

13. Алыков Н.М. Очистка водных сред от органических и неорганических соединений углерод-минеральным сорбентом из тростника южного/ Алыков Н.М., Золотарева Н.В., Алыкова Т.В., Евсина Е.М., Кудряшова А.Е. // Успехи современного естествознания. 2017. № 4. С. 54-59.

© Е. В. Давыдова, А. Н. Ким, Л. А. Джигола, А. М. Капизова

Ссылка для цитирования:

Е. В. Давыдова, А. Н. Ким, Л. А. Джигола, А. М. Капизова. Некоторые аспекты исследования природного сорбента на основе тростника южного обыкновенного в практике очистки водных сред от сложных углеводов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 25–29.

УДК

К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ И УДАЛЕНИИ ДУРНОПАХНУЩИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВЕНТВЫБРОСОВ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ

А. Д. Смирнов¹, Л. В. Боронина², М. А. Однолетков³, А. А. Свердлик⁴

¹АО «НИИ ВОДГЕО», г. Москва, Россия

²Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

³ООО ТД «ЛИТ», г. Москва, Россия

⁴ООО «ВОДГЕО Инжиниринг», г. Москва, Россия

Выбросы дурнопахнущих веществ (ДПВ) в воздух в пределах населенных пунктов, несмотря на кажущуюся незначительность этого явления, являются причиной снижения комфортности проживания и падения инвестиционной привлекательности территорий под будущее строительство и для рекреационных целей. В статье рассмотрен положительный опыт системного изучения комплекса «образование ДПВ – их перенос-удаление». Целеполагание задачи очистки вентвыбросов объектов канализации от ДПВ сводится к достижению приемлемого комфортного состояния людей. Лишь две технологии в России и за рубежом зарекомендовали себя эффективно, длительно и бесперебойно работающими при очистке вентвыбросов больших объектов канализации от высоких концентраций ДПВ в различных климатических зонах. Это термическое окисление и холодное фотокаталитическое окисление.

Ключевые слова: вентвыбросы, дурнопахнущие вещества (ДПВ), сероводород, фотокаталитическое окисление, газовыделение, комфортность проживания.

ADDITION TO THE QUESTION ABOUT EDUCATION AND REMOVAL OF ANTI-SORROWING SUBSTANCES FROM VENTILATION EMISSIONS OF SEWERAGE SYSTEMS

A. D. Smirnov¹, L. V. Boronina², M. A. Odnoletnikov³, A. A. Sverdlikov⁴

¹НИИ ВОДГЕО JSC, г. Москва, Россия

²Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

³TD LIT LLC, Moscow, Russia

⁴ВОДГЕО Engineering LLC, Moscow, Russia

Emissions of odorous substances (ODS) into the air within settlements, despite the apparent insignificance of this phenomenon, are the reason for the decrease in the comfort of living and the drop in the investment attractiveness of the territories for future construction and for recreational purposes. The article discusses a systematic study of the complex "formation of ODS - their transfer-removal" is only beginning, but in some areas, there are already positive results. The goal-setting of the task of cleaning the ventilation emissions of sewage facilities from the ODS is to achieve an acceptable comfortable state of people. Only two technologies in Russia and abroad have proven themselves to be effective, long-term and uninterruptedly working when cleaning ventilation exhausts of large sewage facilities from high concentrations of ODS in various climatic zones. This is thermal oxidation and cold photocatalytic oxidation.

Keywords: ventilation emissions, odorous substances (ODS), hydrogen sulfide, photocatalytic oxidation, gas evolution, comfortable living.

Выбросы дурнопахнущих веществ (ДПВ) в воздух в пределах населенных пунктов, несмотря на кажущуюся незначительность этого явления, являются причиной снижения комфортности проживания и падения инвестиционной привлекательности территорий под будущее строительство и для рекреационных целей.

Проблема запахов от объектов канализации существует многие годы, с времен организации самых примитивных схем канализования (и по улицам средневековых городов текли зловонные потоки «общесплавной» канализации). По мере накопления опыта строительства и эксплуатации канализационных систем проблемы выделения дурнопахнущих вещества (ДПВ) постепенно решались [1].

Однако в 80-х годах в мире (а России – с 2000-х) стали происходить существенные изменения:

а) рост населения городов и урбанизация ранее загородных территорий стали приводить к строительству и жилых, и общественных, и производственно-административных зданий в ранее отведенных санитарно-защитных зонах, примыканию мест проживания, деятельности и отдыха большого количества людей к уже существующим объектам канализации

б) увеличение плотности населения и строительство новых микрорайонов высокой этажности экстерриториально к основной городской застройке, привело к необходимости строительства и распределительных узлов, и крупных канализационных насосных станций,

и, даже, новых очистных сооружений канализации непосредственно внутри жилых микрорайонов (или непосредственно примыкая к ним).

Проблема ДПВ от объектов канализации стала обостряться и приобретать большое социальное значение. Это потребовало обязательной очистки и деодорации всех газозагрязненных выбросов таких объектов до приемлемых для жителей, комфортных и, жестко контролируемых, уровней [2–4].

С другой стороны, именно в тот же период (1980-2000 гг.) возникло массовое осознание необходимости экономии воду (как часть идеологии сохранения общемировых ресурсов), и, как следствие, удельное водопотребление в городах снизилось в 1,5-2,5 раза. Указанное приводит к снижению скоростей водоотведения и увеличению времени водоотвода, застоям стоков и в коллекторах, и в промежуточных сооружениях.

И, кроме того, именно с 70-х-90-х годов в мире нарастает эволюция питания и медицины: в продуктах питания все большую долю занимают искусственные и синтетические ингредиенты и заменители, стабилизирующие и консервирующие добавки. Синтез же новых фармпрепаратов перевел отработанные субстанции в новое, нетрадиционное биохимическое пространство. В результате сточных вод становится все меньше по объему, концентрация примесей в них все увеличивается, и все большую часть примесей имеет нетрадиционные биохимические свойства.

Вследствие этого, на стадии «первичных и самопроизвольных» биохимических процессов в отводимых стоках иногда имеет место отклонения от их традиционного хода, с повышенным образованием азот- и серосодержащих органических соединений (и, даже, сероводорода), которые выравниваются и прекращаются лишь в аэротенках, где превалирует традиционная аэробная микрофлора.

Рассмотренные ранее процессы, при равных условиях, пропорциональны размеру и степени урбанизации населенных пунктов. В России, начавшись в 1995-2005 гг. в Москве и Санкт-Петербурге, постепенно в 2005-2010 гг. проявили себя в большинстве городов –миллионниках, а вскоре и в меньших поселениях [5-8].

Системное изучение комплекса «образование ДПВ – их перенос-удаление» только начинается, но в отдельных направлениях уже имеют место положительные результаты.

Анализ ситуации на многочисленных объектах показывает, что образование дурнопахнущих веществ (ДПВ) имеет биохимический генезис и основные продуценты ДПВ находятся в канализационных коллекторах и промежуточных сооружениях в иммобилизованном виде (на стенках и в осадках) и в свободном виде (вновь привнесенные и циркулирующие).

Исследования специалистов архитектурно-строительного университета Санкт-Петербурга и Новочеркасска показали, что образование летучих продуктов, в т.ч. газов в канализационных коллекторах коррелирует с площадью открытых (незагрязненных) стенок, что подтверждает опыт эксплуатации коллекторов с малой степенью наполнения (в т.ч. Махачкала-Каспийск).

При этом, пока не определено, каково доле участие микрофлоры в осадках коллекторов, т.к. низкая наполненность коллектора есть следствие малого относительного расхода (а другими следствиями являются низкая скорость протока, может быть даже ниже критической самоочищающей и, значит, осадкообразующей), а также большое время нахождения грязного стока в коллекторе, достаточное для развития нежелательных вторичных процессов (рис.1).

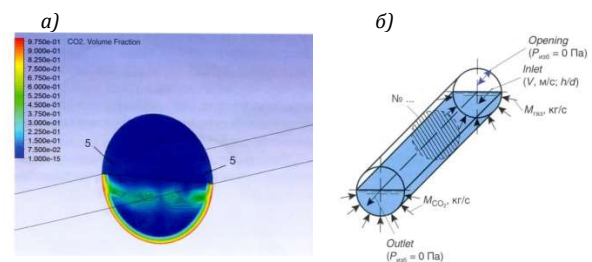


Рис. 1. Моделирование процесса газовой выделении в канализационной сети:

а) объемная доля газа; б) схема расчетной области модели

В целом, имеется общее понимание о сложном и переменном по месту и времени составе образующихся и выделяющихся газов, среди которых существенную часть составляют ДПВ. Все основные элементы, образующие органические вещества – предшественники ДПВ (углерод, водород, кислород, азот и сера) входят и в состав ДПВ (см. табл. 1). Сероводород составляет, по массе, порядка трети из них [9].

Большинство из приведенных соединений ДПВ количественно определяются весьма сложно. Только сероводород определяется достаточно просто и количественно. В связи с этим, в большинстве случаев, сероводород (H_2S) используют и в качестве индикатора, и как расчетную величину при газоочистке объектов канализации от ДПВ. Приведенный перечень ингредиентов ДПВ включает и компоненты, неприятные уже при микрограммовых концентрациях (в т.ч. меркаптаны и скатолы) и традиционные одоранты (аммиак и др.) Важно, что запах, фиксируемый от ДПВ - это функциональная реакция человеческого организма на определенное сочетание (больших или меньших концентраций конкретных веществ) и отрицательное восприятие далеко не всегда коррелирует с концентрацией отдельного компонента. Однако для сероводорода, составляющего порядка трети от ДПВ, увеличение концентрации H_2S часто коррелирует с ростом запахов (если не применяются маскирующие отдушки-дезодоранты).

Таблица 1
Предельно-допустимые концентрации дурнопахнущих веществ

ДПВ	ПДК, мг/м ³
H ₂ S	0,01
NH ₃	0,04
R ₁ -SH(C _x H _y N _z)	≥0,006
R ₂ -H(C _x H _y N _z)	≥0,05
R ₃ (C _x H _y N _z)	-

Целеполагание задачи очистки вентвыбросов объектов канализации от ДПВ сводится к достижению приемлемого комфортного состояния людей (в т.ч. жителей), находящихся в зоне воздействия контрольного объекта. Если объект не велик (малая КНС или просто колодец), то часто в воздухе, принесимом от малого объекта содержание ДПВ ниже порога чувствительности (в силу малого количества выделившихся ДПВ или из-за сильных ветров, разбавивших исходные концентрации ДПВ, (см. рис. 2), и задача решается самопроизвольно. В безветренную погоду или при повышении массы выделяемых ДПВ - запах появляется и отчетливо фиксируется.

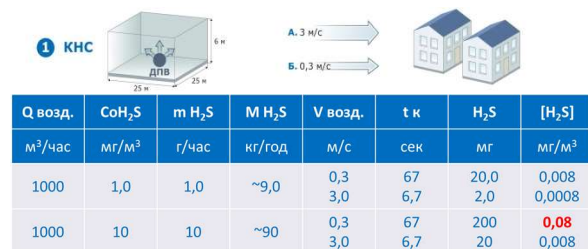


Рис. 2. Эмиссия и перенос ДПВ от малых объектов.

Существенно определеннее ситуация на больших объектах (рис. 3), где вопрос не в присутствии запахов, а в степени не комфортности в целом. И ни ветер, ни вариации технологии, при этом, не столь значимы, т.к. обязательность удаления ДПВ очевидна.

На крупных КНС (рис. 3), на очистных сооружениях канализации (ОСК) производительностью до 100 тыс. м³/сут эмиссия ДПВ составляет 3-10 и более т/год (только по сероводороду). На крупных ОСК (до 200-400 тыс.м³/сут) она составляет 8-20 т/год только по сероводороду, а суммарно с органическими одорантами - 20-50 т/год и более, причем все это вещества 1-2-го класса токсичности.

На больших объектах возможно применение:

А) сепарационных (сорбционных) методов удаления ДПВ :отделения их на различных твердых сорбентах, хемосорбентах-катализаторах и в биосорберах, а также абсорбцией в мокрых скрубберах.

Б) деструктивных методов: окисление гипохлоритом, озоном, перекисью водорода, в электроразрядных и фотокаталитических процессах (табл. 2).

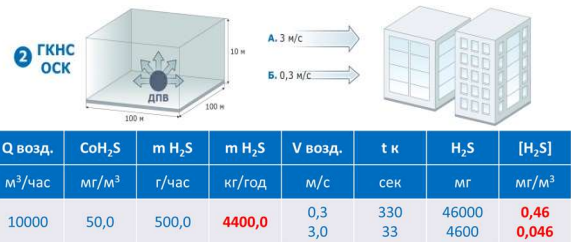


Рис. 3. Эмиссия и перенос ДПВ от ОСК

Таблица 2
Сравнение эффективности удаления ДПВ различными методами (по данным Шведского технико-исследовательского института)

Метод	Количество обследованных установок	Медианная эффективность*, %
Традиционный химический скруббер	13	61
Озоновый скруббер	7	6
Адсорбция на активированном угле	19	72
Биофильтр	26	90
Ионизация (электроразрядные, плазмохимические методы)	8	7
Озонирование	10	51
Термическое окисление	6	99
Фотосорбционно-каталитический	10	98

*Половина обследованных установок имеют эффективность выше медианной, половина - ниже

Сорбционная емкость различных сорбентов составляет порядка 2-5 (до 7%), т.е. на 1 т/год уловленных ДПВ (по H₂S) т необходимо порядка 10-30 т сорбентов (которые потребуют захоронения как токсичный отход (рис. 4).

Поглощающая способность каталитических загрузок, как и цена,кратно выше чем сорбентов (до 10-30%), но требуется уверенность в безопасности продуктов катализа (рис 5). То же относится и к мокрым скрубберам с активными реагентами.

В деструктивных технологиях газоочистки не должно происходить накопления ни собственно исходных ДПВ, ни продуктов их разложения/окисления. Поэтому они существенно компактнее, но требуют технического обслуживания (рис. 6).



Рис. 4. ОСК Сочи 2016 г.



Рис. 5. Приемная и распределительная камеры БОСК г. Казань. Установка НПО ЛИТ. Производительность: 5 000 м³/ч. Вход: С_{H2S} = 10-100 мг/м³. Выход: С_{H2S} ≤ 0,1 мг/м³



Рис. 6. Электроразрядные методы удаления ДПВ. Установка «Тион» (разрядный блок + каталитический блок) г. Новосибирск

Особенностью проблемы очистки вентвыбросов канализации от дурнопахнущих веществ является сложность состава примесей этого грязного воздуха: кроме упомянутых органических веществ (а их вдвое больше чем H₂S) в нем также присутствует аэрозоль и взвесь микробиологических частиц, пыль и много воды (влажность до 90-100%). Указанное существенно отличает их от газо-вентиляционного хозяйства в промышленности [10, 11].



Вывод

В связи с упомянутым, лишь два метода, две технологии в России и за рубежом зарекомендовали себя эффективно, длительно и бесперебойно работающими при очистке вентвыбросов больших объектов канализации от высоких концентраций ДПВ в различных климатических зонах. Это термическое окисление и холодное фотокаталитическое окисление (рис. 6). Оба эти метода годами обеспечивают постоянно глубокое (не ниже 95%) удаление ДПВ, несмотря на влажность и чрезвычайную загрязненность воздуха от объектов канализации и до полностью безопасных продуктов: CO₂, H₂O и безопасных солей.

Список литературы

1. С.В. Федоров, В.М. Васильев и М.Н. Клементьев, СПб Арх. - Строит. Университет. Водоснабжение и санитарная техника, 2019, №6, с.54-59.
2. S.-A. Barr, H. Bjurström, M. Olofsgård, M. Arbrandt, U. Follin, M. Wesslau, Evaluations and Recommendations for Odour Control Equipment at Waste Water Refinery Plants and Waste Water Treatment Plants. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013.
3. М.В. Богомолов, Ф.В. Кармазинов, С.В. Костюченко Методы удаления запахов в системах транспортировки и очистки сточных вод. Водоснабжение и санитарная техника: 2016. № 7
4. A.Bagreev, W.Kuang, T. Bandosz Predictions of H₂S Breakthrough Capacity of Activated Carbons at Low Concentrations of Hydrogen Sulfide. Adsorption, 2005-11 (p. 461- 466).
5. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 22-2016: Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказания услуг на крупных предприятиях. Москва. Бюро НДТ. 2016 г.
6. S.-A. Barr, H. Bjurström, M. Olofsgård, M. Arbrandt, U. Follin, M. Wesslau, Evaluations and Recommendations for Odour Control Equipment at Waste Water Refinery Plants and Waste Water Treatment Plant s. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013.
7. М.Н.Козлов, А.М.Гаврилин, Ю.П.Киреев, А.Г.Дорофеев, А.А.Пронин Опыт АО «Мосводоканал» по применению газоочистного оборудования на сооружениях канализации. Вода Magazine, 2017, № 12 С.44-48.
8. Canela C., Alberici R. M., Jardim W. F. Gas phase destruction of H₂S using TiO₂/UV-VIS // Journal of Photochemistry and Photobiology, Chemistry. 1998. № 112. P. 73-80.
9. Бычков В. А., Васильев М. Н., Стрижев А. Ю.: «Применение электропучков и импульсных разрядов для очистки дымовых газов». - М., Всесоюзный Электротехнический Институт, 1993, стр 36.
10. S.-A. Barr, H. Bjurström, M. Olofsgård, M. Arbrandt, U. Follin, M. Wesslau, Evaluations and Recommendations for Odour Control Equipment at Waste Water Refinery Plants and Waste Water Treatment Plants. SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013 (работа опубликована на шведском языке).
11. Агарков М.Г., Левченко Д.А., Лысый Е.О., Собур Д.А. Наилучшие доступные технологии удаления дурнопахнущих веществ из вентиляционных выбросов систем канализации. НДТ №3, 2019.

© А. Д. Смирнов, Л. В. Боронина, М. А. Однолетков, А. А. Свердликов

Ссылка для цитирования:

А. Д. Смирнов, Л. В. Боронина, М. А. Однолетков, А. А. Свердликов. К вопросу об образовании и удалении дурнопахнущих веществ из вентвыбросов систем канализации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 29–32.