

## ГАЗООБРАЗНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ В КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЯХ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТРУДА

Лебедева Е.С., Самохвалова А.И., Нестеренко Е.В.  
Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,  
ул. Сумская, 40, 61002, г. Харьков  
ena11110@rambler.ru

Исследованы причины возникновения несчастных случаев на канализационных сетях. Показана экологическая опасность токсичных газообразных соединений, выделяющихся в процессе транспортирования сточных вод в подпольное пространство канализационных коллекторов и в атмосферу г. Харькова. Изложены требования по технике безопасности при выполнении работ на канализационных сетях. *Ключевые слова:* канализационные сети, экологическая безопасность, канализационные газы, сероводород, несчастный случай, безопасность труда.

**Газоподібні сполуки в каналізаційних мережах як фактор екологічної небезпеки праці.** Лебедева О.С., Самохвалова А.І., Нестеренко О.В. Досліджено причини виникнення нещасних випадків на каналізаційних мережах. Показано екологічну небезпеку токсичних газоподібних сполук, що виділяються в процесі транспортування стічних вод в підсклепіневий простір каналізаційних колекторів та атмосферу м. Харкова. Наведено вимоги з техніки безпеки при виконанні робіт на каналізаційних мережах. *Ключові слова:* каналізаційні мережі, екологічна безпека, каналізаційні гази, сірководень, нещасний випадок, безпеку праці.

**The gaseous compounds in sewage networks as a factor of environmental danger of work.** Lebedeva E., Samokhvalova A., Nesterenko E. The article analyzes the causes of accidents on sewerage networks. Shown environmental hazard of toxic gaseous compounds released during transportation of wastewater in sewers underroof space and the atmosphere of Kharkiv. The requirements for safety during works on the sewer networks. *Keywords:* sewer networks, ecological safety, sewage gases, hydrogen sulfide, accident, labor safety.

Канализация представляет собой систему жилищно-коммунального хозяйства, которая обеспечивает экологическую безопасность технического и хозяйственно-питьевого водопользования города. Аварии на трубопроводах водоотведения приводят к разрушению самих сооружений и загрязнению различных сред токсичными соединениями. Даже при работе канализационных сетей в без-

аварийном режиме их эксплуатация создает экологическую напряженность, обусловленную образованием токсичных газообразных соединений (сероводорода, меркаптана, диоксида серы, оксида углерода, диоксида углерода, метана, оксидов азота, аммиака и др.). Наличие в канализационных сетях экологически опасных газообразных соединений представляет большую опасность для эксплуата-

ционного персонала. При несоблюдении правил безопасности проведения работ на канализационных сетях существует риск несчастных случаев, которые могут создавать угрозу для жизни и здоровья эксплуатационного персонала [1-9].

**Цель работы** – анализ несчастных случаев при проведении работ на канализационных сетях, приведших к летальному исходу, выявление причин их возникновения, а также рекомендации по их предупреждению.

**Несчастный случай, происшедший при работе на канализационных сетях г. Харькова.**

30.07.2015 г. в г. Харькове погибло 4 сотрудника службы эксплуатации «Харьковводоканал» вследствие отравления канализационными газами. Один из 4 человек спустился в канализационную шахту с целью устранения засорения коллектора. При спуске в шахту он практически моментально потерял сознание. Трое рабочих последовали за ним на помощь и также потеряли сознание. Гибель всех участников наступила в течение нескольких минут. Несчастный случай был прокомментирован директором КП «Харьковводоканал». В его комментариях были указаны причины происшествия: нарушения требований безопасности проведения работ на канализационных сетях, высокая загазованность на участке коллектора.

Проблема отравления и гибели населения, а также работников коммунальных предприятий при выполнении газоопасных работ в колодцах стоит очень остро. Особенно увеличивается количество несчастных случаев в летний период, когда повышается температура окружающей среды и канализационных стоков,

интенсифицируются биохимические процессы, приводящие к выделению опасных канализационных газов, снижается содержание кислорода в воздухе рабочей зоны.

**Основные требования по технике безопасности при проведении работ на канализационных сетях.**

При наружном (поверхностном) осмотре канализационной сети, емкостей и т.д., расчет состоит из 2-х человек (один из них старший). При наружном осмотре опускаться в колодцы категорически запрещается.

До начала работы в канализационных колодцах, отстойниках, сливных ямах необходимо провести анализ загазованности на наличие вредных и опасных веществ и при необходимости обеспечить их вентиляцию.

Работы в колодцах, емкостях ведет бригада из 3-х человек: бригадир или руководитель расчета и двое рабочих (один для работы в колодце, второй – для работы на поверхности и для наблюдения в случае необходимости оказания помощи работающему в колодце). Поручать наблюдающему выполнять какие-либо другие работы с момента установки знаков и ограждения до закрытия крышки люка, снятия знаков и ограждения категорически запрещается. Нарушение этого положения очень часто приводит к несчастным случаям.

Один рабочий работает в колодце, второй держит конец страховочной веревки. Потом меняются рабочими местами. Работать в колодце можно не более 45 минут, после чего предоставляется отдых вне его на 15 минут. Работа в колодце в противогазе с выкидным шлангом без перерыва разрешается не более 10 минут. Категорически запрещается спу-

скаться в колодец без предохранительного пояса независимо от того, имеется в колодце газ или нет [10].

**Состав газообразной среды в коллекторах и колодцах канализационных сетей.**

Одной из главных причин гибели сотрудников, обслуживающих канализационные сети, является их газозаванность. Для выявления состава газовой фазы канализационных коллекторов была проведена вероятностно-статистическая обработка данных по содержанию газообразных веществ в подпольном пространстве различных участков г. Харькова (табл. 1).

С целью получения усредненных показателей была проведена вероятностно-статистическая обработка данных по содержанию газов в коллекторах различных участков г. Харькова.

Как свидетельствуют данные, наибольшее превышение ПДК наблюдается по сероводороду (вещество 2 класса опасности, обладающее высоким уровнем токсичности) [1-4].

Таблица 1

**Химический состав подпольного пространства канализационных коллекторов в г. Харькове**

Соединения	Концентрация	Кратность превышения ПДК рабочей зоны
СО, мг/м <sup>3</sup>	0-25	1,4
СО <sub>2</sub> , об. %	0,1-3,5	-
СН <sub>4</sub> , об. %	0,2-6,0	0
Н <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	0-250	20
SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	5-10	0,5-1,5
NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	0-5,0	0-0,4

Как видно из табл. 1, концентрация сероводорода превышает ПДК р.з. примерно в 30 раз. Вдыхание сероводорода человеком в таких концентрациях влечет за собой судороги и потерю сознания и опасно для жизни при контакте в течении 30 минут [5].

Как свидетельствуют данные, наибольшее превышение ПДК наблюдается по серосодержащим соединениям – сероводороду и ДМС [2, 11, 12].

Таблица 2

**Влияние сероводорода в атмосфере на здоровье человека**

Влияние на человека	Время контактирования	Концентрация в атмосфере, ppm/мг/м <sup>3</sup>
Порог восприятия запаха	Несколько часов без значительных проблем	0,0001 – 0,002
Уровень начала ощущения запаха		0,13
Слабый, но ощутимый запах «тухлых яиц»		1,0/1,42
Ощутимый, нарастающий, выразительный запах		5,0/7,1
Максимально допустимая концентрация для 8-часов рабочего времени		10/14,2
Неприятный и сильно ощутимый запах		30/42,6
Головная боль, тошнота и раздражение глаз, носа и горла; невыносимый запах		10-50/14,2-71

Окончание таблицы 2

Отсутствие ощущения запаха человеком (при более высоких концентрациях запах менее сильный и неприятный)	Менее чем 60 минут без значительных проблем	> 100/142
Глазные и респираторные повреждения		50-300/71-426
Судороги и потеря сознания, опасность для жизни	Опасно для жизни при контакте в течении 30 минут	300-500/426-
Немедленная смерть	Опасно для жизни при контакте в течении нескольких минут/секунд	Более 700

Таблица 3

**Предельная концентрация агрессивных и вредных газов в коллекторе [8]**

Соединение	Предельная концентрация
СО, мг/м <sup>3</sup>	20 мг/м <sup>3</sup> или 0,0016 % свободного объема коллектора
СО <sub>2</sub> ,	0,05 % свободного объема коллектора при влажности от 45% до 98%
СН <sub>4</sub>	7000 мг/м <sup>3</sup> или 1 % свободного объема коллектора
Н <sub>2</sub> S	0,1 мг/дм <sup>3</sup> для обеспечения предохранения от газовой и биологической коррозии; 10 мг/м <sup>3</sup> для безопасности обслуживания
SO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	5-10
NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	20 мг/м <sup>3</sup> или 1 0,0026 % свободного объема коллектора



Универсальный газоанализатор УГ-2



Шахтный интерферометр ШИ-11



«Дозор»

Рис. 1. Газоанализаторы, при помощи которых выполняется анализ газовоздушной среды в подпольном пространстве канализационных коллекторов

Приборы для измерений концентрации экологически опасных газообразных веществ на канализационных сетях

Перед проведением работ на шахтах и колодцах канализационных сетей по технике безопасности необходимо провести анализ газовой фазы подсводового пространства коллектора. Для измерения концентраций газообразных веществ (CO, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>) используются газоанализаторы УГ-2 и «Дозор». При помощи интерферометра ШИ-11 определяют концентрации метана и углекислого газа. На рис. 1 приведены газоанализаторы, которые используются на канализационных сетях.

**Разработка метода расчетного определения концентрации H<sub>2</sub>S на выходе из канализационной шахты**

Глубина заложения канализационных трубопроводов в г. Харькове на некоторых участках достигает 40 м. Газообразный сероводород тяжелее воздуха и поэтому его концентрация на выходе из шахты меньше концентрации, устанавливаемой при обследовании трубопроводов.

Снижение концентрации зависит от аэродинамических условий, определяющих тягу на данном участке, температуры внутри шахты и наружной температуры, высоты шахты и т.д. С учетом значительных колебаний концентрации сероводорода в атмосфере подсводового пространства, большого диапазона изменений аэродинамических условий и температур необходимо было усреднить эти факторы за большой период времени. Для такого усреднения использовали измерение скорости коррозии бетона по высоте некоторых шахт на различных участках канализационной среды. С помощью полученных данных была построена усредняющая зависимость, представленная на рис. 2. Технический персонал канализационных сетей проводит работы на различной глубине шахт и колодцев, соответственно необходимо знать, какая концентрация экологически опасного сероводорода будет наблюдаться на той или иной глубине.

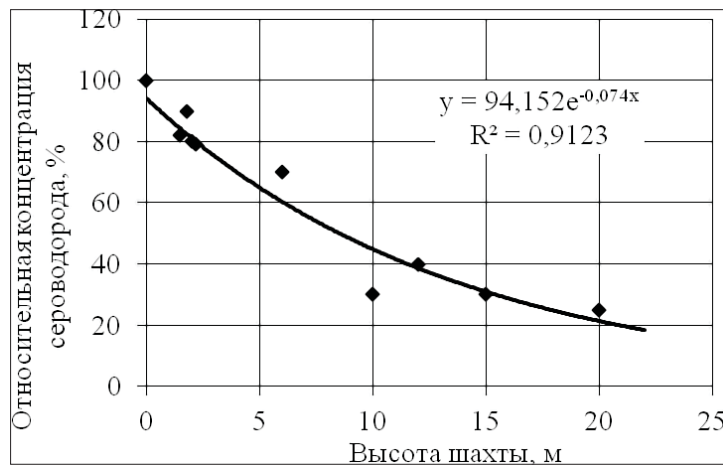


Рис. 2. Зависимость снижения относительной концентрации сероводорода в газо-воздушной среде от глубины шахты

Как видно из приведенных данных снижение концентрации сероводорода составляет приблизительно 8,0% на каждый метр высоты шахты [11, 12].

### Выводы

Проанализированы причины несчастных случаев на канализационных сетях. Главные из них – нарушения требований безопасности проведения работ на сетях, а также

высокая их загазованность токсичными, взрывоопасными газообразными соединениями. Для избежания аварийных ситуаций, которые влекут за собой приобретение профессиональных заболеваний либо гибель персонала, работающего на канализационных сетях, необходимо выполнять требования по технике безопасности при проведении работ на канализационных сетях на всех этапах.

### Литература

1. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. Донецк, ИЭП НАН Украины, 2003. 260 с.
2. Дрозд Г.Я. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация / Г.Я. Дрозд, Н.И. Зотов, В.Н. Маслак – Донецк: ИЭП НАН Украины, 2008. – 260 с.
3. Stuetz R., Frechen F.-V. Odours in Wastewater Treatment. Published by IWA Publishing, Alliance House, 12 Saxton Street (London SW1H 0QS, UK). – 2001. – 437 p.
4. Васильев В.М., Панкова Г.А., Столбихин Ю.В. Разрушение канализационных тоннелей и сооружений на них вследствие микробиологической коррозии // Водоснабжение и санитарная техника. – 2013. – № 9. – С. 67-76.
5. Кофман В.Я. Сероводород и метан в канализационных сетях / В.Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника, № 11, 2012. – С. 72-78.
6. Коваленко А.Н., Юрченко В.А., Лебедева Е.С., Коваленко А.В., Бригада Е.В. Образование сероводорода – проблема эксплуатационной надежности и экологической безопасности водоотведения // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА, ХОТВ, АБУ, 2014. – Вип. 77. – С. 218-223.
7. Розенталь Н.К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. Оборудование, материалы, технология, 2011. – № 1. – С. 96-103.
8. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування // К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 207 с.
9. Hvitved-Jacobsen T., Vollertsen J., Yongsiri C., Nielsen A.H., Abdul-Talib S. Sewer microbial processes, emissions and impacts // Sewer processes and networks – Paris, France, 2002. – 13 p.
10. НПАОП 41.0-1.01-79. Правила техники безопасности при эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения населенных мест.
11. Лебедева Е.С., Юрченко В.А., Свергузова С.В. Количественная оценка влияния температурного фактора на накопление сероводорода в подсводовом пространстве канализационного коллектора // Вестник Казанского технологического университета: Т.17. №24; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2014. – С. 141-143.
12. Лебедева О.С. Сучасні технології мінімізації газоподібних викидів з каналізаційних мереж / Инновационные пути модернизации базовых отраслей промышленности, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей природной среды: сборник научных трудов V Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, 23–24 марта 2016 г., г. Харьков. – Х.: ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», 2016. – С. 92-101.