

ЭКОЛОГИЯ ПОЧВ

ГРНТИ 87.21.15

DOI: [10.51886/1999-740X.2023.1.63](https://doi.org/10.51886/1999-740X.2023.1.63)

Ф.Е. Козыбаева^{1*}, Г.Б. Бейсеева¹, Г.А. Сапаров², Т. Мұрат¹, Н.Ж. Ажикина¹,
А.С. Есжанова¹

**СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВОГРУНТАХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ АКТОГАЙ И ОЦЕНКА УРОВНЯ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан

*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

²Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
Центральной Азии (Алматы), 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,

e-mail: saparov.g@mail.ru

Аннотация. Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Незначительные увеличения содержания цинка в почве следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. Среднее значение концентрации в суглинистых породах $Ce = 50$ мкг/г превышает класс осадочных пород примерно в 2 раза. Имеется место превышение Cu . Ее содержание превышает ПДК в пробах хвостохранилища: валовая форма в 18 раз, подвижная форма в 51,7 раз. Надо иметь в виду аномальность территории рудного месторождения, где в почве, растениях, породах будут повышенные концентрации рудных химических элементов. Хвостохранилище необходимо рекультивировать в связи с сильными проявлениями ветровой эрозии и выноса его тонких частиц на большие расстояния за пределы ГОК (горно-обогатительный комбинат).

Ключевые слова: тяжелые металлы, суглинистые породы, хвостохранилище, ПДК, горнотехническая рекультивация.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Несмотря на высокую экологическую опасность, в настоящее время доминирующим методом утилизации отходов обогащения остается наземное размещение с использованием площадок складирования в виде хвостохранилищ, что определяет необходимость рекультивации, выведенных из эксплуатации территорий, как очагов атмосферных, литосферных и гидрохимических загрязнений, вызывающих нарушение природного ландшафта, деградацию почвенно-растительного покрова, ухудшение качества поверхностных и подземных вод и негативное воздействие на атмосферу, флору и фауну [1, 2].

Литературные источники и материалы патентного поиска, проанализированные в процессе изучения, проблемы воссоздания продуктивной поверхности на хвостохранилищах закрытых горных предприятий в настоящее время, свидетельствуют об особой ее важности. В течение двух последних десятилетий необходимость решения этих вопросов возросла в связи с массовым и, зачастую, неконтролируемым закрытием горнопромышленных предприятий. Актуальность данного вопроса непосредственно связана с неизбежностью рекультивации этих техногенных объектов для обеспечения экологической и их социальной безопасности как за рубежом, так и в Казахстане [3, 4].

Судя по литературным данным, проблема оценки влияния накопленного экологического ущерба закрытых горных предприятий на экосферу остается слабо исследованной, несмотря на то, что эта проблема стоит на повестке дня в мировом пространстве уже длительное время. В связи с этим особое значение приобретают исследования, направленные на изыскание экономически целесообразных способов рекультивации нарушенных горными работами земель, загрязненных соединениями токсичных тяжелых металлов (ТМ).

Осуществление технологических процессов горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности влечет формирование большого количества отходов, накапливающихся в окружающей природной среде, в почвах. В связи с этим важной эколого-природоохранной задачей является восстановление техногенных ландшафтов, максимальное приближение их к первозданному природному виду, для чего необходимо проводить исследования и разрабатывать все более новые и эффективные методы рекультивации хвостохранилищ [5]. Хвостохранилища горно-обогатительных предприятий цветной металлургии по рельефу представляют собой аккумулятивные образования, возникшие в результате складирования отходов обогащения на поверхности земли. Сложены они полностью из эрозийного материала. В поверхностном слое хвостовых отложений содержится до 100 % частиц диаметром менее 1 мм. В результате эолового и геохимического рассеивания хвостовые отложения загрязняют окружающую среду содержащимися в них токсичными веществами и элементами. Самозарастания хвостохранилищ, как правило, не происходит в течение многих лет. В связи с этим после окончания их эксплуатации биологическая рекультивация хвостохранилищ (консервация

поверхности многолетними травами) с целью устранения вредного воздействия их на окружающую среду становится неотъемлемой частью природоохранных мероприятий в районах действия предприятий цветной металлургии. Решением этой задачи является создание такого покрова, который мог бы выполнить противоэрозионные функции и был бы достаточно устойчивым и долговечным. Для разработки мероприятий по рекультивации хвостохранилищ прежде всего необходимо изучение их экологических условий. Многие из них расположены близ жилых массивов и содержат огромные объемы отходов обогащения. Исследования по озеленению хвостохранилищ с использованием многолетних трав, проведенные в различных почвенно-климатических зонах, позволили определить нижний предел мощности наносимого почвенного слоя и видовой состав растений мелиорантов. Экспериментально доказано, что для формирования устойчивого травостоя на хвостохранилище необходимо наносить слой почвы не менее 10 см. Из многолетних трав наиболее перспективны для озеленения хвостохранилищ, расположенных в черноземной зоне, овсяница красная, райграс пастбищный, костер безостый, эспарцет песчаный, а в зоне каштановых почв - пырей бескорневищный, житняк ширококолосый, волоснец гигантский и эспарцет песчаный [6].

Шламокопители и хвостохранилища, как составная часть техногенного ландшафта занимают особое место в рамках исследований по рекультивации нарушенных земель, в частности, при разработке путей и методов их биологической рекультивации. Основной акцент при выборе направления рекультивации шламо-накопителей сделан на технологические, механические и физико-химические способы борьбы с пылением, разработанные и рекомен-

дованные на объектах цветной металлургии.

На предприятиях цветной металлургии как правило применяется санитарно-гигиеническое направление рекультивации в виду токсичности хвостов для растений. На таких хвостохранилищах первым этапом является изучение процессов самозарастания и подбор видов растений для биологической рекультивации нарушенных земель.

Цель работы - дать оценку почвогрунтам (ППС-потенциально-плодородному слою суглинистых пород), отобранных с отвалов на 0-25 см на их пригодность в рекультивации хвостохранилища.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования: нарушенные земли месторождения Актогай.

Методы исследования: почвенно-полевые исследования проводились общепринятыми методами в почвоведении, при выборе ключевых точек закладки почвенных разрезов применялся GPS для определения координат, лабораторно-аналитические исследования выполнялись химическими, физико-химическими, агрохимическими и нейтронно-активационными методами в образцах почв, почвогрунтах и хвостах.

Исследования проведены в лаборатории ядерно-физических методов анализа Центра комплексных экологических исследований. Определение содержания элементов выполнено методом НАА по средне- и долгоживущим и радионуклидам. Используемая методика «Определение элементного состава твердых проб нейтронно-активационным анализом» (KZ.06.01.00447-2022) зарегистрирована в Алматинском филиале АО «НаЦЭКС».

Подготовлены образцы проб для выполнения инструментального НАА: из высушенных, истертых образцов отбирались навески по 100 мг с использованием аналитических весов ML 204T (MettlerToledo). Навески иссле-

дуемых и стандартных образцов элементного состава были герметично упакованы в небольшие полиэтиленовые пакеты; завернуты в алюминиевую фольгу и облучены в периферийном вертикальном канале «10-6» (3) водородного реактора ВВР-К потоком нейтронов с плотностью $\sim 2 \cdot 10^{13} \text{ н} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ в течение 90 минут.

Измерения наведенной активности проводились на гамма-спектрометрическом комплексе, включающем широкодиапазонный полупроводниковый детектор из сверхчистого германия БВ3830 и многоканальный анализатор импульсов (МКИ) DSA-LX (Canberra):

- через 6 дней после облучения выполнена регистрация гамма-излучения в облученных спектрах для определения среднеживущих изотопов Au, W, K, Na, U, Mo, Ca, Br, As, Sm, La;

- через 21 день после облучения выполнена повторная регистрация гамма-излучения в облученных спектрах для определения долгоживущих остальных изотопов.

Расчёты массовых долей элементов выполнены относительным методом с использованием паспортных данных элементного состава стандартных образцов руда золотосодержащая ГСО 6585-93, руда полиметаллическая ГСО 8079-94 производства ТОО Центрgeoаналит РК; ГСО 5358-90 ООКО-151НИИ ПФ г. Иркутск РФ; урановая руда IAEA-RGU-1I, почвы IAEA SL1, IAEA soil 7 производства МАГАТЭ Vienna, Austria. Контроль качества результатов проведен с помощью ряда многоэлементных стандартных образцов горных пород, занесенных в Реестр Государственной системы обеспечения единства измерений Республики Казахстан.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Химический состав проб хвостов флотации обогатительной фабрики Актогайского ГОКа определен по данным оценки геохимических характерис-

тик и способности к формированию ную перечистную флотацию и кислот в хвостах, прошедших первич- представлен в таблице 1 [7].

Таблица 1 – Химический состав проб хвостов флотации Актогайского ГОКа

Наименование элемента	Единицы измерения	Содержание в хвостах
Алюминий	%	0,1
Мышьяк	мг/кг	5
Барий	мг/кг	820
Бериллий	мг/кг	1,1
Висмут	мг/кг	0,1
Кальций	%	0,02
Кадмий	мг/кг	0,06
Кобальт	мг/кг	9
Хром	мг/кг	312
Медь	мг/кг	269
Железо	%	0,02
Галлий	мг/кг	17
Ртуть	мг/кг	0,02
Калий	%	0,03
Магний	%	0,01
Марганец	мг/кг	326
Молибден	мг/кг	44
Натрий	%	0,0
Никель	мг/кг	211
Фосфор	мг/кг	910
Свинец	мг/кг	12
Сера	мг/кг	0,02
Сурьма	%	0,3
Селен	мг/кг	2
Олово	мг/кг	2
Стронций	мг/кг	358
Торий	мг/кг	4
Титан	мг/кг	0,03
Уран	%	1
Ванадий	мг/кг	75
Цинк	мг/кг	38

Аналитические данные по содержанию валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах и пробах почвогрунтов объекта исследования в приемлемых концентрациях. Полученные данные показывают, что в пробах хвостохранилища содержание валовой формы меди превышает ПДК в 18 раз, а подвижная форма в 51,7 раз. В суглинистой породе Рампы СФ1 валовая

форма меди в 1,3 раза превышают ПДК, а подвижная форма в 1,5 раз. Не значительные увеличения содержания цинка в почве следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. По данным лабораторных исследований на исследуемой территории почвогрунты не загрязнены тяжелыми металлами. В отвалах суглинистых пород, которые будут использо-

ваны для горнотехнической рекультивации, превышение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов не наблюдается (таблица 2).

Таблица 2 - Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах и почвогрунтах исследуемого объекта, мг/кг

Место отбора	Глубина, см	Подвижные формы				Валовые формы			
		ПДК 6	ПДК 23	ПДК 3	ПДК 2	ПДК 32	ПДК 100	ПДК 55	ПДК 5
		Pb	Zn	Cu	Cd	Pb	Zn	Cu	Cd
Суглинистые породы*	0-25	0,9	2,3	2,3	0,9	3	75,9	50,8	0,9
Стадия 1, хвостохранилище	0-25	0,20	2,40	155,10	0,30	0,80	54,40	992,00	0,50
Рампа СФ 2 Стадия 1 Точка 1	0-25	0,60	2,00	2,60	0,70	2,00	60,00	62,40	0,70
Рампа СФ 1 Стадия 1, Точка 1	0-25	0,90	1,80	4,50	0,70	2,40	70,40	72,80	0,70
Разрез 1, ложе. Стадия 3. Фаза 2.1	0-18	1,10	2,30	2,30	0,80	3,20	62,80	16,00	1,20
	18-37	1,00	2,10	2,10	1,10	2,80	72,80	26,00	2,40
	37-65	1,10	2,30	2,30	1,00	2,80	72,80	26,80	1,60
	65-88	1,50	2,20	2,20	1,10	2,80	66,40	22,80	2,00
	88-125	1,20	2,80	2,80	0,90	3,60	108,40	22,00	1,60
Разрез 2, ложе. Стадия 3. Фаза 2.1	0-11	1,00	2,20	2,20	0,90	2,80	65,20	24,00	1,20
	11-25	1,10	1,50	1,50	1,10	3,20	64,00	26,80	1,60
	25-35	1,20	1,50	1,50	1,00	3,20	62,00	23,60	1,60
	35-78	1,10	1,70	1,70	0,80	3,20	61,60	21,20	2,40
	78-100	1,20	1,60	1,60	1,00	3,60	51,20	18,40	2,40
Разрез 3, Q1/АКТ2	0-18	1,10	2,10	2,10	0,60	2,40	61,20	22,00	2,40
	18-32	0,70	1,70	1,70	0,40	2,00	63,60	26,80	2,00
	32-50	1,20	1,80	1,80	0,80	1,20	64,40	28,80	1,60
	50-80	0,50	1,20	1,20	0,20	2,00	55,20	41,20	2,00
	80-130	0,90	1,00	1,00	0,30	2,80	48,40	38,40	2,00

Примечание: Суглинистые породы - ППС 1, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 2, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 3, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; Западный ПРС Образец 1; Отвал на юго-восточной дамбе, в районе зумпфа №; Декант ЮЗ пикет Низовая сторона деканта ЮЗ пикет отвал Проба 6; Отвал в районе начала дамбы стадии 3, пикет 3-6; Отвал - низовая сторона, между декантами №4-5 (ниже), пикет №42-4.

Результаты нейтронно-активационного анализа. Решение задач по развитию различных отраслей промышленности и сельского хозяйства создают дополнительные техногенные нагрузки на экосистему, которые приводят не только к ухудшению состояния окружающей среды, но и отражаются на здоровье проживающего в этих регионах населения. Поэтому экологические исследования различных объектов окружающей среды являются актуальной

задачей как науки, так и медицины. Основной экологических исследований являются систематические наблюдения за состоянием окружающей среды, мониторинг ее изменений под воздействием природных и антропогенных факторов, и влияние на состояние здоровья населения [8-10]. Источником наибольшего количества загрязнителей окружающей среды являются предприятия химической, нефтехимической, горно-металлургической промышленности [11].

Анализ состояния и оценка токсического вклада промышленных предприятий является основной задачей проведения экологического мониторинга окружающей среды. С этой целью в последние годы различными природоохранными учреждениями проводятся широкомасштабные мероприятия по мониторингу этих объектов. Существуют различные аналитические методы контроля состояния окружающей среды (почвы, питьевой воды, растений). Применение для этой цели ядерно-физических, аналитических методов, в частности, активационного анализа, одним из преимуществ которого является близость методологических подходов для определения элементов в различных объектах, дает возможность разработки методик многоэлементного анализа. Другими преимуществами указанного метода является возможность анализа без разложения образца, многоэлементность, высокая чувствительность и независимость от типа исследуемых образцов. Кроме того, инструментальный вариант нейтронно-активационного анализа практически свободен от погрешностей за счёт загрязнения образца во время подготовки к анализу. Таким образом, активационный анализ в настоящее время является одним из наиболее удобных методов исследования, позволяющим определять большое количество элементов в небольших навесках проб, в частности, почве, воде [12].

Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Для анализа концентрации химических элементов в данных объектах окружающей среды

химические, физические и физико-химические методы не всегда соответствуют предъявляемым требованиям экспрессности, точности и чувствительности. По этой причине исследование возможностей и разработка многоэлементного инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) проб суглинистой породы в районе влияния горно-металлургического предприятия является актуальной задачей аналитической химии, ядерной физики и радиозэкологии [13-15].

Нейтронно-активационный анализ (НАА) основан на идентификации и измерении излучений, испускаемых образцом во время ядерной реакции или радионуклидами, полученными в результате реакции. Массовое содержание элемента устанавливается измерением наведенной радиоактивности эталонов и исследуемых образцов [16].

В рамках выполнения лабораторных аналитических услуг были приняты на исследование пробы почв и почвогрунтов (суглинистые породы) для определения редкоземельных элементов (РЗЭ) -Sc, Y, лантан, все лантаноиды, Au, Ag и всех доступных методом НАА элементов, включая As, Cd, Cr, Fe, Hg, Co, Na, Mo, Sb, Se, Rb, Sr, W, Re, Zn, Zr, Nb, Ta, Th, U.

Исследования элементного состава грунта на исследуемых объектах показали наличие таких токсичных элементов, как W, Mo. Средние значения концентраций элементов приведены в таблице 3. На основании этих данных можно отметить следующие общие свойства и некоторые особенности относительно концентраций и распределения элементов в почвогрунтах

Концентрации таких элементов, как Mo, Se, Cr превышает в суглинистых породах, Fe в пределах, Rb не превышает, Sr, Ba находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород. Концентрация W превышает в хвостохранилище в 4 раза кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрации таких элементов, как K,

V, Ni, Nb, U находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных пород.

Несколько элементов представлены повышенными концентрациями. Среднее значение концентрации в суглинистых породах Се - 50 мкг/г превышает кларк осадочных пород примерно в 8,3 раза. Концентрация Zn в суглинистых породах не превышает (таблица 3).

Среднее значение концентрации в исследуемых почвах разрезов такие элементы как Cr, Br, K, Th, Ni, Zn, Ba - превышает кларк почвы примерно в 1,5 раза. Содержание W в исследуемых почвах разрезов не превышает значение кларка почвы.

Таблица 3 - Средние значения концентраций (мкг/г) различных элементов в суглинистых породах и хвостохранилище месторождения Актогай

Элемент	Суглинистык породы*	Хвостохранилище	Рампа 1, 2	Кларк
				Суглинистая порода
K, %	1,9	2,6	1,8	2,28
Ce	49,7	47,8	46,8	6
Cr	531	0,8	524	160
Br	4,9	<0.2	0,6	6
Th	6,8	4,3	4,2	11
Ni	87,4	89,8	126	95
Ba	599	905	657	800
Mo	5,1	10,7	13,3	2
W	1,9	8,1	1,4	2

Примечание: Суглинистые породы - ППС 1, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 2, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; ППС 3, отвал низовая сторона, ниже деканта №3; Западный ППС Образец 1; Отвал на юго-восточной дамбе, в районе зумфа №; Декант ЮЗ пикет Низовая сторона Деканта ЮЗ пикет отвал Проба 6; Отвал в районе начала дамбы стадии 3, пикет 3-6; Отвал низовая сторона, между декантами №4-5 (ниже), пикет №42,4*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные показывают, что содержание Cu в пробах хвостохранилища превышает ПДК: валовая форма меди в 18 раз, подвижная - 51,7. Суглинистая порода отвала Рампы СФ1 также превышает ПДК: валовая форма в 1,3 раза, а подвижная форма - 1,5. Незначительные увеличения содержания цинка в почвогрунтах следует объяснить подстилающими почвообразующими породами. По полученным лабораторным данным почвогрунты исследованной территории тяжелыми металлами не загрязнены. В суглинистых породах, которые будут использованы для горнотехнической рекультивации, превышение содержа-

ния валовых и подвижных форм тяжелых металлов не наблюдается.

Анализ химических элементов в почвах и пробах суглинистых пород в районе влияния горно-металлургических производств необходим для контроля различных природоохранных процессов – оценки величин загрязнения почвы, поверхностных вод, атмосферного воздуха, а также изучения локального распределения химических элементов и их миграции. Исследования элементного состава грунта на исследуемых объектах показали наличие таких токсичных элементов, как Zn, Mo. На основании этих данных можно отметить следующие общие свойства и некоторые особенности относительно кон-

центраций и распределения элементов в почвогрунтах. Концентрации таких элементов, как Mo, Se, Sr превышает в суглинистых породах, Fe в пределах, Rb не превышает, Sr, Ba находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрация W превышает в хвостохранилище в 4 раза кларковых значений для осадочных (суглинистых) пород всего мира. Концентрации таких элементов, как K, V, Ni, Nb, U находятся, в основном, в пределах их кларковых значений для осадочных пород всего мира. Несколько элементов представлены повышенными концентрациями. Среднее значение концентрации суглинистых породах Se - 50 мкг/г превышает кларк осадочных пород примерно в 2 раза. Концентрация Zn в су-

глинистых породах не превышает.

В связи с аналитическими данными по тяжелым металлам в образцах хвостохранилища, в почвогрунтах отвалов и образцах почв с разрезом следует вывод, что экстремально критических концентраций тяжелых металлов в хвостах и почвогрунтах не содержится. Имеет место превышение ПДК некоторых элементов и в особенности Cu. Надо иметь ввиду аномальность территории рудного месторождения, где в почве, растениях, породах будут повышенные концентрации рудных химических элементов. Хвостохранилище необходимо рекультивировать в связи с сильными проявлениями ветровой эрозии и выноса тонких частиц хвостов на большие расстояния за пределы ГОК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://promdevelop.com/issledovanie-po-rekultivatsii-hvostohranilishh/>, свободный.
- 2 Крупская Л.Т., Голубев Д.А., Раганина Н.К., Филатова М.Ю. Рекультивация поверхности хвостохранилища закрытого горного предприятия приморского края с использованием биоремедиации // ИИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень / ИИАБ. Mining Information and Analytical Bulletin, 2019 (9), - С 138-148.
- 3 Beiyuan J., Awad Y.M., Beckers F., Tsang D.C., Ok Y.S., Rinklebe J. Mobility and phytoavailability of As and Pb in a contaminated soil using pine sawdust biochar under systematic change of redox conditions // Chemosphere, 2017, Vol. 178, - P. 110—118. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.03.022.
- 4 Бубнова М.Б., Озарян Ю.А. Экологический мониторинг природно-горнотехнических систем на основе данных дистанционного зондирования // Экологические системы и приборы. - 2015. - № 11. - С. 15-22.
- 5 [Электронный ресурс]. Режим доступа: promdevelop.com/issledovanie-po-rekultivatsii-hvostohranilishh/, свободный.
- 6 Олейников А.Г., Дурова Р.А. Борьба с пылением хвостохранилищ предприятий цветной металлургии путем покрытия их многолетней растительностью. В кн.: Рефераты докладов и сообщений IV Уральского научно-координационного совещания по проблеме «Растительность и промышленные загрязнения». Свердловск, 1969. - С. 49-54.
- 7 Габдулина Ш.И. Изучение влияния эксплуатации хвостохранилища Сульфидной фабрики Актогайского ГОКа на химический состав и минерализацию подземных вод с построением модели массопереноса загрязняющих веществ на базе VisualModflowFlex // Магистерская диссертация. Специальность 6М075500 – Гидрогеология и инженерная геология. - Алматы. -2019. -72 с.

8 Agadjanyan N.A., Skalniy A.V. Himicheskielementy v sredeobitaniya i ekologicheskoy portret cheloveka (Moskva, Izd-vo KMK, 2001).

9 Babikova Yu.F., Kolesnik V.V., Roslyakov N.P. i dr. Mikroelementniy sostav volos naseleniya kak indikator zagryazneniya prirody i proizvodstvennoy sredoi. V kn.: Aktivatsionniy analiz: Metodologiya i primenenie (Tashkent, Izd-vo Fan, 1990).

10 Kist A.A.. Fenomenologiya biogeokhimi i bioneorganicheskoy khimii (Tashkent, Fan, 1987).

11 Onishenko G.G.. O hode raboty povedeniya u sotsialnogigienicheskogo monitoringa v 2000-2002 i zadacha khgossan-epid-služby Rossiyskoy federatsii po ego sovershenstvovaniyu. Gigiena i Sanitariya No.3, 3-5 (2004).

12 Курбанов Б.И., Данилова Е.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х., Турдиев С.Ю., Хушвактов Н.Х., Фармонов Х.Ш. Нейтронно-активационный анализ в экологических исследованиях объектов окружающей среды // Uzbek Journal of Physics / 2021. – С. 57-64.

13 Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учеб. пособие. 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 542 с.

14 Кулматов Р.А., Кист А.А., Каримов И.И. Нейтронно-активационная оценка распределения элементов в водах // ЖАХ. – 1980. – Т. 35. – № 2. – С. 254–259.

15 Музафаров А., Темиров Б.Р., Саттаров Г.С. Оценка влияния техногенных факторов на экологию региона // Горный журнал. – М., 2013. – № 8 (1). – С. 65–68.

16 Громовик А.И., Йонко О.А. Современные инструментальные методы в почвоведении. Теория и практика. – Воронеж, 2010. – 60 с.

REFERENCES

1 Internet resurs. Rezhim dostupa: <https://promdevelop.com/issledovanie-porekultivatsii-hvostokhranilishh/>, svobodny.

2 Krupskaya L.T., Golubev D.A., Rastanina N.K., Filatova M.Yu. Rekultivatsiya poverkhnosti khvostokhranilishcha zakrytogo gornogo predpriyatiya primorskogo kraya s ispolzovaniyem bioremediatsii // GIAB. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten / MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019 (9), - S 138-148.

3 Beiyuan J., Awad Y.M., Beckers F., Tsang D.C., Ok Y.S., Rinklebe J. Mobility and phytoavailability of As and Pb in a contaminated soil using pine sawdust biochar under systematic change of redox conditions // Chemosphere, 2017, Vol. 178, - P. 110—118. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2017.03.022.

4 Bubnova M.B., Ozaryan Yu.A. Ekologicheskyy monitoring prirodno-gornotekhnicheskikh sistem na osnove dannykh distantsionnogo zondirovaniya // Ekologicheskiye sistemy i pribory. - 2015. - № 11. - S. 15-22.

5 Internet resurs. Rezhim dostupa: promdevelop.com/issledovanie-porekultivatsii-hvostokhranilishh/, svobodny.

6 Oleynikov A.G., Durova R.A. Borba s pyleniyem khvostokhranilishch predpriyaty tsvetnoy metallurgii putem pokrytiya ikh mnogoletney rastitelnostyu. - V kn.: Referaty dokladov i soobshcheny IV Uralskogo nauchno-koordinatsionnogo soveshchaniya po probleme «Rastitelnost i promyshlennyye zagryazneniya». Sverdlovsk, 1969. - S. 49-54.

7 Gabdulina Sh.I. Izucheniye vliyaniya ekspluatatsii khvostokhranilishcha Sulfidnoy fabрики Aktogayskogo GOKa na khimicheskiy sostav i mineralizatsiyu podzemnykh vod s postroyeniym modeli massoperenosa zagryaznyayushchikh veshchestv na baze VisualModflowFlex // Magistrskaya dissertatsiya. Spetsialnost 6M075500 – Gidrogeologiya i inzhenernaya geologiya. -Almaty. -2019. -72 s.

8 Agadjanyan N.A., Skalniy A.V. Himicheskielementy v sredeobitaniya i ekologicheskiy portret cheloveka (Moskva, Izd-vo KMK, 2001).

9 Babikova Yu.F., Kolesnik V.V., Roslyakov N.P. i dr. Mikroelementniy sostav volos naseleniya kak indikator zagryazneniya prirodoy i proizvodstvennoy sredoi. V kn.: Aktivatsionniy analiz: Metodologiya i primeneniye (Tashkent, Izd-vo Fan, 1990).

10 Kist A.A. Fenomenologiya biogeokhimi i bioneorganicheskoy khimii (Tashkent, Fan, 1987).

11 Onishenko G.G. O hode raboty povedeniy u sotsialnogigienicheskogo monitoringa v 2000-2002 i zadacha khgossan-epid-služby Rossiyskoy federatsiipo ego sovershenstvovaniyu. Gigiena i Sanitariya No.3, 3-5 (2004).

12 Kurbanov B.I., Danilova Ye.A., Osinskaya N.S., Khusniddinova S.Kh., Turdiyev S.Yu., Khushvaktov N.Kh., Farmonov Kh.Sh. Neytronno-aktivatsionnyy analiz v ekologicheskikh issledovaniyakh obyektoy okruzhayushchey sredy// Uzbek Journal of Physics/ 2021. – S. 57-64.

13 Zhebentyaev A.I., Zhernosek A.K., Talut I.E. Analiticheskaya khimiya. Khimicheskiye metody analiza : ucheb. posobiye. 2-e izd. – M.: INFRA-M, 2011. – 542 s.

14 Kulmatov R.A., Kist A.A., Karimov I.I. Neytronno-aktivatsionnaya otsenka raspredeleniya elementov v vodakh// ZhAKh. – 1980. – T. 35. – № 2 – S. 254-259.

15 Muzafarov A., Temirov B.R., Sattarov G.S. Otsenka vliyaniya tekhnogennykh faktorov na ekologiyu regiona// Gornyy zhurnal. – M., 2013. – № 8 (1). – S. 65-68.

16 Gromovik A.I., Yonko O.A. Sovremennyye instrumentalnyye metody v pochvovedenii. Teoriya i praktika. – Voronezh, 2010 – 60 s.

ТУЙН

Ф.Е. Қозыбаева^{1*}, Г.Б. Бейсеева¹, Г.А. Сапаров², Т. Мұрат¹, Н.Ж. Ажикина¹,
А.С. Есжанова¹

АҚТОҒАЙ КЕН ОРНЫНЫҢ ТОПЫРАҚ ГРУНТТАРЫНДАҒЫ ТЕХНОГЕНДІК
ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ МӨЛШЕРІ ЖӘНЕ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ
ЖИҢАҚТАЛУ ДЕҢГЕЙІН БАҒАЛАУ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми зерттеу институты, 050060, Алматы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан,

*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

²Орталық Азия экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы (Алматы), 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75В, Қазақстан,

e-mail: saparov.g@mail.ru

Тау кен металлургия өндірістерінің әсер ету аймағындағы топырақтағы химиялық элементтерді және құмбалшықты жыныстардың үлгілерін талдау әртүрлі табиғатты қорғау үрдістерін бақылау үшін қажет – топырақтың, жер үсті суларының, атмосфералық ауаның ластану мөлшерін бағалау, сондай-ақ химиялық элементтердің жергілікті таралуын және олардың миграциясын зерттеу. Топырақтағы мырыштың шамалы өсуін топырақ түзетін жыныстардың мөлшерімен түсіндіру керек. Құмбалшықты жыныстардағы селеннің концентрацияның орташа мәні Се-50 мкг/г шөгінді жыныстардың кларкінен шамамен 2 есе көп. Си-мыстың мөлшері де шектеулі рұқсат етілген мөлшерден асады. Оның мөлшері қалдықсақтағыштан алынған үлгілердегі шектеулі рұқсат етілген мөлшерден асады: мыстың жалпы формасының мөлшері 18 есе, жылжымалы формасының мөлшері 51,7 есе асады. Топырақта, өсімдіктерде, жыныстарда кенді химиялық элементтердің концентрациясы жоғарылайтын кен орнының аумағының аномальды екенін есте ұстаған жөн. Қалдықсақтағыштан жел эрозиясының әсерінен, оның жұқа

бөлшектерін ГОК-тан тыс ұзақ қашықтыққа шығаруына байланысты бұл жерлерде рекультивация жұмыстары жүргізілуге тиіс.

Түйінді сөздер: ауыр металдар, мұмбалшықты жыныстар, алдысөз ағыш, ШПК, тау-кен техникалық рекультивация.

SUMMARY

F.E. Kozybayeva^{1*}, G.B. Beiseyeva¹, G.A. Saparov², M. Toktar¹, N.Zh. Azhikina¹
A.S. Yeszhanova¹

THE CONTENT OF TECHNOGENIC ELEMENTS IN SOILS AKTOGAY DEPOSITS AND ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ACCUMULATION OF HEAVY METALS

¹ Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after

U.U. Uspanov, 050060, Almaty, 75B, al-Farabi, Ave., Kazakhstan,

*e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

² Scientific Research Center of Ecology and Environment of Central Asia (Almaty),
050060, Almaty, al-Farabi ave., 75V, Kazakhstan, e-mail: saparov.g@mail.ru

The analysis of chemical elements in soils and samples of loamy rocks in the area of influence of mining and metallurgical industries is necessary for monitoring various environmental processes - assessing the magnitude of soil pollution, surface water, atmospheric air, as well as studying the local distribution of chemical elements and their migration. Minor increases in the zinc content in the soil should be explained by the underlying soil-forming rocks. The average concentration in loamy rocks $Ce = 50$ mcg/g exceeds the clark of sedimentary rocks by about 2 times. There is an excess of Cu. Its content exceeds the MPC in the samples of the tailings dump: the gross form is 18 times, the movable form is 51.7 times. It is necessary to keep in mind the anomaly of the territory of the ore deposit, where there will be increased concentrations of ore chemical elements in the soil, plants, rocks. The tailings dump needs to be recultivated due to strong manifestations of wind erosion and the removal of its fine particles over long distances outside the GOK.

Key words. heavy metals, loamy rocks, tailings storage, MAC, mining and technical reclamation.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1 Козыбаева Ф. Е. - главный научный сотрудник отдела Экологии почв, доктор биологических наук, профессор, e-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

2 Бейсеева Г. Б. - главный научный сотрудник отдела Экологии почв, доктор сельскохозяйственных наук, e-mail: beiseeva2009@mail.ru

3 Сапаров Г. А. - заведующий отдела Экологии почв, кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: saparov.g@mail.ru

4 Токтар М. - научный сотрудник отдела Экологии почв, PhD доктор, e-mail: marat-toktar@mail.ru

5 Ажикина Н. Ж. - научный сотрудник отдела Экологии почв, e-mail: azhikina_n@mail.ru

6 Есжанова А. С. - младший научный сотрудник отдела Экологии почв, e-mail: ainur_2005_82@mail.ru