

На правах рукописи



ПИНАЕВ Александр Викторович

**МИГРАЦИЯ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВУ
ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД
ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Специальность 03.00.16 – экология

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Тольятти – 2006

Работа выполнена на кафедре безопасности жизнедеятельности и промышленной экологии Ульяновского государственного технического университета.

Научный руководитель: доктор химических наук, профессор
Климов Евгений Семенович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Горбачев Владимир Николаевич

доктор химических наук
Козлов Валерий Григорьевич

Ведущая организация: Научно-исследовательский институт химии
Нижегородского государственного университета
им. Н.И. Лобачевского

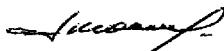
Защита состоится 10 октября 2006 года в 17⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 002.251.01 при Институте экологии Волжского бассейна РАН по адресу: 445003, г. Тольятти, ул. Комзина, 10.

Тел. (8482) 489-977, факс (8482) 489-504; E-mail: ievbras2005@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИЭВБ РАН

Автореферат разослан «22» августа 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



А.Л. Маленев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Одной из наиболее актуальных экологических проблем промышленных предприятий, имеющих в своем технологическом цикле гальванические процессы, является проблема ликвидации гальванических шламов (ГШ) – осадков, образующихся при нейтрализации гальванических сточных вод. Вследствие токсичности ионов тяжелых металлов (ИТМ), содержащихся в шламах, и их заметной растворимости в природных условиях, шламы относятся к III классу опасности. Для захоронения ГШ необходимы специальные полигоны, исключающие вынос ИТМ в окружающую среду. В России ежегодно образуется около 80 млн. т ГШ, а указанные полигоны заполнены, новые практически не строятся.

В последние годы для решения проблемы утилизации гальваношламов разработана промышленная технология их обезвреживания методом ферритизации. Образующиеся ферритизированные гальваношламы (ФГШ) являются отходами V класса опасности и могут подвергаться захоронению на полигонах твердых бытовых отходов. Однако распространение ИТМ в почву при захоронении ФГШ до сих пор не изучена, что не позволяет рекомендовать их для захоронения в открытый грунт.

Цель и задачи работы. Целью проведенной работы являлось исследование миграции ионов тяжелых металлов из ферритизированных гальваношламов в почву.

Для реализации поставленной цели решались следующие задачи:

1. Исследовать динамику выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ферритизированных гальваношламов в лабораторных условиях и определить влияние на данный процесс различных факторов.
2. Изучить динамику миграции и особенности профильного распределения подвижных форм тяжелых металлов из исходных гальваношламов в почве.
3. Изучить динамику миграции и особенности профильного распределения подвижных форм тяжелых металлов из ферритизированных гальваношламов в

почве.

Научная новизна диссертационной работы сводится к следующему:

- Изучена динамика выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ферритизированных шламов в лабораторных условиях. Установлено влияние на данный процесс температуры, pH среды и продолжительности выщелачивания.
- Впервые применительно к лесостепи Поволжья изучена динамика миграции ионов тяжелых металлов из ферритизированных шламов и особенности их профильного распределения в почве.

Практическая значимость работы. Проведенные исследования позволили установить экологическую безопасность депонирования обезвреженных методом ферритизации гальваношламов на открытых площадках не прибегая к строительству специальных полигонов токсичных промышленных отходов. При этом остается возможность дальнейшего использования ценных компонентов ГЩ.

Результаты работы используются в учебном процессе Ульяновского государственного технического университета при чтении лекций и проведении лабораторного практикума по дисциплине «Основы промышленной экологии» для студентов специальности 330200 «Инженерная защита окружающей среды».

Реализация результатов исследования. Результаты исследований вошли в годовые отчеты по научно-исследовательской работе Ульяновского государственного технического университета и Ульяновского государственного университета.

Связь работы с плановыми научными исследованиями. Исследования проводились в соответствии с тематическим планом научно-исследовательской работы №600101 «Исследования научных основ и прикладных задач безопасности и экологичности технобиосистем» Ульяновского государственного технического университета.

Проведенные исследования вошли как составная часть в научно-исследовательскую работу Ульяновского государственного университета по

теме: «Физико-химический мониторинг состояния природной среды».

Апробация работы. Основные результаты диссертационного исследования были доложены на:

- VI Региональной научно-практической конференции «Естественнонаучные исследования в Симбирско-Ульяновском крае» (Ульяновск, 2004);
- Ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава УлГТУ (2005);
- Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века» (Ульяновск, 2006);
- III Международной научно-практической конференции «Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ» (Москва, 2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ: из них 9 статей и 2 тезиса.

Декларация личного участия автора. Автор лично участвовал в сборе и анализе исходной информации по захоронению шламов гальванических производств, самостоятельно осуществил организацию лабораторных и полевых исследований, обработку полученных данных и дал интерпретацию результатов. Доля участия автора в совместных публикациях пропорциональна числу соавторов.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Выщелачиваемость ионов тяжелых металлов из ферритизированных гальваношламов в лабораторных условиях.
2. Динамика миграции и особенности профильного распределения подвижных форм тяжелых металлов из исходных гальванических шламов в почве.
3. Динамика миграции и особенности профильного распределения подвижных форм тяжелых металлов из ферритизированных гальванических шламов в почве.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 96 страницах машинописного текста, состоит из введения, 3 глав, выводов и перечня условных обозначений, включает 10 рисунков, 8 таблиц и приложения. Список

литературы включает 164 наименований, в том числе 36 зарубежных авторов.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение

Во введении обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования.

Глава 1. Современное состояние проблемы захоронения шламов гальванических производств (литературный обзор)

В главе рассмотрены основные свойства, характеристики и способы утилизации осадков сточных вод гальванических производств – гальваношламов. Проанализирована информация по выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ГШ в лабораторных и полевых условиях, по профильному распределению подвижных форм тяжелых металлов в почвах и динамике миграции ионов тяжелых металлов по профилю почв.

Глава 2. Объекты и методы исследования

В главе описаны объекты и методы проведения исследований. В качестве объектов исследований использовали исходный (неферритизированный) и ферритизированный гальваношламы предприятия ОАО «Утес» (г. Ульяновска), а также почву сельскохозяйственного кооператива «Заря» Инзенского района Ульяновской области.

В шламах определяли технологические характеристики: валовое содержание тяжелых металлов, растворимость в воде и кислых средах (рН 3,5), выщелачиваемость, класс опасности шлама.

Выщелачиваемость – это извлечение компонентов из твердых тел (в частности отходов) водным раствором, содержащим кислоту или щелочь.

Степень выщелачиваемости характеризуется величиной L_v , показывающей массу выщелоченного вещества в мг/кг сухого шлама.

Методики определения: растворимости – ГОСТ 27753.2-88 (Грунты тепличные. Метод приготовления водной вытяжки); выщелачиваемости - ВНИИ ВОДГЕО.

Динамический режим (3 дня)

Выщелачиваемость ИТМ из ФГШ методом концентрирования в динамическом режиме

Готовили суспензию (1:10) из 100 г сухого ФГШ и 1 л выщелачивающей жидкости, в качестве которой брали раствор с рН 5,5 смеси кислот (65 % HNO_3 и 96,5 % H_2SO_4).

Полученную суспензию встряхивали в течение 1 ч при помощи универсального вибровстряхивателя-327. После этого жидкая фаза отфильтровывалась в течение 24 ч при температуре выщелачивания 20°C, часть анализировалась, а другая часть использовалась для последующей элюации во второй день. На второй день твердое вещество (ФГШ) заменяли свежим, а в качестве жидкости использовали фильтрат с первого дня опыта. Соотношение ФГШ: жидкость на второй день исследований составляло 1:7,5. На третий день процедура повторялась, но соотношение сухой ФГШ: жидкость изменяли до 1:5.

Статический режим (3 дня)

Суспензию ФГШ (1:10) отфильтровывали на фильтре в течение 24 ч при 20°C. Фильтрат заменяли равным объемом свежей выщелачивающей жидкости и выливали на фильтр. Через 24 ч операцию повторяли.

С целью изучения влияния различных факторов на выщелачиваемость ИТМ из ферритизированного гальваношлама, его подвергали обработке подкисленной (HNO_3) или подщелоченной (NaOH) жидкостями при рН 1-9 в диапазоне температур 2-40°C. Во всех вытяжках рН среды контролировали при помощи рН-метра марки рН-121. Шламы предприятия в соответствии с технологическими процессами гальванического производства содержали следующие тяжелые металлы: Cr, Zn, Cu, Pb, Ni. Использовалась фракция ферритизированного гальваношлама с размером частиц 2,0 мм.

Сравнительные исследования миграции ИТМ из исходных и ферритизированных гальваношламов в полевых условиях проводились в 2004-2006 гг. в сельскохозяйственном кооперативе «Заря» Инзенского района Ульяновской области, входящем в лесостепную ландшафтную зону с умеренно континентальным климатом. Среднегодовое количество осадков во время опыта составляло 400-450 мм. Почва, на которой проводились опыты, луговая, среднегумусовая, среднеглинистая, сформировалась на современных аллювиальных отложениях, имеет промывной тип водного режима. По мощности гумусового горизонта относится к среднемошным. Агрометеорологические условия во время проведения опыта были разнообразными.

Полевой опыт проводился по стандартной методике. Первая учетная делянка была контрольной (без шламов), вторая – с исходным гальваническим шламом, третья – с ферритизированным гальваническим шламом. Площадь учетных делянок в опыте была 1 м² (0,5 м · 2,0 м), повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое. Пастообразный ФГШ (размер частиц 0,09-5,0 мм) размещали на учетной делянке слоем 4 см. Аналогично размещали неферритизированный шлам (размер частиц 0,05-4,0 мм).

Отбор и подготовка проб почвы осуществлялись по ГОСТ 17.4.4.02-84, 12071-84, 28168-89. Образцы почвы отбирались из пяти горизонтов (поверхностный – 0...25 см, горизонты на глубине 25...39 см, 39...55 см, 55...100 см и 100...150 см) весной (2005 г.), осенью (2005 г.), весной (2006 г.). В почве определялись следующие показатели: 1. Содержание органического вещества – ГОСТ 27980-88; 2. Валовое содержание тяжелых металлов и их подвижных форм – МУ-01-19147-1; 3. Агрохимические характеристики: содержание углерода в пересчете на гумус по Тюрину – ГОСТ 26213-91, содержание фосфора и калия – ГОСТ 26261-84, содержание азота – ГОСТ 26107-84, содержание кальция и магния – ГОСТ 26487-85; 4. Водородный показатель – ГОСТ 26483-85.

Во всех экспериментах определено валовое содержание и подвижных

форм тяжелых металлов в шлаках и почве, а также анализы водных и кислотных вытяжек на содержание ИТМ, проводили атомно-абсорбционным методом с использованием атомно-абсорбционного спектрофотометра С-115-М1. Результаты анализов обрабатывались с помощью программы Microsoft Excel.

Глава 3. Результаты экспериментальных исследований

В главе представлены результаты исследований выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ФГШ в лабораторных и полевых условиях и их обсуждение.

Выщелачиваемость ионов тяжелых металлов из ферритизированного гальваношлама в лабораторных условиях

Нами было определено валовое содержание тяжелых металлов в шлаках и их растворимость в воде и кислой среде (табл.1).

Таблица 1

Валовое содержание тяжелых металлов в исходном и ферритизированном шлаках и их растворимость в воде и кислой среде (рН 3,5; 20°С; 24 ч)

Наименование шлама	Металл	Валовое содержание, мг/кг	Концентрация, мг/л	
			в кислотной вытяжке	в водной вытяжке
Исходный шлам	Cu	3920	210,1	3,93
	Ni	390	112,5	3,41
	Zn	9360	1328,6	5,32
	Cr	38650	8651,3	8,49
	Pb	380	49,8	3,06
Ферритизированный шлам	Cu	2450	2,6	н/о*
	Ni	318	2,72	0,05
	Zn	6793	12,95	0,37
	Cr	16200	15,34	0,41
	Pb	180	3,21	н/о*

* – не обнаружено

Растворимость исходного шлама в кислой среде значительно больше, чем ферритизированного: в 564 раза по хрому, 103 раза по цинку, 80 раз по меди, 41 раз по никелю, 16 раз по свинцу.

В водных вытяжках больше: в 68 раз по никелю, 21 раз по хрому, 14 раз по цинку. Ионов меди и свинца не обнаружено.

На основании расчета класса опасности ФГШ и биотестирования водных вытяжек установлено, что они относятся к практически нетоксичным отходам V класса опасности.

В качестве контролируемых металлов для изучения динамики выщелачиваемости ИТМ из ФГШ были выбраны ионы хрома и меди так, как из литературных данных известно, что хром самый подвижный элемент в почвах, а медь менее подвижна в почвах. Исследования проводили в динамическом и статическом режиме.

В табл. 2 представлены результаты экспериментальных исследований в динамическом режиме.

Таблица 2

**Выщелачиваемость ионов хрома и меди из ФГШ
в динамическом режиме
(рН 5,5; 20°C; 24 ч)**

Дни	Концентрация ионов хрома (III) в элюате, мг/л	L _t , мг/кг	Концентрация ионов меди в элюате, мг/л	L _t , мг/кг	рН элюата
1	0,90	9,00	0,12	1,20	7,35
2	1,25	12,50	0,21	2,10	7,55
3	1,55	15,50	0,38	3,80	7,75

Для ионов хрома характерно более интенсивное выщелачивание в первый день, для меди интенсивность выщелачивания носит постепенный характер. Увеличение значения рН элюата обусловлено щелочным резервом ФГШ, рН которого 9-10. В целом концентрации ионов металлов в элюате незначительны 1,55 мг/л для хрома и 0,38 мг/л для меди.

Результаты исследований выщелачиваемости в статическом режиме представлены в табл. 3.

Концентрации ИТМ в вытяжках находятся в пределах их ПДК в воде хозяйственно-питьевого назначения.

Таблица 3

Выщелачиваемость ионов хрома и меди из ФГШ
в статическом режиме
(рН 5,5; 20°C; 24 ч)

Дни	Концентрация ионов хрома (III) в элюате, мг/л	L _t , мг/кг	Концентрация ионов меди в элюате, мг/л	L _t , мг/кг	рН элюата
1	0,49	4,90	0,04	0,40	7,25
2	0,39	3,90	0,02	0,20	7,50
3	0,27	2,70	н/о	—	7,70

Таким образом, при выщелачивании ИТМ из ФГШ в динамическом режиме концентрации ИТМ в растворах превышают ПДК в воде хозяйственно-питьевого назначения по сравнению со статическим режимом.

Существующая в РФ методика определения класса опасности отходов не предусматривает изучение выщелачиваемости их компонентов в зависимости от различных факторов (температуры, рН среды и продолжительности процесса выщелачивания). В ходе проведенных исследований было определено влияние указанных факторов на процесс миграции ИТМ из ферритизированного шлама.

Результаты экспериментальных исследований выщелачиваемости ИТМ из ФГШ в зависимости от рН среды представлены на рис. 1 (статический режим).

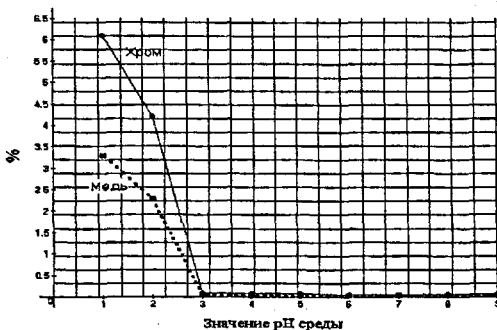


Рис. 1. Выщелачиваемость ИТМ из ФГШ (% - от валового содержания металлов в шламе) в зависимости от рН среды при 20°C

Результаты исследований показывают, что снижение рН среды приводит к увеличению выщелачиваемости ионов меди и хрома из ферритизированных гальваношламов. При рН 1-2 выщелачиваемость катионов металлов из ФГШ максимальна.

Максимальная выщелачиваемость ионов металлов наблюдается при рН 1,0: 6,1 % (Cr); 3,3 % (Cu). При изменении рН в интервале от 3 до 9 выщелачиваемости практически не происходит.

Учитывая особенности температурного режима и рН природных почв лесостепного Поволжья Ульяновской области, исследование влияния температуры на выщелачиваемость ИТМ из ФГШ проводилось при рН 5-7 в температурном интервале 2-40°C. Результаты проведенных исследований в статическом режиме приведены в табл. 4.

Таблица 4

Выщелачиваемость ионов тяжелых металлов из ФГШ в зависимости от температуры среды

рН раствора	Концентрация* ионов Cr ³⁺ , мг/л	% от валового содержания	Концентрация* ионов Cu ²⁺ , мг/л	% от валового содержания
1	2	3	4	5
2°C				
5	0,13	0,01	0,07	0,03
6	0,20	0,01	0,06	0,03
7	0,38	0,02	0,05	0,02
10°C				
5	0,31	0,02	0,08	0,03
6	0,25	0,02	0,06	0,02
7	0,21	0,01	0,04	0,01
20°C				
5	1,16	0,07	0,09	0,04
6	0,79	0,05	0,08	0,03
7	0,76	0,04	0,07	0,02
30°C				
5	0,98	0,06	0,09	0,04
6	0,97	0,05	0,08	0,03
7	0,81	0,04	0,07	0,03
40°C				
5	1,07	0,07	0,08	0,04
6	0,97	0,06	0,08	0,03
7	0,87	0,05	0,07	0,03

*Суммарная концентрация ионов тяжелых металлов в вытяжке за 3 дня

Поведение иона хрома при выщелачиваемости характеризуется тем, что в первый день (во всех вариантах) в раствор переходит наибольшее количество растворимых форм. Разовые концентрации данного иона металла не превышают ПДК почв ни в одном из случаев выщелачиваемости. Суммарные концентрации ионов металла в опытах в интервале температур 20-40°C при всех значениях рН превышают значение ПДК подвижных форм хрома для почв не более чем в 1,5-2 раза.

Для меди характерно постепенное выщелачивание. Суммарные концентрации Cu^{2+} в вытяжках не превышают значений ПДК подвижных форм меди для почв.

Однако полученные результаты не позволяют с достаточной точностью прогнозировать поведение ТМ в ФГШ при их захоронении в открытый грунт, так как при этом невозможно в полной мере учесть сложные физико-химические процессы, протекающие при контакте атмосферных осадков со шламом.

Для выяснения вопроса о возможности экологически безопасного депонирования ферритизированных гальваношламов в открытый грунт были проведены исследования миграции катионов металлов из данных отходов в полевых условиях.

Миграция ионов тяжелых металлов из ферритизированного гальваношлама в полевых условиях

До внесения шламов в грунт были отобраны пробы почвы по почвенным горизонтам для определения в ней фонового валового содержания и подвижных форм ионов тяжелых металлов. Затем в почву были внесены исходный и ферритизированный шламы.

Одна из учетных делянок (контрольная), на которой указанные отходы не размещались, служила для определения естественных изменений фонового содержания металлов в почве с течением времени.

В табл. 5 приведено фоновое содержание металлов на начало опыта. За период проведения эксперимента фоновое содержание металлов практически не изменилось.

Таблица 5

Фоновое содержание тяжелых металлов в почве
(в пересчете на сухое вещество)

Почвенный горизонт	Мощность, см	Металл	Валовое содержание, мг/кг	Подвижные формы, мг/кг	Доля подвижных форм от валового содержания, %	ПДК подвижных форм металлов в почве, мг/кг
А (Гумусный)	0 - 25	Cu	20,1	0,3	1,5	3,0
		Zn	37,3	3,1	8,3	23,0
		Cr	156,0	2,8	1,8	6,0
		Ni	21,6	1,7	7,9	4,0
		Pb	23,7	2,9	12,2	6,0
А1 (Гумусный)	25 - 39	Cu	17,2	0,2	1,2	3,0
		Zn	34,9	2,2	6,3	23,0
		Cr	167,0	3,2	1,9	6,0
		Ni	21,3	1,3	6,1	4,0
		Pb	14,4	2,7	18,8	6,0
А2 (Элювиальный)	39 - 55	Cu	14,6	0,2	1,4	3,0
		Zn	33,0	2,0	6,1	23,0
		Cr	219,0	2,3	1,1	6,0
		Ni	21,4	1,3	6,1	4,0
		Pb	11,7	2,0	17,1	6,0
В (Иллювиальный)	55 - 100	Cu	13,1	0,1	0,8	3,0
		Zn	31,2	1,9	6,1	23,0
		Cr	239,0	2,5	1,0	6,0
		Ni	20,8	1,0	4,8	4,0
		Pb	12,3	2,3	18,6	6,0
Сд (Почвообразующая порода)	100-150	Cu	9,8	0,1	1,0	3,0
		Zn	28,9	1,7	5,8	23,0
		Cr	185	3,1	1,7	6,0
		Ni	22,5	2,1	9,3	4,0
		Pb	13,1	4,5	34,4	6,0

В табл. 6 сведены результаты миграции ИТМ из исходного и ферритизированного гальваношламов в почву.

На рис. 2, 3, 4 представлены данные по распределению ИТМ по профилю почвы, в разные периоды времени.

Таблица 6

Миграция ионов тяжелых металлов из исходного и ферритизированного шламов в полевых условиях

Почвенный горизонт	Мощность, см	Металл	Гумус, %	pH	Подвижные формы, мг/кг						ИТМ в почве, мг/кг			
					(165 дн. с начала опыта)			(365 дн. с начала опыта)				(577 дн. с начала опыта)		
					Контрольная делянка	Делянка с ГПШ	Делянка с ФПШ	Контрольная делянка	Делянка с ГПШ	Делянка с ФПШ		Контрольная делянка	Делянка с ГПШ	Делянка с ФПШ
А	0-25	Cu	6,2	6,9	0,3	467,0	0,3	0,3	1176,0	0,4	0,3	1484,0	0,4	3,0
		Zn			3,1	1159,0	4,0	3,1	1879,0	4,2	3,2	2663,0	4,3	23,0
		Cr			2,8	3804,0	3,2	3,0	8287,0	3,3	3,2	9966,0	3,4	6,0
		Ni			1,7	4,9	1,8	1,7	97,0	1,9	1,7	150,0	2,1	4,0
		Pb			2,9	126,8	3,0	2,9	203,0	3,1	2,9	262,0	3,2	6,0
А1	25-39	Cu	5,7	7,0	0,2	251,0	0,3	0,2	600,0	0,3	0,2	715,0	0,3	3,0
		Zn			2,2	537,0	2,2	2,4	1305,0	2,5	2,5	1686,0	2,5	23,0
		Cr			3,2	1684,0	3,4	3,2	5246,0	3,6	3,2	6594,0	3,6	6,0
		Ni			1,3	4,6	1,4	1,3	26,2	1,5	1,3	26,2	1,5	4,0
		Pb			2,7	2,9	2,8	2,7	61,0	2,8	2,8	65,2	2,8	6,0
А2	39-55	Cu	3,7	7,1	0,2	0,3	0,3	0,2	97,5	0,3	0,2	101,0	0,3	3,0
		Zn			2,0	187,0	2,2	2,1	581,0	2,3	2,1	603,0	2,3	23,0
		Cr			2,3	931,0	2,5	2,3	2120,0	2,5	2,3	2150,0	2,5	6,0
		Ni			1,3	1,4	1,4	1,4	12,0	1,4	1,4	11,5	1,4	4,0
		Pb			2,0	2,1	2,0	2,0	10,0	2,0	2,0	10,0	2,0	6,0
В	55-100	Cu	1,4	7,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	3,0
		Zn			1,9	3,1	2,1	2,0	119,0	2,1	2,0	119,0	2,1	23,0
		Cr			2,5	3,8	2,8	2,5	287,0	2,8	2,5	293,0	2,8	6,0
		Ni			1,0	1,3	1,2	1,0	6,4	1,2	1,0	6,4	1,2	4,0
		Pb			2,3	2,6	2,4	2,3	5,6	2,4	2,3	5,6	2,4	6,0
СА	100-150	Cu	0,6	7,3	0,1	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,1	0,4	0,3	3,0
		Zn			1,7	2,2	1,8	1,8	4,1	1,8	1,8	4,1	1,8	23,0
		Cr			3,1	3,8	3,4	3,1	22,9	3,4	3,1	22,9	3,4	6,0
		Ni			2,1	2,6	2,4	2,1	12,3	2,4	2,1	12,3	2,4	4,0
		Pb			4,5	4,6	4,5	4,5	10,2	4,5	4,5	10,2	4,5	6,0

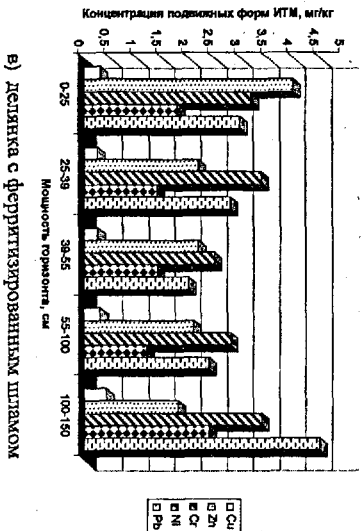
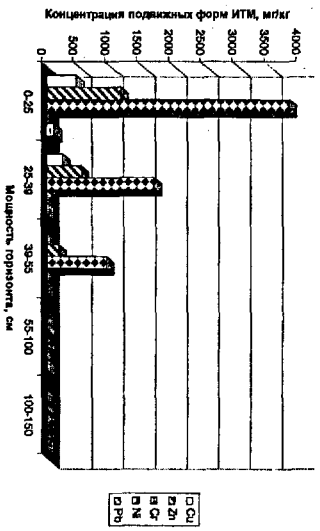
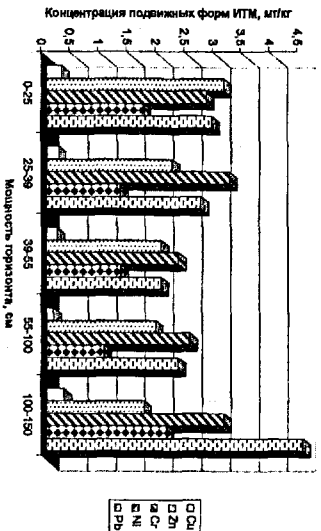


Рис. 2. Распределение ИТМ по профилю почвы (165 дней)

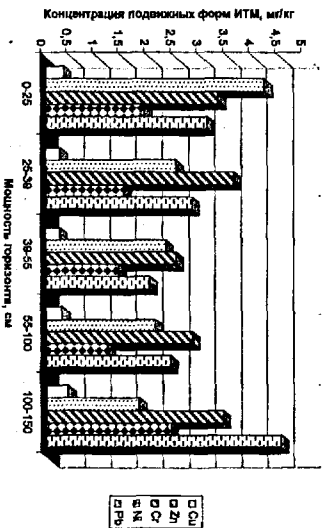
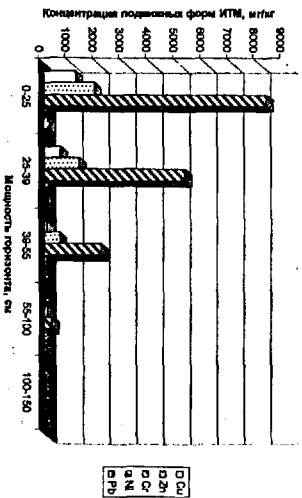
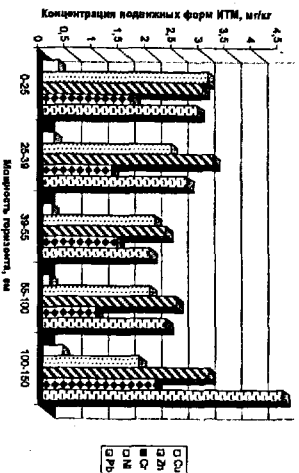
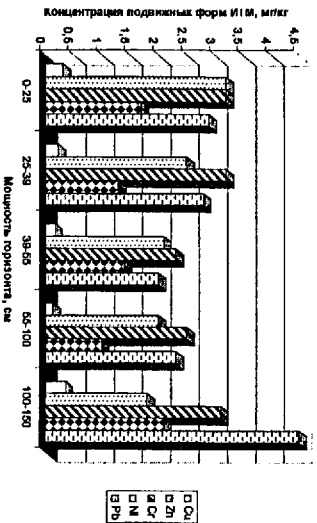
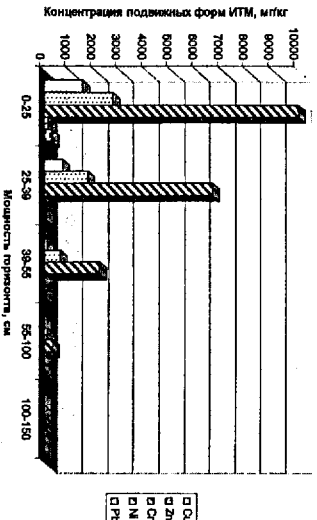


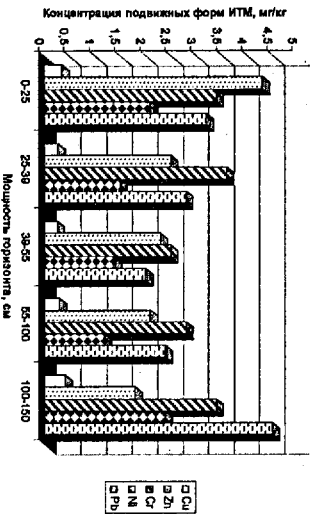
Рис. 3. Распределение ИТМ по профилю почвы (365 дней)



а) контрольная делетка



б) делетка с исходным шлаком



в) делетка с ферритизированным шлаком

Рис. 4. Распределение ИТМ по профилю почвы (577 дней)

В результате исследований установлено, что через 577 дней миграции ИТМ из *исходного (неферритизированного) шлама* в естественных природных условиях в почву переходит около 50 % тяжелых металлов. Значительное повышение концентраций ионов тяжелых металлов в верхнем почвенном горизонте отмечалось уже через полгода.

В почвенном профиле наблюдалась выраженная вертикальная миграция элементов.

Необходимо отметить аккумулярующее действие факторов, обусловленное большой мощностью гумусового горизонта, высоким содержанием органического вещества (до 6,2%) и реакцией среды, близкой к нейтральной (рН 6,9-7,3).

Содержание тяжелых металлов в гумусовом горизонте превышает ПДК почв, следовательно, здесь создается наибольшая угроза микробиоте. По валовому количеству тяжелых металлов, переходящих в почву из неферритизированного шлама, элементы располагаются в следующем порядке: $Cr > Zn > Cu > Pb > Ni$.

В опытах с *ферритизированным гальваношламом* количество ИТМ, переходящих в почву, на несколько порядков меньше по сравнению с исходным и находится в пределах ПДК подвижных форм этих металлов в почве. По валовому количеству тяжелых металлов, переходящих в почву из ФГШ, элементы располагаются в следующем порядке: $Cr > Zn > Pb > Ni > Cu$.

Таким образом, даже при высоком валовом содержании тяжелых металлов в ферритизированном гальваношламе, концентрации ионов тяжелых металлов в почве и грунтовых водах будут находиться на уровне природного фона.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментально установлено, что выщелачиваемость катионов металлов из ферритизированных шламов в диапазоне рН 3...9 и температуры от 2 до 40°C незначительна, их концентрации в вытяжках находятся в пределах ПДК для воды хозяйственно-питьевого назначения.

2. Исследования миграции ионов тяжелых металлов из исходного (неферритизированного) гальваноплама в естественных природных условиях показали, что в почву за миграционный период (1,5 года) перешло около 50% ионов металлов от исходного содержания.

3. В естественных условиях миграции ионов тяжелых металлов из ферритизированного гальваноплама практически не наблюдалось. Содержание ионов тяжелых металлов, перешедших в почву находится в пределах ПДК подвижных форм для почв. Полученные результаты позволяют рекомендовать ферритизированный гальванопласт для захоронения в открытый грунт.

Список опубликованы работ по теме диссертации

1. Семенов В.В. Снижение экологической опасности осадков сточных вод гальванических производств методом химической стабилизации (ферритизации) / В.В. Семенов, А.В. Пинаев // Естественные научные исследования в Симбирско-Ульяновском крае: тез. докл. VI регион. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2004. – Вып.5. – С.169-175.
2. Савиных В.В. Исследование экологической опасности ферритизированных шламов и возможности их захоронения в открытом грунте / В.В. Савиных, В.В. Семенов, А.В. Пинаев // Вузовская наука в современных условиях: тез. докл. XXXIX науч.-техн. конф. УлГТУ, – Ульяновск, 2005. – Ч.2. – С.26.
3. Пинаев А.В. Исследование экологической опасности ферритизированных шламов и возможности их захоронения в открытом грунте / А.В. Пинаев, В.В. Семенов // Естествознание и гуманизм: сб. науч. раб. – Томск, 2005. – Т.2. – №4. – С.40.
4. Пинаев А.В. Исследование динамики выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ферритизированного шлама гальванического производства складированного в открытый грунт / А.В. Пинаев, В.В. Семенов, В.В. Савиных // Естествознание и гуманизм: сб. науч. раб. – Томск, 2006. – Т.3. – №1. – С.106-107.

5. Пинаев А.В. Исследование интенсивности вымывания ионов тяжелых металлов из ферритизированного шлама / А.В. Пинаев, В.В. Семенов, В.В. Савиных // Молодежь и наука XXI века: матер. межд. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2006. – Ч.1. – С.388-391.
6. Пинаев А.В. Влияние температуры и рН выщелачивающей жидкости на вымываемость ионов тяжелых металлов из ферритизированного шлама гальванического производства / А.В. Пинаев // Человек и Вселенная. – 2006. – №2 (55). – С.171-173.
7. Пинаев А.В. Исследование состава и свойств ферритизированных гальваношламов подлежащих захоронению в открытый грунт / А.В. Пинаев // Эколого-гигиенические проблемы регионов России и стран СНГ: матер. III межд. конф. Москва, 2006. – №5. – С.49-50.
8. Пинаев А.В. Исследование вымываемости ионов тяжелых металлов из ферритизированных гальваношламов в полевых условиях / А.В. Пинаев, С.И. Варламова, В.В. Семенов, Е.С. Климов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2006. – Приложение 4. – С.46-48.
9. Пинаев А.В. Исследование выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ферритизированных шламов гальванического производства / А.В. Пинаев, В.В. Семенов, В.В. Савиных, Е.С. Климов // Экология и промышленность России. - 2006. - Август. – С.24-25.
10. Климов Е.С. Исследование миграции ионов тяжелых металлов из ферритизированных гальванических шламов / Е.С. Климов, А.В. Пинаев, В.В. Савиных, В.В. Семенов // Экологическая химия. – 2006. – Том 10, вып 4. – С.198-207.
11. Пинаев А.В. Исследование выщелачиваемости ионов тяжелых металлов из ферритизированных шламов гальванического производства / А.В. Пинаев, С.И. Варламова, В.В. Семенов, Е.С. Климов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2006. – Приложение 5. – С.43-45.

Подписано к печати 21.08.06
Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Заказ № 082105
Отпечатано в Типографии Облучинского
432063, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 11а
Тел. 42-12-83

