

**Янин Е.П. Пылевые выбросы предприятий как источник поступления ртути в городскую среду // Экология урбанизированных территорий, 2009, № 4, с. 69–72.**

Ртуть поступает в городскую атмосферу в двух основных фазовых состояниях – в парогазовой форме и в составе пылевых выбросов. Ежегодно промышленные предприятия отчитываются за выбросы вредных веществ, выделение которых предусматривается томами ПДВ (предельно допустимых выбросов) или паспортами технологического оборудования, т. е. поставка ртути в атмосферу учитывается только от тех предприятий, где этот металл или его соединения непосредственно применяются в производственных процессах. Как правило, в материалах обязательной природоохранной отчетности фиксируется поставка в атмосферу главным образом паров металлической ртути. Ртуть, присутствующая в составе пылевых выбросов, обычно не рассматривается.

Образование пыли (пылевых выбросов) характерно для разных производственных процессов. В свою очередь, ртуть присутствует (например, в виде нежелательной примеси) в топливе, некоторых материалах, в сырье, а также в различных контрольно-измерительных и светотехнических приборах, широко используемых на многих предприятиях. Это, в конечном счете, не исключает вероятности ее поступления в производственную среду и концентрирования в промышленной пыли, с которой ртуть выбрасывается в атмосферу. В большинстве случаев именно в результате распространения пылевых выбросов в городской среде формируются устойчивые зоны техногенного загрязнения, четко фиксируемые повышенными концентрациями ртути и других металлов в почвах. В организационном отношении опробование промышленной пыли представляет собой достаточно сложную процедуру. Существуют также аналитические трудности, обусловленные спецификой состава подобного материала. Отчасти, видимо, в связи с этим в литературе сведения о содержании ртути в пылевых выбросах единичны. В данной статье приводятся результаты изучения распределения ртути в промышленной пыли и почвах различных предприятий г. Саранска.

В ходе исследований были отобраны пробы: 1) технологической пыли, поступающей в атмосферу преимущественно с организованным выбросом предприятия (пробы пыли отбирались из газоходов и очистных установок); 2) - вентиляционной пыли, поступающей в атмосферу главным образом с неорганизованными выбросами через местные системы вентиляции, окна, двери и т. п. (пробы пыли отбирались из указанных систем вентиляции); 3) - пыли, осаждающейся непосредственно в рабочих помещениях (так называемые «пылесметы») на различных поверхностях (столах, эстакадах, подоконниках и т. п.). Отбор проб пыли (в полиэтиленовые пакеты) осуществлялся стеклянной лопаточкой (производственная и вентиляционная пыль) и с

помощью кисти (пылесметы). На каждом предприятии было отобрано по 5 средних (составленных из 5-7 частных) проб соответствующих разновидностей пыли. Кроме того, в пределах промышленных зон отбирались пробы верхнего слоя (0-10 см) почв (почво-грунтов), по возможности, равномерно по всей территории предприятия. Естественно, что в условиях промышленного города интенсивность накопления ртути в почвах может отражать многолетнюю деятельностью многих источников загрязнения, но, безусловно, наибольший эффект для конкретной промышленной площадки должны оказывать выбросы расположенного здесь производства. Участки, в пределах которых производился отбор фоновых почвенных проб (выборка 50 проб), располагались на значительном удалении от города. Исследование валовых содержаний ртути во всех пробах осуществлялось атомно-абсорбционным методом («метод холодного пара»). Для оценки интенсивности накопления ртути в промышленной пыли и городских почвах использовался коэффициент концентрации  $K_C$  (отношение реального содержания ртути к ее фоновому уровню в почвах).

С точки зрения экологии города наибольший интерес представляют данные о распределении ртути в технологической пыли, являющейся составной частью организованных и, как правило, наибольших по объему выбросов в атмосферу (табл. 1). В общем случае по интенсивности концентрирования ртути в технологической пыли обследованные предприятия можно разделить на три группы. Так, наиболее высокими концентрациями металла, многократно превышающими его фоновый уровень в почвах, закономерно отличается технологическая пыль электролампового завода и НИИПИ источников света, на которых ртуть в существенных количествах используется в технологических процессах (производство и конструирование ртутных ламп). Видимо, для этой группы предприятий все прочие потенциальные источники обогащения пыли ртутью играют подчиненную роль. Вторую группу составляют предприятия (завод специальных источников света, типография, авторемонтный и тепловозо-ремонтный заводы, заводы железобетонных конструкций и крупнопанельного домостроения), характеризующиеся относительно повышенными концентрациями ртути в технологической пыли ( $K_C$  меняется от 2 до 15). Здесь она в незначительных количествах применяется в производстве (например, на заводе специальных источников света), присутствует в используемых материалах (краски, цемент, топливо и др.) и сырье (известняки и др.). Для этой группы предприятий не исключено также поступление в производственную среду ртути из вторичных источников (среди которых важное место занимают вышедшие из строя ртутные лампы и контрольно-измерительные приборы). Для технологической пыли третьей группы предприятий (заводы чугунолитейный, инструментальный, резинотехнических и полупроводниковых изделий) типичны содержания ртути на уровне фоновых концентраций в почвах.

С точки зрения возможного загрязнения производственной среды особый интерес представляют данные о распределении ртути в вентиляционной пыли и особенно в пылесметах (табл. 1), свидетельствующие о стабильном загрязнении рабочих помещений этим токсичным металлом.

Таблица 1. Ртуть в пылевых выбросах предприятий, мг/кг (в скобках  $K_C$ )

Завод, предприятие	Пыль		
	Технологическая	Вентиляционная	Пылесметы
Электроламповый (лампы люминесцентные и накаливания)	12 (200)	2 (33,3)	-
Исследовательский и проектный институт источников света	4 (66,6)	1 (16,6)	2 (33,2)
Специальных источников света и электровакуумного стекла	0,3 (5)	0,5 (8,3)	0,3 (5)
Чугунолитейный	0,03 (<1)	0,3 (5)	0,25 (4,2)
Железобетонных конструкций	0,5 (8,3)	0,55 (9,2)	-
Типография	0,9 (15)	-	-
Тепловозо-ремонтный	0,88 (14,7)	-	-
Авторемонтный	0,3 (5)	-	-
Крупнопанельного домостроения	0,12 (2)	-	-
Резинотехнических изделий	0,07 (1,2)	-	-
Полупроводниковых изделий	0,06 (1)	-	-
Инструментальный	0,04 (< 1)	-	-
Медицинских препаратов	-	0,5 (8,3)	0,2 (3,3)
Кабельный	-	0,4 (6,6)	0,3 (5)
Теплоизоляционных материалов	-	0,22 (3,7)	0,3 (5)
Автотранспортное - 2	-	-	3 (50)
Автотранспортное - 1	-	-	1,3 (21,7)
Автосамосвалов	-	-	0,95 (15,8)
Хладокомбинат	-	-	0,65 (10,8)
Приборостроительный	-	-	0,6 (10)
Механический	-	-	0,39 (6,5)
Кирпичный	-	-	0,06 (1)
Фоновое содержание в почвах		0,06	
ПДК в почвах		2,1	

Примечание: прочерк – данные отсутствуют.

Если высокие концентрации ртути в данных разновидностях пыли, образующихся на электротехнических предприятиях, обусловлены спецификой технологических процессов, то в вентиляционной пыли и особенно в пылесметах других производств ее накопление может быть связано главным образом с поступлением из вторичных источников, например, с выходящими из строя ртутными лампами, контрольно-измерительными и другими приборами и изделиями (автотранспортные предприятия, завод автосамосвалов, приборостроительный завод, хладокомбинат). Повышенные концентрации ртути в вентиляционной пыли и пылесметах завода по производству медицинских препаратов могут быть, отчасти, обусловлены влиянием выбросов электролампового завода, хотя не исключено воздействие местных источников (заводская типография, ртутьсодержащие изделия и пр.).

В почвах промышленных предприятий, отличающихся максимальными концентрациями ртути в технологической пыли, также наблюдаются ее самые высокие содержания (табл. 2). Например, содержания ртути, многократно превышающие уровень ПДК (предельно допустимой концентрации), типичны для почв электролампового завода. Ее концентрации, превышающие ПДК, обнаружены в отдельных пробах, отобранных в пределах промышленных площадок завода специальных источников света, завода по производству медицинских препаратов, центральной котельной (сжигание газа и мазута). Относительно высокие концентрации ртути в почвах производственной территории городских очистных сооружений связаны с эоловым разносом материала отвалов осадков сточных вод, в которых средний уровень ее достигает 4 мг/кг [1]. Почвы промышленных площадок предприятий, явно не использующих в технологических процессах ртуть, характеризуются ее концентрациями обычно лишь в 2-6 раз превышающих фоновый уровень. Это, тем не менее, свидетельствует о поступлении ее в окружающую среду, видимо, преимущественно с неорганизованными пылевыми выбросами, концентрирующими ртуть из вторичных источников (приборов, изделий и др.). Следует отметить, что даже в пределах предприятий, где средние концентрации ртути в почвах находились практически в пределах фоновых уровней, в отдельных точках фиксировались ее повышенные содержания.

Присутствие в производственной среде и в почвах промышленных площадок значимых концентраций ртути обуславливает вероятность переноса ее на обуви и одежде рабочих в жилые помещения. Действительно, в волосах детей, родители которых работают на электроламповом заводе, были отмечены высокие концентрации ртути, тогда как у детей работников многих других организаций они находились в пределах физиологических норм [2]. Не исключено также попадание ртути в конечную продукцию, что особенно актуально для завода по производству медицинских препаратов и хладокомбината. Нужно сказать, что, как правило, все виды пыли

отличаются высокой дисперсностью и явным преобладанием в их составе респираторных фракций, способных активно проникать в организм человека.

Таблица 2. Ртуть в почвах промышленных площадок

Завод, предприятие, производство	мг/кг	$K_c$
Электроламповый (лампы люминесцентные и накаливания)	28,3*	472
Центральная котельная	0,90**	15
Медицинских препаратов	0,89**	14,8
Специальных источников света и электровакуумного стекла	0,84**	14
Городские очистные сооружения	0,63	10,5
Полупроводниковых приборов, силовых преобразователей	0,39	6,5
Чугунолитейный	0,36	6
Консервный	0,29	4,8
Полупроводниковых изделий	0,27	4,5
Типография	0,23	3,8
Автотранспортное-1	0,18	3
Механический	0,16	2,7
Инструментальный	0,15	2,5
Резинотехнических изделий	0,13	2,2
Керамический	0,12	2
Специальных силовых преобразователей, бытовых приборов	0,11	1,8
Точных приборов	0,10	1,7
Кабельный	0,09	1,5
Тепловозо-ремонтный	0,09	1,5
Крупнопанельного домостроения	0,08	1,3
Силовой электроники (преобразователи, регуляторы и пр.)	0,08	1,3
Теплоизоляционных изделий	0,07	1,2
Строительно-транспортное	0,07	1,2
Автосамосвалов	0,07	1,2
Хладокомбинат	0,05	1
Мясокомбинат	0,05	1

Примечание: \*Большинство проб содержит ртуть в концентрациях выше ПДК; \*\* максимальные значения превышают ПДК; объем выборки – от 30 (заводы электроламповый и специальных источников света) до 10 (остальные предприятия); приведены средние значения.

Таким образом, различные виды пыли, образующиеся на многих промышленных предприятиях, характеризуются присутствием высоких концентраций ртути. Наиболее высокие содержания этого токсичного металла типичны для пыли электроламповых производств, где он непосредственно используется в технологических процессах. Концентрирование ртути в промышленной пыли других предприятий обусловлено, видимо, ее поступлением из отработанных контрольно-измерительных приборов, электротехнических и электронных изделий, используемых материалов (краски и т. п.), сырья (цемент, известняки и пр.), топлива (мазут, газ). Производственная среда большинства обследованных предприятий отличается присутствием пыли, обогащенной ртутью. Почвы промышленных зон, являясь депонирующей средой для поллютантов, также отличаются повышенными концентрациями ртути, в отдельных случаях превышающих уровень ПДК. Пыль, уловленная очистными установками и обогащенная ртутью, должна утилизироваться с соблюдением необходимых требований. Правильно организованные учет, контроль и утилизация вышедших из строя ртутьсодержащих изделий и приборов позволят в существенной мере исключить загрязнение производственной среды ртутью. На заводах, отличающихся высокими концентрациями ртути в пылесметах и вентиляционной пыли, необходимо проведение специальных исследований, которые должны послужить основой для принятия решений о выполнении демеркуризационных мероприятий в рабочих цехах и служебных помещениях. Аналогичные исследования, видимо, должны быть выполнены в жилых помещениях, где проживают работники таких предприятий. При разработке предельно допустимых выбросов, обосновании санитарно-гигиенических, природоохранных и демеркуризационных мероприятий, при расчетах рассеяния промышленных выбросов в атмосфере и прогнозах влияния техногенного загрязнения на городскую среду необходимо учитывать присутствие ртути в различных разновидностях пыли.

#### Литература

1. Янин Е.П. Геохимические особенности осадков сточных вод промышленного города (на примере Саранска). - М., 1996.
2. Янин Е.П. Специфический источник поступления ртути в жилые помещения // Ртуть. Комплексная система безопасности. – СПб., 1996.