

УДК 574

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАССЕИВАНИЯ ИСПАРЕНИЙ ОТ РЕЗЕРВУАРОВ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА

Лосева Я.П., Мищенко Я.В., Гриванова С.М.

*ФГБОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса»,  
Владивосток, e-mail: yana.krus@vvsu.ru*

В статье рассмотрен процесс рассеивания загрязняющих веществ от трех действующих станций канализационных очистных сооружений города Владивостока. Для расчёта поля рассеивания на границе санитарно-защитной и жилой зон необходимо определить количество загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от резервуаров станции, которое зависит от технологического процесса очистки сточных вод. В работе использовались материалы лабораторных анализов содержания специфических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе жилой зоны, расположенной рядом с самой крупной станцией, а также расчеты поля рассеивания испарений. На основании расчетных данных имеется представление о величине и степени воздействия испарений на атмосферный воздух. Полученные замеры позволяют судить о реальной эффективности рассеивания испарений загрязняющих веществ от очистных сооружений. По результатам поля рассеивания ни по одному из учтенных специфических веществ не наблюдается превышение предельно-допустимой концентрации на границе санитарно-защитной и жилой зон.

**Ключевые слова:** канализационные очистные сооружения, загрязнение атмосферы, испарение газов, рассеивание вредных веществ, приземная концентрация, предельно-допустимая концентрация, санитарно-защитная зона, жилая зона

## EFFICIENCY OF DISPERSION OF EVAPORATIONS FROM TANKS OF SEWER TREATMENT FACILITIES OF THE CITY OF VLADIVOSTOK

Loseva Y.P., Mishchenko Y.V., Grivanova S.M.

*Vladivostok State University of Economics and Service (VSUES), Vladivostok, e-mail: yana.krus@vvsu.ru*

In article process of dispersion of polluting substances from three operating stations of sewer treatment facilities of the city of Vladivostok is considered. For calculation of a field of dispersion on border of a sanitary protection and residential zone, it is necessary to define amount of the polluting substances arriving in atmospheric air from tanks of station which depends on technological process of sewage treatment. In work materials of laboratory analyses of the content of specific polluting substances in atmospheric air on border of a residential zone, close to the largest station, and also calculations of a field of dispersion of evaporations were used. On the basis of settlement data idea is had of size and extent of impact of evaporations on atmospheric air. The received measurements allow to judge real efficiency of dispersion of evaporations of polluting substances from treatment facilities. By results of a field of dispersion on one of the considered specific substances excess of maximum-permissible concentration on border sanitary protection and inhabited zones isn't observed.

**Keywords:** sewer treatment facilities, atmosphere pollution, evaporation of gases, dispersion of harmful substances, ground concentration, maximum-permissible concentration, sanitary protection zone, residential zone

На протяжении многих лет город Владивосток оставался единственным городом в России, где не было необходимых по производительности канализационных очистных сооружений. Функционирующие малые станции очистки не могли обеспечить потребности в очистке стоков, поступающих от основной части города. Построенные в 2011 году центральные очистные сооружения (эксплуатируемые пока менее чем на 50%) позволят со временем изменить ситуацию в лучшую сторону. Во всех отчетах и государственных докладах говорится только о сбросе очищенных и неочищенных стоков в водные акватории. В то же время любое очистное сооружение является источником загрязнения атмосферы вследствие испарений от резервуаров и выделений газов – продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, являющихся преобразователями компонентов сточных вод. Учитывая разницу в технологии очистки

и производительности малых и современной центральной станций, целесообразно было оценить их воздействие на атмосферный воздух.

Хотя загрязнение атмосферного воздуха выбросами вредных веществ рассматривалось в работах ряда авторов, в которых преимущественно изучалось загрязнение, поступающее от стационарных источников, автотранспорта, перенос и рассеивание загрязненных воздушных масс [1, 2, 3, 8, 11, 12, 13], однако нами не встречены работы, где бы рассматривалась проблема загрязнения атмосферного воздуха специфическими вредными веществами, поступающими от канализационных очистных сооружений.

**Целью исследования** является проверка оказания влияния испарений резервуаров очистных сооружений на атмосферный воздух прилегающих к станциям территорий.

**Методы исследования:** расчетный метод для определения количества загрязняю-

щих веществ испарений вредных веществ в атмосферу, согласно действующим методическим рекомендациям; рассчитано поле рассеивания испарений по унифицированной программе расчета загрязнения атмосферы «ЭКОЛОГ».

### Результаты исследования и их обсуждение

В данной работе рассматриваются канализационные очистные сооружения г. Владивостока, расположенные на побере-

жье Амурского залива. В настоящее время в г. Владивостоке применяется полная раздельная схема водоотведения, но действует она как полураздельная, так как в систему бытовой канализации врезаются производственные сточные воды. Канализационные стоки поступают в бухты и заливы, омывающие г. Владивосток: Амурский и Уссурийский заливы, залив Петра Великого, бухту Золотой Рог, которые относятся к водоемам высшей категории рыбохозяйственного назначения.



Рис. 1. Схема канализации г. Владивостока

В работе рассмотрены 3 действующие станции очистки канализационных сточных вод г. Владивостока, представленные на рис. 1:

1) канализационные очистные сооружения биологической очистки «Де-Фриз» (КОС «Де-Фриз»), производительностью 17000 м<sup>3</sup>/сут., расположены в вершине Амурского залива, между устьем реки Шмидтовка и заливом Угловым, на полуострове Де-Фриз. На станцию поступают смешанные сточные воды пригородного района города Владивостока, начиная с улицы Кирова и в районе станции Чайка до курортной зоны Садгород, промзоны 28 км, пос. Трудовое, пос. Восток, пос. Сахарный ключ, пос. Фанзавод;

2) канализационные очистные сооружения биологической очистки сточных вод поселка плодово-ягодной опытной станции (КОС «ПЯОС»), производительностью 200 м<sup>3</sup>/сут., расположены на берегу реки Песчанка в районе поселка плодово-ягодной станции. На станцию поступают хозяйственно-бытовые сточные воды п. Трудовое-2;

3) канализационные очистные сооружения центрального района города производительностью 160000 м<sup>3</sup>/сут. расположе-

ны в долине одного из левых притоков реки Вторая Речка. С севера станция ограничена недействующей районной котельной, ЛЭП 110 кв и мусоросжигательным заводом, с юга и юго-востока – территорией существующих дачных участков, с запада – жилой застройкой по ул. Героев Варяга. На станцию поступают промышленные и хоз.-бытовые стоки из микрорайонов города: центр города, Первой Речки, Второй Речки до 11 км, п-ов Шкота.

От резервуаров канализационных очистных сооружений в атмосферный воздух поступают специфические загрязняющие вещества различных классов опасности: метан, метилмеркаптан, этилмеркаптан, аммиак, оксид углерода, диоксид азота, сероводород. Количество поступающих испарений зависит от производительности станции очистки, согласно которой устанавливаются конкретные блоки очистки с их геометрическими параметрами поверхностей блоков, и определяется эмпирическим расчетным методом по утвержденной методике [4].

Количество испарений вредных веществ от малых очистных и центральной станции показано на рис. 2.

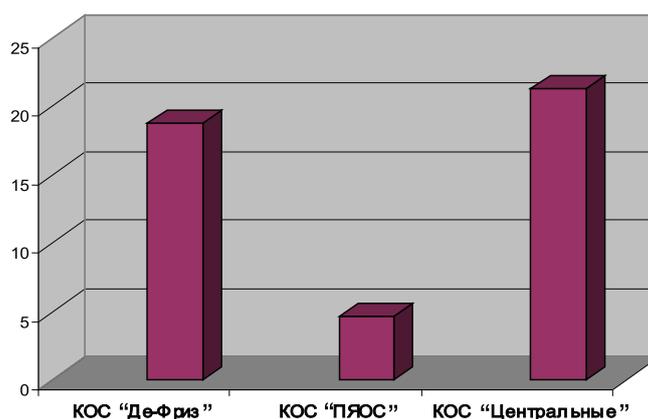


Рис. 2. Суммарное количество выбросов вредных веществ (т/год) от станций очистки

Расчетные значения приземных концентраций загрязняющих веществ на территории станций, на границе са-

нитарно-защитной и жилой зоны для малых станций очистки приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Значение приземных концентраций загрязняющих веществ на станции КОС «Де-Фриз»

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Расчетные данные, мг/м <sup>3</sup>				
		На территории	СЗЗ 400 м, т. 1	СЗЗ 400 м т. 2	СЗЗ 400 м т. 3	Жилая зона 350 м
Азота диоксид	0,2	0,054	0,006	0,008	0,004	0,006
Аммиак	0,2	0,004	0,004	0,004	0,002	0,004
Метан	50,0	0,5	–	–	–	–
Метилмеркаптан	0,0001	0,000004	0,000001	0,000001	–	0,000001
Этилмеркаптан	0,00005	0,0000015	–	0,0000005	–	–
Сероводород	0,008	0,00176	0,00024	0,00024	0,00016	0,00024
Углерода оксид	5,0	0,15	–	–	–	–

Таблица 2

Значение приземных концентраций загрязняющих веществ на станции КОС «ПЯОС»

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Расчетные данные, мг/м <sup>3</sup>					
		На территории	СЗЗ 150 м, т. 1	СЗЗ 150 м т. 2	СЗЗ 150 м т. 3	Жилая зона 130 м т. 4	Жилая зона 130 м т. 5
Азота диоксид	0,2	–	–	–	–	–	–
Аммиак	0,2	0,034	–	–	–	–	–
Метан	50,0	–	–	–	–	–	–
Метилмеркаптан	0,0001	–	–	–	–	–	–
Этилмеркаптан	0,00005	–	–	–	–	–	–
Сероводород	0,008	0,0136	–	–	–	–	–
Углерода оксид	5,0	–	–	–	–	–	–

Таким образом, ни по одному из перечисленных веществ приземная концентрация на границе СЗЗ и жилой зоны мест расположения станций очистки [10] не превысила предельно-допустимых концентраций (ПДК) или ориентировочных уровней воздействия (ОБУВ) и не будет оказывать воздействия на население [5, 6].

Для введенных в эксплуатацию в 2011 г. канализационных очистных сооружений центрального района города производительностью 160 тыс. м<sup>3</sup>/сут ОАО «Приморгражданпроект» разрабатывал два варианта технологических процессов очистки сточных вод.

По первому варианту последовательно стоки должны были проходить следующую технологию очистки: механическая очистка, биологическая очистка, доочистка в биореакторах, обеззараживание жидким хлором, обработка осадка. В первом варианте технологических процессов особое влияние на атмосферный воздух оказывал бы процесс горения биогаза в газовой свече. В процессе горения газовой свечи ( $T_{\text{горения}} = 1640^{\circ}\text{C}$ ) в атмосферный воздух поступают вредные вещества: оксид углерода, метан, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, бенз(а)пирен [7]. Наибольшую опасность представляла температура горения газовой свечи и образующееся при этом большое количество метана.

При применении первого варианта очистки стоков количество испарений вредных веществ, поступивших в атмосферный воздух непосредственно от блоков канализационных очистных сооружений составило бы 81,881 т/г. Станция очистки центрального района города располагается в районе комплекса МУПВ «Спецзавод № 1» (мусоросжигательный завод). На загрязнение атмосферного воздуха дополнительно учитывалось влияние мусоросжигательного завода.

В первом варианте технологического процесса существенным недостатком является процесс обработки осадка. На действующих очистных сооружениях предусма-

тривались открытые иловые площадки, что интенсивно увеличивало поступление метана в атмосферный воздух. Поэтому разработана новая (вторая) технология очистки сточных вод, при которой технологический процесс обработки осадка производится в закрытом помещении. Согласно новой технологии, сточные воды последовательно проходят следующие ступени очистки: механическая очистка, биологическая очистка, доочистка на песчаных фильтрах, обеззараживание на ультрафиолетовых (УФ) установках, обработка осадка, реагентная дефосфатизация сточной воды. При применении новой технологии резко сократилось количество выбрасываемых вредных веществ в атмосферный воздух, что благоприятно скажется на экологической обстановке в районе расположения станции очистки в г Владивостоке. В табл. 3 приведены количественные характеристики испарений вредных веществ от канализационных очистных сооружений рассмотренных двух вариантов.

Таблица 3

Перечень и количество испарений, поступающих в атмосферный воздух от КОС «Центрального района»

Название загрязняющего вещества	Вариант 1, т/год	Вариант 2, т/год
Азота диоксид	8,3651	1,4634
Аммиак	1,8766	0,0972
Метан	36,3188	15,5042
Метилмеркаптан	0,0002	0,0002
Сероводород	0,0515	0,0733
Оксид углерода	35,2685	4,1792
Этилмеркаптан	0,0002	0,0001
ИТОГО	81,8809	21,3176

Применение усовершенствованной технологии очистки сточных вод приводит к резкому сокращению выбросов вредных веществ в атмосферный воздух на

60,5 т/год, что положительно скажется на качестве атмосферного воздуха и поддержании благоприятной экологической обстановки в районе расположения станции, не наносящей ущерба здоровью горожан.

Для оценки воздействия на атмосферный воздух было рассчитано поле рассеивания загрязняющих веществ на территории, на границе СЗЗ и селитебной зонах. Результаты расчета приведены в табл. 4, 5.

**Таблица 4**

Значение приземных концентраций загрязняющих веществ на станции КОС Центрального района на границе СЗЗ

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Расчетные данные, мг/м <sup>3</sup>					
		На территории	СЗЗ 59 м, т. 1	СЗЗ 80 м, т. 2	СЗЗ 280 м, т. 3	СЗЗ 380 м, т. 4	СЗЗ 500 м, т. 5
Азота диоксид	0,2	0,008	0,002	0,0014	0,0012	0,0008	0,0008
Аммиак	0,2	0,04	0,01	0,006	0,006	0,004	0,004
Метан	50,0	0,5	0,15	0,1	0,1	0,05	0,05
Метилмеркаптан	0,0001	0,01	–	–	–	–	–
Этилмеркаптан	0,00005	0,00002	0,000004	0,0000002	0,0000001	0,0000001	0,00000005
Сероводород	0,008	0,00312	0,00072	0,00048	0,0004	0,00024	0,00024
Углерода оксид	5,0	0,15	0,04	0,03	0,025	0,015	0,015

**Таблица 5**

Значение приземных концентраций загрязняющих веществ на станции КОС Центрального района на границе жилой зоны

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Расчетные данные, мг/м <sup>3</sup>				
		Жилая зона, 30 м	Жилая зона, 200 м	Жилая зона, 227 м	Жилая зона, 303 м	Жилая зона, 415 м
Азота диоксид	0,2	0,0016	0,0012	0,001	0,001	0,0008
Аммиак	0,2	0,008	0,004	0,004	0,004	0,004
Метан	50,0	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
Метилмеркаптан	0,0001	–	–	–	–	–
Этилмеркаптан	0,00005	0,0000003	0,0000001	0,0000001	0,0000001	0,0000001
Сероводород	0,008	0,00064	0,0004	0,00032	0,00032	0,00024
Углерода оксид	5,0	0,035	0,02	0,02	0,02	0,015

По результатам расчета поля рассеивания ни одно из перечисленных специфических веществ не превысило ПДК (ОБУВ).

В качестве комплексного показателя качества воздуха в работе рассчитывается индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) на основании фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе расположения канализационных очистных сооружений центрального района г. Владивостока. По результатам расчета ИЗА составляет 1,95, т.е. является низким. Согласно разработанным градациям, при ИЗА < 5 уровень загрязнения атмосферы считается низким; при ИЗА от 5 до 7 – повышенным; при ИЗА от 7 до 14 – высоким; при ИЗА > 14 – очень высоким [9].

Таким образом объемы поступающих в атмосферу газов от резервуаров КОС «Центральные» и КОС «Де-Фриз» практически равны (21,3 и 18,8 т/год соответ-

ственно). Это практическое равенство, несмотря на сильно различающиеся объемы очищаемых сточных вод, обусловлено внедрением на КОС «Центральные» механического высушивания осадка, что снижает выделение метана в атмосферу, поступающего в большом количестве при естественной сушке. Наименьшее количество (4,6 т/г) испарений поступает от КОС «ПЯОС». Концентрации испарений при рассеивании на границе СЗЗ и жилой застройки на всех станциях отвечают нормативным требованиям. На территории КОС «Де-Фриз» и КОС «ПЯОС» наблюдается превышение ПДК хлора (3,7 и 2,1 раза соответственно). При сравнении расчетных и фактических концентраций поллютантов на центральных очистных установлено, что реальные показатели превышают расчетные по всем веществам, кроме метана, однако остаются ниже ПДК.

## Список литературы

1. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. Воздух городов и его изменения. – СПб.: Астерион, 2008. – 254 с.
2. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнений атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1985.
3. Временная методика расчета количества загрязняющих веществ, выделяющихся от неорганизованных источников станций аэрации бытовых сточных вод, Мосводоканалпроект, Научно – производственное предприятие «РАДАР». – М., 1994.
4. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: ГН 2.1.6.2309–07.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Дополнения и изменения № 4: ГН 2.1.6.2326–08.
6. Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферу при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках», 1998.
7. Проблемы контроля и обеспечения чистоты атмосферы / под ред. М.Е. Берлянда. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 191 с.
8. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007г № 74) (с изменениями на 09.09.2010 г. № 122).
9. Свинухов В.Г., Свинухов Г.В., Сенотрусова С.В. Основы экологии и охрана окружающей среды. – Владивосток: Из-во Дальрыбвтуз, 2000. – 295 с.
10. Свинухов Г.В., Свинухов В.Г., Кондратьев И.И. Исследование и краткосрочный прогноз загрязнения воздуха в городах Приморского края. – Владивосток: ДВГУ, 1993. – 96 с.
11. Сонькин Л.Р. Синоптико-статистический анализ и краткосрочный прогноз загрязнения атмосферы. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 223 с.
3. Temporary method of calculation of quantity of the polluting substances which are allocating from unorganized sources of stations of aeration of household sewage, Mosvodokanal-proyekt, Scientifically RADAR manufacturing enterprise, M., 1994.
4. GN 2.1.6.2309–07 «The Approximate Safe Levels of Influence (ASLI) of polluting substances in atmospheric air of the occupied places».
5. GN 2.1.6.2326–08 «The Maximum Permissible Concentration (MPC) of polluting substances in atmospheric air of the occupied places. Additions and changes no. 4».
6. Method of calculation of emissions of harmful substances in the atmosphere when burning associated oil gas on torch installations, 1998.
7. Problems of control and ensuring purity of the atmosphere / Under the editorship of Berlyand. L.: Gidrometeoizdat, 1975. 191 p.
8. RD 52.04.186-89 Guide to control of pollution of the atmosphere.
- SanPiN 2.2.1./2.1.1.1200 03 «Sanitary protection zones and sanitary classification of the enterprises, constructions and other objects» (The resolution of the Chief state health officer of the Russian Federation of September 25, 2007 No. 74) (with changes for 09.09.2010 no. 122).
9. Svinukhov V.G., Svinukhov G.V., Senotrusova S.V. Bases of ecology and environment protection. Vladivostok: Publishing house Dalrybvuz, 2000. 295 p.
10. Svinukhov G.V., Svinukhov V.G., Kondratyev I.I. Research and the short-term forecast of air pollution in the cities of Primorsky Krai. Vladivostok: DVGU, 1993. 96 p.
11. Sonkin L.R. Sinoptiko-statisticheskyy analysis and short-term forecast of pollution of the atmosphere. L.: Gidrometeoizdat, 1991. 223 p.

## Рецензенты:

Пушкарь В.С., д.г.н., профессор кафедры экологии и природопользования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток;  
 Якименко Л.В., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток.  
 Работа поступила в редакцию 30.12.2013.