

## К результатам исследования уровня загрязнения воздуха в районе расположения АЗС для снижения выбросов углеводородов

*С.А. Кошкарев, Ф.Х. Заурова, А.А. Кузубова, Е.П. Хаустова,  
К.С. Кошкарев*

*Волгоградский государственный технический университет, ИАиС, Волгоград*

**Аннотация:** Статья посвящена вопросу повышения экологической безопасности высокоурбанизированных территорий. В статье представлены результаты натуральных измерений загрязняющих веществ в атмосфере от АЗС в пределах урбанизированных территорий городов РФ. Наибольшая часть выделения паров нефтепродуктов, поступающих в локальные системы аспирации, связана с операциями заполнения и опорожнения резервуаров хранения топлива на АЗС. Приведены результаты натуральных измерений величин концентраций углеводородов, полученных на основе с величинами предельно – допустимых концентраций ингредиентов. Сделан вывод о целесообразности проведения природоохранных мероприятий по сокращению выбросов при нахождении жилой застройки в области границы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) АЗС. Для снижения выбросов от источников АЗС предложено оборудовать систему газоулавливания аспирации резервуаров усовершенствованной конструкцией абсорбционного устройства. С целью снижения образования отходов в качестве рабочего агента в таких аппаратах было предложено использовать сточную воду с некоторым содержанием нефтепродуктов от локального очистного устройства АЗС. Такой подход также позволяет снизить негативное техногенное воздействие АЗС в части образования дополнительного количества отходов, образующихся при их эксплуатации. Проведенные успешные испытания показали надежную и эффективную работу опытной установки с предложенным аппаратом.

**Ключевые слова:** автозаправочная станция (АЗС), бензин, выброс, атмосфера, концентрация, углеводороды, аспирация, резервуар, загрязнение, нефтепродукт, загрязнение, вода.

Современная инфраструктура высокоурбанизированных территорий городов предполагает строительство и эксплуатацию автозаправочных станций (АЗС). Объем топлива, который реализуется через АЗС, увеличился в стране более чем в десять раз за последние 30 лет [1-3]. Большая часть АЗС расположена на высокоурбанизированных территориях и в близлежащей жилой застройке. Данные, приводимые в литературе, показывают, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города от источников только одной среднестатистической АЗС достигают до 9,9 т/год [1,2].

Статистические данные по величинам валовых выбросов загрязняющих веществ статистического характера показывают, что в целом по стране поступает в атмосферу от АЗС около 11 млн.куб.м, в т.ч. собственно от резервуаров не менее 4,3 млн.куб.м ежегодно [3]. Результаты расчета величины валовых выбросов в атмосферу от АЗС на основе балансовых методов («Методические указания по определению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу из резервуаров». СПб: Интеграл. 1997) показывают, что данные составляют до 800 т/г для Волгограда и не менее 420 т/г для городов 3й климатической зоны (ЮФО, СКФО), например, в Ставрополе (слив топлива в резервуары АЗС и заправка а/т) [1,2]. Анализ состава валовых выбросов вредных веществ АЗС показывает, что масса приходится на пары углеводородов нефтепродуктов [1-3].

Анализ воздействия, и разработка путей, мероприятий по снижению негативного воздействия транспортной сферы, автотранспортных предприятий на городскую среду регионов страны проведены в [4, 5]. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду, разработка основных принципов организации экологического мониторинга на источниках токсичных компонентов стационарных выбросов и обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России и Ростова-на-Дону выполнено в [6, 7].

В [8] проведена оценка воздействия бензина, толуола, этилбензола и ксилола (BTEX) на работников городских АЗС (Иран). В атмосферном воздухе АЗС разных регионов произведен отбор проб и определены величины концентраций углеводородов BTEX на основе аналитического метода (NIOSH № 1501).

В Бразилии, в РФ АЗС обычно расположены как в промышленных районах, так и в жилой застройке. Это приводит к ухудшению качества жизни и здоровья людей, которые проживают и работают вблизи

---

расположения АЗС. Были отобраны пробы атмосферного воздуха АЗС в разных районах города Рио-де-Жанейро как на АЗС, так и на жилой застройке на расстоянии до 250 м от места их расположения. Замеры с определением концентрации бензола, толуол, этилбензола и ксилола (ВТЕХ) проводились одновременно, чтобы оценить рассеивание выбросов загрязняющих веществ, выбрасываемых в процессе заполнения резервуаров хранения бензина АЗС [9]. Обоснование мероприятий по снижению уровня воздействий АЗС на атмосферу городских комплексов и оценке эффективности некоторых методов снижения выбросов паров тяжелых углеводородов АЗС проведено в [10].

Реализация на практике принципов градостроительства с учетом требований экологизации для повышения экологической безопасности городов делает все более актуальными исследования в части снижения объемов выбросов вредных веществ. Исторически сложившаяся жилая застройка, как показывают данные литературы [1,2,9,10], располагается в области и пределах границы СЗЗ АЗС. При этом концентрации ингредиентов в атмосферном воздухе на границе жилой застройки на 20 – 30%% могут превышать нормативы ПДК, -  $C_{\text{пдк}}$  [1,9,10].

Кроме проблемы экологической безопасности на соответствие и обеспечения выполнения существующих нормативов ПДК выбросов паров бензинов-углеводородов на АЗС, -  $C_{\text{пдк}}$ , значимую проблему для городов и высоко селитебных территорий представляют также снижение количества образования отходов. Рабочими агентами в устройстве [11] в качестве использовался мазут и керосин. Способы (и устройства) очистки паровоздушной смеси от углеводородов, например, [12-14], включающие абсорбцию углеводородных паров охлажденным керосином с последующей регенерацией керосина нагревом и поглощением выделенных из керосина паров бензином. Эти устройства обеспечивают приемлемую эффективность

---

процесса абсорбции, но требуют дополнительных устройств (охлаждающих теплообменников) и энергетических затрат для поддержания температуры керосина 25-30°C. Существуют и другие технические методы улавливания паров углеводородов АЗС, что подтверждает возможность использования других, кроме керосина, жидких сорбентов [15].

Таким образом, повышение экологической безопасности при снижении выбросов паров АЗС совершенствованием аппаратов улавливания углеводородов, является актуальной задачей. Использование в качестве сорбента воды с нефтепродуктами из очистного сооружения АЗС с добавлением бишофита, ПАВ позволяет снизить образование отходов.

С целью уточнения состояния атмосферного воздуха в области и пределах границы СЗЗ АЗС проводились экспериментальные исследования по определению концентраций паров углеводородов бензина. Натурные замеры величин концентрации паров углеводородов (бензина) в атмосферном воздухе проводились в соответствии с принятыми стандартными методиками с использованием газовых хроматографов типа “Цвет-100М” [16]. При этом концентрации паров углеводородов – ингредиентов бензина (бензола и ксилола) пересчитывались на основе их содержания по данным выше приведенной нормативной литературы. Скорости ветра измерялись с помощью крыльчатых (АСО-3) и чашечных (МС-13) анемометров. Результаты измерения концентрации углеводородов бензина нефтяного при опасных значениях скорости ветра, которые наиболее неблагоприятны для рассеивания веществ районе расположения типовой АЗС г. Ставрополь, приведены в таблице 1.

Результаты проведенных измерений показали, что имеет место превышение максимально-разовых значений концентрации паров бензола (код 602) и диметилбензола (ксилола код 616) в близлежащей к АЗС жилой застройке, если она располагается на расстоянии 30 - 50 м в области границы

---

СЗЗ расположения АЗС. Нормативный размер СЗЗ для принятой в исследовании выборки АЗС составлял 50 м.

Таблица 1

Результаты измерения максимально-разовых значений концентраций паров углеводородов (паров бензола и ксилола) при величине при опасных значениях скорости ветра, в районе расположения типовой АЗС Ставрополя

Технологический процесс АЗС	Расстояние от источника выброса, x, м			
	10	30	50	100
	Максимально-разовые значения концентрации паров бензина нефтяного (углеводородов), $C_{602}^{мп} / C_{616}^{мп}$ , мг / м <sup>3</sup>			
	1	2	3	4
Одновременная заправка 8 автомашин	$\frac{C_{602}^{мп}=2,76}{C_{616}^{мп}=0,348}$	$\frac{C_{602}^{мп}=1,38}{C_{616}^{мп}=0,174}$	$\frac{C_{602}^{мп}=1,15}{C_{616}^{мп}=0,145}$	$\frac{C_{602}^{мп}=0,23}{C_{616}^{мп}=0,029}$
Слив топлива в один резервуар	$\frac{C_{602}^{мп}=6,44}{C_{616}^{мп}=0,812}$	$\frac{C_{602}^{мп}=2,3}{C_{616}^{мп}=0,298}$	$\frac{C_{602}^{мп}=1,84}{C_{616}^{мп}=0,232}$	$\frac{C_{602}^{мп}=1,15}{C_{616}^{мп}=0,145}$
Одновременный слив в два резервуара	$\frac{C_{602}^{мп}=8,05}{C_{616}^{мп}=1,015}$	$\frac{C_{602}^{мп}=3-4,6}{C_{616}^{мп}=0,58}$	$\frac{C_{602}^{мп}=2-3,45}{C_{616}^{мп}=0,435}$	$\frac{C_{602}^{мп}=1,15}{C_{616}^{мп}=0,145}$

Максимально-разовые значения концентрации паров бензола (код 602) и диметилбензола (ксилола код 616) при одновременном сливе бензина в два резервуара из автоцистерн составляли для бензола  $C_{602}^{мп} = 3,0- 4,6$  мг/м<sup>3</sup>, для диметилбензола (ксилола)  $C_{616}^{мп} = 0,435 - 0,58$  мг/м<sup>3</sup>. Максимально-разовые значения концентрации паров в долях  $C_{пдк}$  составляют для бензола  $C_{пдк602} = 0,3$  мг/м<sup>3</sup> и ксилола  $C_{пдк616} = 0,2$  мг/м<sup>3</sup>, что превышает значение  $C_{пдк}$  для бензола в 10-15 раз, ксилола в 2,18-2,9 раза. Максимально-разовые значения концентрации паров бензола (код 602) и диметилбензола (ксилола) при сливе

бензина в один резервуар из автоцистерны составляли для бензола  $C^{MP}_{602} = 2,3 \text{ мг/м}^3$  для диметилбензола (ксилола)  $C^{MP}_{616} = 0,298 \text{ мг/м}^3$ , что в долях  $C_{пдк}$  составляет для бензола  $C_{пдк602} = 7,67$  и ксилола и  $C_{пдк616} = 0,993$ .

### **Выводы.**

1. Актуальной задачей является повышение экологической безопасности АЗС при снижении выбросов и образовании отходов.
2. Максимально-разовые значения концентрации паров при сливе бензина в один резервуар в долях  $C_{пдк}$  для бензола (2-го класса опасности) превышает значения  $C_{пдк602}$  в области границы СЗЗ АЗС в 7,7 раза. Это предполагает улавливание паров бензина в эффективных устройствах систем аспирации с использованием воды очистного сооружения АЗС как сорбента с добавлением бишофита и ПАВ.

### **Литература**

1. . Соколова, Е. В. Повышение экологической безопасности городских автозаправочных станций: автореф. дис.... канд. техн. наук: 05.23.19: Волгоград, 2013, 20 с.
2. Соколова, Е. В. К проблеме увеличения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и анализа некоторых статистических показателей АЗС// Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: сб. науч. тр. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. г. Ставрополь: ФГАОУ ВПО СКФУ. 2013. С. 86-89.
3. Александров, А.А., Архаров, И.А., Емельянов, В.Ю. Обзор действующих систем улавливания паров нефтепродуктов. URL: [wwtec.ru/index.php?id=362](http://wwtec.ru/index.php?id=362).
4. Маколова, Л.В. Проблема снижения негативного воздействия транспортной сферы на окружающую среду на основе функционирования механизма избавления от отработанных масел // Инженерный вестник Дона, 2013, № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1763](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1763).



5. Беспалов, В.И., Мазепа, Я.А. Анализ воздействия автотранспортных предприятий на городскую среду // Инженерный вестник Дона, 2012, № 2. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1331.

6. Елисеева, Т.П. Ежова, И.М. Лакирбая, И.Д. Исследование воздействия техногенных факторов на окружающую среду с целью обоснования управленческих решений по обеспечению экологической безопасности регионов России //Инженерный вестник Дона , 2014, № 2 (часть 1). URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361.

7. Paramonova O. N., Lysova E. P., Yudina N. V. Main Principles of Urban Lands of the Air Basin Ecological Monitoring Organization from Toxic Components of Residue and Exhaust Gases of Stationary Sources by the Example of the City of Rostov-on-Don // International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016. Pp. 2013 - 2019.

8. Hazrati S. et al. Benzene, toluene, ethylbenzene and xylene concentrations in atmospheric ambient air of gasoline and CNG refueling stations //Air Quality, Atmosphere & Health. 2016. V. 9 (4). Pp. 403-409.

9. Correa S. M. et al. The impact of BTEX emissions from gas stations into the atmosphere //Atmospheric pollution research. 2012. V. 3 (2). Pp. 163-169.

10. Соколова, Е. В. Обоснование мероприятий по снижению уровня воздействий АЗС на атмосферу городских комплексов // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. 2013. Вып. 3 (36). С. 102-107.

11. Патент RU №139122 Россия, МКИ В 01 D47/02. Заявка № 2013138200/05; Заявлено 15.08.2013. Оpubл. бюллетень №10 10.04.2014.

12. Патент RU №2155631 Россия, МПК (мкл.) B013/14, 06.05.1996.

13. Патент RU №2088298 Россия, МПК (мкл.) B01D 5/00, B01D 90/30, 23.03.1995.

14. Патент США №4475928, мкл. B01D 53/14, 1984.



15. Патент RU №2100689. МПК (мкл.) F17C 3/00 (1995.01). Заявка: 95109542/25, 07.06.1995. Опубл. 27.12.1997.
16. Другов, Ю. С. Березин, В. Г. Газохроматографический анализ загрязненного воздуха. М.: Химия, 1981. 265 с.

### References

1. Sokolova, E. V. Povyshenie jekologicheskoy bezopasnosti gorodskih avtozapravochnyh stancij [Improving the environmental safety of urban gas feeling stations]: avtoref. dis. . . . kand. tehn. nauk: 05.23.19: Volgograd, 2013, 20 p.
2. Sokolova, E. V. Aktual'nye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti i zashchity naseleniya i territorij v chrezvychajnyh situacijah: sb. nauch. tr. po materialam Vseros. nauch.-prakt. konf. g. Stavropol': FGAOU VPO SKFU. 2013. Pp. 86-89.
3. Aleksandrov, A.A., Arharov, I.A., Emel'janov, V.Ju. Obzor dejstvujushhih sistem ulavlivaniya parov nefteproduktov [Overview of existing systems for trapping oil vapor]. URL:wwtec.ru/index.php?id=362.
4. Makolova, L.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2013. № 3. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1763.
5. V.I. Bepalov, Ja.A. Mazepa. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. № 2 URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1331.
6. Eliseeva, T.P. Ezhova, I.M. Lakirbaja, I.D. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 2 (part 1). URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2361
7. Paramonova O. N., Lysova E. P., Yudina N. V. International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2016. Pp. 2013- 2019.
8. Hazrati S. et al. Air Quality, Atmosphere & Health. 2016. V. 9 (4). Pp. 403-409.





9. Correa S. M. et al. Atmospheric pollution research. 2012. V. 3 (2). Pp. 163-169.
10. Sokolova, E. V. Herald SCFU. 2013. V 3 (36). Pp.102-107.
11. Patent RU №139122 Rossiya, MKI V 01 D 47/02. Zjavka № 2013138200/05; Zjavleno 15.08.2013. Publ. bull. №10 10.04.2014.
12. Patent RU №2155631 Rossiya, MPK (mkl) V01D 3/14. 06.05.1996.
13. Patent RU №2088298 Rossiya, MPK (mkl) V01D 5/00. V01D 90/30, 23.03.1995.
14. US patent No 4475928, MPK (mkl) B01D 53/14. 1984.
15. Patent RU №2100689 Rossiya, MPK (mkl) F17C 3/00/ (1995.01). Publ.1997.
16. Drugov, Ju. S. Berezin, V. G. Gazohromatograficheskij analiz zagryaznennogo vozduha. [Gas chromatographic analysis of polluted air]. M.: Chemistry. 1981. 265 p.