

УДК 502.52(571.621)

ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ ХИНГАНСКОГО ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

М.В. Горюхин

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: goruhin@mail.ru

В статье на основе зонирования поверхности хвостохранилищ дается характеристика условий восстановления растительного покрова.

Ключевые слова: горно-обогатительный комбинат, хвостохранилище, отходы обогащения, гидроотвал, восстановление растительного покрова.

Введение

Разработка месторождений полезных ископаемых оказывает значительное и долговременное воздействие на все компоненты окружающей природной среды: литогенную основу, рельеф, почвенный и растительный покров, поверхностный и подземный сток. Результаты воздействия любых типов горных предприятий достаточно близки – полное уничтожение биоты; химическое загрязнение; изменение водного баланса; различные формы нарушения литогенной основы и, как следствие, – формирование горнопромышленных ландшафтов. На месте ведения горных работ остаются многочисленные техногенные образования (карьеры, отвалы, хвостохранилища, отстойники и др.), под которые отчуждаются значительные площади земель. Скорость преобразования горнопромышленных ландшафтов в состояние близкое к ненарушенным природным существенно различается в зависимости от характера литогенной основы, морфологических и морфометрических особенностей, гранулометрического состава, подвижности грунта, наличия токсичных соединений в промышленных отходах, микроклиматических особенностей, сохранения лесной растительности и др. [1, 2, 3, 5, 10, 12, 13, 16, 20]. Наиболее экологически опасными объектами, требующими повышенного внимания, являются хвостохранилища, которые могут подвергаться интенсивному воздействию экзогенных процессов, обуславливающих вынос веществ на прилегающие площади. Одним из факторов, сдерживающих интенсивную эрозию и вынос химических элементов-загрязнителей, является растительный покров, изучение процессов восстановления которого представляется актуальным.

После окончания горных работ вступают в действие природные стабилизирующие факторы: физическое, химическое и биологическое выветривание, формирование поверхности, ее зарастание, почвообразование. Главным же средообразующим и средостабилизирующим фактором является растительность [2, 13].

Целью исследования является изучение особенностей восстановления растительного покрова на хвостох-

ранилищах Хинганского горно-обогатительного комбината (ГОКа), прекратившего эксплуатацию месторождения олова в 2005 г.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести зонирование хвостохранилищ по основным экологическим характеристикам;
- дать характеристику растительного покрова экологических зон хвостохранилищ;
- исследовать особенности восстановительных процессов растительного покрова.

Материалы: работа основана на данных полевых исследований 2009, 2011, 2012 гг., архивных материалов Хинганского ГОКа, карты Облученского района Еврейской автономной области (ЕАО) масштаба 1:100 000.

Методы: геоморфологические, геоботанические, расчетно-аналитические (программа Google Earth Pro) [11, 17].

Обсуждение результатов исследований

Хинганское месторождение олова расположено на северо-западе ЕАО, в 18 км к северу от г. Облучье, крупной железнодорожной станции Транссибирской магистрали.

На уровне региона рельеф – низкогорный, представлен северо-западными отрогами центральной части хребта Малый Хинган, абсолютная высота в районе исследования – 686 м над ур. м. Долина р. Левый Хинган хорошо выражена в рельефе, имеет северо-восточное простирание. Долины левых притоков – ключей Буферный, Малиновый, Незаметный – северо-западное, правого притока ключа Северный – северное направление. Растительность относится к северной подзоне зоны хвойно-широколиственных лесов; представлена вторичными белоберезовыми и березово-осиновыми лесами (*Betula platyphylla*, *Populus tremula*) с лиственницей даурской (*Larix dahurica*), кленами желтым (*Acer ukurunduense*), мелколистным (*Acer mono*) и зеленокорым (*Acer tegmentosum*), липой амурской (*Tilia amurensis*). Почвы буротаежные иллювиально-гумусовые, каменисто-щебенистые [12, 15, 16].

Согласно климатическому районированию ЕАО [14] исследуемый объект находится в Малохинганском районе Среднеамурской климатической провинции, на формирование климата значительное влияние оказывают муссонные процессы. Лето характеризуется как теплое; зима, вследствие поступления холодных масс воздуха с северными и северо-западными потоками, холодная или очень холодная. Поэтому климат здесь ультра-континентальный. Минимальная температура января -46°C , максимальная июля $+40^{\circ}\text{C}$. Атмосферное увлажнение в первую половину теплого периода умеренное и недостаточное, а в остальное время года избыточное. Среднегодовой коэффициент увлажнения составляет 1,8. Годовое количество осадков – 700–800 мм в год, большая их часть выпадает в летние месяцы (июль и август) и носит ливневый характер. Максимальная среднемесячная скорость ветра составляет 2,9 м/с (апрель месяц), а среднегодовая – 2,1 м/с [14, 15, 18].

Месторождение в целом представляет собой единый штотверк с густой сетью ветвящихся, беспорядочно распределенных прожилков, сложенных касситеритом, кварцем, хлоритом, флюоритом и сульфидами. Горными выработками и скважинами оно прослежено на глубину более 800 м без признаков уменьшения оруденения. Руды месторождения комплексные, основным рудным минералом является касситерит, (около 0,7 %), вторыми по значимости – флюорит (около 2 %), сульфиды меди, цинка, свинца (суммарно менее 1 %). Рудные тела имеют

относительно небольшие поперечные размеры (30–50 м) и протяженность по падению до 300–400 м [9, 19].

На первоначальном этапе эксплуатации объекта (1944–1963 гг.) сформировались карьер (11 га), плоские отвалы вскрышных, вмещающих пород и бедных руд, которые складированы на север-северо-западном и западном склонах безымянной сопки с абсолютной высотой 686 м над уровнем моря. В 1964 г., в связи с отработкой верхних горизонтов месторождения, Хинганский ГОК перешел на подземный способ добычи руды на шахте «Капитальная».

Для хранения отходов обогащения было сформировано три хвостохранилища общей площадью около 15 га, которые не рекультивированы и подвергаются интенсивному воздействию водной и ветровой эрозии. В процессе их строительства было изменено русло ключа Малиновый, оно частично отведено в сторону с помощью подземного тоннеля длиной 500 м.

Суммарная площадь техногенных образований составляет около 30 га. Схема их расположения представлена на рис. 1.

Отходы обогащения представляют собой тонко измельченные руды и вмещающие породы с размером фракций от песчаных до лессовидных и глинистых, в которых нами зафиксировано наличие соединений тяжелых металлов (ТМ), таких как Mn, Zn, Pb, Cu, As, Co, Ni в концентрациях выше кларковых, кроме кобальта и никеля. Обобщенный концентрационный ряд их представлен



Рис. 1. Схема расположения техногенных образований Хинганского горно-обогатительного комбината

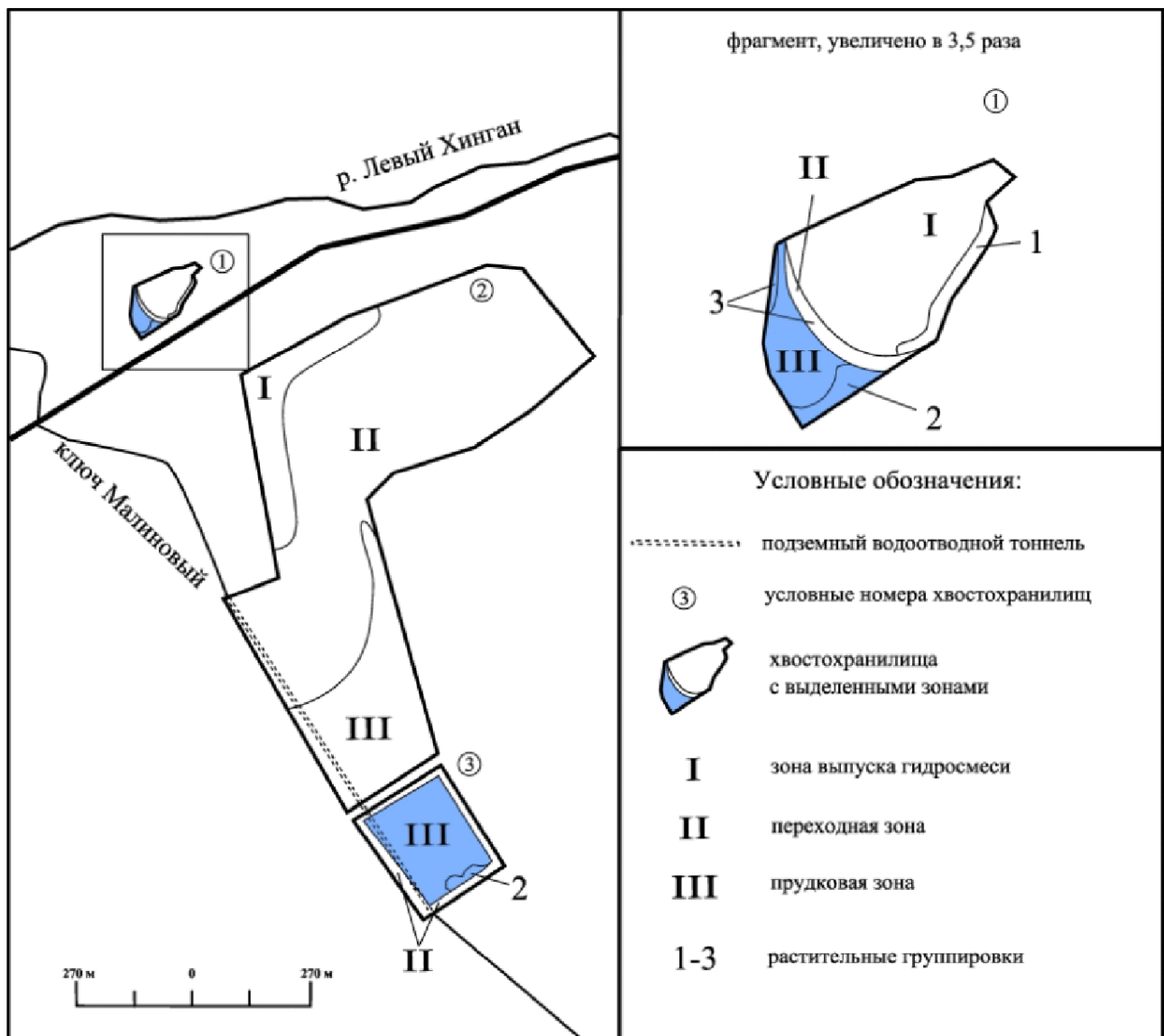


Рис. 2. Схема зонирования территории хвостохранилищ

в следующем виде: $As > Sn > Zn > Pb > Cu > Cd > Mn > Fe > Co > Ni$. Наибольшие превышения кларков характерны для валового содержания $As - 287,2$, $Sn - 77,4$ и $Zn - 26,5$ и подвижных форм цинка – свыше 35 и свинца – свыше 15 ПДКп [7, 8].

Наряду с концентрированием ТМ, при заполнении хвостохранилищ происходило фракционирование грунта по крупности с уменьшением диаметра частиц по мере удаления от места выпуска гидросмеси, что, вероятно, может происходить за счет процессов, близких к формированию аллювиальных и озерно-аллювиальных отложений в естественных условиях [4]. Это привело к образованию разновысотных элементов поверхности с различным гранулометрическим составом и различных условий для восстановления растительного покрова.

Нами было проведено зонирование всех хвостохранилищ по высоте, наличию уровня воды и фракционному составу с выделением трех зон:

I – высокая: недостаточное увлажнение, преобладают песчаные фракции;

II – промежуточная: периодическое переувлажнение,

смесь лессовидных и фракций;

III – низкая: стоит вода, преобладание глинистых фракций (рис. 2).

На каждом хвостохранилище, в пределах выделенных зон, было проведено изучение особенностей восстановления растительного покрова и приведены описания растительности.

Хвостохранилище № 1

Растительность, произрастающая практически по всему периметру, препятствует ветровой эрозии, представлена небольшими группами и отдельно стоящими деревьями, это преимущественно тополь душистый, береза плосколистная, ивы, ольха волосистая (*Alnus hirsuta*), черемуха обыкновенная (*Padus avium*).

Зона I. Занимает большую часть хранилища (около 65 %), характеризуется плоской, слабо наклонной поверхностью, она относительно равномерно покрыта единичными древесными – березой плосколистной, ивой цельной (*Salix integra*), тополем душистым, рябиником рябинолистным (*Sorbaria sorbifolia*) и травянистыми видами – клевером луговым (*Trifolium pratense*) и ползу-

чим (*Trifolium repens*), подорожником большим (*Plantago major*), мятником луговым (*Poa*).

У юго-восточного борта отмечается разреженная растительная группировка с доминированием в подросте березы плосколистной, тополя душистого, ивы цельной с сомкнутостью крон менее 0,1, в кустарниковом ярусе рябинника рябинолистного и рубуса Комарова (*Rubus komarovii*) с сомкнутостью менее 0,1 и отдельно стоящими травянистыми растениями, представленными белозором болотным (*Parnassia palustris*), клевером луговым и ползучим.

Зона II. Узкая поперечная полоса площадью не более 5 %, небольшая часть которой занята группировкой из осоки (*Carex*) с отдельными экземплярами хвоща приречного (*Equisetum fluviatile*), на границе с зоной III отмечаются ситник (*Juncus*) и скрученник китайский (*Spiranthes sinensis*).

Зона III. Занимает около 30 % поверхности хвостохранилища. В южной части отмечается растительная группировка, состоящая из хвоща приречного и сильно угнетенного рогоза широколистного (*Typha latifolia*), у западного борта произрастают осоки с незначительной примесью хвоща приречного.

Хвостохранилище № 2

Неправильной Г-образной формы, площадь около 13 га с наибольшей высотой бортов примерно 15 м. Растительность в основном сосредоточена на внешних крутых склонах; древесный ярус представлен тополем душистым и дрожащим (*Populus tremula*), березой плосколистной с сомкнутостью крон около 0,4; в подросте наблюдаются те же виды.

Зона I. Вытянута узкой полосой вдоль внешнего края, занимает наименьшую площадь (менее 10 %). Здесь отмечаются очень редкие единичные представители древесных видов, таких как береза плосколистная, тополь душистый, некоторые из них частично занесены песчаной фракцией отходов, что является проявлением активных эоловых процессов.

Зона II. Занимает около 70 % от всей поверхности, в ней также отмечаются единичные представители тех же видов растительности.

Зона III. Площадь около 20 %, в дождливые годы здесь формируется водоем и создаются условия для произрастания единичных и сильно угнетенных представителей водных растений, например, рогоза широколистного.

Хвостохранилище № 3 имеет форму близкую к прямоугольной; площадь составляет около 1,53 га; растительность, окружающая хвостохранилище, представлена вторичными бело-березовыми и березово-осиновыми лесами с лиственницей Каяндера (*Larix sibirica*), кленами желтым, мелколистным и зеленокорым, липой амурской с сомкнутостью около 0,9.

Зона I – отсутствует.

Зона II. Занимает около 10 %, здесь отмечаются редкие одиночные представители таких древесных видов, как береза плосколистная, кустарниковых – рябинник рябинолистный и травянистых видов – подорожник большой, клевер ползучий.

Зона III – основная часть хвостохранилища, у ее юго-

восточной стороны произрастает группировка водных растений, состоящая из хвоща приречного и рогоза широколистного. Необходимо отметить, что эти два вида не смешиваются, образуют зарослевый тип растительности, проявляется явное сходство с III зоной хвостохранилища № 1.

Выводы

На поверхности хвостохранилищ выделено три зоны: I – с недостаточным увлажнением и преобладанием песчаных фракций; II – с периодическим переувлажнением, смесью песчаных лессовидных и суглинистых фракций; III – постоянно увлажнена, преобладают глинистые фракции.

Видовой состав растительности зависит от экологических условий каждой зоны: для первой характерно наличие единичных представителей древесной растительности с преобладанием тополя душистого и березы плосколистной; для второй и третьей – характерны представители травянистой растительности – рогоз широколистный и хвощ приречный.

В целом, за время, прошедшее после прекращения эксплуатации месторождения, растительность восстановилась приблизительно на 7 % поверхности хвостохранилищ. Наиболее интенсивно данный процесс идет в зоне III хвостохранилищ № 1 и 3, а медленнее всего – в II и III зонах хвостохранилища № 2.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алешичев А.Н., Савченко И.Ф. Анализ искусственных насаждений по классам продуктивности на Райчихинском бурогольном месторождении // Вестник КрасГАУ. 2011. № 7. С. 98–102.
2. Бабурин А.А., Сохина Э.Н. Оценка состояний территорий, нарушенных горными разработками // Эколого-экономические аспекты освоения новых районов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 224 с.
3. Бакулин Ю.И., Буряк В.А., Галичанин Е.Н. и др. Основные проблемы изучения и добычи минерального сырья Дальневосточного экономического района. Минерально-сырьевой комплекс ДВЭР на рубеже веков. Хабаровск: Изд-во ДВИМСа, 1999. 214 с.
4. ВСН 291-72. Инструкция по проектированию гидротвалов из глинистых грунтов и прогнозированию их состояния. Утверждено 21 марта 1972 г. ММСС СССР. Москва–1977.
5. Галченко Ю.П. Динамика изменения состава и состояния элементов биоты в зоне техногенного воздействия горных предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2007. № 11. С. 209–214.
6. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. 1. Природные геосистемы и их компоненты / отв. ред. С.С. Ганзей. Владивосток: Дальнаука, 2008. 428 с.
7. Горюхин М.В. Изучение поступления тяжелых металлов в компоненты окружающей природной среды, на примере Хинганского месторождения оловянных руд Еврейской АО // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 320, № 1. С. 189–193.
8. Горюхин М.В. Исследование особенностей геоэкологических процессов в районе разработки Хинганс-

- кого месторождения олова Еврейской автономной области // Территориальные исследования: цели, результаты и перспективы: тезисы VI региональной школы-семинара молодых ученых, аспирантов и студентов. Биробиджан, 25–27 октября 2011 г. / под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН–ГОУВПО «ДВГСГА», 2011. 214 с.
9. Коростелев П.Г., Семеняк Б.И., Демашов А.М. и др. Некоторые особенности вещественного состава руд Хинганского месторождения олова // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: ГУ Дальневост. геол. ин-т, 2000. Вып. 1. С. 202–225.
 10. Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В., Кухарук Н.С. Чепелев О.А. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах // Исследовано в России [электронный ресурс] (zhurnal.ape.relam.ru/articles/2005/217.pdf) (18.01.2013).
 11. Методы комплексных физико-географических исследований / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 368 с.
 12. Морин В.А., Липина Л.Н., Морина О.М., Липина Я.С., Трансформация растительного покрова под влиянием горного производства в условиях юга Дальнего Востока и возможности его восстановления // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. № 6. С. 299–308.
 13. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование. Амурско-Комсомольский ТПК. Владивосток: ДВО РАН СССР, 1988. 156 с.
 14. Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
 15. Природные ресурсы Еврейской автономной области / Журнист В.И., Коган Р.М., Кодякова Т.Е., Комарова Т.М., Рубцова Т.А. и др. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2004. 112 с.
 16. Природопользование Дальнего Востока России и Северо-Восточной Азии: потенциал интеграции и устойчивого развития / под ред. А.С. Шейнгауза. Владивосток, Хабаровск: ДВО РАН, 2005. 528 с.
 17. Спиридонов А.И., Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., 1970. 456 с.
 18. Справочник по климату СССР. Вып. 25. Ч. 3. Ветер. Л.: Гидрометеоздат, 1967. 318 с.
 19. Усиков В.И. Минеральные ресурсы Еврейской автономной области. Опыт их изучения и освоения, проблемы, перспективы. Владивосток: Дальнаука, 2006. 144 с.
 20. Чайкина Г.М., Обьедкова В.А., Гаранина И.А., Прибылев В.И. Экосистемы техногенных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. № 1. 2005. С. 105–108.

The paper provides the description of conditions necessary for the vegetation recovery on the surface of tailing ponds, on basis of the ecologic zoning.

Key words: tailing dump, ore mining and processing enterprise, cleaning rejects, sludge pond, revegetation.