ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

DOI 10.15593/2409-5125/2017.04.09

УДК: 631.4: 502.65

В.Г. Петров, Я.А. Балицкий, Д.А. Ханнанов, М.А. Шумилова

Институт механики УрО РАН

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ИСПОЛЬЗОВАННЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ИСТОЧНИКАМИ ТОКА

Представлены результаты исследования подвижности соединений цинка и марганца из использованных химических источников тока (ХИТ) при загрязнении ими поверхностного слоя некоторых типов почв, характерных для региона Удмуртии. Подвижность загрязняющих веществ в почве исследовалась на специальном стенде, моделирующем воздействие атмосферных осадков в виде дождя. Загрязнение почвы проводили марганцево-цинковыми ХИТ с щелочным электролитом и угольно-цинковыми ХИТ. Было установлено, что загрязнение локализуется в месте попадания в почву, при этом значение ПДК элемента для почвы превышает более, чем в 100 раз для цинка и почти в 4 раза для марганца. Фильтраты атмосферных осадков, прошедшие через загрязненный почвенный слой, превышают значение ПДК в воде для водных источников рыбохозяйственного назначения в 3 раза по цинку и в 8 раз по марганцу. Таким образом, использованная батарейка, находясь в окружающей среде, является опасным загрязнителем, поэтому требуется принятие мер по сбору и утилизации использованных ХИТ, чтобы исключить попадание данного вида отходов в бытовой мусор.

Ключевые слова: загрязнение почвы, использованные химические источники тока, подвижность в почве цинка и марганца.

Целью настоящего исследования является оценка экологической опасности такого вида отходов, как использованные химические источники тока (ХИТ), с применением нового метода исследования поведения загрязняющих веществ (ЗВ) в почвах [1, 2]. Актуальность работы связана с тем, что эти отходы в настоящее время в РФ практически не утилизируются и попадают на полигоны ТКО вместе с бытовым мусором, загрязняя в том числе почву и фильтраты атмосферных осадков [3, 4].

Исследование загрязнения почвы использованными химическими источниками тока / В.Г. Петров, Я.А. Балицкий, Д.А. Ханнанов, М.А. Шумилова // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 4. – С. 115–123. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.09

Petrov V., Balitsky Y., Khannanov D., Shumilova M. Study of soil contamination by used chemical sources of current. PNRPU. Applied ecology. Urban development. 2017. No. 4. Pp. 115-123. DOI: 10.15593/2409-5125/2017.04.09

Для оценки воздействия на окружающую среду были определены параметры подвижности в загрязненном почвенном слое для использованных ХИТ. Работа проводилась с компонентами марганцево-цинковых ХИТ с щелочным электролитом (щелочные ХИТ), угольно-цинковых (солевые ХИТ), которые в качестве отхода могут быть отнесены ко 2-му классу опасности [5–8]. Характеристика ХИТ по данным [5] приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика исследованных ХИТ

Тип батарейки	Основные компоненты состава	Содержание компонента, %
Марганцево-цинковые ХИТ с щелочным электролитом (щелочные ХИТ)	MnO ₂	37
	Fe	23
	Zn	16
	H ₂ O	9
	KOH	5
	C	4
	Латунь	2
	Прочие	4
Угольно-цинковые ХИТ (солевые ХИТ)	MnO ₂	27
	Zn	23
	H ₂ O	18
	C	10
	ZnCl/NH ₄ Cl	5
	Fe	4
	Прочие	13

Исследование подвижности солей цинка и оксида марганца как ЗВ проводили на лабораторном стенде, моделирующем воздействие атмосферных осадков в виде дождя, на загрязненный слой почвы [9, 10]. Стенд представляет собой конструкцию из нескольких колонок и дозирующего устройства, вид которого приведен на рис. 1. В колонки помещаются образцы почвы и проводится их загрязнение исследуемым видом ЗВ, далее из дозирующего устройства через загрязненный образец пропускается дистиллированная вода. В нижней части колонки устанавливается фильтрующее устройство, с помощью которого отбираются фракции воды, прошедшей через загрязненный образец. Стенд моделирует воздействие атмосферных осадков в виде дождя на верхнюю загрязненную часть почвы. Фиксируется скорость фильтрации, а также объем пропущенной воды через загрязненный образец. В отобранных фракциях фильтрата определяется содержание ЗВ. С помощью теории гетерогенных процессов, зная зависимость степени выделения ЗВ от объема пропущенной воды, можно

определить параметры подвижности ЗВ в почве, такие как наблюдаемая константа скорости выделения и период полувыведения [11].

Из табл. 1 видно, что при попадании в почву использованных батареек основными загрязняющими веществами являются соединения марганца и цинка [12]. Поскольку ПДК цинка в почве существенно меньше ПДК марганца, согласно ГН 2.1.7.2041–06, то основное внимание следует уделить соединениям цинка при попадании в окружающую среду такого типа ХИТ.

Подвижность в почве оксида марганца была оценена на основании предыдущих исследований [13, 14]. Концентрацию ионов цинка и марганца во фракциях фильтрата из загрязненного почвенного слоя определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu-AA7000, относительное значение стандартного отклонения не превышает 6,0 %. Величину рН почвенных вытяжек определяли на иономере И-160 с дискретностью 0,001 единицы рН, погрешность измерения составляет менее 3 %. Исследование подвижности ионов цинка в почве проводили на двух типах почвы, характерных для региона: дерново-сильнопodzолой и серой лесной оподзоленной.

Загрязнение почвы цинком осуществляли с помощью вскрытых солевой и щелочной ХИТ, при этом суммарное загрязнение элементом составляло 2,99 и 3,68 г/кг соответственно. Через загрязненную почву, помещенную в колонку, фильтровали дистиллированную воду со скоростью $2,5\text{--}2,8 \cdot 10^{-2}$ мл/с. Возможности стенда позволяли одновременное изучение подвижности ЗВ в почвах в трех колонках, поэтому загрязнение щелочными ХИТ проводили только для одного вида почвы. К тому же, общие особенности поведения ионов цинка в региональных почвах нам были известны ранее [15, 16], вследствие этого полученные данные являлись дополнением к известным сведениям и касались конкретного вида отходов – использованных ХИТ.

Результаты исследования подвижности ионов цинка в почве при ее загрязнении использованными ХИТ приведены в табл. 2 и на рис. 2. Как отмечалось выше, особенности поведения в почвах оксида марганца были

Рис. 1. Лабораторный стенд для испытаний загрязненных почв и грунтов: 1 – емкость с дистиллированной водой; 2 – дозирующее устройство; 3 – колонки с почвенными образцами; 4 – мерные колбы для сбора фильтрата

изучены нами ранее [13, 14], где определены параметры подвижности, которые использованы в настоящей работе. Поскольку исследования проводили для речного песка, то приведенные результаты параметров подвижности можно считать завышенными для других видов почвы.

Таблица 2

Подвижность соединений цинка в почве при загрязнении ее
использованными ХИТ

№ п/п	Объем фильтрата, мл	Концентрация Zn^{2+} в фильтрате, мг/л	pH фильтрата	Масса Zn^{2+} в фильтрате, мг	Степень выделения, %
<i>Солевая ХИТ, тип почвы: серая лесная оподзоленная</i>					
1	500	0,0216		$1,08 \cdot 10^{-2}$	$3,612 \cdot 10^{-6}$
2	1000	0,0136	7,924	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$5,886 \cdot 10^{-6}$
3	1500	0,0152		$7,6 \cdot 10^{-3}$	$8,428 \cdot 10^{-6}$
4	2000	0,0144	7,348	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$1,084 \cdot 10^{-5}$
5	2500	0,0138		$6,9 \cdot 10^{-3}$	$1,314 \cdot 10^{-5}$
6	3000	0,0205	7,443	$1,03 \cdot 10^{-2}$	$1,659 \cdot 10^{-5}$
<i>Солевая ХИТ, тип почвы: дерново-сильноподзолистая</i>					
1	500	0,0258		$1,29 \cdot 10^{-2}$	$4,314 \cdot 10^{-6}$
2	1000	0,0303	7,996	$1,52 \cdot 10^{-2}$	$9,398 \cdot 10^{-6}$
3	1500	0,0199		$1,00 \cdot 10^{-2}$	$1,274 \cdot 10^{-5}$
4	2000	0,0014	7,879	$7 \cdot 10^{-4}$	$1,298 \cdot 10^{-5}$
5	2500	0,0104		$5,2 \cdot 10^{-3}$	$1,472 \cdot 10^{-5}$
6	3000	0,0090	7,943	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$1,622 \cdot 10^{-5}$
<i>Щелочная ХИТ, тип почвы: серая лесная оподзоленная</i>					
1	500	0,0378		$1,89 \cdot 10^{-2}$	$5,136 \cdot 10^{-6}$
2	1000	0,0266	7,844	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$8,750 \cdot 10^{-6}$
3	1500	0,0352		$1,76 \cdot 10^{-2}$	$1,353 \cdot 10^{-5}$
4	2000	0,0313	7,986	$1,57 \cdot 10^{-2}$	$1,780 \cdot 10^{-5}$
5	2500	0,0237		$1,19 \cdot 10^{-2}$	$2,103 \cdot 10^{-5}$
6	3000	0,0164	7,789	$8,2 \cdot 10^{-3}$	$2,326 \cdot 10^{-5}$

Зная зависимость степени выделения ЗВ от объема пропущенной воды, можно определить наблюдаемую константу скорости выделения поллютанта из поверхностного слоя почвы под действием атмосферных осадков. Для определенного периода метеорологических наблюдений может быть получена следующая формула [10, 17]:

$$\int_0^{\alpha} \frac{d\alpha}{(1-\alpha)^n} = k_n S \sum_{i=0}^m \frac{H_i}{\omega_i}, \quad (1)$$

где α – количество выделенного из почвы ЗВ, в долях от исходного содержания; k_n – наблюдаемая константа скорости выделения ЗВ из слоя почвы; n – порядок взаимодействия; S – площадь почвенного покрова, на которую было

оказано техногенное воздействие, м^2 ; H_i – количество осадков, выпавшее за период метеорологических наблюдений, мм; ω_i – скорость прохождения воды через загрязненную почву, мл/с; m – количество осадков в виде дождя, мм.

Рис. 2. Степень выделения цинка (α) от объема пропущенной воды (V) при загрязнении почвы использованными солевыми и щелочными ХИТ

Исследование подвижности солей цинка и солей марганца в почве показали, что порядок в уравнении (1) близок к первому [14, 15]. В этом случае период полувыведения ЗВ ($\alpha = 0,5$) из поверхностного почвенного слоя может быть определен по формуле

$$T_{г,0.5} = \frac{0,693}{k_n S \sum_{i=0}^m \frac{H_{г,i}}{\omega_i}}, \quad (2)$$

где $T_{г,0.5}$ – период полувыведения ЗВ в годах; $H_{г,i}$ – годовое количество осадков, мм.

В табл. 3 приведены значения наблюдаемой константы скорости выделения и периода полувыведения цинка из поверхностного почвенного слоя при загрязнении использованными солевыми и щелочными ХИТ и параметры подвижности MnO_2 в загрязненном речном песке по данным работы [14]. Из табл. 3 видно, что загрязнение использованными солевыми и щелочными ХИТ имеют низкую подвижность по цинку и марганцу и локализованы в месте попадания в почву.

В табл. 4 приведена оценка загрязнения использованными ХИТ с точки зрения экологической безопасности при моделировании воздействия на загрязненный слой почвы атмосферных осадков в виде дождя с использованием экспериментального стенда. В табл. 4 представлены данные по превышению величины ПДК цинка и марганца в почве, а также соотношение количества ЗВ в фильтрате по сравнению с величиной ПДК для воды питьевого и рыбохозяйственного назначения.

Таблица 3

Наблюдаемые константы скорости выделения цинка
и марганца и период полувыведения ЗВ из образцов почв
при загрязнении использованными ХИТ и MnO_2

Вид загрязнения	Тип почвы	k_n, c^{-1}	$T_{г.0,5}, лет$
Солевая ХИТ (Zn)	Серая лесная оподзоленная	$1,558 \cdot 10^{-10}$	$3,11 \cdot 10^4$
Солевая ХИТ (Zn)	Дерново-сильноподзолистая	$1,521 \cdot 10^{-10}$	$3,19 \cdot 10^4$
Щелочная ХИТ (Zn)	Серая лесная оподзоленная	$2,184 \cdot 10^{-10}$	$2,22 \cdot 10^4$
MnO_2 (Mn) [14]	Речной песок	$1,569 \cdot 10^{-9}$	$3,09 \cdot 10^3$
MnO_2 (Mn) [14]	Речной песок	$1,547 \cdot 10^{-9}$	$3,14 \cdot 10^3$

Таблица 4

Превышение ПДК по цинку и марганцу в почве и воде
при загрязнении почвы использованными ХИТ

Тип ХИТ	Превышение ПДК по цинку			Превышение ПДК по марганцу		
	В почве ПДК 23 мг/кг	В фильтрате		В почве ПДК 1500 мг/кг	В фильтрате	
		питьевая ПДК 1 мг/л	рыбохоз. ПДК 0,01 мг/л		питьевая ПДК 0,1 мг/л	рыбохоз. ПДК 0,01 мг/л
Солевые ХИТ	130	0,001– 0,030, <i>сред.</i> 0,017	0,1–3,0, <i>сред.</i> 1,65	1,5	0,161–1,017 [13], <i>сред.</i> 0,755	1,61–10,17 [13], <i>сред.</i> 7,55
Щелочные ХИТ	160	0,016– 0,038, <i>сред.</i> 0,029	1,6–3,8, <i>сред.</i> 2,85	3,6		

Выводы. В результате проведенного исследования подвижности ЗВ в поверхностном почвенном слое при загрязнении использованными щелочными и солевыми ХИТ было установлено, что загрязнение локализуется в месте попадания в почву, при этом значение ПДК для почвы превышает более чем в 100 раз для цинка и почти в 4 раза для марганца. Фильтраты атмосферных осадков, прошедшие через загрязненный почвенный слой, превышают значение ПДК в воде для водных источников рыбохозяйственного назначения в 3 раза по цинку и в 8 раз по марганцу. Таким образом, использованная батарейка, находясь в окружающей среде, является опасным загрязнителем. Вследствие этого следует рассмотреть разработку мер по сбору и утилизации использованных ХИТ для исключения попадания этого вида отходов в бытовой мусор и окружающую среду.

Библиографический список

1. Петров В.Г., Шумилова М.А. Исследование особенностей поведения новых видов загрязняющих веществ в окружающей среде // Химическая безопасность. – 2017. – Т. 1, № 1. – С. 71–77.
2. Петров В.Г., Шумилова М.А. Исследование особенностей поведения в почвах соединений тяжелых металлов как поллютантов // Вестник Удмуртского университета. Сер. Физика и химия. – 2014. – № 4. – С. 38–45.
3. Комиссаров В.А., Марьев В.А., Об организации переработки батарей // Экологический вестник России. – 2012. – № 12. – С. 22–23.
4. Вайсман Я.И., Глушанкова И.С. Условия образования и очистка фильтрационных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов: моногр. / Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2003. – 168 с.
5. Рыжакова М.Г. Отрабатывавшая батарейка как опасный отход // Твердые бытовые отходы. – 2015. – № 6. – С. 42–48.
6. Петров В.Г., Балицкий Я.А., Ханнанов Д.А. Утилизация использованных батареек // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы VIII науч.-практ. конф. – Самара, 2017. – С. 201–203.
7. Подвижность соединений цинка в почве при ее загрязнении использованными химическими источниками тока / Я.А. Балицкий, Д.А. Ханнанов, В.Г. Петров, М.А. Шумилова // Проблемы механики и материаловедения: тр. Ин-та механики УрО РАН. – Ижевск, 2017. – С. 194–200.
8. Зиленина В.Г., Уланова О.В., Дорнак К. Сравнительный анализ обращения с отработанными источниками тока в России и европейских странах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2016. – № 3. – С. 20–38.
9. Петров В.Г., Шумилова М.А. Способ исследования особенностей поведения загрязняющих веществ в почвах: пат. РФ 2590554. Оpubл. 19.12.2014.
10. Петров В.Г., Шумилова М.А. Способ изучения в лабораторных условиях подвижности техногенных загрязнений в почве // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – Т. 14, № 2. – С. 257–260.
11. Совершенствование системы экологического мониторинга опасных промышленных объектов с учетом особенностей поведения загрязняющих веществ в окружающей среде / В.Г. Петров, М.А. Шумилова, А.Ю. Карпова, В.А. Александров, О.С. Набокова, Н.В. Новикова, М.Г. Лебедева // Механика и физико-химия гетерогенных сред, наносистем и новых материалов: сб. науч. тр. / ИМ УрО РАН. – Ижевск, 2015. – С. 365–379.
12. Водяницкий Ю.Н. Изучение тяжелых металлов в почве: моногр. / Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН. – М., 2005. – 111 с.
13. Подвижность в почве оксидов некоторых тяжелых металлов при моделировании последствий техногенного воздействия металлургических производств / Е.А. Харалдина, В.Г. Петров, М.А. Шумилова, А.А. Сергеев // Вестник Удмуртского университета. Сер. Физика и химия. – 2012. – № 2. – С. 78–81.
14. Определение параметров подвижности в почве для оксидов некоторых тяжелых металлов / В.Г. Петров, М.А. Шумилова, Е.А. Харалдина, А.А. Сергеев // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – Т. 14, № 3. – С. 430–435.
15. Исследование особенностей поведения в почвах Удмуртии соединений тяжелых металлов в катионных и анионных формах / В.Г. Петров, М.А. Шумилова, А.Ю. Карпова, Н.В. Новикова, А.Р. Русских // Проблемы механики и материаловедения: тр. Ин-та механики УрО РАН. – Ижевск, 2016. – С. 202–209.
16. Леднев А.В., Ложкин А.В., Безносков А.И. Тяжелые металлы в почвах Удмуртской Республики и приемы, снижающие их миграцию в системе почва-растение: моногр. / Ижев. ГСХА. – Ижевск, 2016. – 175 с.
17. Петров В.Г., Шумилова М.А. Поведение арсенита натрия в почвах Удмуртии: моногр. – Ижевск: Изд-во Ин-та механики УрО РАН, 2016. – 176 с.

References

1. Petrov V.G., Shumilova M.A. Issledovanie osobennostey povedeniya novih vidov zagryaznyavshih veshchestv v okruzaushey srede [The study of the behavior of new types of pollutants in the environment]. *Khimicheskaya bezopasnost'*, 2017, v1, no 1. pp.71-77.

2. Petrov V.G., Shumilova M.A. Issledovanie osobennostey povedeniya v pochvah soedineniy tyazheliy metallov kak pollutantov [The study of the behavior in the soil heavy metals as pollutants]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: fizika i khimiya*, 2014, no. 4, pp. 38-45.
3. Komissarov V.A., Mar'ev V.A. Ob organizatsii pererabotki batarey [The organization of batteries recycling]. *Ekologicheskij vestnik Rossii*, 2012, no. 12, pp. 22-23.
4. Vajsman Ya.I., Glushankova I.S. Usloviya obrazovaniya i ochistka fil'tratsionnykh vod poligonov zakhoroneniya tverdykh bytovykh otkhodov [The conditions of formation and purification of seepage water landfills of municipal solid waste]. Perm, 2003. 168 p.
5. Ryzhakova M.G. Otrabotavshaya batareyka kak opasnyy otkhod [Used batteries as a hazardous waste]. *Tverdye bytovye otkhody*, 2015, no. 6, pp.42-48.
6. Petrov V.G., Balitsky Y.A., Khannanov D.A. Utilizatsiya ispol'zovannykh batareyek [Utilization of used batteries]. *Materialy VIII nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem «Ekologo-geograficheskiye problemy regionov Rossii»*, Samara, SPGSU, 2017, pp. 201-203.
7. Balitsky Y.A., Khannanov D.A., Petrov V.G., Shumilova M.A. Podvizhnost' soedineniy cinka v pochve pri yeye zagryaznenii ispol'zovannymi khimicheskimi istochnikami toka [Mobility of zinc compounds in the soil when it is contaminated with used chemical sources of current]. *Trudy Instituta mekhaniki UrO RAN*, Izhevsk, 2017, pp.194-200.
8. Zilenina V.G., Ulanova O.V., Dornak K. Sravnitel'nyy analiz obrashcheniya s otrabotannymi istochnikami v Rossii i Yevropeyskikh stranakh [Comparative analysis of the treatment of waste sources in Russia and European countries]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2016, no 3. pp.20-38.
9. Petrov V.G., Shumilova M.A. Sposob issledovaniya osobennostey povedeniya zagryaznyayushchikh veshchestv v pochvakh. [Method for investigating the behavior of pollutants in soils]. Patent Rossiiskaia Federatsiia no. 2590554 (2014).
10. Petrov V.G., Shumilova M.A. Sposob izucheniya v laboratornykh usloviyakh podvizhnosti tekhnogennykh zagryazneniy v pochve [Method of studying in laboratory conditions the mobility of technogenic pollution in soil]. *Khimicheskaya fizika i mezoskopiya*, 2012, v.14, no 2, pp.257-260.
11. Petrov V.G., Shumilova M.A., Karpova A.Yu., Aleksandrov V.A., Nabokova O.S., Novikova N.V., Lebedeva M.G. Sovershenstvovaniye sistemy ekologicheskogo monitoring opashykh promyshlennykh ob'ektov s uchotom osobennostey povedeniya zagryaznyayushchikh veshchestv v okruzaushey srede [Improvement of the system of environmental monitoring of hazardous industrial facilities taking into account the behavior of pollutants in the environment]. *Mekhanika i fiziko-khimiya geterogennykh sred, nanosistem i novykh materialov*, Izhevsk, 2015, pp.365-379.
12. Vodyanitskiy Yu. N. Izuchenie tyazheliy metallor v pochve [Study of heavy metals in the soil]. Moscow, 2005, 111 p.
13. Kharaldina E.A., Petrov V.G., Shumilova M.A., Sergeev A.A. Podvizhnost' v pochve oksidov nekotorykh tyazheliy metallov pri modelirovani posledstviy tekhnogennoy vozdeystviya metallurgicheskikh proizvodstv [Mobility in the soil of oxides of some heavy metals in modeling the consequences of man-made effects of metallurgical industries]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya: fizika i khimiya*, 2012, no. 2, pp. 78-81.
14. Petrov V.G., Shumilova M.A., Kharaldina E.A., Sergeev A.A. Opredeleniye parametrov podvizhnosti v pochve dlya oksidov nekotorykh tyazheliy metallov [Definition of parameters of mobility in soil for oxides of some heavy metals]. *Khimicheskaya fizika i mezoskopiya*, 2012, v. 14, no. 3, pp. 430-435.
15. Petrov V.G., Shumilova M.A., Karpova A.Yu., Novikova N.V., Russkiy A.R. Issledovanie osobennostey povedeniya v pochvah Udmurtii soedineniy tyazheliy metallov v kationnykh i anionnykh formakh [Study of the specific behavior in the soils of Udmurtia of heavy metal compounds in cationic and anionic forms]. *Trudy Instituta mekhaniki UrO RAN*, Izhevsk, 2016, pp. 202-209.
16. Lednev A.V., Lozhkin A.V., Beznosov A.I. Tyazhelye metally v pochvah Udmurtskoy respubliki i priyemy, snizhauschie ih migratsiyu v sisteme pochva-rasteniye [Heavy metals in the soils of the Udmurt Republic and methods that reduce their migration in the soil-plant system]. Izhevsk, 2016, 175 p.
17. Petrov V.G., Shumilova M.A. Povedeniye arsenita natriya v pochvakh Udmurtii [The behavior of sodium arsenite in the soils of Udmurtia]. Izhevsk, 2016, 176 p.

Получено 20.06.2017

V. Petrov, Y. Balitsky, D. Khannanov, M. Shumilova

STUDY OF SOIL CONTAMINATION BY USED CHEMICAL CURRENT SOURCES

In the paper the results of the study of the mobility of zinc and manganese compounds from used chemical current sources (CCS) when contaminating the surface layer of certain kinds of soils typical for the Udmurt Republic are presented. The mobility of pollutants in the soil has been studied on a special test bench simulating the effect of precipitation in the form of rain. Soil pollution was carried out by manganese-zinc CCS with alkaline electrolyte and coal-zinc CCS. It was established that the contamination is localized at the point of its entry into the soil, at that the maximum permissible concentration value for the soil is exceeded more than 100 times for zinc and almost four-fold for manganese. The filtrate of atmospheric precipitation that has passed through the contaminated soil layer exceeds the maximum permissible concentration in water for fishery water sources three-fold for zinc and eight-fold for manganese. Thus, the used battery being in the environment is a dangerous contaminant. Therefore, it is necessary to take measures to collect and dispose used CCS in order to exclude this kind of waste from entering into household waste.

Keywords: soil contamination, used chemical current sources, mobility in soil of zinc and manganese.

Петров Вадим Генрихович (Ижевск, Россия) – д-р хим. наук, завлабораторией природоохранных и ресурсосберегающих технологий, Институт механики УрО РАН (426034, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: petrov@udman.ru).

Балицкий Яков Андреевич (Ижевск, Россия) – инженер-исследователь лаборатории природоохранных и ресурсосберегающих технологий, Институт механики УрО РАН (426034, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: balit18@ya.ru).

Ханнанов Денис Альбертович (Ижевск, Россия) – инженер-исследователь лаборатории природоохранных и ресурсосберегающих технологий, Институт механики УрО РАН (426034, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: hannanov-denis@mail.ru).

Шумилова Марина Анатольевна (Ижевск, Россия) – канд. хим. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории природоохранных и ресурсосберегающих технологий Институт механики УрО РАН (426034, г. Ижевск, ул. Т. Барамзиной, 34, e-mail: mashumilova@mail.ru).

Petrov Vadim (Izhevsk, Russian Federation) – Doctor of Chemical Sciences, Head of Laboratory Environmental and Resource-Saving Technologies, Institute of Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (426034, Izhevsk, T. Baramzina str., 34, e-mail: petrov@udman.ru).

Balitsky Yakov (Izhevsk, Russian Federation) – Research Engineer of the Laboratory of Environmental and Resource-Saving Technologies, Institute of Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (426034, Izhevsk, T. Baramzina str., 34, e-mail: balit18@ya.ru).

Khannanov Denis (Izhevsk, Russian Federation) – Research Engineer of the Laboratory of Environmental and Resource-Saving Technologies, Institute of Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (426034, Izhevsk, T. Baramzina str., 34, e-mail: hannanov-denis@mail.ru).

Shumilova Marina (Izhevsk, Russian Federation) – Ph.D. in Chemical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of Laboratory of Environmental and Resource-Saving Technologies, Institute of Mechanics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (426034, Izhevsk, T. Baramzina str., 34, e-mail: mashumilova@mail.ru).