм³. Показано, что при 15 °С концентрация сероводорода составляла в зависимости от БПК от 3,5 до 17 мг/л; при температуре 20 °С – соответственно от 5,0 до 23 мг/л и при 25 °С – от 7 до 33 мг/л. На основании исследований авторами [9] были сделаны выводы о возрастании концентрации сероводорода в канализационных коллекторах прямо пропорционально температуре транспортируемой сточной жидкости.

Влияние содержания свободного кислорода. Низкое содержание растворенного кислорода в сточных водах создает благоприятные условия для образования сероводорода [10]. Исследованиями Т.С. Нагибиной установлено, что при концентрации свободного кислорода менее 0,1 мг/л начинается образование сульфидов, а при концентрации свободного кислорода более 1 мг/л выделение сероводорода прекращается полностью.

Влияние содержания сульфатов. Другим источником образования сероводорода в коллекторе является сброс сточных вод промышленных предприятий, содержащих сульфиды [11]. В работе [12] показано, что процессы преобразования сульфатов в сульфиды протекают наиболее активно при температуре 38 °С, а при температуре ниже 15 °С интенсивность образования сульфидов падает.

Наличие длинных напорных трубопроводов. Результаты исследований НИИЖБ им. А.А. Гвоздева показали, что каждый километр напорного

трубопровода увеличивает содержание сульфидов в сточных воде примерно на 10 % [10].

Другие факторы. Авторами [13] в ходе натуральных и теоретических исследований установлено, что на процесс образования сульфидов в большей степени оказывают влияние следующие показатели, разделенные на три группы:

1) гидродинамические показатели: время транспортировки, скорость движения сточных вод;

2) химико-биологические показатели: органические загрязнения ХПК, БПК; исходное содержание сульфатов; растворенный кислород; нитраты; бактериальная нагрузка;

3) условия протекания процесса: окислительно-восстановительный потенциал, водородный показатель, температура.

Известно, что в той или иной ЦСВ хозяйственно-бытовые сточные воды имеют относительно постоянный состав и свойства. Рассматривая хозяйственно-бытовые сточные воды конкретной ЦСВ как относительно стабильную среду, можно выделить главные факторы, способствующие образованию сульфидов в процессе транспортировки стоков. Это прежде всего наличие напорных коллекторов. Именно длина напорного коллектора и, соответственно, время транспортировки стоков наиболее существенно влияют на концентрацию сульфидов. Производными факторами выступают анаэробный режим транспортирования, содержание растворенного кислорода. Вторым по значимости фактором, определяющим изменение концентрации сульфидов в стоках при прочих постоянных условиях, выступает температура наружного воздуха, зависящая от смены времен года и определяющая изменение температуры сточных вод при транспортировке.

2. Исследование содержания сульфидов в централизованной системе водоотведения. Исследование содержания сульфидов в централизованной системе водоотведения проводили на примере города К. В городе функционирует централизованная общесплавная система водоотведения, предназначенная для приема, транспортировки и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от населения и административно-бытовых помещений промышленных предприятий, поверхностных сточных вод (далее – городские сточные воды). Для приема производственных сточных вод имеется отдельная система водоотведения с последующим направлением производственного потока в отдельную приемную камеру БОС и на механическую очистку производственных стоков.

Единая ЦСВ города К. искусственно поделена на два объекта ЦСВ со своими эксплуатантами: первый – сети и сооружения канализации, через ко-

торые осуществляется прием и транспортировка сточных вод до БОС (эксплуатирует ОВКХ-2), второй – собственно БОС (эксплуатирует ОВКХ-1).

Схема канализации города состоит из напорных и самотечных коллекторов и по протяженности составляет 110,3 км. В состав схемы водоотведения входят 8 канализационных насосных станций (КНС) и главная насосная станция (ГКНС). Протяженность сетей самотечной канализации составляет 88,63 км, напорной – 21,67 км. Напорный коллектор от ГКНС до БОС состоит из двух ниток $d600$ и протяженностью 3,8 км. После БОС очищенная сточная вода сбрасывается в поверхностный водный объект.

Биологические очистные сооружения включают блоки: механической очистки промышленных сточных вод (ПСВ); механической очистки и обеззараживания городских сточных вод (ГСВ); биологической очистки смешанного потока ПСВ и ГСВ; узла утилизации отходов.

В приемную камеру БОС помимо городских сточных вод города К. Поступают также городские стоки поселка М. по напорному коллектору протяженностью 12 км. Контроль состава городских сточных вод осуществляется в приемной камере БОС отдельно для потока ОВКХ-2 (от города К.) и сточных вод от поселка М.

В июне 2009 года на системе водоотведения города К. были проведены исследования по оценке динамики изменения концентрации сульфидов в сточных водах в процессе их транспортирования и очистки [14]. Был произведен отбор проб сточных вод в пяти точках системы. Результаты анализов проб представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты количественного химического анализа проб сточных вод от ГКНС до выпуска в водный объект [14]

| № п/п | Точка отбора пробы | Концентрации сульфидов, мг/дм ³ |
|-------|---|--|
| 1 | Приемный резервуар ГКНС | 0,029–0,898 |
| 2 | Выпуск напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру городских сточных вод очистных сооружений цеха биологической очистки. | 1,541–4,006 |
| 3 | Лоток после сооружений механической очистки (после первичных отстойников) линии городских сточных вод | 0,788–1,285 |
| 4 | На выпуске после контактного резервуара перед сооружениями биологической очистки | 0,011–0,483 |
| 5 | В сборной камере перед выпуском сточных вод в водоем | Следы – 0,002 |

В результате исследований [14] было установлено следующее:

– в приемном резервуаре ГКНС концентрация сульфидов находилась в пределах от 0,03 до 0,9 мг/дм³. Продолжительность транспортировки сточных вод по напорным коллекторам от насосной станции до очистных сооружений составляет 40 мин. За это время в результате анаэробных биохимических процессов концентрация сульфидов в стоках возрастала до 4–5 мг/дм³;

– в процессе механической очистки, в результате контакта сточных вод с кислородом воздуха через открытую поверхность сооружений концентрация сульфидов резко снижалась. В канале после первичных отстойников она составляла 0,8–1,3 мг/дм³. При последующем обеззараживании сточных вод хлором происходило дальнейшее снижение концентрации сульфидов до 0,01–0,05 мг/дм³. Это являлось результатом окислительных процессов и снижения рН воды при хлорировании. На сооружения биологической очистки сточные воды поступают с концентрацией сульфидов, не превышающей нормы и, следовательно, не оказывающей отрицательного влияния на процесс биологической очистки. В процессе биологической очистки происходило извлечение остаточного количества сульфидов; на выпуске сточных вод их концентрация не превышала 0,002 мг/дм³, что соответствовало требованиям сброса в водный объект.

Объект исследования [14] ограничивался участком канализационной сети от ГКНС до БОС и выпуском в водный объект. В исследованиях отсутствовали данные о содержании сульфидов в точках сети до ГКНС, что не позволяет сделать однозначные выводы о формировании загрязнения сульфидами по всей технологической цепочке ЦСВ.

Нами для количественной оценки содержания сульфидов в сточных водах системы водоотведения городских сточных вод в зоне балансовой и эксплуатационной ответственности ОВКХ-2 с привлечением аккредитованной лаборатории в 2018–2019 годах был осуществлен отбор и последующий анализ проб на содержание сульфидов. Точки отбора проб сточных вод и полученные результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты количественного химического анализа проб сточных вод в системе канализации ОВКХ-2

| № п/п | Место отбора проб | Месяц, год отбора проб | Содержание сульфидиона, мг/дм ³ |
|-------|---|------------------------|--|
| 1 | Контрольный колодец на территории предприятия 1 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 2 | Контрольный колодец на территории предприятия 2 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 3 | Контрольный колодец на территории предприятия 3 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 4 | Контрольный колодец на территории предприятия 4 | Июнь 2019 г. | <0,08 |

Окончание табл. 3

| № п/п | Место отбора проб | Месяц, год отбора проб | Содержание сульфидиона, мг/дм ³ |
|-------|--|------------------------|--|
| 5 | Контрольный колодец на территории предприятия 5 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 6 | Контрольный колодец на территории предприятия 6 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 7 | Контрольный колодец на территории предприятия 7 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 8 | Контрольный колодец на территории предприятия 8 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 9 | Контрольный колодец на территории предприятия 9 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 10 | Грязевое отделение КНС-2 | Июнь 2019 г. | 0,68 |
| 11 | Грязевое отделение КНС-3 | Июнь 2019 г. | <0,08 |
| 12 | Грязевое отделение КНС-6 | Июнь 2019 г. | 0,67 |
| 13 | Грязевое отделение КНС-9 | Июнь 2019 г. | 1,05 |
| 14 | Грязевое отделение КНС-1 | Июнь 2019 г. | 0,40 |
| 15 | Грязевое отделение КНС-4 | Июнь 2019 г. | 0,38 |
| 17 | Приемный колодец ГКНС | Июнь 2019 г. | 1,26 |
| 18 | Выпуск напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру БОС ОВКХ-1 | Март 2018 г. | 2,985 |
| 19 | Выпуск напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру БОС ОВКХ-1 | Март 2019 г. | 1,78 |
| 20 | Выпуск напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру БОС ОВКХ-1 | Май 2018 г. | 4,09 |
| 21 | Выпуск напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру БОС ОВКХ-1 | Август 2018 г. | 4,09 |

Анализ полученных результатов (см. табл. 3) показал следующее:

– во всех пробах сточных вод отобранных из системы водоотведения городских сточных вод в зоне балансовой и эксплуатационной ответственности ОВКХ-2 до ГКНС и непосредственно в ГКНС (№ п/п 1–17), содержание сульфидов колебалось в интервале от менее 0,08 до 1,26 мг/дм³ и не превышало 1,5 мг/дм³. При этом содержание сульфидов в сточных водах, отобранных в контрольных колодцах хозяйственно-бытовых сточных вод на территории производственных объектов не превышало погрешности определения метода – 0,08 мг/дм³ (№ п/п 1–9). Увеличение концентрации сульфидов в сточных водах от 0,08 до 1,05 мг/дм³ регистрировалось на КНС в процессе транспортировки стоков по системе водоотведения (№ п/п 10–17), достигая максимального значения 1,26 мг/дм³ непосредственно в ГКНС;

– во всех пробах сточных вод, отобранных на выпуске напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 в приемную камеру БОС ОВКХ-1, содержание сульфидов колебалось в интервале от 1,78 до 4,09 мг/дм³ и превышало 1,5 мг/дм³ (№ п/п 18–21);

– представленные данные однозначно свидетельствуют о возрастании концентрации сульфидов более 1,5 мг/дм³ в процессе транспортирования

городских сточных вод по напорному трубопроводу на участке от ГКНС до выпуска в приемную камеру БОС ОВКХ-1;

– отмечается возрастание концентрации сульфидов на выпуске напорного трубопровода подачи сточных вод ОВКХ-2 от 1,78–2,98 мг/дм³ (№ п/п 18, 19) в период с марта до 4,09 мг/дм³ в мае и августе (№ п/п 20, 21);

– данные наших исследований полностью согласуются с данными исследований 2009 года в части отсутствия превышения нормативной концентрации сульфидов 1,5 мг/дм³ в приемной камере ГКНС и возрастания концентрации сульфидов в процессе транспортировки стоков до 4,09 мг/дм³ в приемную камеру городских сточных вод БОС.

В результате изучения причин образования сульфидов в сточных водах, факторов, влияющих на образование сульфидов в процессе транспортирования, исследования содержания сульфидов в централизованной системе водоотведения города К. были сделаны следующие выводы.

Хозяйственно-бытовые сточные воды города К. не являются источником сульфидов в концентрации более 1,5 мг/дм³ по всей сети канализования, включая вход в приемную камеру 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:

– напорный режим транспортирования стоков по напорному коллектору. Во время движения по напорному коллектору в сточной жидкости происходят естественные процессы распада органических соединений в анаэробных условиях при отсутствии прямого контакта с кислородом воздуха в присутствии и под воздействием различных сульфатредуцирующих бактерий, которые превращают серосодержащие соединения сточных вод в сульфиды;

– протяженность коллектора 3,8 км, и это означает значительное время, около 40 мин, движения стоков в анаэробных условиях;

– естественное изменение температуры сточных вод в течение года, напрямую зависящее от температуры наружного воздуха. В летний период концентрации сульфидов в 1,5–2 раза выше, чем в весенний период.

Библиографический список

1. Дмитриева Е.Ю. Микроорганизмы-биодеструкторы подземных канализационных сооружений // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2013. – № 1. – С. 20–44.
2. Розенталь Н.К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций // Бетон и железобетон. – 2011. – № 2. – С. 78–85.
3. Experimental Evaluation of the Stoichiometry of Sulfide-Related Concrete Sewer Corrosion / A. Nielsen [et al.] // J. Environ. Eng. – 2014. – Sci. 140.

4. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. – 448 с.
5. Bader C.D. Continuons Monitoring System wards off potential disaster in New York City Sewer Systems // *Water and Sewage Works*. – 1978. – January. – P. 30–35.
6. Gerars M.N. Areviev of dangerous gazez in sanitari sewers // *Pyblic Works*. – 1982. – Vol. 113, № 10. – P. 34–36.
7. Matthews D.E. Hyndrogen Peroxide Control odor, corrosion in collection systems // *Water ans sewage works*. – 1977. – June. – P. 16–17.
8. Price A.C. Sewage treatment plants control osor pollution proslems // *Water and Sewage Works*. – 1978. – № 10. – P. 85–89.
9. Вильсон Е.В. Исследования в области удаления восстановленных соединений серы из сточных вод // *Наукоедение: интернет-журнал*. – 2013. – № 3 (16). – URL: <http://naukovedenie.ru/sbornik3/16.pdf> (дата обращения: 04.07.2019).
10. Тихонова Н.А., Мукминова Ю.Н., Ручкинова О.И. Анализ методов очистки сточных вод от сульфидов // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика*. – 2011. – № 4. – С. 138–151.
11. Boon F.G. Formation of sulfide in rising main sewers and its prevention dy oxyden // *Progress in Water Technology*. – 1975. – № 7 (2). – P. 289–300.
12. Pomeroy R. D. The forecasting of sulfise Buids – up rates in sewers // *Progr. Wat.* – 1977. – Tech. 9.
13. Третьяков С.Ю., Мелехин А.Г. Удаление сульфидов, образующихся при транспортировке бытовых сточных вод // *Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии: электрон. интернет-журн*. – 2012. – URL: <http://sbornikstf.pstu.ru/council/?n=&s=30> (дата обращения: 01.07.2019).
14. 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. Dmitrieva E.U. Microorganisms-Biodestructors of underground canalization constructions. *Water and ecology*. 2013, no. 1, pp. 20-44.
2. Rozental N.K. Corrosion and defense of concrete and iron-clad constructions. *Concrete and Iron-clad*. 2011, no. 2, pp. 78-85.
3. Experimental Evaluation of the Stoichiometry of Sulfide-Related Concrete Sewer Corrosion / A. Nielsen [et al.]. *J. Environ. Eng.* 2014. Sci. 140.
4. Lur'e U.U. Analytical chemistry of industrial waste waters. M.: Chemistry, 1984. 448 p.
5. Bader C.D. Continuons Monitoring System wards off potential disaster in New York City Sewer Systems. *Water and Sewage Works*. 1978. January, pp. 30-35.
6. Gerars M.N. Areviev of dangerous gazez in sanitari sewers. *Pyblic Works*. 1982. [Vol. 113]. № 10, pp. 34-36.
7. Matthews D.E. Hyndrogen Peroxide Control odor, corrosion in collection systems. *Water ans sewage works*, 1977, June, pp. 16-17.
8. Price A.C. Sewage treatment plants control osor pollution proslems. *Water and Sewage Works*. 1978. № 10, pp. 85-89.
9. Wilson E.W. Investigations in the sphere of deletion Sulphur combinations from waste waters. *E-journal "Scientology"*, 2013, № 3 (16) [Web-resource]. URL: [vhttp://naukovedenie.ru/sbornik3/16.pdf](http://naukovedenie.ru/sbornik3/16.pdf) (access date 04.07.2019).
10. Tikhonova N. A., Mukminova U. N., Ruchkinova O. I. Analysis of methods of purification of waste water from sulphides. *PNRPU Messenger. Urban Sciences*, 2011, № 4, pp. 138-151.
11. Boon F.G. Formation of sulfide in rising main sewers and its prevention dy oxyden. *Progress in Water Technology*. 1975. № 7(2). pp. 289-300.
12. Pomeroy R. D. The forecasting of sulfise Buids - up rates in sewers. *Progr. wat.*, 1977, Tech. 9.

13. Tretyakov S.U., Melekhin A.G. Deletion of sulphides, created in the process of transportation of service-utility waste waters. *E-journal "Building and architecture. Experience and up-to-date technologies"*. 2012. [Web-resource]: URL: <http://sbornikstf.pstu.ru/council/?n=&s=30> (access date 01.07.2019).

14. Melekhin A.G., Tretyakov S.U. Solvation of problem of sulphides production in city's service-utility wastewaters. *PNRPU Messenger Urban Sciences*, 2011, № 1, pp. 118-122.

Получено 07.07.2019

O.I. Ruchkinova

CHANGE OF SULPHIDE CONCENTRATION IN HOUSEHOLD WASTEWATER DURING TRANSPORTATION

The current regulatory legal acts do not settle the issues of control and regulation in relation to substances which concentration objectively increases during transportation in pressure mode. Such substances include sulfides.

If the control point of wastewater withdrawal is located at the outlet of an extended pressure head collector into the receiving chamber of biological treatment facilities, the problem of stable excess of the actual sulfide concentration over the permissible one arises. Control before treatment facilities is carried out in the presence of two or more water supply and sewage organizations on a single centralized wastewater disposal system.

It is almost impossible to avoid excess sulfide concentrations at the end of long pressure collectors, as well as payments for the negative impact on the operation of centralized wastewater disposal systems.

The typicality of the sulfide problem and the absence of legal mechanisms for its solution determine the relevance of the study of changes in the concentration of sulfides in household wastewater during transportation.

In the article the results of a study of the causes of changes in the concentration of sulfides in household wastewater during transportation through a centralized wastewater disposal system are presented. The factors affecting the formation of sulfides during transportation are examined. By the example of the city of K., the results of the study of the sulfide content in a centralized wastewater disposal system are presented.

It has been established that municipal wastewater in the city of K. is not a source of excess sulfide concentrations throughout the sewage network. An increase in sulfide concentration by more than 1.5 mg/dm³ occurs exclusively in the process of transporting effluents through a pressure head collector. The main causes of excess sulfide concentrations at the end of the pressure collector are identified.

Keywords: sulfide, wastewater transportation, household wastewater, pumped sewer, biological treatment plants, anaerobic conditions.

Ручкинова Ольга Ивановна (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Теплогазоснабжение, вентиляция и водоснабжение, водоотведение», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. 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).