

УДК543.27.76

**СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ГОРОДА АЛМАТЫ**

Ж.М. Жаппарова

Доктор техн. наук С.С. Нуркеев

*Исследовано содержание тяжелых металлов в атмосферном воздухе города Алматы. Рассмотрены сезонные изменения концентраций ТМ.*

Алматы является самым большим городом Республики Казахстан с численностью населения около полутора миллиона человек. Географическое расположение города крайне неблагоприятное, так как город находится в котловине, у подножья Заилийского Алатау. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, типичные для всех высокоурбанизированных территорий: ТЭЦ, выхлопные газы многочисленного автомобильного транспорта, выбросы и твердые бытовые отходы коммунально-бытового хозяйства, различные газопылевые выбросы небольших промышленных предприятий. В Центре мониторинга загрязнения природной среды РГП "Казгидромет" ведутся многолетние наблюдения за состоянием атмосферного воздуха. Целью данной работы было определение содержания в атмосферном воздухе Алматы наиболее токсичных тяжелых металлов, таких как мышьяк, кадмий, свинец, хром, которые в последние годы не определялись. Для полноты картины отбор проб проводился на двух стационарных постах, находящихся в разных районах города и обозначенных на карте-схеме города числами 1 и 12 (Рис. 1).

Анализ содержания тяжелых металлов выполнялся на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы "Shimadzu" AA-6650, укомплектованном автосамплером ASC-6100. Использовался метод беспламенной атомизации образцов в графитовой печи с кюветами. Расчет содержания металлов в пробах, необходимое разведение, управление процессом анализа проводилось с помощью программного обеспечения "WizAArd". Отбор проб проводился на фильтры АФА-ХП с использованием аспираторов. Дальнейшая подготовка проб проводилась по стандартной методике на основании РД 52.04.186-89, принятой в Республике Казахстан [2]. Отбор проб атмосферного воздуха проводился четыре раза в месяц. Ниже даны

среднемесячные данные, показана динамика содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе города Алматы (Рис. 2).

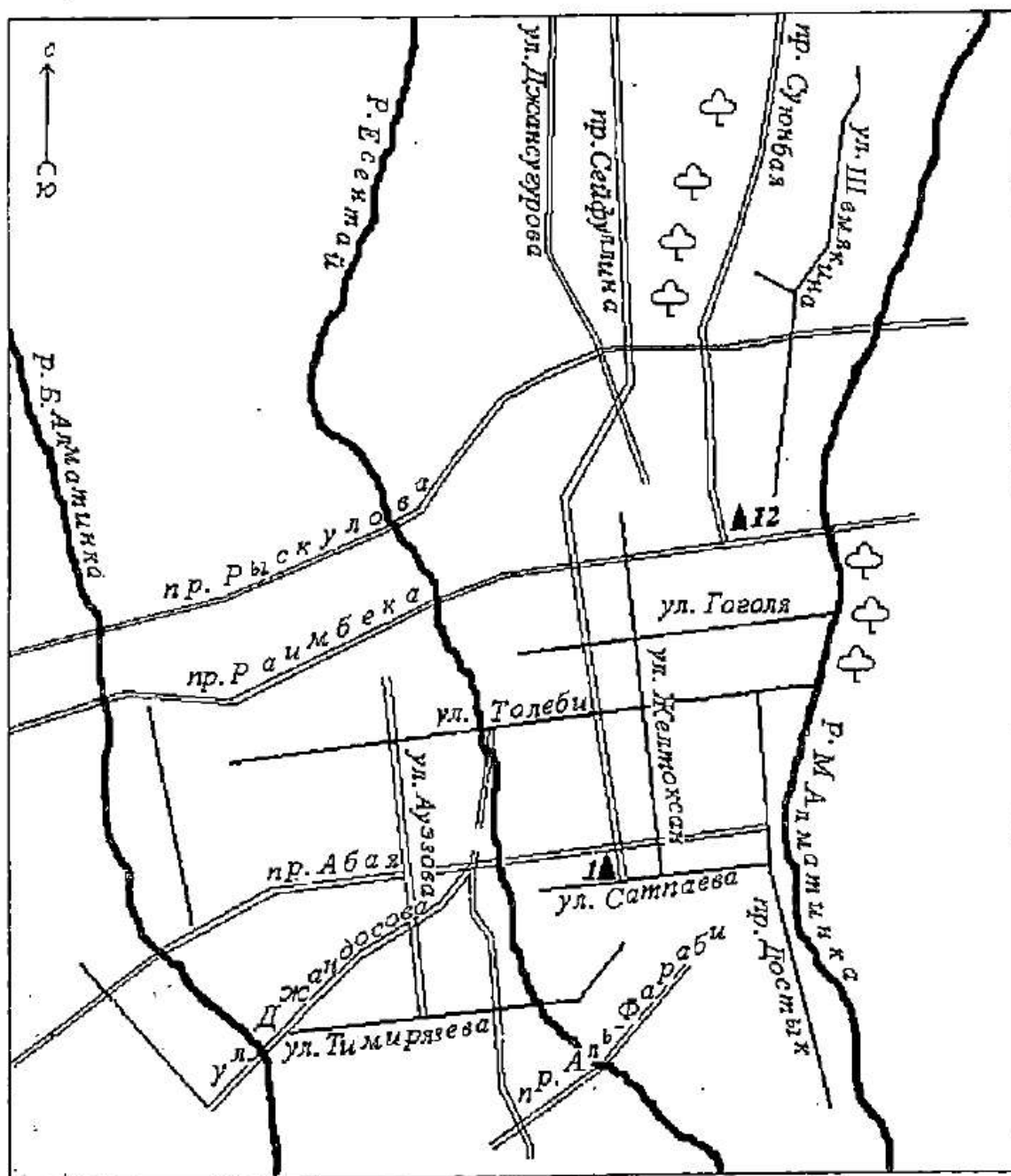


Рис. 1. Схема расположения постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха г. Алматы.

На графиках (рис. 2) показано годовое изменение содержания мышьяка в атмосферном воздухе Алматы. В мае 2001 года концентрация мышьяка в районе поста №12 составляет  $0,0018 \text{ мкг/м}^3$ , этот уровень сохраняется и в июне 2001. На посту №1 в мае 2001 года содержание мышьяка  $0,0007 \text{ мкг/м}^3$ , в июне происходит незначительный рост до  $0,0009 \text{ мкг/м}^3$ . В июле на посту №12

наблюдается резкое снижение показателя до  $0,0002 \text{ мкг/м}^3$ , в то время как на посту № 1 увеличение до  $0,0017 \text{ мкг/м}^3$ . В августе ситуация противоположная: рост на посту № 12 -  $0,0028 \text{ мкг/м}^3$ , снижение на посту № 1 -  $0,0002 \text{ мкг/м}^3$ . В сентябре на обоих постах зафиксировано значение  $0,0029 \text{ мкг/м}^3$  мышьяка. В октябре на обоих постах происходит снижение содержания мышьяка до нулевой отметки в районе поста № 1, и до  $0,0021 \text{ мкг/м}^3$  - на посту № 12. Начиная с ноября 2001 до апреля 2002, в атмосферном воздухе Алматы, присутствие мышьяка не обнаружено.

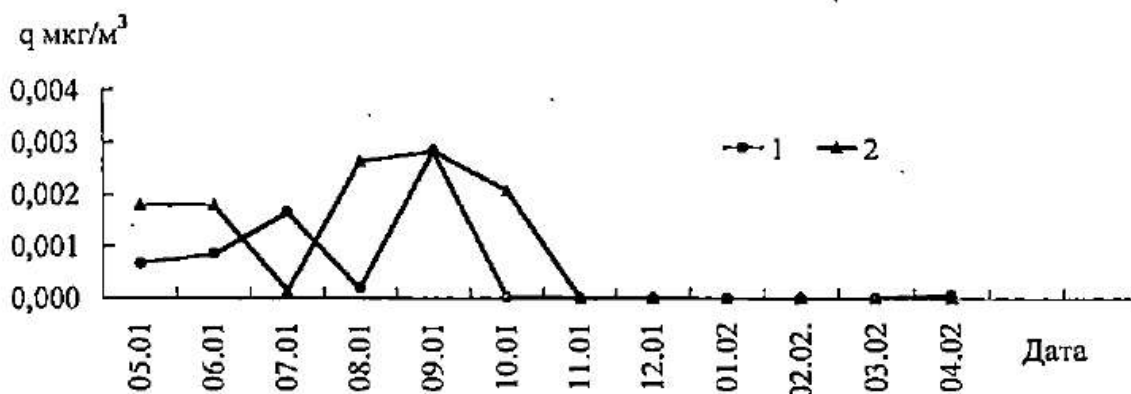


Рис. 2. Годовой ход содержания мышьяка. 1 – пост № 1; 2 – пост № 12.

Анализ годового хода содержания мышьяка в атмосферном воздухе позволяет сделать следующий вывод. Наибольший уровень загрязнения мышьяком приходится на летние месяцы, максимальное значение за этот период в шесть раз ниже ПДК среднесуточного. Начиная с ноября по апрель включительно, мышьяк в атмосферном воздухе не присутствует.

На графиках (рис. 3) показан годовой ход содержания свинца в атмосферном воздухе Алматы. Весной, в мае 2001 содержание свинца на обоих постах одинаково и составляет  $0,002 \text{ мкг/м}^3$ . В июне наблюдается рост до  $0,01 \text{ мкг/м}^3$ , такая же ситуация сохраняется в июле и августе. В сентябре происходит рост концентрации на посту № 1 до  $0,03 \text{ мкг/м}^3$ . На посту № 12 сохраняется уровень  $0,01 \text{ мкг/м}^3$ , и эта картина остается практически неизменной в октябре и ноябре месяцах. В районе поста № 1 происходит постепенное уменьшение до  $0,022 \text{ мкг/м}^3$  в октябре и в ноябре месяце уровень свинца составляет  $0,005 \text{ мкг/м}^3$ . В зимние месяцы концентрация свинца минимальна на обоих постах, чуть выше нулевой отметки. В марте происходит незначительное увеличение до  $0,005 \text{ мкг/м}^3$ , которое сохраняется в апреле месяце 2002. В общем и целом можно сделать вывод о том, что в весенне - летний период происходит загрязнение атмосферного воздуха свинцом. Однако уровень не превышает соответствующей

ПДК. В зимний период года загрязнение атмосферного воздуха свинцом незначительно.

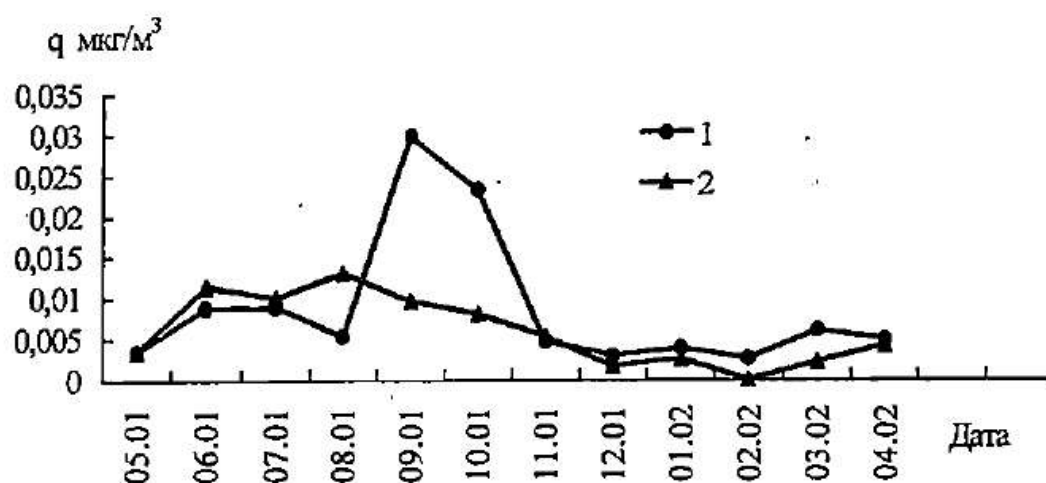


Рис. 3. Годовой ход содержания свинца в атмосферном воздухе.  
1 – пост № 1; 2 – пост № 12.

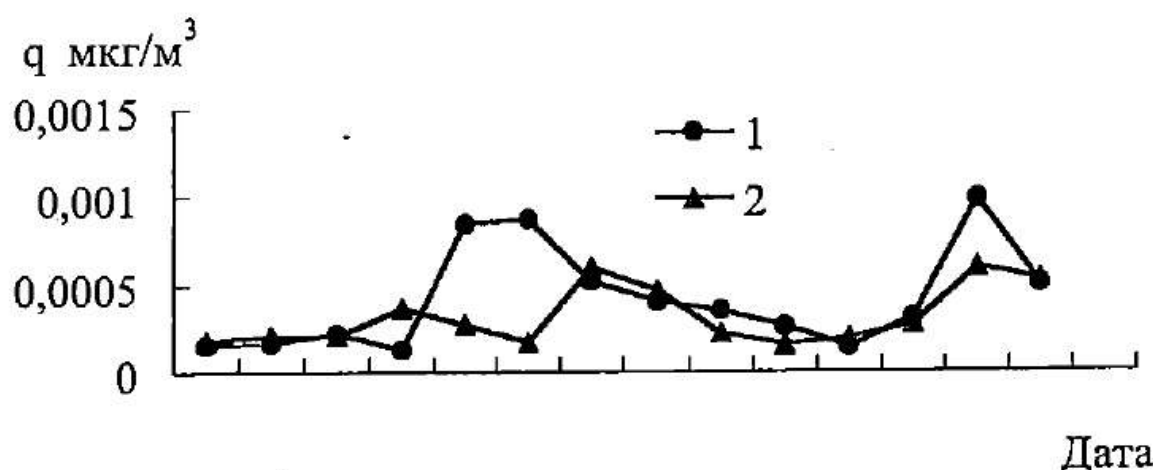


Рис. 4. Годовой ход содержания кадмия. 1 – пост № 1; 2 – пост № 12.

На графиках (рис. 4) показан годовой ход содержания кадмия в атмосферном воздухе Алматы. Приведены данные по двум стационарным постам наблюдения. В мае, июне, июле месяцах 2001 года концентрация кадмия находится на уровне 0,0002 мкг/м<sup>3</sup>. На посту №12 в августе 2001 наблюдается рост до 0,00038 мкг/м<sup>3</sup>, на посту №1 происходит снижение до 0,00018 мкг/м<sup>3</sup>. В осенне - летний период кривые концентраций на постах различны. Так, на посту №12 наблюдается снижение в сентябре 2001 до 0,00028 мкг/м<sup>3</sup>, в октябре до 0,00018 мкг/м<sup>3</sup>. На посту №1 в сентябре виден резкий скачек концентрации кадмия до 0,00083 мкг/м<sup>3</sup>, дальнейший рост до

0,00088 мкг/м<sup>3</sup> в октябре 2001 года. Далее, начиная с ноября 2001 года по апрель 2002, изменения на обоих постах схожие, наблюдается снижение уровня концентрации кадмия. В ноябре 2001 содержание кадмия на обоих постах находится на уровне 0,00055 - 0,00060 мкг/м<sup>3</sup>, в декабре составляет 0,00040 - 0,00045 мкг/м<sup>3</sup>. В январе - 0,00022 мкг/м<sup>3</sup> на посту № 12, на посту №1 - 0,00035 мкг/м<sup>3</sup>. В феврале соответственно, 0,00018 мкг/м<sup>3</sup>; 0,00028 мкг/м<sup>3</sup>. В марте 0,0002 мкг/м<sup>3</sup>; 0,00015 мкг/м<sup>3</sup>, соответственно. Далее, в апреле, на обоих постах наблюдается рост до 0,00029 - 0,00031 мкг/м<sup>3</sup>. В мае происходит резкое увеличение концентрации кадмия до 0,0006 мкг/м<sup>3</sup> на посту №12; 0,001 мкг/м<sup>3</sup> на посту №1. В апреле 2002 содержание кадмия находится на уровне 0,00055 мкг/м<sup>3</sup> на обоих постах.

Таким образом, высокий уровень концентрации кадмия в атмосферном воздухе города Алматы приходится на осенне-летний период. Содержание этого тяжелого металла на двух постах в это время различно. Минимальные концентрации наблюдаются весной и осенью.

На графиках (рис. 5) показан годовой ход изменения содержания хрома в атмосферном воздухе Алматы. Концентрация хрома в районе обоих постов не превышает соответствующее значение ПДК. В мае, июне, июле 2001 содержание хрома изменяется незначительно и на обоих постах, находится на уровне 0,0025...0,0045 мкг/м<sup>3</sup>. В августе 2001 на посту №12 зафиксирован скачок до 0,009 мкг/м<sup>3</sup>, в то время как на посту № 1 происходит снижение до 0,001 мкг/м<sup>3</sup>. В сентябре в районе поста №12 уровень хрома 0,0075 мкг/м<sup>3</sup>, и в октябре - 0,005 мкг/м<sup>3</sup>, т.е. происходит постепенное снижение. На посту № 1 в сентябре концентрация хрома составляет 0,0055 мкг/м<sup>3</sup>, и далее в октябре 2001 значение падает до 0,002 мкг/м<sup>3</sup>. В ноябре на обоих постах зафиксировано незначительное увеличение содержания хрома: 0,007 мкг/м<sup>3</sup> на посту № 12 и 0,0028 мкг/м<sup>3</sup> - на посту №1. В декабре 2001 на обоих постах значение одинаковое и составляет 0,004 мкг/м<sup>3</sup>. В январе, феврале и марте 2002 года концентрация хрома находится на одном уровне: 0,007...0,0075 мкг/м<sup>3</sup>. В апреле видно снижение, которое на посту №12 составляет 0,005 мкг/м<sup>3</sup>, на посту №1 - 0,007 мкг/м<sup>3</sup>.

Опираясь на вышеизложенное можно сделать вывод о том, что концентрация хрома в атмосферном воздухе в зимние месяцы находится на одном уровне. В весенне-летний период содержание хрома нестабильно и в разных районах города различно.



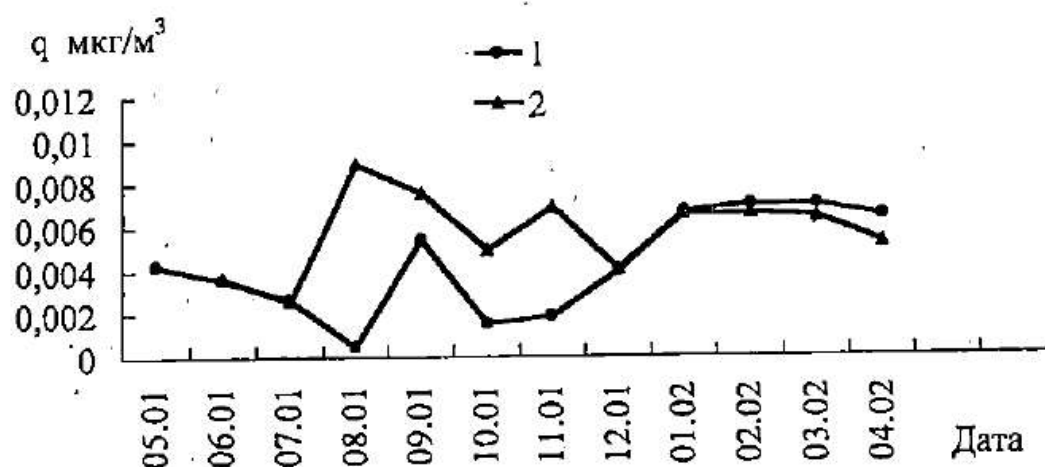


Рис. 5. Годовой ход содержания хрома. . 1 – пост № 1; 2 – пост № 12.

Среднесуточная предельно допустимая концентрация и класс опасности для этих металлов:

Металл	ПДК среднесуточная, мкг/м <sup>3</sup>	Класс опасности
Cd	0,3	1
Pb	0,3	1
Cr	1,5	1
As	3	2

В 1991-1994 гг. велись наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе города Алматы кадмия и свинца. Для определения тенденции изменения этих ТМ по годам приведена табл. содержания ТМ в атмосферном воздухе города Алматы, мкг/м<sup>3</sup>:

Элемент	Год				
	1991	1992	1993	1994	2001
Cd	0	0	0	0	0,0004
Pb	0,02	0,03	0,02	0,09	0,03

Как видно в табл., содержание свинца находится на одном уровне в течение десятилетия и не превышает ПДК. Дополнительного загрязнения атмосферного воздуха за этот период не возникло. Появление кадмия, хрома, а также присутствие мышьяка в летний период, связано с запыленностью воздуха и содержанием этих ТМ в аэрозольных частицах. Кроме того, определение ТМ в предыдущие годы проводилось пламенным способом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, предел обнаружения которого на порядок ниже беспламенного метода.

В последнее время появились новые научные данные из области токсикологии и эпидемиологии загрязнения воздушной среды, а также были разработаны новые методы оценки риска. Эти достижения обусло-

вили необходимость пересмотра и обновления существующих нормативов. Работа проводилась в тесном сотрудничестве с Международной программой по химической безопасности (МПХБ) и генеральным директором Европейской комиссии по окружающей среде, ядерной безопасности и гражданско-правовой защите [1].

Обобщенная сводка пересмотренных критериев качества атмосферного воздуха приведена ниже

Неорганические примеси	Новые критерии
Мышьяк	$1,5 \cdot 10^{-3}$ мкг/м <sup>3</sup>
Кадмий	5 нг/м <sup>3</sup>
Хром (+6)	$4 \cdot 10^{-2}$ мкг/м <sup>3</sup>
Свинец	0,5 мкг/м <sup>3</sup>

В свете новых представлений о загрязнении атмосферного воздуха необходимо отметить, что содержание мышьяка в весенне-летний период находится на критической черте, порой превышая её в два раза. По другим рассматриваемым ТМ ситуация относительно удовлетворительная.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Второе издание Air quality guidelines (Критерии ВОЗ по качеству атмосферного воздуха) – 2000. - С. 201 - 209.
2. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. - М: Госкомгидромет, 1991. - 602 с.

ЦМЗПС РГП "Казгидромет"

#### АЛМАТЫ ҚАЛА АУАСЫНДА АУЫР МЕТАЛЛДАРДЫҢ ТАРАЛУЫ

Ж.М. Жаппарова  
Техн. ғылымд. докторы С.С. Нуркеев

*Баяндамада Алматы қаласының ауасында ауыр металл таралуы туралы мәліметтер берілген. Алматы қаласының ауасының ауыр металлдармен ластануы көрсетілген.*