

УДК 502.055

ТЕНДЕНЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННОМ ЦЕНТРЕ

Уразгулова М.М., Ксандров Н.В., Матвеева С.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский Государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижний Новгород, e-mail: mash-u2007@ya.ru

Проведен анализ состояния воздушного бассейна над г. Дзержинском Нижегородской области на основании опубликованных данных ФГБУ «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 15 лет. Учитывались уровни загрязнения воздуха взвешенными веществами, диоксидом серы, оксидом углерода, диоксидом азота, фенолом, хлористым водородом, аммиаком, формальдегидом, бензолом, ксилолом, этилбензолом, бенз(а)пиреном. Установлено, что за отмеченный промежуток времени часть загрязнителей или остается на прежнем уровне или несколько снижается в связи с выводом из эксплуатации морально и физически устаревших производств и повышением экологической культуры производства. Вместе с тем по таким загрязнителям как фенол, формальдегид, этилбензол, ксилол отмечен рост уровня загрязнения, что вероятно связано с увеличением использования изделий из фенолформальдегидных и карбамидоформальдегидных смол и с возникновением небольших предприятий использующих изделия из пластмассы в качестве вторичного сырья. Вследствие этого индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) медленно растет. Данные полученные по анализу среднегодовых показателей атмосферы позволяют установить факторы, влияющие на рост ИЗА и наметить в региональном масштабе решения направленные на экологизацию производства.

Ключевые слова: диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, фенол, хлористый водород, аммиак, формальдегид, бензол, ксилол, этилбензол, бенз(а)пирен

TREND CHANGE STATUS AIR IN THE INDUSTRIAL CENTERS

Urazgulova M.M., Ksandrov N.V., Matveeva S.A.

Nizhny Novgorod State technical university named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: mash-u2007@ya.ru

We have done the analysis of the air over the city of Dzerzhinsk of the Nizhny Novgorod region on the basis of published data FSBI «Upper Volga Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring», for 15 years. We took into account the levels of air pollution particulate matter, sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, phenol, hydrogen chloride, ammonia, formaldehyde, benzene, xylene, ethyl benzene, benzo(a) pyrene. It was established that in the mentioned period of time of the pollutants or remain at the same level or somewhat reduced in connection with the decommissioning of outdated production and increase the production of ecological culture. However, for such pollutants as phenol, formaldehyde, ethyl benzene, xylene marked increase in the level of contamination that is likely due to the increase in the use of the products of phenol-formaldehyde and urea-formaldehyde resins, and with the emergence of small businesses using plastics as a secondary raw material. As a result, air pollution index (API) is slowly growing. Data obtained by analysis of the annual averages of the atmosphere allow us to establish the factors influencing the growth of the index of air pollution and to identify regional-scale decisions directed on ecologization of production.

Keywords: sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, phenol, hydrogen chloride, ammonia, formaldehyde, benzene, xylene, ethyl benzene, benzo(a)pyrene

Современный уровень развития техно- сферы обуславливает актуальность вопросов защиты окружающей среды от загрязнений, особенно для промышленных центров, для которых характерны систематические выбросы токсикантов в атмосферу. В качестве объекта изучения в данном сообщении рассмотрена динамика изменения загрязненности атмосферы в городе Дзержинске Нижегородской области, который относится к достаточно типичным промышленным центром России.

Город Дзержинск возник в 19–20 годы и до 80-х годов прошлого века развивался как центр химической промышленности. Увеличение объемов производства химической промышленности сопровождалось увеличением выбросов в атмосферу загряз-

няющих веществ. В конце 80-х годов некоторые авторы отнесли Дзержинск к числу наиболее загрязненных городов СССР [1 С. 5, 9]. Выбросы токсикантов в атмосферу несколько сократились к 2000 годам, по оценке [1] на 15,6 тыс. тонн/год, что связано с закрытием в период с 1989–1990 гг. около 50 производств и цехов с устаревшими технологиями.

Цель исследования

Выявление факторов, влияющих на уровень загрязнения атмосферного воздуха в типичном промышленном центре.

Объектом исследования избрано состояние воздушного бассейна над городом Дзержинском.

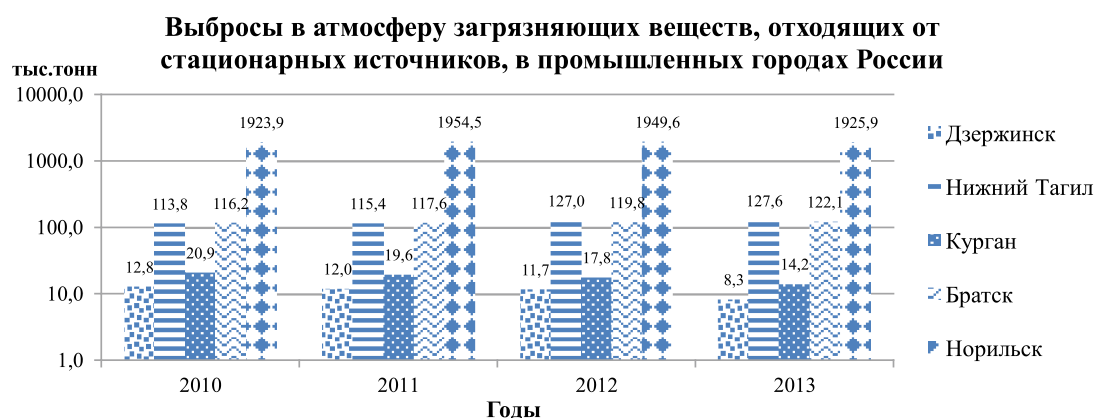


Рис. 1

Средний уровень ($q_{\text{ср}}$ мг/м³) загрязнения воздуха вредными веществами за 2000–2014 гг. в г. Дзержинске

Примесь	Годы														
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Взвешенные вещества	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,22	0,17	0,21	0,17	0,17
Диоксид серы	0,007	0,005	0,005	0,002	0,004	0,005	0,005	0,007	0,008	0,011	0,012	0,009	0,007	0,01	0,008
Оксид углерода	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	1,1	0,9	0,8	0,8	1,6	0,6	0,5	0,6	0,7
Диоксид азота	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05
Фенол	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,009	0,007	0,005	0,004	0,005	0,007	0,007
Водород хлористый	0,08	0,09	0,09	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
Аммиак	0,09	0,11	0,08	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,04	0,03	0,04	0,06
Формальдегид	0,005	0,004	0,003	0,002	0,003	0,005	0,005	0,006	0,009	0,008	0,013	0,018	0,018	0,017	0,014
Бензол	0,07	0,07	0,08	0,05	0,08	0,06	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02
Ксилол	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,06	0,04	0,04	0,03	0,08
Этилбензол	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	0,007	0,011	0,010	0,014
Бенз(а)пирен	1,8	1,5	2,5	3,9	2,3	2,2	2,6	1,8	1,9	2	1,9	1,6	2,2	1,5	0,9

Из рис. 1 [2 С. 84] видно, что по сравнению с другими промышленными городами с примерно равной численностью населения выброс токсикантов в атмосферу составляет существенную, но отнюдь не наивысшую величину. Можно сделать вывод, что уровень загрязнения воздуха в Дзержинске типичен для промышленных центров, не являющихся административными центрами, и данные по состоянию его воздушного бассейна могут иметь не только локальный интерес.

Особенностью Дзержинска является наличие санитарно-защитной зоны шириной до 2 км, отделяющей промышленные предприятия от жилой застройки, что несколько уменьшает загрязнение атмосферного воздуха над жилыми кварталами. При этом большинство промышленных предприятий расположено в восточной промышленной зоне, в то время как преобладающий ветер – юго-западный.

Метод исследования. Статистический анализ данных по мониторингу атмосферного воздуха в Дзержинске с 2000 по 2014 гг.

Результаты исследования и их обсуждения

В рамках мониторинга состояния окружающей среды на 4-х стационарных постах ФГБУ «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» ежедневно отбираются пробы атмосферного воздуха, в которых определяют содержание двенадцати загрязняющих веществ. Два из этих постов расположены в жилой зоне, по одному в промышленных зонах к западу и востоку от центра города.

Усредненные по годам уровни загрязнения атмосферного воздуха в г. Дзержинске по данным ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС» представлены в таблице.

Усредненные по годам данные более информативны, чем данные по максимальным концентрациям, так как загрязнение атмосферы зависит не только от массы выбросов, но и от изменения температуры с высотой, количества атмосферных осадков, вымывающих загрязнения, интенсивности солнечной радиации и влажности воздуха, способствующих фотохимическим превращениям примесей и синтезу вторичных продуктов загрязнения атмосферы. При сочетании неблагоприятных для рассеивания примесей метеословий возможно резкое повышение уровня загрязнения воздуха.

Из табличных данных и иллюстрирующих их графиков рис. 2–6 видно, что загрязнения по характеру и динамике можно разделить на три группы:

I. Загрязнители, уровень содержания которых в воздухе при некоторых колебаниях более или менее постоянен в течение 15 лет: оксид углерода (II), диоксиды серы и азота, взвешенные вещества (рис. 2 графики 1, 2, 3).

II. Загрязнители, уровень содержания которых в воздухе закономерно уменьшается с течением времени: бенз(а)пирен, хлористый водород, аммиак, бензол (рис. 3 графики 1, 2, 3,4).

III. Загрязнители, уровень содержания которых в воздухе растет: фенол, формальдегид, этилбензол, ксилол (рис. 5 графики 1, 2, 3, 4).

Выделение этих групп позволяет делать выводы о направлении планируемых мероприятий по защите воздушного бассейна.

Средний уровень загрязнения воздуха взвешенными веществами, оксидом углерода (II), диоксидами серы и азота за 2000-2014 гг. в г.Дзержинске

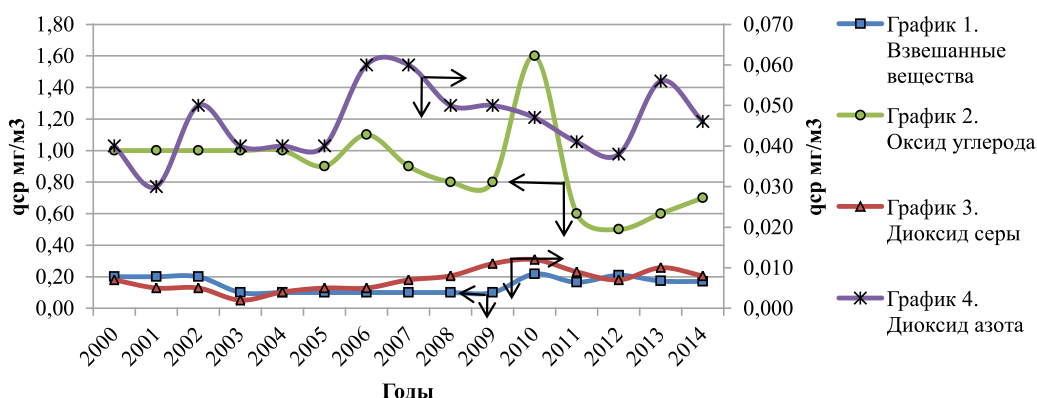


Рис. 2

Средний уровень загрязнения воздуха аммиаком, бензолом, хлористым водородом, бенз(а)пиреном за 2000-2014 гг. в г.Дзержинске

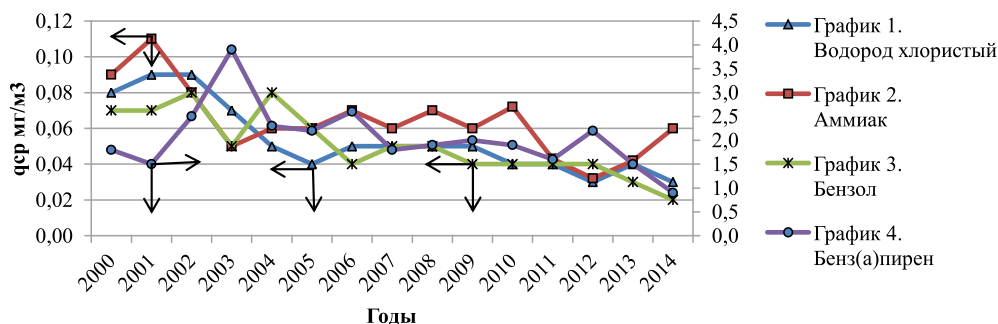


Рис. 3

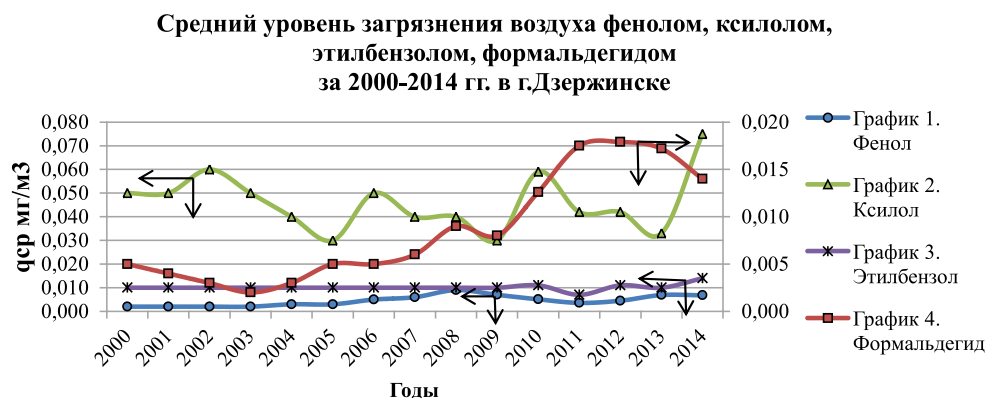


Рис. 4

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) в г.Дзержинске за период с 2000 - 2013 гг.

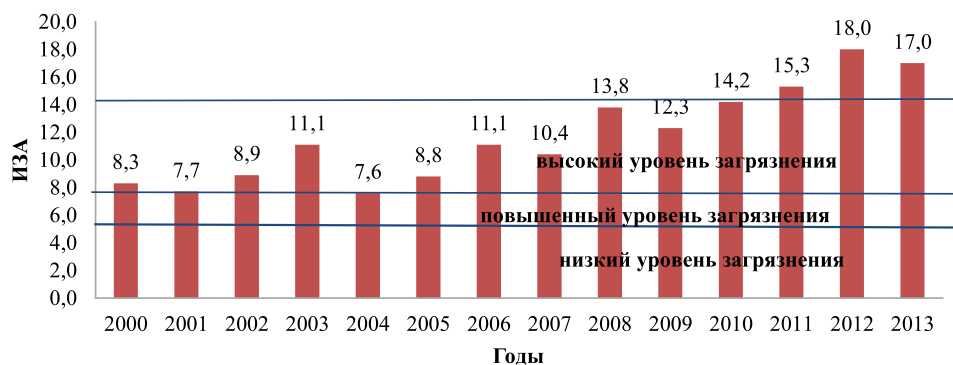


Рис. 5

Из рис. 2 видно, что вначале и в конце рассматриваемого периода содержание оксидов азота и серы осталось на том же уровне, что и в 2000 году, содержание оксида углерода несколько уменьшилось, содержание взвешенных веществ возросло на 16%. Характер этих изменений вполне объясним. Из-за отсутствия в регионе многотоннажных сернокислых производств основой загрязнения диоксидом серы служит трансграничный перенос при преобладающих ветрах западных направлений, который, очевидно, мало меняется в течение десятилетий. Изменения содержания оксидов азота и монооксида углерода связаны с конкурирующим воздействием факторов: роста числа автомобилей, что при прочих равных условиях ведет к росту выбросов этих загрязнителей, и одновременно повышения экологичности двигателей внутреннего сгорания и качества топлива. Главным источником оксида углерода служит автомобильный транспорт. Во многих городах уже произошло насыщение магистралей города автомобилями до такого уровня, что стали постоянными их скопления в часы «пик». Заторы на дорогах – это

не только время, проведенное в ожидании, но значительное воздействие на людей выхлопных газов двигателей автомобилей, работающих в холостом режиме с включенными двигателями [3 С. 36]. Имеет место тенденция роста автомобилизации России. В Москве число автомобилей ежегодно увеличивается на 9,7%, в Казани на 8,3%, в Дзержинске на 9,6%. При этом число автомобилей на 100 человек составляет в Москве 39,0, в Казани – 28,6, а в Дзержинске – 28,0. Сегодня в Дзержинске насчитывается около 70000 автомобилей, что оказывает существенное влияние на загрязнение атмосферного воздуха города. Пик содержания оксида углерода в 2010 году связан с многочисленными лесными пожарами летом этого года. На ТЭЦ, работающих на газе, увеличение нагрузки ведет к росту выбросов оксидов азота, с другой стороны в энергетике осуществляются мероприятия, направленные на снижение оксидообразования.

На рис. 3 представлено изменение концентраций в воздухе бенз(а)пирена, хлористого водорода, аммиака, бензола для которых преобладает тенденция к их умень-

шению и улучшению экологического состояния воздушного бассейна.

Уменьшение концентрации хлористого водорода, вызвано ликвидацией в г. Дзержинске устаревших производств хлора и хлорорганических материалов. Снижение загрязнений воздуха бензолом, бенз(а)пиреном объясняется улучшением качества топлива и совершенствованием двигателей, что повышает экологичность транспорта. Изменение концентрации аммиака связано с улучшением санитарной очистки отходящих газов от крупных промышленных предприятий.

Для загрязнителей III группы, как это видно из рис. 4, характерен рост содержания токсикантов в воздухе.

Увеличение почти в разы содержания в воздухе фенола и формальдегида, вероятно связано с увеличением использования изделий из фенолформальдегидных и карбамидо-формальдегидных смол и с возникновением небольших предприятий использующих изделия из пластмассы в качестве вторичного сырья.

Из графика 3 рис. 6 видна тенденция к увеличению концентраций ксилола, но ни одно из значений концентрации не достигло максимально разового значения. Эту тенденцию можно объяснить вводом в 2007–2008 гг. нового производства сложных полиэфиров – лаков (30 тысяч тонн в год) и производства эмалей и красок (25 тысяч тонн в год). Ксилол является одним из основных веществ, выбрасываемых в атмосферу при данном производстве.

Увеличение загрязнения фенолом, формальдегидом, ксилолом, этилбензолом является следствием того, что с развитием техники появляются все новые и новые производства на источниках загрязнения, которых, должны сосредотачиваться надзорные органы. Именно за счет роста загрязнения фенолом, формальдегидом, ксилолом, этилбензолом объясняется отмеченный на рис. 5 рост индекса загрязнения атмосферы (ИЗА), который используется для оценки степени загрязнения атмосферы за длительный период.

Он рассчитывается, как сумма деленных на ПДК средних за год концентраций веществ, приводящих величину ИЗА к величине концентраций диоксида серы [3, С. 20].

$$I(n) = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i}{\text{ПДК}_i} \right) C_i,$$

где X_i – средняя за год концентрация i -того вещества, C_i – коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -тым веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы, I_n – ИЗА, безразмерная величина. Установлены значения C_i для веществ 4, 3, 2 и 1 классов опасности, которые

равны 0,85; 1,0; 1,3 и 1,5 соответственно. Диоксид серы относится по степени вредности к третьему классу опасности ($C_i = 1$), к ней приводится вредность всех веществ.

Чтобы значения $I(n)$ были сравнимы для разных городов или за разные интервалы времени в одном городе, необходимо рассчитывать их для одинакового количества (m) загрязняющих веществ. Для этого по парциальным значениям I_i для отдельных примесей вначале составляется вариационный ряд, в котором $I_1 > I_2 > \dots > I_n$. Далее рассчитывается суммарный $I(m)$ для заданного и одинакового количества (m) загрязняющих веществ. В информационных документах для оценки уровня загрязнения воздуха рассчитывается ИЗА для пяти загрязняющих веществ по формуле, в которой $n = m = 5$.

Используя комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха проследим тенденцию изменения уровня загрязнения атмосферы в г. Дзержинск за период с 2000–2013 гг. (рис. 5). Рисунок показывает, что уровень загрязнения атмосферы был минимальным в 2004 году, затем начался рост, происходящий до последнего времени. Это можно объяснить ростом в последующие годы концентраций формальдегида. Таким образом, при снижении средних по городу концентраций почти всех веществ, высокий уровень загрязнения сохраняется.

Выводы

Проведенный анализ позволил сделать вывод о том, что основное внимание в городе должно быть обращено на надзор и контроль за предприятиями, производящими поликонденсационные пластмассы и осуществляющими переработку соответствующих отходов и на выявление конкретных источников загрязнения.

В целом благотворное влияние на состояние воздушного бассейна по некоторым показателя, например, таким как хлор, оказывает влияние закрытия устаревших производств, улучшение санитарной очистки на части действующих производств и, несомненно, уменьшение токсичных выхлопов транспорта по мере внедрения европейского стандарта на топливо.

Список литературы

1. Сироткин Л.И., Прозоров В.М., Никоноров А.Н., Терещенко Г.А. // Состояние окружающей среды и природных ресурсов г. Дзержинска в 1999 г. – 2000. – С. 47.
2. Россия в цифрах. 2011: Крат.стат.сб./Росстат. – М., Р76 2011. – 581 с.
3. Россия в цифрах. 2012: Крат.стат.сб./Росстат. – М., Р76 2012. – 573 с.
4. Россия в цифрах. 2013: Крат.стат.сб./Росстат. – М., Р76 2013. – 573 с.
5. Россия в цифрах. 2014: Крат.стат.сб./Росстат. – М., Р76 2014. – 558 с.
6. Безуглая Э.Ю., Смирнова И.В. // Воздух и его изменения. – Спб.: Астерион, 2008. – С. 254.