

**Ссылка для цитирования:**

Кондрашин К. Г., Пилипенко В. Н., Голубничева Е. М. Возможность термического укрепления грунтов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астра-ханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 20–25.

УДК 628.5

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-25-28

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОХИМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ПЕРЕКРЫТЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТОЧНЫХ ВОД**

**В. Ю. Белоусова<sup>1</sup>, Н. В. Кондакова<sup>2</sup>, С. Н. Резникова<sup>3</sup>, Н. С. Серпокрялов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup>Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия;

<sup>3</sup>Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

Представлены результаты исследования газовых выбросов от перекрытых очистных сооружений сточных вод. В ходе эксперимента были выявлены высокие концентрации диоксида серы. Был проведен анализ методов по снижению концентрации загрязняющих веществ в воздухе рабочей от станции аэрации. Предлагается использовать биохимическую очистку с помощью биофильтра с загрузкой из коры и биогумуса. Была сконструирована модель установки. Для определения технологических параметров работы биофильтра рассмотрены разные виды комбинации (по высоте, увлажнению, размеру фракций) носителя биомассы и поддерживающего слоя из щебня, определено эффективное время обработки газовой смеси. Установлено снижение диоксида серы, сероводорода, формальдегида. Приведены дополнительные преимущества применённого биологически активного фильтрующего материала.

**Ключевые слова:** биохимическая очистка газов, воздух рабочей зоны, диоксид серы, сточная вода, биофильтр, кора, перекрытые очистные сооружения.

**EXPERIMENTAL STUDIES OF BIOCHEMICAL GAS TREATMENT IN THE WORKING AREA OF CLOSED WASTEWATER TREATMENT PLANTS**

**V. Yu. Belousova<sup>1</sup>, N. V. Kondakova<sup>2</sup>, S. N. Reznikova<sup>3</sup>, N. S. Serpokrilov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU), St. Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>South-Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov, Novocherkassk, Russia;

<sup>3</sup>Don State Technical University, Rosvov-on-Don, Russia

The results of the study of gas emissions from blocked wastewater treatment plants are presented. During the experiment, high concentrations of sulfur dioxide were detected. The analysis of methods for reducing the concentration of pollutants in the air of the working area of the aeration station was carried out. It is proposed to use a biochemical purification using a biofilter with a load of bark and biohumus. A model of the installation was constructed. To determine the technological parameters of the biofilter considered different types of combinations (height, moisture, particle size) of the carrier biomass and supporting layer of gravel, the effective processing time of the gas mixture. A decrease in sulfur dioxide, hydrogen sulfide, and formaldehyde was found. Additional advantages of the applied biologically active filter material are given.

**Keywords:** biochemical purification of gases, the air of the working area, sulphur dioxide, waste water, biofilter, bark, blocked sewage treatment plant.

В современном мире ввиду плотной городской застройки и из соображений экологической безопасности применяют очистные сооружения закрытого типа. Что позволяет сокращать размер санитарно-защитной зоны при близком расположении жилых кварталов. Согласно [1] размер санитарно-защитной зоны от очистных сооружений поверхностного стока открытого типа до жилой территории следует принимать 100 м, закрытого типа – 50 м.

В строительных нормах [2] очистные сооружения закрытого типа определены как подземные в герметичном корпусе. На практике такие сооружения могут возвышаться над поверхностью земли.

Для исследований были выбраны очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод, обслуживающие жилой микрорайон «Суворовский» в северной части города Ростов-на-Дону [3].

Технологическая схема канализационных очистных сооружений «Суворовские» (далее – КОС) состоит из следующих частей: блок механической очистки; блок биологической очистки с удалением соединений азота; узел биолого-химического удаления фосфатов; блок доочистки; блок обеззараживания; блок обработки осадков, выполненных формате единого комплекса [4–6].

В ходе наблюдений за работой сооружений было выявлено превышение диоксида серы  $SO_2 > 20,0 \text{ мг/м}^3$ , при этом ПДК<sub>SO2</sub> в рабочей зоне составляет  $10 \text{ мг/м}^3$  [7]. О чём также наглядно свидетельствовали погибшие растения на клумбах, спроектированных над действующими аппаратами и резервуарами (рис. 1а, 1б).

Такие показатели являются условием очистки газовой среды для снижения негативного влияния на здоровье работающего персонала и конструкцию самого здания очистной станции (рис. 2а, 2б).

Для уменьшения концентрации  $SO_2$  в воздухе рабочей зоны КОС была разработана система очистки воздуха на основе биохимических процессов, важным элементом которой является биофильтр (рис. 3.).

В нижнюю часть корпуса через отверстия поступает из аэротенка загрязненная газозвдушная смесь, проходит через сорбционный материал, размещенный на поддерживающем слое из синтетических волокон. Отвод очищенного газа осуществляется через выходной патрубок в верхней части установки. Опытная установка закрытого типа в связи с тем, что источник выделения загрязняющих веществ в воздух рабочей зоны не организован. Забор газозвдушной смеси осуществлялся над водной поверхностью очистного сооружения.



Рис. 3. Общий вид модели биофильтра



Рис. 1а, 1б. Общий вид рабочей зоны перекрытых КОС «Суворовские»



Рис. 2а, 2б. Коррозийные металлические конструкции в рабочей зоне перекрытых КОС «Суворовские»

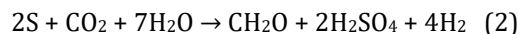
Биологическая очистка в биофилтре происходит аналогично природным почвенным процессам следующим образом: под действием аэробных групп тионовых и серобактерий протекает окислительная реакция соединений серы.

Тионовые бактерии относятся к роду *Thiobacillus*. Отличительной чертой *Thiobacillus denitrificans* является их способность развиваться в анаэробных условиях, используя кислород нитратов для окисления серы и тиосульфата [8]. Род бактерий *Nurhomicobium* участвует в цикле превращения S-метилсоединения – диметилсульфид, диметилсульфоксид, диметилсульфон [9–10].

В анаэробных зонах биологическое окисление сероводорода и серы осуществляется фотосинтезирующими бактериями в процессе анаэробного фотосинтеза:



Образующаяся сера окисляется в серную кислоту:



Важными преимуществами предлагаемого способа обезвреживания газовых выделений от очистных сооружений сточных вод являются несколько аспектов:

1. Полученная дренажная вода из биофильтра может быть нейтрализована в аппарате очистки сточной воды, над которой установлен сам биофильтр. Сток органических веществ, таким образом, значительно уменьшен.

2. Так как в биофилтре используется штамм *Nurhomicobium*, то допускается производить очистку газов при нейтральном pH.

Первый этап эксперимента с использованием смоделированного биофильтра проходил с разными интервалами времени: 10 минут, 30 минут (рис. 4).

Анализ замеров показал, что в каждый интервал заданного времени происходило снижение концентрации  $SO_2$ . ПДК $_{SO_2}$  в рабочей зоне над очистными сооружениями (менее 10,0 мг/м<sup>3</sup>) были достигнуты через 40 минут от начала очистки газа в биофилтре.

Второй этап эксперимента (с 04.08.2020г. по 24.10.2020 г.) по определению технологических

параметров загрузки биофильтра проводили в условиях работающих КОС «Суворовские» в течение определённого промежутка времени с варьированием высоты, крупности, типа и способа эксплуатации (без увлажнения и с увлажнением) загрузки (сухой, сухой в смеси с биогумусом, влажной в смеси с биогумусом). Время пребывания газов в биофильтре было принято 30 минут, как обеспечивающее нормативные показатели очистки воздуха в рабочей зоне (рис. 5–6).

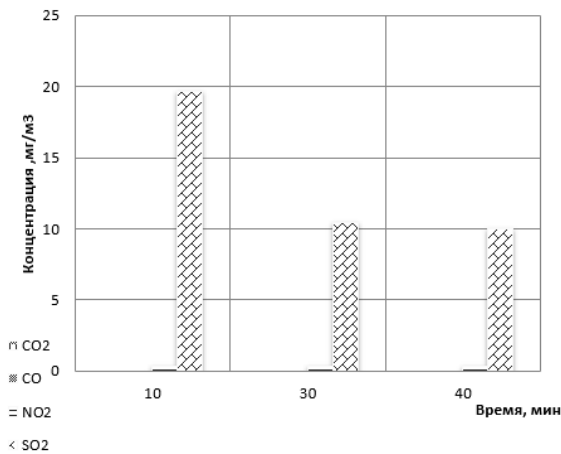


Рис. 4. Зависимость концентрации газов от времени обработки в биофильтре

В модели биофильтра использовались смесь фракционированной загрузки из коры («маленькая кора» 10–20 мм и «большая кора» 22–40 мм и биогумуса без увлажнения («сухой») и с увлажнением («влажный»), от которой степень очистки выделяющихся газов в процессе биологической обработки сточных вод выше.

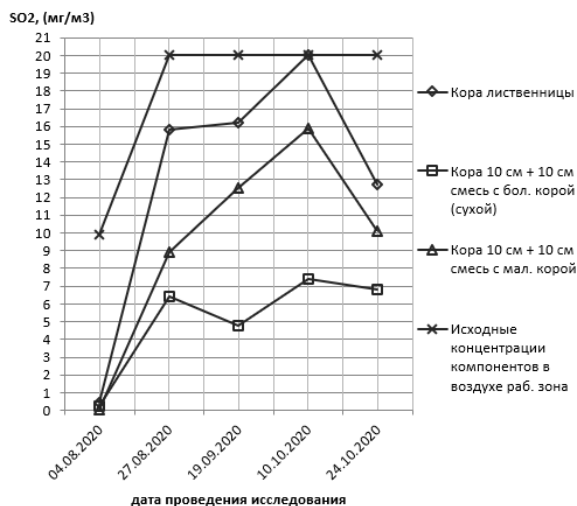


Рис. 5. Показатели очистки газов от диоксида серы в биофильтре

По анализу результатов становится ясно, что при загрузке биофильтра носителем с биомассой из коры лиственницы размером фракций 40–80 мм, её высотой 20, 40, 60 см и поддерживающим слоем 10 см из щебня фракцией 20–40 мм

наблюдается снижение содержания SO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>CO ниже ПДК рабочей зоны. При этом на увлажненной загрузке с корой в 60 см остаточные концентрации газов меньше, чем на сухой.

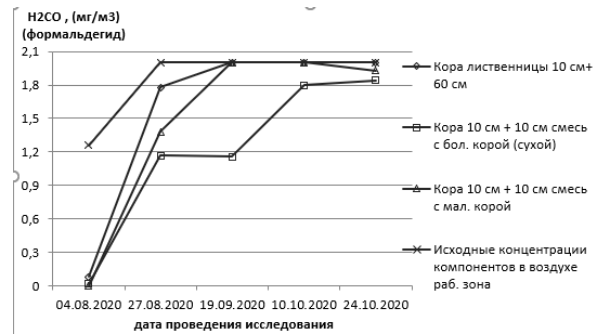


Рис. 6. Показатели очистки газов от формальдегида в биофильтре

Как видно из графиков: остаточные концентрации газов на фракциях «маленькой коры» ниже, чем на «большой коре» независимо от первоначального увлажнения. Таким образом, можно сделать вывод, что производственные установки биофильтров следует загружать фракционированной загрузкой из коры размером 10–20 мм.

Отмеченные закономерности снижения диоксида серы и формальдегида фракционированной загрузкой из коры сохраняются и при удалении сероводорода (рис. 7).

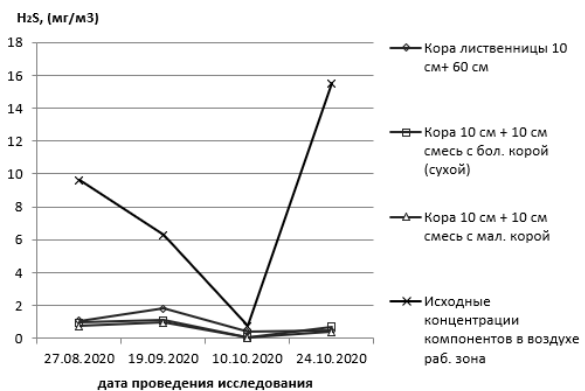


Рис. 7. Показатели очистки газов от сероводорода в биофильтре

Таким образом, из приведённых выше экспериментальных данных к преимуществам применённого биологически активного фильтрующего материала можно отнести:

- достижения нормативов по диоксиду серы, формальдегиду и сероводороду;
- отсутствие образование отходов, требующих специальной обработки;
- способность биомассы через какой-то промежуток времени подвергаться компостированию вместе с фильтрующим материалом;
- возможность к широкому промышленному внедрению на распространяющихся повсеместно локальных очистных сооружениях сточных вод



## Список литературы

1. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. N 74).
2. Строительные нормы: СН 496-77. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод, 1978.
3. Коммунальная энерго-сервисная компания. URL: <http://keskvodokanal.ru/projects/g-rostov-na-donu-suvorovskie-ochistnye> (дата обращения 20.04.2017)
4. Серпокрьлов Н.С. Фитоиндикаторы выделения газов в рабочей зоне эксплуатации перекрытых очистных сооружений сточных вод [Текст]/ Н.С. Серпокрьлов, Н.В. Кондакова, Ю.А. Гаврилина //Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии: сб. статей.- Самара, 2019.
5. Кондакова Н.В. Исследование влияния абиотических факторов на состав воздуха рабочей зоны перекрытых очистных сооружений / Н.В. Кондакова, Ю.А.Гаврилина //Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности: материалы V Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей (с международным участием), Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград : ВолгГТУ, 2018. – С 130-132.
6. Серпокрьлов Н.С. К вопросу об очистке газовых выбросов перекрытых очистных сооружений сточных вод/ Н.С. Серпокрьлов, В. Ю. Борисова, Н.В. Кондакова // Технологии очистки воды «ТЕХНОВОД-2017»: материалы Хюбилейной Межд. науч. - практ. конф.; г. Астрахань, 5–6 октября 2017г. / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. (НПИ) имени М.И. Платова – Новочеркасск: Лик, 2017.– С 205-209.
7. ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» (с изменениями на 29 июня 2017 года).
8. Кузнецов А. Е. Научные основы экобиотехнологии/ А.Е. Кузнецов, Н.Б. Градова. - М: Мир, 2006.
9. Троценко Ю. А. Аэробные метиловобактерии / Ю.А. Троценко, Н.В. Доронина, М. Л. Торгонская. – Пуццо: ОНТИ ПНЦ РАН, 2010. – 325 с.
10. Ковадло А. С. Выделение и характеристика бактерий рода *Nurphomicrobium* из оз. Байкал // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле» . - 2009. - №Том 1, № 1. - С. 75–83.

© В. Ю. Белоусова, Н. В. Кондакова, С. Н. Резникова, Н. С. Серпокрьлов

## Ссылка для цитирования:

Белоусова В. Ю., Кондакова Н. В., Резникова С. Н., Серпокрьлов Н. С.. Экспериментальные исследования биохимической очистки газов в рабочей зоне перекрытых очистных сооружений сточных вод// Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 25–28.

УДК 504.064.2.001.18, 519.816

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-28-33

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ МОБИЛЬНЫХ ПОСТОВ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

**Н. М. Рашевский, Н. П. Садовникова, Т. В. Ерещенко, М. А. Куликов**

*Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия*

Рассматриваются проблемы загрязнения атмосферы и контроля качества атмосферного воздуха. Исследование направлено на обоснование метода формирования плана наблюдений загрязнения атмосферного воздуха с помощью мобильных лабораторий. Особенностью предложенного метода является использование системы поддержки принятия решений для организации рационального размещения и работы лабораторий. Проводится расчет выбранного в качестве оценки загрязнения суммарного санитарно-гигиенического критерия – индекса загрязнения атмосферы. Оценивается количественная характеристика участков для разных градостроительных зон. Рассматривается реализация задачи принятия решений с помощью метода анализа сетей. В ходе исследования изучены параметры городской и окружающей среды, влияющие на оценку качества атмосферного воздуха, сформирована сетевая структура взаимовлияния этих параметров.

**Ключевые слова:** качество воздуха, принятие решений, метод анализа сетей, экологический мониторинг, ранжирование.

## FORMULATION OF THE DECISION-MAKING PROBLEM FOR MANAGEMENT OF MOBILE AIR QUALITY MONITORING STATIONS

**N. M. Rashevskiy, N. P. Sadovnikova, T. V. Yereshchenko, M. A. Kulikov**

*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia*

The problems of air pollution and air quality monitoring are considered. The study is aimed at substantiating the method of forming a plan for observing atmospheric air pollution using mobile laboratories. A feature of the proposed method is the use of a decision support system for the rational arrangement and operation of laboratories. combined sanitary and hygienic criterion selected to assess of pollution is calculated. The quantitative characteristics of land plots for different urban planning zones are estimated. The implementation of the decision-making problem using the network analysis method is considered. In the course of the study, the parameters of the urban and natural environments that affect the assessment of the atmospheric air quality were studied, a network structure of the mutual influence of these parameters was formed.

**Keywords:** air quality, decision making, network analysis method, environmental monitoring, ranking.

### Введение

В настоящее время изменения показателей атмосферного воздуха показывает, что загряз-

нение атмосферы растет. Колоссальное влияние на воздух в городе оказывают такие источники, как свалки промышленных и бытовых отходов,