

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕННОМ СЛОЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

© 2005 г. А. Н. Бехтерев*, канд. физ.-мат. наук; В. М. Золотарев**, доктор физ.-мат. наук

* Магнитогорский государственный университет, г. Магнитогорск

** Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

С помощью метода эмиссионной спектрофотометрии исследованы пробы почвы, взятые в жилых районах в правобережной, промышленной, и левобережной частях г. Магнитогорска. Показано, что повышенное содержание свинца обусловлено по преимуществу автотранспортными выбросами.

Коды OCIS: 230.3670, 120.2040.

Поступила в редакцию 18.11.2004.

Уральский регион считается экологически неблагоприятным ввиду наличия многочисленных разработок рудных месторождений, высокой плотности промышленного производства, транспорта, а в лесостепной зоне – малой площади лесов. В промышленных мегаполисах улучшение экологии среды затруднено в связи с большой концентрацией бытовых отходов и другими демографическими проблемами.

В Магнитогорске до 80% населения проживает в зоне с концентрацией веществ первого класса опасности, превышающей предельно допустимую концентрацию (ПДК). Выбросы в атмосферу от стационарных источников загрязнений выросли с 250 (1996 г.) до 281 тыс. т (2003 г.). В связи с непрерывным увеличением численности автотранспорта растет загрязненность атмосферы города окислами углерода и азота, углеводородами и окислами тяжелых металлов [1]. Среди болезней наиболее распространены заболевания сердечно-сосудистой системы (57%), онкологические (12,6 %), органов дыхания (5%), большая часть которых обусловлена региональными загрязнениями биосферы. Продолжают снижаться практически все показатели здоровья населения. Так, средняя продолжительность жизни горожан в 1993 г. составляла 65,5, а в 2003 г. – 62,9 года [2, 3].

Почва является естественным аккумулятором загрязнений, которые могут там связываться, транспортироваться в природные воды, атмосферу, ткани растений, продукты питания и в конечном итоге влиять на здоровье человека.

Высокая степень загрязненности атмосферы, недостаточная очистка сточных вод, низкая скорость регенерации почв приводят к росту концентрации в почве таких ксенобиотиков, как 3,4-бензапирен, окислы металлов и неметаллов. Токсичность выбросов характеризуется суммарным приведенным индексом загрязнения

$$\Phi = \sum \frac{K_i}{\text{ПДК}_i S},$$

где K_i – выброс i -го загрязняющего вещества, ПДК_i – предельно допустимая концентрация i -го компонен-

та, S – среднегодовое местное загрязнение на данной территории.

Среди областей Уральской зоны по загрязненности среды обитания Челябинская область находится на втором месте ($\Phi = 3,73$) после Пермской области ($\Phi = 16,9$) [1]. За последние 10–12 лет загрязненность атмосферы г. Магнитогорска первоначально несколько снизилась (1991 г. – 71,9, 1996 г. – 25,5), что было обусловлено в основном мощным спадом производства, однако в дальнейшем наблюдалось ее возрастание (1998 г. – 30,3, 1999 г. – 52,42). И только введение в действие новых очистных сооружений существенно повлияло на качество атмосферного воздуха (2000 г. – 26,6, 2001 г. – 22,3). Уровень загрязненности почвы остается высоким, поскольку наблюдается накопление вредных веществ. В этой связи актуальным является экологический почвенный мониторинг.

В работе исследовались пробы почвы, взятой в городской черте в жилых районах правобережной, промышленной, и левобережной частях Магнитогорска. Для сравнения параллельно исследовались образцы фонового региона (поселок в 150 км от города). Во всех точках изучения почвы пробы отбирались в четырех шурфах – для получения усредненных результатов. При оценке влияния транспорта образцы грунта отбирались непосредственно вблизи транспортной магистрали (3 м) и вдали от нее (200 м) в одном месте отбора.

Вытяжки интересующих веществ готовились по методу мокрой минерализации смесью азотной и соляной кислот с помощью микроволновой печи MDS-2000 в соответствии с действующим государственным стандартом. Количественный спектрофотометрический анализ проводился на атомном эмиссионном спектрометре Liberty-300-ICP с использованием промышленных стандартов и приставки – графитовой печи [4]. Для исключения наложения или перекрытия спектральных линий измерения проводились на относительно уединенных наиболее интенсивных спектральных линиях изучаемых

Содержание металлов в пробах почвы в пределах городской черты Магнитогорска (в ед. мг/кг)

Проба	Al	Ba	Ni	Mn	Fe	Sr	Zn	Pb
Фоновый регион	137,6	1,20	1,37	15,42	341,3	0,68	4,21	0,30
Фоновый, 200 м	129,8	1,16	1,25	15,69	321,3	0,45	3,65	0,28
Город	81,07	1,17	0,94	14,73	261,7	0,46	7,96	1,88
Город, 200 м	59,99	0,82	1,05	11,94	196,6	0,39	3,88	1,44
ММК	152,6	2,58	2,14	28,99	524,7	1,02	14,05	4,08
ММК, 200 м	81,77	2,20	1,61	22,64	285,7	0,89	8,24	0,87
ПДК, ОДК для почвы (РФ)	—	—	4	500	—	—	23	32

Примечание. ПДК и ОДК взяты из перечня СанПиН № 6929-91. Для сравнения данных с ПДК необходимо приведенные в таблице данные увеличить в 50 раз (коэффициент разбавления пробы) [5]. 200 м – расстояние от транспортной магистрали.

элементов в спектральных окнах шириной 0,05–0,09 нм. При этом относительная погрешность измерений составила 0,5–1%.

Основные полученные результаты сведены в таблицу. Для нахождения истинных концентраций элементов в образцах почвы необходимо увеличить приведенные в таблице значения концентраций в 50 раз (коэффициент разбавления пробы). Сравнивая концентрацию искомых компонентов непосредственно вблизи от магистрали и в 200 м от нее в фоновых образцах, можно отметить, что транспорт заметно увеличивает их концентрацию: Al (+5,4%), Ni (+9,6%), Fe (+6,2%), Zn (+15,3%), Pb (+7,1%), Ba (+5,2%). Практически не изменяется концентрация Mn, Si, Cu. Аналогичный вклад магистрали в загрязнение металлами обнаружен в пробах почвы в пределах городской черты. Причем максимальную концентрацию металлов обнаруживают образцы, взятые вблизи магистрали рядом с Магнитогорским металлургическим комбинатом (ММК): Pb (+430%), Fe (+83,8%), Al (+85,6%), Zn (+75%), Sr (+14,6%), Ni (+24,7%), Ba (+17,3%). Здесь вклад магистрали более существенен, что можно объяснить повышенной интенсивностью движения промышленного транспорта в этой части города, отличием топлива, видом перевозимого груза.

Для оценки загрязнения почвы основным источником выбросов – ММК – можно вычесть из суммарной концентрации, полученной для района ММК, концентрацию соответствующих элементов в почве фонового региона. Сравнительные результаты приведены на рисунке. Как следует из диаграммы, ММК загрязняет почву такими ксенобиотиками, как Pb, Zn, Ba, Ni, Sr, Fe.

Сравнивая содержание диагностируемых элементов в почвах с ПДК–ОДК (ориентировочно допустимая концентрация), можно прийти к выводу, что концентрации всех элементов, кроме свинца, превышают норму даже в фоновом регионе и существенно превышают – в городской черте. Данный факт свидетельствует о высокой загрязненности почвенного слоя тяжелыми металлами, что обусловле-

но техногенными и природными причинами. Повышенное содержание свинца обусловлено по преимуществу автотранспортными выбросами, поскольку его концентрация существенно возрастает при переходе от периферии к магистрали.

Поступающие в почву тяжелые металлы и полуметаллы могут проникать в продукты питания, выращиваемые на садовых участках в черте города, а через них – в воду, используемую для питья, и в организм человека. Многие горожане используют для питья воду из артезианских скважин, колодцев, родников. Данная вода не проходит специальной очистки, обработки и практически содержит весь набор почвенных загрязнений.

Как показали исследования природных вод, используемых для хозяйственных целей, в них повышено по отношению к ПДК содержание Al (5–7 ПДК), Ba (8–20 ПДК), Pb (до 20 ПДК), Zn и Sr (до 0,5 ПДК), Sb, Ca, Mg, Si. Таким образом, вода в названных природных источниках (родники, скважины) в черте города является практически технической, а не питьевой.

Анализируя полученные результаты, можно прийти к следующим выводам:

Необходимо организовать в городе непрерывный экологический мониторинг почвы и в первую очередь – на тяжелые металлы.

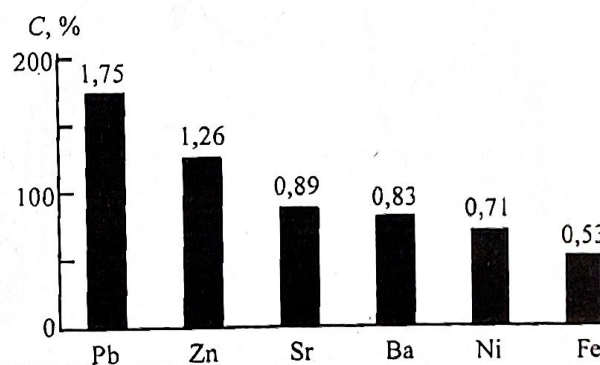


Диаграмма выбросов металлов в почву Магнитогорским металлургическим комбинатом в превышении по отношению к фоновому региону.

Необходимо исследовать корреляцию между загрязнением почвы наиболее токсичными компонентами и специфическими заболеваниями населения.

Необходимо вводить более мощные и современные очистные сооружения на промышленных предприятиях города и в первую очередь – на Магнитогорском металлургическом комбинате.

Необходимо увеличивать площади зеленых насаждений в городской черте, что способствует более активному естественному процессу регенерации почвы.

Через средства массовой информации необходимо ставить в известность население о системе профилактических мероприятий, снижающих влияние тяжелых металлов и других региональных загрязнителей на здоровье человека.

Определить перечень приоритетных загрязнителей биосферы, максимальным образом влияющих на здоровье населения региона. Рассчитать экологические риски для здоровья при проживании на данной территории. Результаты расчетов использовать для прогнозирования мероприятий по улучшению экологической обстановки в регионе и реабилитации здоровья населения.

Работа выполнена при частичной поддержке Федеральной целевой программы "Интеграция науки и высшего образования России на 2002–2006 гг.". Проект № Б0120. Направление 1.1. УНЦ "Оптика и научное приборостроение".

ЛИТЕРАТУРА

1. Аляев А.А., Варава Л.Ф. Экологические проблемы промышленных зон Урала // Сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф. Магнитогорск: МГМА, 1998. Т. 1. С. 29–34.
2. Чуканов В.Н., Коробицын Б.А. Комплексный анализ напряженности экологической обстановки в уральском регионе // Сб. науч. тр. Междунар. научно-техн. конф. Магнитогорск: МГМА, 1998. Т. 1. С. 35–41.
3. О санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Магнитогорске в 2002 г. // Комплексный доклад. Магнитогорск: ЦГСЭН, 2003.
4. Ермаченко Л.А. Атомно-абсорбционный анализ в санитарно-гигиенических исследованиях / Под ред. Подуновой Л.Г. Чебоксары: Чувашия, 1997.
5. Опекунов А.Ю. Экологическое нормирование. СПб.: ВНИИО, 2001. 216 с.