
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

УДК 504.054:550.4(476)

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

© 2015 г. М. И. Козыренко, Т. И. Кухарчик

*Институт природопользования НАН Беларуси,
ул. Ф. Скорины, 10, Минск, 220114 Беларусь. E-mail: nature@ecology.basnet.by*

Поступила в редакцию 14.07.2014 г.

После исправления 6.10.2014 г.

Проанализированы источники поступления тяжелых металлов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) в почву при производстве лакокрасочных материалов; показана специфика воздействия лакокрасочного производства на окружающую среду. По результатам исследований в зоне действия одного из крупнейших лакокрасочных предприятий Беларуси выявлены высокие уровни накопления в почве свинца, цинка, хрома и ПХБ. Установлено, что в пределах промплощадки формирование первичной педогеохимической аномалии обусловлено рассеянием загрязняющих веществ с сырьевыми материалами и отходами. Показана важная роль поверхностного стока в перераспределении загрязняющих веществ и формировании вторичных аномалий в пределах соподчиненных ландшафтов за пределами промплощадки. Выявлены локальные по площади проявления аномалии у окрашенных домов.

Ключевые слова: *загрязнение почв, лакокрасочное производство, пигменты, тяжелые металлы, полихлорированные бифенилы.*

ВВЕДЕНИЕ

Лакокрасочное производство относится к одной из самых крупнотоннажных подотраслей химической промышленности: мировое производство лакокрасочных материалов в последние годы составляет 25–30 млн. т [11]. К основным видам лакокрасочных материалов относятся краски, эмали, грунтовки и шпатлевки, объединяемые в группу так называемой пигментированной продукции [6]. Характерная особенность лакокрасочного производства – использование широкого спектра сырьевых материалов, в том числе пигментов, сиккативов и других компонентов, содержащих тяжелые металлы, обеспечивающих необходимые защитные, противокоррозионные и декоративные свойства [3, 11]. Кроме того, на протяжении длительного времени при производстве лакокрасочных материалов для улучшения их пластичности и повышения устойчивости к агрессивным средам и внешним факторам воздействия использовался совол пластификаторный (пентахлордифенил).

К настоящему времени имеется достаточно доказательств негативного воздействия свинец-, хром- и кадмийсодержащих лакокрасочных материалов на здоровье человека, в том числе профессиональных рабочих, детей, контактировавших

с краской со старых окрашенных поверхностей либо с почвой, загрязненной кусочками старой краски [18, 22, 23 и др.].

Осознание опасности тяжелых металлов в лакокрасочных материалах привело к тому, что уже в начале XX в. в ряде стран были запрещены некоторые виды пигментов (прежде всего свинцовые белила), и введены ограничения на использование других соединений свинца и хрома при производстве красок для бытовых нужд [18]. Впоследствии в странах Евросоюза, США, Японии и других были приняты нормы на содержание свинца и кадмия в краске [14, 15, 18, 21, 24]. О полном исключении свинца из состава красок в глобальном масштабе принято решение в 2008 г. в Дакаре (Сенегал) на Шестой сессии Межправительственного форума по химической безопасности. Существенно меньше ограничений на использование цинка при производстве красок [1]. В Беларуси и других странах бывшего СССР, несмотря на некоторые регламентирующие меры, краски, содержащие свинец, широко производятся и используются [19, 25].

Использование совола пластификаторного, представляющего собой смесь полихлорированных бифенилов (ПХБ), при производстве лако-

красочных материалов в экономически развитых странах было запрещено еще в середине 1970-х гг. В бывшем СССР его производство было прекращено в начале 1990-х гг., а использование – после израсходования запасов. При производстве лакокрасочных материалов, как и при других производственных процессах, происходит поступление загрязняющих веществ в окружающую среду; опубликованные работы касаются, прежде всего, последствий использования свинецсодержащих красок [16, 17, 20, 26].

В Беларуси первые рекогносцировочные исследования в зоне воздействия лакокрасочных производств были выполнены в 2003–2004 гг. в связи с изучением источников ПХБ, затем – в 2006 г. при обосновании локального мониторинга почв на промышленных предприятиях [2, 5, 9].

Цель настоящего исследования – изучение источников поступления загрязняющих веществ при производстве лакокрасочных материалов, выявление уровней накопления опасных химических веществ в почвах и особенностей распределения с учетом природных и техногенных факторов.

Объекты и методы. Фактическая основа работы – результаты полевых ландшафтно-геохимических исследований и локального мониторинга почв в зоне воздействия лакокрасочного производства, выполненные в период 2008–2012 гг., а также статистические данные, производственно-технологическая информация, справочные, нормативные документы и литературные источники.

Основной объект исследования – предприятие по производству лакокрасочных материалов (ОАО “Лакокраска”), расположенное в г. Лиде Гродненской обл. Для решения отдельных задач использовались также данные предприятий, расположенных в городах Минске, Могилеве и Бресте.

ОАО “Лакокраска” – крупнейший производитель лакокрасочной продукции в Беларуси: в 1980-х гг. данное предприятие обеспечивало 82,5% всей производимой в стране продукции, в настоящее время – примерно 43%. Производство функционирует более 40 лет; в числе прочего здесь производится около 100 марок и расцветок пигментированной продукции. На предприятии с 1965 по 1998 г. использовался совол пластификаторный, общее потребление которого составило около 5 тыс. т [5]. Предприятие расположено на окраине города на площади примерно 85 га. В настоящее время территория промплощадки террасирована, поскольку перепад высот в ее пределах составляет 11 м.

Один из ключевых элементов исследований – изучение сырья и готовой продукции (наряду с выбросами и отходами) как источников поступления тяжелых металлов и ПХБ в окружающую среду. Исследования включали анализ технологических особенностей производства лакокрасочных материалов, номенклатуры и состава используемого сырья, отбор и анализ техногенных субстратов.

В качестве основных методов полевых исследований использованы методы ландшафтно-геохимического профилирования и почвенно-геохимической съемки. Геохимический профиль заложен через промплощадку по направлению к р. Лидея; общая длина профиля – около 1 км. Почвенные шурфы и прикопки закладывались в репрезентативных точках в пределах профиля, а также на других участках, в том числе на промплощадке и в лесном массиве, практически примыкающем к предприятию с северной стороны.

При опробовании поверхностных горизонтов почвы учитывалось местоположение источников поступления загрязняющих веществ, характер использования территории, визуально диагностируемые признаки нарушения почв, состояние растительности и другие факторы. Отбор проб почв осуществлялся с глубин 0–5 и 0–10 см в зависимости от характеристик почвы (наличия и мощности насыпного грунта, микрорельефа); отбирались смешанные пробы. Для химико-аналитических определений отбирались также пробы наилка по ручейковому стоку с промплощадки и осадка из дождевого коллектора на различном удалении от источника загрязнения, служащие индикатором выноса загрязняющих веществ.

Для изучения особенностей поступления и накопления тяжелых металлов при использовании лакокрасочных материалов выполнены исследования в районах индивидуальной застройки с типичными для г. Лиды деревянными окрашенными домами. Отбор проб почв производился в пределах относительно ненарушенных задернованных участков у окрашенных поверхностей; для сравнения отбирались пробы с огородов; глубина отбора проб составила 0–2 (0–5) см и 0–10 см соответственно. Кроме того, были отобраны и проанализированы образцы краски со старых окрашенных поверхностей (стен домов).

Всего на территории и в зоне воздействия лакокрасочного производства в г. Лиде отобрано и проанализировано 188 проб почв на тяжелые металлы, 119 проб почв на ПХБ; кроме того, отобрано и проанализировано 27 проб техногенных

субстратов. Изучено 15 профилей естественных и техногенно-измененных почв [4].

Содержание тяжелых металлов определялось с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра, 7 изомеров ПХБ (ПХБ 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180) – методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием в соответствии с СТБ ИСО 6468–2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Источники поступления загрязняющих веществ. Один из источников поступления загрязняющих веществ в почву при производстве лакокрасочных материалов – сырьевые материалы на основе тяжелых металлов. Это преимущественно пигменты и сиккативы (ранее, как уже отмечалось, использовался совол пластификаторный на основе ПХБ). В составе пигментов доля тяжелого металла может достигать 50–96% от массы, сиккативов – около 10–30%. Среди наиболее известных и широко используемых пигментов следует отметить сурик свинцовый, кроны свинцовые и цинковые, белила цинковые, фосфат цинка, хромат цинка и др. Общий перечень наименований сырьевых материалов, содержащих тяжелые металлы, насчитывает несколько десятков, при этом в названии не всегда отражается их состав (например, Neucotron и Sicomin, содержащие свинец, хром, молибден).

На предприятии в г. Лиде ежегодные объемы использования пигментов и сиккативов на основе тяжелых металлов составляют сотни тонн, при этом доминируют материалы, содержащие цинк (их доля варьирует от 39 до 53% от общего их потребления в год) и свинец (31–42%). Удельный расход пигментов на основе тяжелых металлов оценивается примерно в 25 кг/т продукции. Обращение с сыпучими материалами, к которым относятся пигменты, сопровождается их рассеянием при транспортировке, загрузке в смесители, перемещении пустой тары, а также при аварийных ситуациях, что является предпосылкой их прямого поступления в почвы.

Опасность для окружающей среды представляют также отходы лакокрасочного производства, содержащие либо остатки сырьевых материалов (бумажные мешки из-под сырья, отходы от прессы), либо лакокрасочной продукции (отходы эмалей и красок при зачистке оборудования; ветошь, загрязненную лакокрасочными материалами; старые лаки и краски и др.). Большая часть таких отходов, находящихся в твердом и пастообразном состоянии, сжигается и тяжелые металлы, содержащиеся в отходах, переходят в остаточную золу. Результаты химико-аналитических исследований показали, что в остаточной золе содержание цинка изменяется от 27.9 до 39.5 г/кг (составляя в среднем 33.7 г/кг), свинца – от 6.5 до 8.0 г/кг (среднее – 7.3), хрома – от 2.2 до 3.5 г/кг (2.8) (табл. 1).

При ежегодных объемах сжигания отходов 300–390 т образуется 117–130 т золы, которая до

Таблица 1. Среднее содержание тяжелых металлов в техногенных субстратах и продукции лакокрасочного производства, мг/кг

Наименование субстрата (количество проб)	Zn	Pb	Cd	Cr
Промплощадка				
Остаточная зола от сжигания отходов (3)	33 711	7312	3.3	2820
Шлам от установки пылегазоочистки (1)	1308	118	н.о.*	253
Осадок сточных вод (2)	480	429	1.6	123
Смет с тротуаров (4)	1086	476	1.2	159
Наилот у решетки дождевой канализации (1)	1137.8	278.9	1.4	213.3
Прилегающие территории				
Краска со старых окрашенных поверхностей (2)	30 287	5793	4.9	9488
Наилот у выхода дождевого коллектора с промплощадки (1)	441.7	105.5	0.95	60
Наилот в ложбине стока (30–140 м от промплощадки) (4)	323.1	250.1	0.97	53.6

* Здесь и далее: не обнаружено.

Таблица 2. Статистические параметры содержания тяжелых металлов и ПХБ в почвах (0–10 см) промплощадки (ОАО “Лакокраска”), мг/кг

Параметр	Pb	Zn	Cr	Cd	Cu	ПХБ
Количество проб	50	50	50	50	8	53
Среднее	177.6	354.9	73.2	0.51	9.4	7.9
Медиана	87.8	147.1	52.3	0.61	8.5	2.3
Минимум	21.0	47.1	16.0	н.о.	6.2	0.1
Максимум	972.9	2360.5	503.5	1.63	13.8	61.2
Стандартное отклонение	198.7	62.8	75.9	0.44	1.0	12.9
Фоновое содержание [8, 10], данные авторов	12	35	15	0.1	3.6	0.02

захоронения на полигоне хранится на территории предприятия. О рассеянии тяжелых металлов на промплощадке свидетельствуют данные опробования смета с тротуаров. Наиболее высокие уровни зафиксированы в смете, отобранном вблизи станции сжигания. Высокие концентрации тяжелых металлов характерны также для других техногенных субстратов: осадка сточных вод, уловленного шлама пылегазоочистки (табл. 1).

С учетом объемов образования остаточной золы и осадка сточных вод установлено, что ежегодно из технологического цикла “теряется” примерно 6 т тяжелых металлов, из которых почти 90% поступают в остаточную золу и около 10% – в осадок сточных вод. Всего доля потерь тяжелых металлов составляет около 3% от объема их использования в составе пигментированных материалов. Для сравнения отметим, что ежегодно в атмосферный воздух с выбросами поступает несколько десятков килограммов цинка, свинца и других металлов.

Специфика лакокрасочного производства заключается в том, что тяжелые металлы (а ранее и ПХБ) поступают в готовую продукцию, которая в свою очередь становится источником загрязнения окружающей среды. Экстремально высокие концентрации тяжелых металлов зафиксированы в пробах краски, отобранных со старых окрашенных поверхностей в г. Лиде. Среднее содержание цинка в старой краске составляет 30.3 г/кг, свинца – 5.8, хрома – 9.5 г/кг. Следует отметить, что содержание тяжелых металлов в старых красках оказалось близким их содержанию в остаточной золе, которую можно рассматривать как субстрат, отражающий интегральное (усредненное) содержание тяжелых металлов в производимой продукции. Полученные авторами данные для старых красок сопоставимы с результатами международных исследований [15, 19].

В старых красках существует вероятность наличия ПХБ. Так, в Норвегии концентрация 7 изомеров ПХБ в пробах достигала 0.69 мг/кг [7].

Уровни накопления тяжелых металлов и ПХБ в почве в зоне воздействия лакокрасочного предприятия. Выполненные исследования показали, что в пределах промплощадки свинец, цинк, хром и соединения ПХБ обнаруживаются в 100% почвенных проб; кадмий – в 65% проб. Диапазон концентраций свинца в почвах (0–10 см) составил 21–973 мг/кг при среднем значении 178 мг/кг, цинка – 47–2361 (355), хрома – 16–504 (73.2), кадмия – н.о.–1.6 (0.5), меди – 6.2–13.8 (9.4), суммы 7 изомеров ПХБ – 0.1–61.2 мг/кг (среднее – 7.9 мг/кг) (табл. 2). Средние значения коэффициентов аномальности для почв промплощадки составили для: свинца – 15, цинка – 10, хрома – 5, кадмия – 5, суммы 7 изомеров ПХБ – 395.

На большинстве опробованных участков содержание тяжелых металлов и ПХБ в почвах выше допустимых уровней (ПДК/ОДК). Для свинца превышение зафиксировано в 80% отобранных проб, для цинка – 96, хрома – 18, кадмия – 58, ПХБ – в 100% проб. Кроме того, для свинца и цинка превышены предельные значения, принятые в ряде европейских стран [13], при которых необходимо принятие мер по очистке территории (соответственно в 5 и 10 % проб).

Пространственное распределение тяжелых металлов и ПХБ в почвах промплощадки характеризуется мозаичностью и высокой контрастностью значений, различия в содержании свинца и цинка в почвах газонов, удаленных друг от друга на 20–50 м, могут достигать 5–10 раз. Такое распределение может определяться, помимо интенсивности поступления загрязнителей, подсыпкой или заменой грунтов на газонах при строительных и ремонтных работах. В целом почвенный покров на промплощадке сильно нарушен: большая часть

Таблица 3. Изменение содержания тяжелых металлов и ПХБ (суммы 7 изомеров) в почве (0–10 см) по геохимическому профилю, заложенному в направлении поверхностного стока через промплощадку, мг/кг

Место отбора	Элементарный ландшафт	Расстояние, м	Pb	Zn	Cd	Cr	ПХБ
Вне промплощадки выше по уклону Промплощадка	элювиальный	0 (начало профиля)	7.8	23.7	0.2	2.8	0.03
	элювиальный	240	47.5	104.2	н.о.	27.4	0.9
	элювиальный	440	371.3	520.5	н.о.	158.0	61.2
	элювиальный	560	311.1	774.0	0.83	83.8	40.3
	элювиальный	720	300.0	100.0	н.о.	69.8	4.0
Вне промплощадки ниже по уклону	трансэлювиальный	800	57.4	100.0	н.о.	36.8	1.6
	трансэлювиальный	900	31.3	48.7	0.5	28.3	0.4
	трансэлювиальный	1070	35.2	75.3	1.33	38.9	0.6
	элювиально- аккумулятивный	1200	136.3	936.9	1.8	не опр.	0.7
	трансэлювиальный	1380	24.6	52.7	н.о.	26.3	0.2
	супераквальный	1580	53.4	53.5	0.9	1.28	0.8
ПДК ¹ для рекреационной/производственной зон или ОДК ²			40/32	55	0.5	100	0.02

Примечание. ¹ Предельно допустимая концентрация.

² Ориентировочно допустимая концентрация.

промплощадки (около 80%) занята зданиями либо перекрыта асфальтом и бетоном, а сохранившиеся открытые участки фрагментарны и представлены техногенно-измененными почвами, развивающимися на насыпных и перемешанных почвогрунтах с примесью строительных отходов.

Наиболее высокие уровни содержания тяжелых металлов выявлены в почвах близ производственных цехов, где используются сырье и материалы, содержащие тяжелые металлы, у складских помещений, станции сжигания отходов и бытовых корпусов. Что касается ПХБ, то максимальные их значения также зафиксированы в почве вблизи мест непосредственного использования совола пластификаторного (в частности, близ цеха по производству эмалей), а также у тарного цеха и складов готовой продукции. Если в отношении тяжелых металлов источники их поступления достаточно четко идентифицируются и сейчас, то в отношении ПХБ загрязнение почв носит реликтовый характер. Источник загрязнения почв ПХБ – совол, идентифицируется по преобладанию высокохлорированных соединений.

В отличие от промплощадки, где загрязнение почв обусловлено техногенными факторами, на сопредельных территориях важную роль в накоплении и перераспределении загрязняющих веществ играют природные условия. В табл. 3 систематизированы данные о содержании тяжелых металлов и ПХБ в пробах почвы, отобранных по геохимическому профилю.

Благодаря значительному уклону местности формируется поверхностный сток, с которым осуществляется вынос загрязняющих веществ с промплощадки и их аккумуляция в соподчиненных ландшафтах. Высокие концентрации тяжелых металлов в пределах элювиально-аккумулятивного ландшафта, сравнимые с концентрациями загрязняющих веществ на промплощадке, на достаточном удалении от источника загрязнения (до 500 м) свидетельствуют об образовании вторичной геохимической аномалии за счет перераспределения загрязняющих веществ. Подтверждают важную роль поверхностного стока в перераспределении тяжелых металлов также данные опробования наилки и грунта из дождевого коллектора, принимающего в том числе ливневой сток с промплощадки. Содержание тяжелых металлов (в мг/кг) в наилке (свинца – до 295, цинка – до 340, хрома – до 42, кадмия – до 1) коррелирует с уровнями загрязнения почв на промплощадке и практически не изменяется на расстоянии 30–180 м от предприятия.

Анализ изменения содержания тяжелых металлов в почве с удалением от источников свидетельствует о достаточно резком их снижении при условии, что территория находится вне зоны влияния поверхностного стока. Даже в непосредственной близости от предприятия в почвах элювиальных ландшафтов с более высокими отметками поверхности, чем на промплощадке, уровни содержания свинца, цинка и хрома в почвах близки к фоновым значениям.

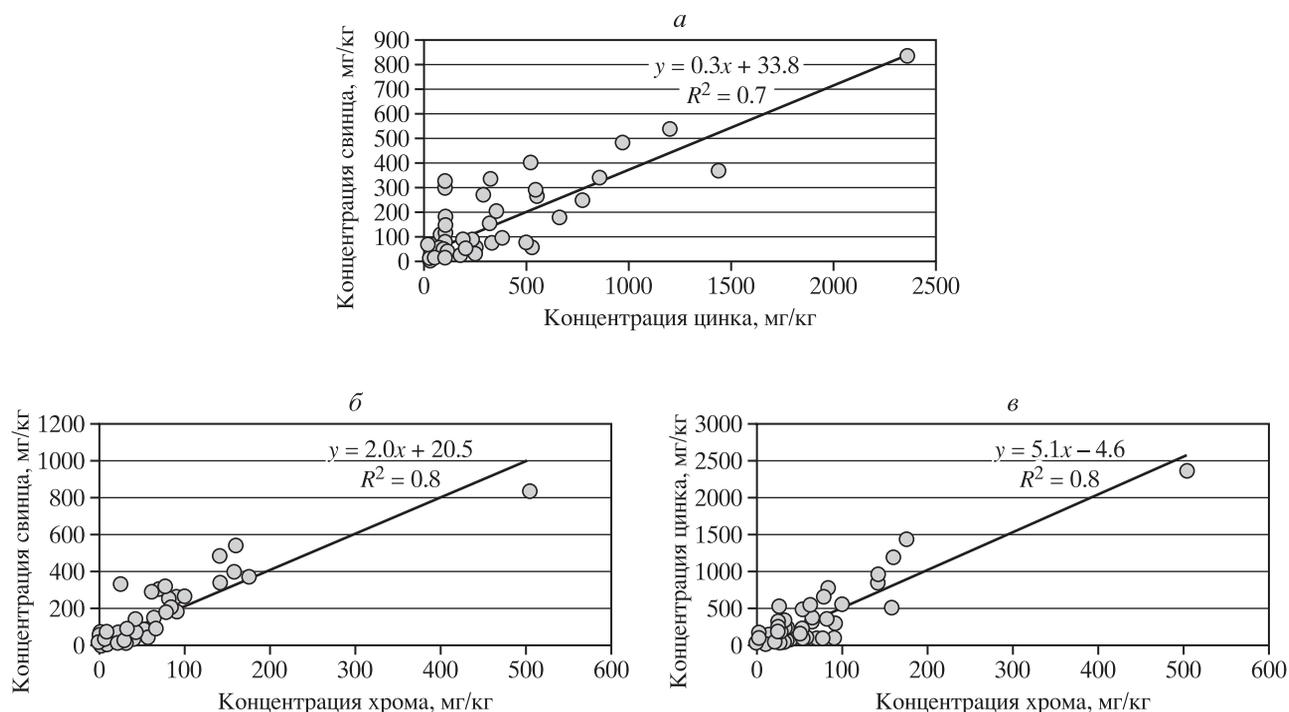


Рис. 1. Связь между содержанием цинка и свинца (а), свинца и хрома (б), цинка и хрома (в) в поверхностном горизонте почв в зоне воздействия ОАО “Лакокраска”.

В отношении ПХБ четко выделяется одна интенсивная аномалия, приуроченная к промплощадке, хотя и за ее пределами также зафиксированы повышенные уровни. Установлено, что на расстоянии более 500 м от источника в направлении поверхностного стока содержание ПХБ в почве составляет 0.5–0.7 мг/кг. Аналогичные уровни характерны для отложений, отобранных в дождевом коллекторе, – сумма 7 изомеров ПХБ составила 0.6–0.7 мг/кг. Как и на промплощадке в составе ПХБ доминируют пента- и гексахлорбифенилы.

Статистическая обработка полученных данных показала, что существует статистически значимая линейная связь между содержанием в поверхностном горизонте почв следующих пар элементов: свинец – цинк, свинец – хром и цинк – хром. Коэффициент корреляции (R^2) для первой пары элементов составляет 0.7, для двух других – 0.8 (рис. 1). Это свидетельствует о едином источнике поступления указанных тяжелых металлов в почву. Как было показано выше, различные техногенные субстраты лакокрасочного производства содержат их в высоких концентрациях, что является результатом применения в производственном процессе пигментов на основе тяжелых металлов. Выявленные зависимости позволяют считать свинец, цинк и хром индикаторами загрязнения почв в зоне воздействия лакокрасочного производства.

Результаты изучения радиального распределения загрязняющих веществ в почве в зоне воздействия лакокрасочного производства указывают на существенные различия между дерново-подзолистыми почвами ненарушенных территорий и техногенно-измененными почвами (табл. 4). Например, на промплощадке и за ее пределами в ложбине стока примерно в 50% случаев содержание свинца и цинка остается практически без изменений на глубине 60–80 см. Даже при снижении их содержания по почвенному профилю, значения, как правило, остаются в несколько раз выше, чем в ненарушенных почвах. В ряде случаев выявляются так называемые “скрытые” аномалии, когда содержание загрязняющих веществ на глубине выше, чем в поверхностных горизонтах. Это означает, что весьма вероятный источник поступления загрязняющих веществ в нижележащие горизонты – погребенные техногенные грунты, содержащие в больших количествах строительный мусор, местами – остатки краски.

Полученные данные согласуются с результатами исследований В.С. Хомича с соавторами [12], в которых показано, что на урбанизированных территориях радиальное распределение тяжелых металлов в значительной степени обусловлено накоплением техногенных отложений.

Таблица 4. Радиальное распределение свинца и цинка в почвах зоны воздействия лакокрасочного производства и фоновой ненарушенной территории, мг/кг

Глубина отбора проб, см	Техногенно-измененные почвы промплощадки и зоны воздействия		Дерново-подзолистые почвы ненарушенных территорий	
	Pb	Zn	Pb	Zn
0–10	19.5–833.3	33.6–2360.5	7.8–38.5 ¹	16.7–46.4
10–20	41.1–63.6	97.9–112.9	не опр. ²	не опр.
20–40	13.8–811.7	19.4–706.0	6.0–6.5	12.2–16.4
40–60	8.4–398.1	18.7–1384.6	не опр.	не опр.
60–80	8.8–24.6	13.1–200.0	5.6	14.6
80 и ниже	6.8–21.7	12.0–46.4	6.2–6.5	9.1–10.3

Примечание. ¹ Пределы содержания, мг/кг.

² Здесь и далее: не определялось.

Накопление тяжелых металлов и ПХБ в почвах в местах использования лакокрасочных материалов. Исследования почв в районах индивидуальной застройки позволили выявить особенности накопления тяжелых металлов в местах использования лакокрасочной продукции. Так, в почвах близ окрашенных поверхностей установлены более высокие по сравнению с почвами огородов уровни содержания тяжелых металлов (рис. 2). Содержание в почве у окрашенных поверхностей составляет в среднем (мг/кг): свинца – 159.6, цинка – 494, хрома – 39.4, кадмия – 1.4. В то же время в почве огородов средняя концентрация находится на уровне (мг/кг): свинца – 34.6, цинка – 146.1, хрома – 16.4, кадмия – 0.9. Максимальные различия в содержании свинца у окра-

шенной стены и на огороде в пределах одного и того же участка достигают по свинцу – 22, цинку – 9, хрому – 3, кадмию – 11 раз.

Проведенный статистический анализ данных показал, что между распределением свинца и цинка в почвах участков у окрашенных поверхностей и огородов существуют статистически значимые различия, что указывает на существование специфического источника загрязнения почв на локальных участках – старых красок, содержащих тяжелые металлы. Более того, на участках, прилегающих к окрашенным постройкам, обнаруживается статистически значимая линейная связь между содержанием свинца и хрома, что в свою очередь свидетельствует о поступлении

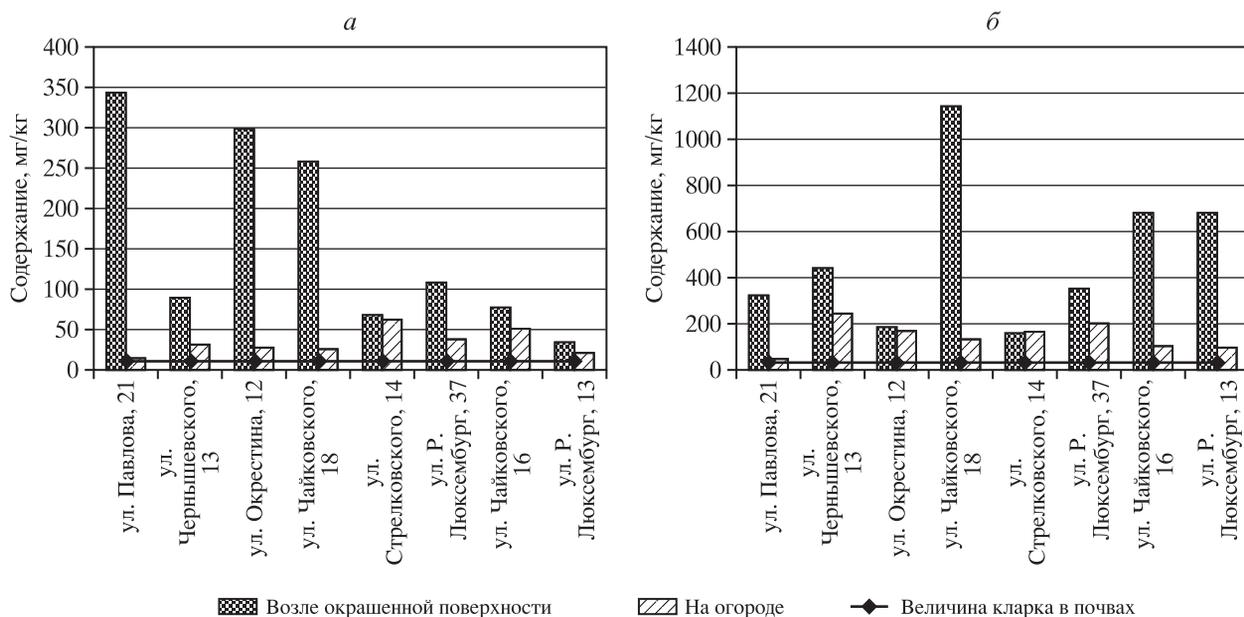


Рис. 2. Содержание свинца (а) и цинка (б) в поверхностном горизонте почв возле окрашенных поверхностей и на огородах в районах индивидуальной застройки в г. Лиде.

данных элементов в почву именно с окрашенных поверхностей.

ПХБ на территории индивидуальной застройки обнаружены в 82% проб почв (медиана – 30.1 мкг/кг), что также может быть обусловлено использованием краски.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования показали, что приоритетные загрязняющие вещества в зоне воздействия лакокрасочного производства – свинец, цинк, хром и ПХБ.

Результаты исследований позволили выделить педогеохимические аномалии, формирующиеся в зоне воздействия лакокрасочного производства и в местах использования лакокрасочных материалов. При этом в зоне воздействия лакокрасочного производства в зависимости от совокупности техногенных и природных условий возможно формирование двух типов аномалий: *первичной* – высококонтрастной, практически совпадающей с площадью промплощадки, обусловленной рассеянием загрязняющих веществ с сырьевыми материалами и отходами; *вторичной* – среднеконтрастной, приуроченной к соподчиненным элементарным ландшафтам за пределами промплощадки и обусловленной перераспределением загрязняющих веществ с поверхностным стоком. Локальные по площади проявления аномалии формируются у окрашенных поверхностей, однако можно предположить, что количество таких аномалий определяется масштабами применения красок в строительстве и для бытовых нужд, доступностью красок местному населению, как в случае г. Лиды, где расположено предприятие.

Как известно, в отличие от атмосферного воздуха и природных вод, почвы обладают низкой способностью к самоочищению. Накопившиеся загрязняющие вещества остаются в почве длительное время. Очистка почвы требует проведения весьма дорогостоящих мероприятий, поэтому снижение либо прекращение поступления загрязняющих веществ в почвы – одно из приоритетных направлений действий в системе охраны почв в целом и управления загрязненными территориями в частности. Для лакокрасочного производства наиболее актуально создание (улучшение) системы обращения с пигментами и другими сырьевыми материалами, содержащими тяжелые металлы, а также с отходами производства, исключаящими их потери и рассеяние в окружающей среде. С целью снижения химической нагрузки на соподчиненные ландшафты

за пределами промплощадки и водохранилища рекомендовано организовать сбор поверхностного стока с промплощадки и его очистку на локальных очистных сооружениях. Выявленные высокие уровни загрязнения почв свидетельствуют о важности изучения таких источников воздействия и необходимости развития исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андруцкая О.М. В фокусе конференции – сырье для производства ЛКМ // Лакокрасочные материалы и их применение. 2012. № 4. С. 30–36.
2. Городская среда: геоэкологические аспекты: монография. Минск: Беларуская навука, 2013. 301 с.
3. Индейкин Е.А., Лейбзон Л.Н., Толмачев И.А. Пигментирование лакокрасочных материалов. Л.: Химия, 1986. 160 с.
4. Козыренко М.И., Кухарчик Т.И. Трансформация почв в зоне воздействия промышленного предприятия (на примере лакокрасочного производства) // Природопользование. 2012. Вып. 21. С. 115–123.
5. Кухарчик Т.И. Полихлорированные бифенилы в Беларуси. Минск: Минсктиппроект, 2006. 264 с.
6. Лившиц М.Л., Пишялковский Б.И. Лакокрасочные материалы: справочное пособие. М.: Химия, 1982. 360 с.
7. О работах по регистрации возможных местных источников загрязнения ПХБ на Медвежьем острове, острове Надежды и в районе научно-исследовательской станции Хорнсунд // Ola A. Eggen og Rolf Tore Ottesen / Norges geologiske undersøkelse. 2008. http://www.ngu.no/upload/Publikasjoner/Rapporter/2008/2008_083_rus.pdf (15.06.2013).
8. Петухова Н.Н., Кузнецов В.А. Геохимическое состояние почвенного покрова Беларуси // Природные ресурсы. 1999. № 4. С. 40–49.
9. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2008 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. Минск: Минсктиппроект, 2009. 406 с.
10. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2011 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. Минск: Минсктиппроект, 2012. 363 с.
11. Фомин Г.С. Лакокрасочные материалы и покрытия. Энциклопедия международных стандартов. М.: Протектор, 2008. 752 с.
12. Экогеохимия городских ландшафтов Беларуси. Минск: Минсктиппроект, 2004. 260 с.
13. Carlon C., D'Alessandro M., Swartjes F. Derivation methods of soil screening values in Europe. European Commission, Joint Research Centre, Ispra. 2007. eu-soils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eusoils_docs/other/EUR22805.pdf (17.09.2012).

14. Developing common core criteria for paints. Final Report submitted to Global Eco-labeling Network. Bangkok: Thailand Environment Institute, 2003. 17 p.
15. Double standard. Investigating lead (Pb) content in leading enamel paint brands in South Asia. New Delhi: Toxics Link, 2011. 36 p.
16. Guides to pollution prevention: the paint manufacturing industry. U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati. Ohio, 1990. 8 p.
17. *Howden S., Schneider C., Grosser Z.* The analysis of soil, paint, and house dust // Atomic Spectroscopy. 1996. 17(4). P. 171–175.
18. *Johnson S., Saikia N., Sahu R.* Lead in paints. Pollution Monitoring Laboratory of CSE, 2009. 31 p.
19. Lead in new decorative paints: report. Toxics Link, IPEN. 2009. http://www.ipen.org/ipenweb/documents/work%20documents/_global_paintstudy.pdf. (10.05.2012).
20. *Marcus J., McBratney A.B.* A review of the contamination of soil with lead. Origin, Occurrence and Chemical Form of Soil Lead // Progress in Environmental Science. 2000. P. 291–318.
21. New cadmium restrictions under REACH. http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/connect/4df96600484b05689505f737223d7921/Bulletin_11B-126.pdf (02.12.2013).
22. Requirements for notification, evaluation and reduction of lead-based paint hazards in federally owned residential property and housing receiving federal assistance; Final Rule, 24 CFR, part 35. Department of Housing and Urban Development, 1999. 97 p.
23. *Staes C., Rinehart R.* Does residential lead-based paint hazard control work? A Review of the Scientific Evidence. The National Center for Lead-Safe Housing, 1995. 78 p.
24. Swan-labelled chemical building products. Background to ecolabelling to criteria document, version 1. Nordic Ecolabelling, 2008. 25 p.
25. The need for international action to phase out lead in lead-based paints by implementing paragraph 57 of the World Summit on Sustainable Development Plan of Implementation // Intergovernmental Forum on Chemical Safety Global Partnerships for Chemical Safety Contributing to the 2020 Goal. 2008. http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/ipen_leadpaint_ifcs.pdf (16.07.2012).
26. *Xintaras C.* Analysis paper: Impact of lead-contaminated soil on public health. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Atlanta, Georgia, 1992. 95 p.

SOIL POLLUTION BY PAINT AND VARNISH PRODUCTION

M. I. Kazyrenka, T. I. Kukcharchyk

*Institute for Nature Management, National Academy of Sciences of Belarus
ul. Skoriny 10, Minsk, 220114 Belarus.
E-mail: nature@ecology.basnet.by*

Sources of heavy metals and polychlorinated biphenyls (PCBs) discharges to soil from paint and varnish production are analyzed; and the specific impact of paint and varnish production on environment is shown. Field investigations revealed high levels of lead, zinc, chromium and PCBs accumulation in soil in the impact zone of one of the biggest enterprises in Belarus. The formation of primary pedogeochemical anomaly within the enterprise area is proved to be caused by the pollutant spreading with raw materials and wastes. The surface runoff is shown to play an important role in the redistribution of pollutants in soil and the formation of secondary anomalies in landscapes outside the enterprise area. Local anomalies with high level of heavy metals in soil are revealed near painted houses.

Keywords: *soil pollution, paint and varnish production, pigments, heavy metals, polychlorinated biphenyls.*