

АЦЕТАЛЬДЕГИД В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. КРАСНОЯРСКА

Сергей Владимирович Михайлюта

Ассоциация Экологических Расследований, 660098, Россия, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 69-106, кандидат технических наук, технический директор, тел. (923)280-47-80, e-mail: mikhailuta@gmail.com

Анатолий Александрович Леженин

Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 6; Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, 630090, Россия, г. Новосибирск, ул. Советская, 30, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, тел. (383)330-64-50, e-mail: lezhenin@ommfao.sccc.ru

Гудовский Павел Геннадьевич

Ассоциация Экологических Расследований, 660098, Россия, г. Красноярск, ул. 9 Мая, 69-106, генеральный директор, тел. (905)976-13-46, e-mail: ookrkr@mail.ru

В работе представлены результаты натурного обследования состояния и загрязнения атмосферного воздуха в промышленных и селитебных районах г. Красноярск. Приведены характерные уровни загрязнения воздуха ацетальдегидом. Показаны особенности пространственного распределения концентраций ацетальдегида в атмосферном воздухе на территории г. Красноярск. Средний, характерный уровень содержания ацетальдегида в воздухе жилых районов составляет более 10 мкг/м³, а в промышленных – достигает значений более 140 мкг/м³.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, концентрации, ацетальдегид, промышленные выбросы.

ACETALDEHYDE IN AN URBAN AIR OF THE KRASNOYARSK

Sergey V. Mikhailuta

Environmental investigation Association, 69-106, 9 Maya St., Krasnoyarsk, 660098, Russia, Ph. D., Chief Executive Officer, phone: (923)280-47-80, e-mail: mikhailuta@gmail.com

Anatoly A. Lezhenin

Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, 6, Prospect Akademik Lavrentiev St., Novosibirsk, 630090, Russia; Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, 30, Soviet St., Novosibirsk, 630090, Russia, Ph. D., Senior Researcher, phone: (383)330-64-50, e-mail: lezhenin@ommfao.sccc.ru

Pavel G. Gudovsky

Environmental investigation Association, 69-106, 9 Maya St., Krasnoyarsk, 660098, Russia, Chairman, phone: (905)976-13-46, e-mail: ookrkr@mail.ru

The paper presents the results of a full-scale survey of the urban air pollution in industrial and residential areas of the Krasnoyarsk. The features of the spatial distribution of acetaldehyde concentrations in the atmospheric air on the territory of Krasnoyarsk are shown. The average, characteristic

level of acetaldehyde in residential areas is more than $10 \mu\text{g} / \text{m}^3$, and in industrial areas it reaches values more than $140 \mu\text{g} / \text{m}^3$.

Key words: urban air pollution, concentrations, acetaldehyde, industrial emissions.

Введение

Карбонильные соединения широко распространены в городской атмосфере и во всем мире до сих пор являются источником пристального внимания со стороны исследователей и контролирующих органов, поскольку они довольно токсичны, а некоторые из них являются мутагенами и, даже, канцерогенны [1]. Они также являются важным элементом в формировании предшественников озона и других токсичных веществ в городской атмосфере [2, 3].

Принято считать, что основным источником выбросов ацетальдегида и других карбонильных соединений является автомобильный транспорт, но информации о его детальном распределении в городской атмосфере, а также о роли в формировании повышенных и опасных уровней его содержания в воздухе в результате промышленных выбросов, до сих пор мало [4-7].

Ацетальдегид раздражает кожу, глаза, респираторную систему, нейротоксичен [8-11]. Как будет показано ниже, он обнаруживается в атмосферном воздухе в сверхнормативных концентрациях, но при этом, в городах России не входит в программы мониторинга состояния и загрязнения атмосферного воздуха и в планы регулирования выбросов. Более того, современная редакция гигиенических нормативов теперь не содержит информацию о значениях ПДК для ацетальдегида в атмосферном воздухе городских и сельских поселений [12].

В работе приведены характерные уровни содержания ацетальдегида в атмосферном воздухе различных административных и промышленных районов г. Красноярска.

Методы и материалы

Для исследования концентраций ацетальдегида в приземном слое атмосферы на территории г. Красноярска, во всех районах города был организован отбор проб. Анализ проб выполнялся в аккредитованной лаборатории ФБУ Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае. В качестве методики выполнения измерений применялись методические указания по газохроматографическому определению ацетальдегида в атмосферном воздухе [13]. Для выполнения исследований использовался аппаратно-программный комплекс на базе хроматографа Кристалл-5000.

Отбор проб атмосферного воздуха на территории г. Красноярска выполнялся во все сезоны в течение 2018 года. Отбор проб осуществлялся в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий, вдоль основных автома-

гистралей, во дворах жилой застройки и за гордом. Всего обследовано более 25 пунктов на территории города, отобрано и проанализировано более 200 проб.

В статье приводятся результаты определения концентраций ацетальдегида в приземном слое атмосферы на территории г. Красноярск, демонстрирующие особенности пространственного распределения концентраций ацетальдегида.

Результаты

На рис. 1 представлено расположение пунктов отбора проб атмосферного воздуха на территории г. Красноярск.



Рис. 1. Расположение пунктов отбора проб на территории г. Красноярск

Можно видеть (рис. 1), что расположение пунктов для отбора проб достаточно равномерно покрывает как промышленные, так и жилые зоны города. На рис. 2 представлены результаты определения концентраций ацетальдегида в атмосферном воздухе в пунктах, расположенных на левом берегу р. Енисей от промышленной зоны Красноярского алюминиевого завода (Пограничников), до Октябрьского района (ул. им. Мирошниченко, 2).

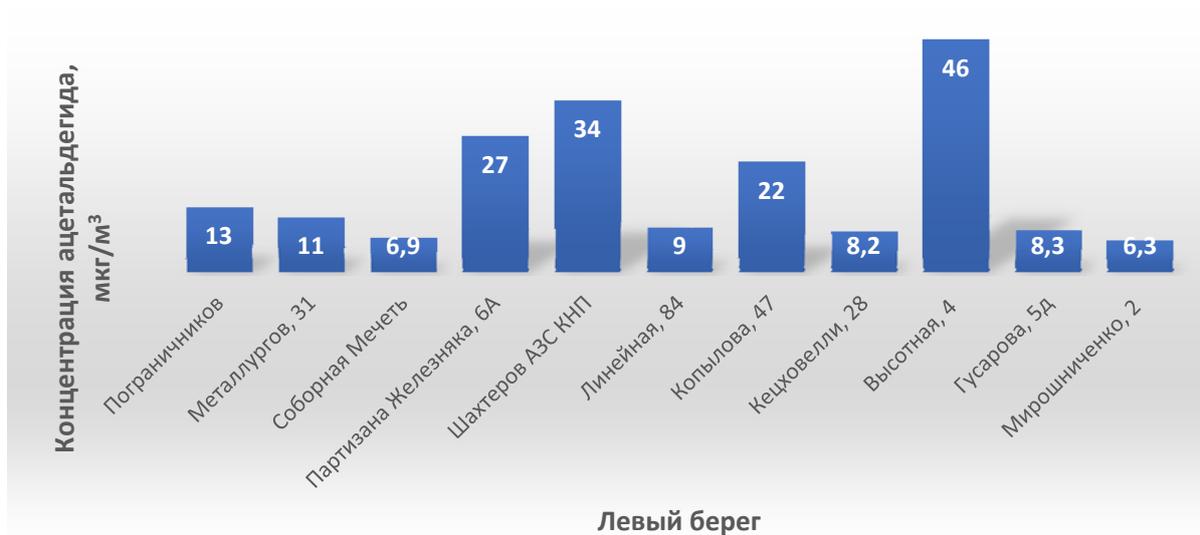


Рис. 2. Концентрация ацетальдегида в атмосферном воздухе г. Красноярск, на левом берегу (Советский, Центральный, Железнодорожный и Октябрьский район)

На рис. 3, отражены результаты определения концентраций ацетальдегида в Ленинском, Кировском и Свердловском районах г. Красноярск на правом берегу р. Енисей.

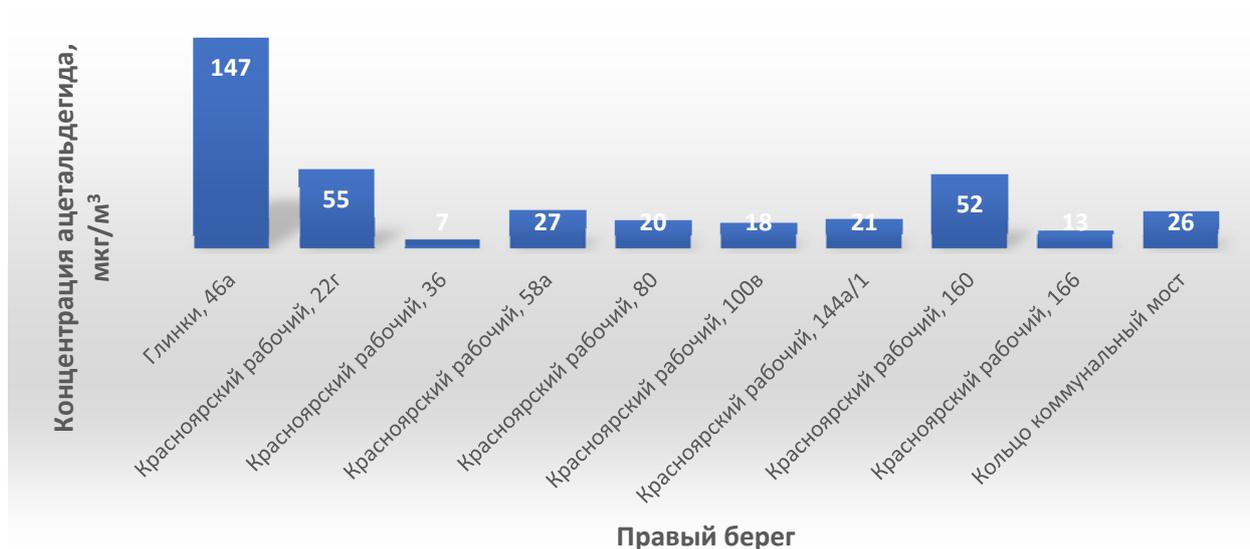


Рис. 3. Концентрация ацетальдегида в атмосферном воздухе г. Красноярск, на правом берегу (Ленинский, Кировский и Свердловский район)

Характерные значения концентраций ацетальдегида в атмосферном воздухе в жилых и административных зонах Центрального района г. Красноярск, представлены на рис. 4.



Рис. 4. Концентрация ацетальдегида в атмосферном воздухе г. Красноярск, Центральный район

На рис. 5 отражены концентрации ацетальдегида, характерные для промышленных зон (ул. Пограничников, пр. Metallургов в районе КраЗ) и в жилых зонах (ул. Рокоссовского, пр. Комсомольский и ул. 9 Мая).



Рис. 5. Соотношение концентраций ацетальдегида в атмосферном воздухе в промышленной зоне (ул. Пограничников, пр. Metallургов в районе КраЗ) и в жилой (ул. Рокоссовского, пр. Комсомольский и ул. 9 Мая)

Обсуждение

Анализ рис. 2-5, показывает, что ацетальдегид в атмосферном воздухе фиксируется на всей территории города, во всех административных районах, на уровне от 5 до 50 мкг/м³. При этом в промышленных зонах и на прилегающих

к ним территориях концентрации ацетальдегида в атмосферном воздухе еще выше и находятся в диапазоне от 10 до 147 мкг/м³. Это свидетельствует о том, что не только автотранспортные источники вносят свой вклад в формирование наблюдаемых уровней загрязнения атмосферного воздуха ацетальдегидом на территории г. Красноярска. Свой значительный вклад также вносят и выбросы от промышленных предприятий. Если сравнивать полученные значения концентраций ацетальдегида в атмосферном воздухе г. Красноярска с результатами, полученными на автомагистралях Гонконга [14], то видно, что диапазон значений концентраций ацетальдегида в Гонконге (от 8 до 12 мкг/м³) значительно ниже красноярских значений. По содержанию ацетальдегида в воздухе г. Красноярск опережает даже такие крупные города как Рио-де-Жанейро (Бразилия) [15] – 26 мкг/м³ и Мехико (Мексика) – 28 мкг/м³ [16]. В отдельных районах г. Красноярска средняя концентрация ацетальдегида в воздухе превышает 100 мкг/м³.

Заключение

Учитывая подтвержденные факты нейротоксичности ацетальдегида в атмосферном воздухе [8-11], наблюдаемые характерные уровни содержания этого вещества в атмосфере г. Красноярска могут служить источником дополнительного риска для здоровья населения [17-20].

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Красноярского края. Авторы выражают глубокую благодарность и признательность экс-министру Экологии и рационального природопользования Красноярского края Часовитину Владимиру Анатольевичу, за особое внимание и интерес к работе и поддержку на всех этапах проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Air Quality Guidelines for Europe // WHO European Series. 2000. – No. 91. Copenhagen, Demark.
2. Belan B.D., Uzhegova N.V., Pelymskii O.A. Study of the anthropogenic component of urban heat balance // Atmospheric and Oceanic Optics. – 2009. – Vol. 22 (4). – P. 441–445.
3. Grosjean D., Williams E.L., Grosjean E. Peroxyacyl nitrates at southern California mountain forest locations // Environ. Sci. Technol. – 1993. – V. 27. – P. 110 – 121.
4. Measurement of formaldehyde and acetaldehyde in the urban ambient air / M. Possanzini, V. Di Palo, M. Petricca, R. Fratarcangeli, D. Brocco // Atmos. Environ. – 1996. – V. 30. – P. 3757–3764.
5. Williams I. D., Revitt D. M., Hamilton R. S. A comparison of carbonyl compound concentrations at urban roadside and indoor sites // Sci. Total Environ. – 1996. – V. 189/190. – P. 475–483.
6. Seasonal variation of carbonyl compound concentrations in urban area of Hong Kong / K. F. Ho, S. C. Lee, K. K. Peter Louie, S. C. Zou // Atmos. Environ. – 2002. – V. 36. – P. 1259–1265.

7. Халиков И. С., Любимцев А. Л., Запевалов М. А. Ацетальдегид в атмосферном воздухе г. Сочи // Научный альманах. – 2016. – N12-2(26) – С. 327–331.
8. Carlier P., Hannachi H., Mouvier G., The chemistry of carbonyl compounds in the atmosphere – a review // Atmos. Environ. – 1986. – V. 20. – P. 2079–2099.
9. Abernathy, D. J., Frazelle, J. H., Boreiko, C. J. Effects of ethanol, acetaldehyde and acetic acid in the C3H/10T $\frac{1}{2}$ Cl 8 cell transformation system (Abstract No. Bf-1) // Environ. Mutagenesis. – 1982. – V. 4. – P. 331. (as cited in IARC, 1985; IARC, 1999).
10. Inhalation toxicity of acetaldehyde in rats. III. Carcinogenicity study / R. A. Woutersen, L. M. Appelman, A. Van Garderen-Hoetmer, V. J. Feron // Toxicology. – 1986. – V. 41. – P. 213–231. (as cited in IPCS, 1995; Environment Canada, 2000; IARC, 1999).
11. Bankowski, E., Pawlicka, E. and Sobolewski, K. Liver collagen of rats submitted to chronic intoxication with acetaldehyde // Mol. Cell Biochem. – 1993. – V. 121. – P. 37–43.
12. ГН 2.1.6.3492-17 "Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений" (редакция от 31.05.2018).
13. МУК 4.1.3170-14 Газохроматографическое определение ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, этанола, н-пропилацетата, изобутанола, н-бутанола, в атмосферном воздухе, воздухе испытательных камер и замкнутых помещений.
14. Ho K. F., Lee S. C., Tsai W. Y. Carbonyl compounds in the roadside environment of Hong Kong // Journal of Hazardous Materials. – 2006. – A133. – P. 24–29.
15. Corrêa S.M., Martins E. M., Arbilla G., Formaldehyde and acetaldehyde in a high traffic street of Rio de Janeiro, Brazil, Atmos. Environ. 37 (2003) 23–29.
16. B'aez A. P., Belmont R., Padilla H. Measurements of formaldehyde and acetaldehyde in the atmosphere of Mexico City // Environ. Pollut. – 1995. – V. 89. – P. 163–167.
17. Myou, S., M. Fujimura, K. Nishi, T. Ohka, and T. Matsuda Aerosolized acetaldehyde induces histamine-mediated bronchoconstriction in asthmatics // Am. Rev. Respir. – 1993. – Dis.148 (4 Pt.1). – P. 940–943.
18. Aharoni, Y., Stadelbacher, G. J. The toxicity of acetaldehyde vapors to postharvest pathogens of fruits and vegetables // Phytopathology. – 1973. – V. 63. – P. 544–545.
19. Effect of variable versus fixed exposure levels on the toxicity of acetaldehyde in rats / L. M. Appelman, R. A. Woutersen, V. J. Feron, R. N. Hoofman, and W. R. F. Notten // J. Appl. Toxicol. – 1986. – V. 6. – P. 331–336.
20. Bohlke J. U., Singh S., Goedde H. W. Cytogenetic effects of acetaldehyde in lymphocytes of Germans and Japanese: SCE, clastogenic activity, and cell cycle delay // Hum. Genet. – 1983. – V. 63. – P. 285–289.

© С. В. Михайлюта, А. А. Леженин, П. Г. Гудовский, 2019