

УДК 504.06

## СЕРОВОДОРОД КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ ИЗ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Е.В. Бригада, доц., к.т.н.,

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

*Аннотация.* Проанализированы основные методы контроля содержания сероводорода в атмосфере канализационных сетей и установлены особенности динамики концентрации этого соединения в газообразных выбросах.

*Ключевые слова:* загрязняющие вещества, сероводород, канализационные коллекторы, подпольное пространство.

## СІРКОВОДЕНЬ ЯК ФАКТОР ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ГАЗОПОДІБНИХ ВИКИДІВ ІЗ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

О.В. Бригада, доц., к.т.н.,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Проаналізовано основні методи контролю вмісту сірководню в атмосфері каналізаційних мереж і встановлено особливості динаміки концентрації цієї сполуки в газоподібних викидах.

*Ключові слова:* забруднюючі речовини, сірководень, каналізаційні колектори, підклеваний простір.

## HYDROGEN SULFIDE AS A FACTOR OF ENVIRONMENTAL HAZARDS OF GASEOUS EFFLUENTS FROM SEWAGE NETWORKS

E. Bryhada, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.),

Kharkiv National Automobile and Highway University

*Abstract.* The main methods of control of hydrogen sulfide content in the atmosphere of sewage networks are analyzed, and the specific features of the dynamics of this compound concentration in gaseous emissions are established.

*Key words:* pollutants, hydrogen sulfide, sewage, under crown space.

### Введение

Отходы жизнедеятельности человека, вода, использованная для бытовых потребностей и в технологических процессах, а также дождевые и талые воды с городской территории отводятся сетями водоотведения и подаются на очистные сооружения. От эксплуатационной надежности канализационных сетей зависит стабильность работы промышленных предприятий, объектов городского хозяйства, санитарное состояние и

экологическая чистота атмосферы, гидросферы и педосферы городских регионов.

### Анализ публикаций

Объекты водоотведения предназначены для обеспечения экологической безопасности водопользования. Главной проблемой экологической безопасности водоотведения является образование в канализационных сетях сероводорода, выбросы которого оказывают негативное влияние на здоровье населения и инициируют коррозию бетон-

ных трубопроводов. В г. Харькове интенсивность отказов в эксплуатации бетонных трубопроводов водоотведения, вызванных повышенным содержанием сероводорода на участках канализационной сети, достаточно велика.

В процессе транспортировки сточных вод в канализационных коллекторах образуются экологически опасные газообразные соединения, которые через открытые люки канализационных шахт и колодцев выделяются в атмосферу городской среды. Выбросы этих соединений оказывают негативное влияние на здоровье населения и атмосферу окружающей среды.

К таким загрязняющим веществам относятся соединения восстановленной серы, в первую очередь – сероводород ( $H_2S$ ) [1–6]. Газообразные выбросы из канализационных сетей создают экологическую напряженность в прилегающих городских регионах и угрозу здоровью населения, поскольку концентрации в них ряда серосодержащих соединений – сероводорода, диоксида серы, меркаптана, диметилсульфида (ДМС) – превышают ПДК для населенных мест и рабочей зоны. Кроме высоких абсолютных значений концентраций этих соединений в газообразных выбросах, большую опасность представляет синергический эффект их воздействия, связанного с наличием в выбросах диоксида серы [1, 2].

### Цель и постановка задачи

Целью работы является определение динамики концентрации сероводорода в атмосфере подсводного пространства железобетонных канализационных коллекторов г. Харькова.

### Методы контроля состава атмосферы подсводного пространства канализационных трубопроводов

Наиболее эффективным методом контроля состава атмосферы в технических объектах является непрерывный автоматический контроль загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны. Контроль состояния воздушной среды в сооружениях водоотведения в настоящее время осуществляется в основном аналитическими методами (периодический отбор проб с последующим анализом их в лаборатории) или при помощи

анализа газообразных сред непосредственно на сетях с помощью различных газоанализаторов: универсального переносного газоанализатора УГ-2, переносных сигнализаторов-анализаторов Дозор, КОЛИОН и т.п. [4, 6].

Анализ газов, с помощью газовой хроматографии и других технологий, демонстрирует широкий ряд химических веществ, присутствующих на различных стадиях транспортировки, очистки и обработки сточных вод. Основные группы соединений, определяемые при помощи газовой хроматографии: широкий ряд алифатических и ароматических углеводородов, которые называются летучими органическими соединениями (ЛОС); сероводород; органические соединения серы; альдегиды и кетоны; низкомолекулярные жирные кислоты; аммиак, амины и др.

Газовая хроматография идеально подходит для быстрого разделения смешанных летучих компонентов. Эффективность хроматографии улучшается точностью температурного контроля колонны и постоянного потока газа-носителя [7].

Переносные сигнализаторы-анализаторы газов предназначены для периодического автоматического контроля наличия взрывоопасных и/или вредных газов и выдачи светозвуковой сигнализации при превышении установленных норм загазованности. Для контроля токсичных газов ( $CO$ ,  $H_2S$ ,  $NO_2$ ) в моделях газоанализатора КОЛИОН применяются электрохимические сенсоры, действие которых основано на возникновении тока в электролите в результате окислительно-восстановительных реакций с измеряемым компонентом. Высокая чувствительность и быстроедействие позволяют использовать переносные модели прибора для поиска утечек в технологическом оборудовании и обнаружения следов легковоспламеняющихся жидкостей.

Зарубежные специалисты разработали принципиально новый метод для мониторинга газов в канализационных сетях, в частности, сероводорода – дрейфующий датчик SewerSnort (датчик-поплавок) [7]. Специально разработанное устройство (рис. 1, а) опускают в поток сточной жидкости в коллекторе; по мере продвижения датчика он измеряет концентрацию сероводорода в атмосфере трубопровода. Чувствительный

элемент находится в центре внутренней трубки для предотвращения погружения его в сточную воду. Корпус устройства достаточно высок, чтобы в случае высокой турбулентности прибор не перевернулся, поскольку габариты датчика невелики и составляют <30 см в диаметре и <0,5 кг в весе.

Измерение концентрации сероводорода основано на электрохимическом методе. На датчике расположены карта памяти, а также контроллер, который позволяет отключать датчик во время его перемещения до точки измерения концентрации газа. Для локализации датчика использовали принципы GPS навигации, т.е. под каждым люком, представляющим интерес, установили радиомаяки, которые передают сигналы с информацией о местоположении на датчик-поплавок (рис. 1, б).

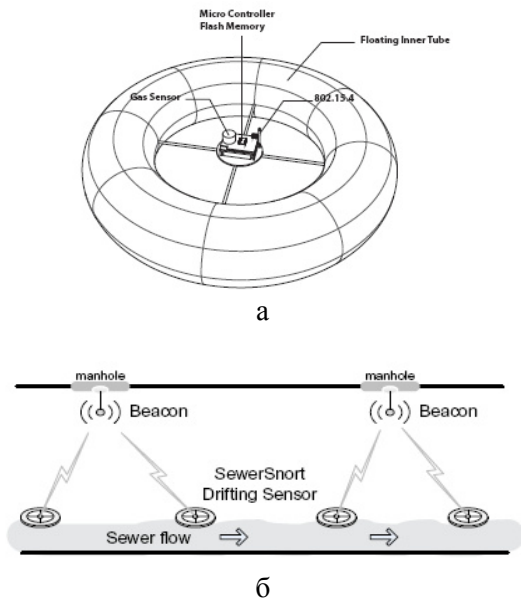


Рис. 1. Схема устройства и принцип использования SewerSnort [7]: а – внешний вид; б – измерение концентрации газов

Натурные эксперименты, проведенные в США, показали, что при помощи датчика SewerSnort можно достаточно точно измерить концентрацию  $H_2S$  непосредственно в канализационных коллекторах [7].

**Определение концентрации сероводорода в атмосфере подсводного пространства канализационных коллекторов**

Современные представления о количественных характеристиках загрязнения воздушной и водной сред в сетях водоотведения и дру-

гих технических и природных объектов базируются на проведении большого количества измерений и статистической обработке полученных данных.

В г. Харькове в течение многих лет проводили измерения концентрации сероводорода в атмосфере подсводного пространства канализационных трубопроводов. Среднегодовые концентрации сероводорода в атмосфере подсводного пространства на различных участках трубопроводов водоотведения, рассчитанные по данным измерений 2001-2010 гг., представлены на рис. 2. Количество измерений на каждой шахте – 4–85.

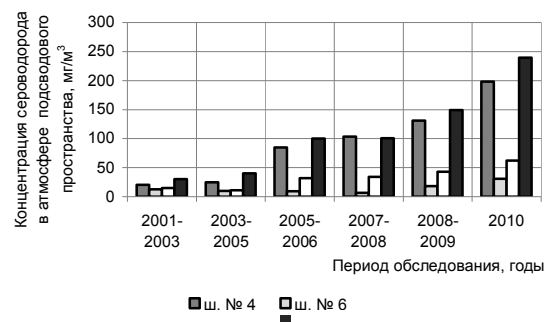


Рис. 2. Динамика концентрации  $H_2S$  в атмосфере подсводного пространства на участках коллектора ХТЗ

Как видно из данных рис. 2, за исследуемый период времени концентрация  $H_2S$  на всех участках коллектора ХТЗ имела общую тенденцию к повышению. Как свидетельствуют данные наблюдений, на различных участках канализационной сети концентрация  $H_2S$  в атмосфере подсводного пространства трубопроводов значительно изменяется не только в течение года (рис. 3, 4), по сезонам, но и в течение сезона (квартала) – весны, и даже в течение суток, причем весьма кардинально (рис. 5).

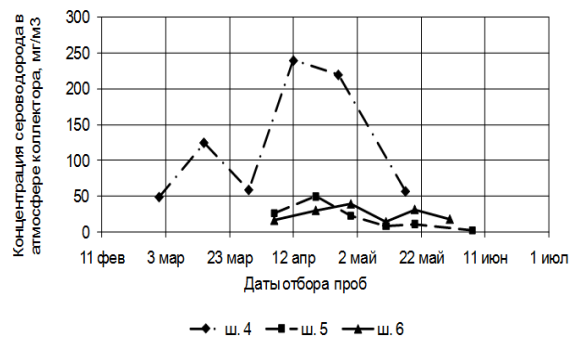


Рис. 3. Динамика концентрации  $H_2S$  в атмосфере подсводного пространства на участке коллектора ХТЗ

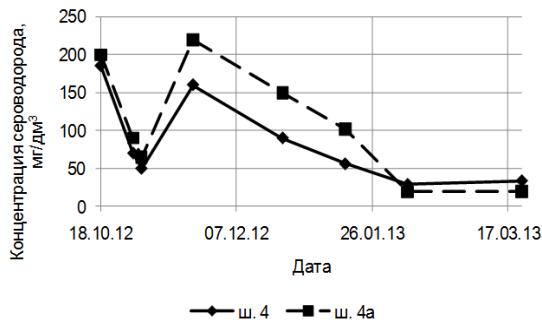


Рис. 4. Динамика концентрации  $H_2S$  в атмосфере подсводового пространства на участке коллектора по ул. Моисеевской

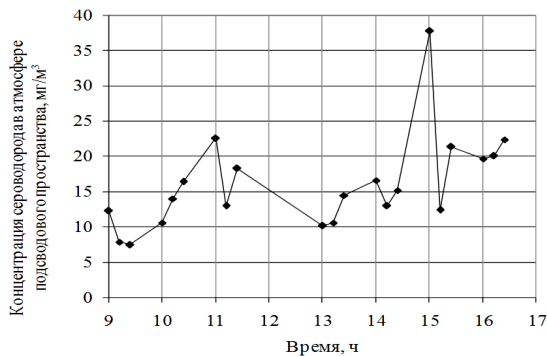


Рис. 5. Суточные изменения концентрации  $H_2S$  в атмосфере подсводового пространства Ивановского коллектора (ш. № 5)

Как видно из данных рис. 3, 4, концентрация  $H_2S$  в атмосфере подсводового пространства обследуемых участков изменялась более чем на 400 %. В течение суток концентрация сероводорода в атмосфере подсводового пространства шахты № 5 Ивановского коллектора изменялась от 7,9 до 37,8 мг/м<sup>3</sup>, т.е. практически на 400 %.

### Выводы

Таким образом, единичные измерения концентрации сероводорода в атмосфере трубопроводов водоотведения не отражают реальную ситуацию накопления  $H_2S$  на участках, а следовательно, – объективный уровень накопления сероводорода на сводовой поверхности, т.е. уровень угроз эксплуатационной надежности и экологической безопасности водоотведения.

Герметизация сооружений и участков сети приведет к прекращению выделения летучих веществ, однако вызовет интенсивное разрушение бетона на данном участке и повышение взрывоопасности. Вентиляция сети (естественная или искусственная) снижает интенсивность процессов коррозии, но приводит к более интенсивному выносу этих веществ в городскую атмосферу.

### Литература

1. Стольберг Ф.В. Экология города / Ф.В. Стольберг. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
2. Gostelow P. Sewage treatment works odour measurement / P. Gostelow, S. Parsons // *Water Sci. Technol.* – 2000. – Vol. 41, № 6. – P. 33–40.
3. Кофман В.Я. Сероводород и метан в канализационных сетях / В.Я. Кофман // *Водоснабжение и санитарная техника.* – 2012. – № 11. – С. 72–78.
4. Stuetz R. *Odours in Wastewater Treatment* / R. Stuetz, F-B. Frechen.: Published by IWA Publishing, London SW1H 0QS. – 2001. – 436 p.
5. Майоров В.А. Запахи: их восприятие, воздействие, устранение / В.А. Майоров. – М.: Мир, 2006. – 366 с.
6. Приймання стічних вод підприємств у міську систему каналізації: інформаційно-аналітичний збірник (спецвипуск). – К.: Державний комітет України з питань житлово-комунального господарства, 2002. – 76 с.
7. Kim J. SewerSnort: A Drifting Sensor for In-situ Sewer Gas Monitoring / J. Kim, J. Lim, J. Friedman, U. Lee // *In Sixth Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks (SECON 2009)*, IEEE, Rome, Italy, June 2009.

Рецензент: Н.В. Внукова, профессор, к.геогр.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 23 июня 2015 г.