

Е.П. Янин
канд. геол.-минер. наук
(Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, Москва)

E.P. Yanin

**ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПЫЛЕВЫХ
ВЫБРОСАХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ И ИХ РОЛЬ
В ЗАГРЯЗНЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**CHEMICAL ELEMENTS IN DUST
DISCHARGE OF ELECTRICAL
ENGINEERING ENTERPRISES AS SOURCE
POLLUTION OF THE ENVIRONMENT**

Пыль, образующаяся на электротехнических предприятиях в ходе технологических процессов, отличается высокими содержаниями многих химических элементов и обуславливает интенсивное загрязнение производственной и окружающей среды. Конкретное производство обладает специфическим составом пылевых выбросов, что проявляется в основном в различных уровнях накопления в пыли химических элементов, реже – в появлении типичных лишь для данного производства поллютантов. Существенная доля тяжелых металлов находится в пыли в подвижных формах, что определяет их повышенную гигиеническую опасность. Изучение химического состава промышленной пыли должно стать составной частью санитарно-гигиенического и экологического контроля.

Ключевые слова: промышленная пыль, тяжелые металлы, техногенное загрязнение.

The industrial dust discharge of the electric engineering enterprises is a key source of many chemical element in the environment. Normally, geochemical signature of an individual enterprise is also individual, as reflected by different concentration levels for individual elements and, less frequently, by pollutants specific for a given enterprise. The large part of heavy metals is present in dust of the mobile species. This is an indication of the sanitary and ecological hazardousness of the industrial dust for the urban environment and men.

Key words: industrial dust, heavy metals, technogenic pollution.

Существующие на российских промышленных предприятиях системы санитарно-гигиенического и экологического контроля включают в себя наблюдения за относительно узким кругом вредных веществ, присутствующих в организованных пылевых выбросах. Поллютанты, связанные с неорганизованными пылевыми выбросами, практически не учитываются. Исследования, выполненные на электротехнических предприятиях г. Саранска (Республика Мордовия), свидетельствуют о концентрировании в промышленной пыли, образующейся в ходе технологических процессов, значительных количеств многих химических элементов.

Район и методика исследований

Саранск – крупный промышленный центр, где состояние среды обитания во многом определяется деятельностью электротехнических предприятий. Саранский электроламповый завод (СЭЛЗ) производит лампы накаливания и газоразрядные ртутные лампы низкого давления. Завод специальных источников света и электровакуумного стекла (СИС-ЭВС) специализируется на выпуске источников света, светильников, пускорегулирующей аппаратуры, электровакуумного стекла. Саранский кабельный завод (СКЗ) выпускает кабельную продукцию

и изделия из полиэтилена и ПВХ-пластиката. Исследовательский и проектно-конструкторский институт источников света (ВНИИИС) имеет опытно-производственные участки, где выпускаются лампы накаливания, кварцевые лампы с галогенным циклом, люминесцентные лампы низкого давления и др. Многие технологические процессы и производственные операции, используемые на указанных предприятиях, сопровождаются образованием промышленной пыли и ее эмиссией в окружающую среду (табл. 1).

На заводах исследовался состав:

- технологической пыли, поступающей в атмосферу в основном с организованным выбросом предприятия; ее пробы отбирались из газопроводов и очистных установок (циклоны, фильтры и т. п.);
- вентиляционной пыли, поступающей в атмосферу главным образом с неорганизованными выбросами (через местные системы вентиляции, а также окна и двери); ее пробы отбирались из указанных систем вентиляции;
- пыли, осаждающейся в рабочих помещениях; пробы (так называемые пылесметы) отбирались с различных поверхностей – эстакад, столов, подоконников и т. п.

Характеристика электротехнических предприятий

Завод	Некоторые используемые материалы, в том числе химические элементы и (или) их соединения	Выбросы в атмосферу, т/год		Уловленная пыль, т/год
		всего	в т.ч. пыли	
СЭЛЗ	Fe, Cu, Cr, Ni, Mo, W, Hg, Sn, Sb, Cd, Ni, газ, мазут, доломит, песок, цемент, люминофоры, кислоты, растворители, краски, лаки, эмали, канифоль и др.	965,3	68,8	239,6
СИС-ЭВС	Al, Zn, Ni, Sb, Fe, Se, Sr, Pb, Mg, Ba, Co, Mn, Hg, F, Ni, Cu, Mo, Cr, Ag, Zr, P, Ca, K, Na, люминофоры, барит, кислоты, растворители, эмали, песок, доломит, мел, сода, глинозем, известь, крахмал, графит, бензин, канифоль, криолит, краски, лаки и др.	492,1	242	70,2
ВНИИС	Hg, W, Mo, Fe, Pb-Sn-припой, сода, доломит, красители, эмали, кислоты, растворители, люминофоры, бензин, канифоль и др.	–	–	–
СК	Zn, Pb, Sn, Cu, полиэтилен, ПВХ-пластикат, растворители, кислоты, канифоль и др.	3,6	0,07	–

Примечание. Здесь и далее в таблицах прочерк означает, что данные отсутствуют.

Отбор проб пыли (в полиэтиленовые пакеты) осуществлялся стеклянным шпателем (производственная и вентиляционная пыль) и с помощью кисти (пылесметы). На каждом предприятии было отобрано по пять средних (составленных из пяти-семи частных) проб соответствующих видов пыли. Кроме того, в пределах промышленных зон указанных предприятий и в некоторых других районах города отбирались пробы верхнего слоя (0...10 см) почв, по возможности, равномерно по всей территории предприятия (промзоны СИС-ЭВС и СЭЛЗ – по 30 проб, СКЗ – по 15 проб). Участки, в пределах которых производился отбор проб фоновых почв (выборка 50 проб), являющихся одним из основных природных источников поступления пыли в атмосферу, располагались на значительном удалении от города. Отбор проб почв (в полотняные мешочки) осуществлялся пластиковым совком; пробы высушивались на воздухе (в тени), просеивались через капроновое сито с диаметром отверстий 1 мм и квартовались для отбора аналитических навесок.

Во всех пробах было выполнено определение валового содержания широкого круга химических элементов: хром, марганец, кобальт, никель, медь, цинк, молибден, серебро, кадмий, ртуть, свинец – исследовались атомно-абсорбционным методом; стронций – пламенной фотометрией;

бор, титан, ванадий, германий, мышьяк, олово, сурьма, барий, вольфрам, висмут – количественным эмиссионным спектральным методом; скандий, галлий, иттрий, цирконий, ниобий – приближенно-количественным эмиссионным спектральным методом. Компоненты петрохимического состава почв (силикатный анализ) исследовались по стандартным методикам. Подвижные формы меди, кобальта, никеля, цинка, марганца, хрома, серебра, кадмия и свинца из пыли и почв экстрагировались ацетатно-аммонийной вытяжкой (рН=4,2) [1]; распределение металлов в вытяжках осуществлялось атомной абсорбцией. Для оценки интенсивности накопления химических элементов в промышленной пыли и городских почвах использовался коэффициент концентрации K_C (отношение реального содержания элемента к его фоновому уровню в почвах) [2].

Результаты исследований и их обсуждение

Все разновидности промышленной пыли характеризуются высокими содержаниями большинства изученных элементов, многократно превышающими их уровни в природных (фоновых) почвах (табл. 2).

Особенно интенсивно в пыли концентрируются тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, медь, цинк, сурьма, молибден, вольфрам, олово,

Таблица 2

Геохимические ассоциации в промышленной пыли

Завод	Пыль*	Порядок значений K_C химических элементов					
		>300	300...100	100...30	30...10	10...3	3...1,5
СЭЛЗ (69 т)**	1	Sb-Cd	Hg-W	Pb-Sn-Ba-As	Zn-Mo-Cu-Sr	Ge-Mn-Cr-Ag	Co-B-V-Ni
	2	–	–	Pb	Hg	Zn-Cd-Cu	–
	3	Cd	Pb-Cu	Hg	Zn	Mn	–
СИС-ЭВС (242 т)	1	Cu	B-Ag	Pb-Zn	Sb-W-Bi-Cr	Ni-Cd-Mo-Co-Hg-Mn	Ge-V-Sn-Ti
	2	Cu	Ag-Pb	Cr-Zn	Sb-Ba-Mo-Ni	Hg-Cd-Co-W-Sn-Mn	B-V-Ge-Ti-Sr
	3	Pb	–	W	Sb-Bi-Zn	Zn-Hg-B-Cu-Ga-Co-Ag-V	Mo-Sn-Ni-Ti-Cr
ВНИИС	1	–	Cu-Sn-B	Hg	W-Bi-Zn	Mo-Pb-Sb	Cd-Ge-Ag-As-Co
	2	W	Zn	Pb-Ag-Cu-Sn	Ge-Hg-Co-Bi	Cd-B-Cr-Ni-Sb-Mn	V
	3	–	W-Cd	Pb-Zn-Hg-Ni	Co-Cu-Bi-Mo-Sb	Cr-Ag-Nb	Ge-B
СК (0,1 т)	2	Cu-Sn	Pb-Sb-Cd	Zn	Ag-Bi-W	Mo-Hg-Cr-Ni	Ba
	3	–	Cu-W-Pb-Sn	Sb	Bi-Zn-Ag	Mo-Hg-Co	Cr-Ba

Примечание. *1 – технологическая; 2 – вентиляционная; 3 – пылесметы. ** В скобках указан годовой выброс пыли (официальная статистика учитывает выброс только технологической пыли).

