

УДК 502.654

**ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
(на примере Уруша-Ольдойского золотоносного узла в Амурской области)**

И. Г. Борисова, В. М. Старченко

*Амурский филиал Ботанического сада-института ДВО РАН, г. Благовещенск
E-mail: garden@ascnet.ru*

На территории Уруша-Ольдойского золотоносного узла с его специфическими природно-климатическими условиями проведены исследования по естественному восстановлению почвенно-растительного покрова. С учетом полученных сведений даны рекомендации по рекультивации нарушенных земель, предложена принципиальная схема рекультивации отвалов вскрышных горных пород.

Ключевые слова: Амурская область, рудник «Березитовый», рекультивация, самозарастание, отвалы золотодобычи, физико-химические свойства грунтов, биоэкологические свойства растений.

Самые значительные изменения структуры природных ландшафтов и установившихся биогеоценотических связей происходят вследствие открытой добычи и переработки полезных ископаемых. Современный уровень развития науки и техники позволяет за короткое время принимать экстренные меры к созданию экологически сбалансированных оптимальных посттехногенных ландшафтов с учетом сохранения устойчивых биоценозов и многосторонних требований общества. Главная роль в этом принадлежит рекультивации, являющейся неотъемлемой частью более общей проблемы охраны окружающей среды.

Выбор типа освоения техногенных ландшафтов определяется прежде всего основным направлением экономического развития региона, физико-географическими условиями месторождения полезных ископаемых, свойствами вскрышных пород, рельефом, размером и видом отвалов. Проблема рекультивации и возвращения в народнохозяйственное использование нарушенных земель на горнопромышленных территориях становится первоочередной экологической задачей. Экологическая и хозяйственная эффективность традиционных технологий рекультивации, как правило, невелика. Решается она проведением различных мероприятий: горной рекультивацией (складирование грунтов, планировка поверхности), биологической рекультивацией с использованием насыпного плодородного слоя почвы или без него, с осуществлением посадочных работ или без них. Несмотря на значительное количество публикаций

по рекультивации нарушенных земель, процессы формирования почвенно-растительного покрова остаются малоизученными, поскольку все они имеют четко выраженную региональную и индивидуальную специфику.

Рассмотрим результаты обследования нарушенных территорий Березитового месторождения и близлежащих территорий, расположенных на западе Амурской области в малонаселенном Тындинском районе (рис. 1).

Добыча россыпного золота осуществляется здесь с 1931 г., рудного – с 2007 г. По агроклиматическим характеристикам эта территория характеризуется непригодными для возделывания сельскохозяйственных культур климатическими показателями (Агроклиматические..., 1977). Она обладает ярко выраженным низко- и среднегорным рельефом. Абсолютные отметки рельефа от 400 до 1100 м и относительные превышения 150–600 м. Крутизна склонов до 30°. На вершинах и крутых склонах значительные площади заняты курумами. Водоразделы выположены, участками заболочены. Основной зональный тип растительности – южная тайга (Сочава, 1969; Грибова, 1969).

Исследования проводили в 2006–2007 гг. на Березитовом месторождении и в 1999–2000 гг. на сопредельных территориях Уруша-Ольдойского золотоносного узла. Объектами изучения выбраны природные ландшафты, техногенные ландшафты в долинах рек, нарушенных россыпной золотодобычей, и техногенные образования на промплощадке Березитового рудника.

В полевых исследованиях изучалось морфологическое строение почв, проводился отбор почвенных образцов по генетическим горизонтам на физико-химические анализы, описывалась растительность. На техногенных формах рельефа были отобраны образцы грунта для определения физических и химических свойств и составлены описания вновь формирующихся растительных группировок. Описания растительности выполнялись в соответствии с методическими указаниями (Полевая..., 1964). Названия растений приведены по сводке С. К. Черепанова (1995).

Для района исследований наиболее типично сочетание различных травяно-кустарничковых листовенничных и производных белоберезовых (белоберезово-лиственничных) лесов на дренированных местообитаниях. Характерной чертой современных лесов рассматриваемого района в результате их антропогенной нарушенности является широкое участие *Betula platyphylla*. На высоких террасах, в нижних частях склонов северной экспозиции, в днищах долин встречаются болотные или ерниковые листовенничники низкого класса бонитета с подлеском из *Betula divaricata* Ledeb., *Betula fruticosa* Pall., *Duschekia fruticosa*, видов *Salix*. По долинам и поймам рек, террасам, горным склонам различной экспозиции изредка отмечены леса с участием *Picea* различного класса бонитета и сомкнутости. Эти леса часто отличаются сравнительно богатым видовым составом. В зависимости от условий основными лесообразующими породами пойменных лесов могут выступать *Picea ajanensis*, *Populus suaveolens*, *Salix* sp., реже – *Larix gmelinii* и другие деревья. При повышении высоты над уровнем моря основными лесообразующими породами становятся *Chosenia arbutifolia*, *Salix cardiophylla* (ложнотополь) и *Larix gmelinii*.

Отвалы 70–80-летней давности, сложенные с помощью мускульной силы из крупнообломочного материала со щебенкой, мелкоземом и большой долей органики, в настоящее время поросли листовеннично-тополево-белоберезовым лесом. Высота деревьев 20–25 м, диаметр до 40 см, сомкнутость крон 0,2–0,3. Травянистый и мохово-лишайниковый покровы распространены мозаично и занимают 2–3% от общей площади. Под кронами крупных деревьев, в приствольной части формируется перегнойно-аккумулятивный горизонт мощ-



Рис. 1. Обзорная карта исследованных территорий

Fig. 1. A general map of the study area

ностью до 2,5 см с содержанием гумуса 1,4%. На остальной площади формирование почвенных горизонтов не происходит. Отвалы того же возраста, сложенные крупнообломочным материалом без заполнителя из мелкозема, представляют собой каменные развалы. Растительность их не осваивает, за исключением отдельных немногочисленных лишайников.

Техногенные комплексы последних двух десятков лет имеют другие характеристики грунтов и форм рельефа (табл. 1). Это в основном гале-эфельные отвалы, сложенные перемытыми «песками», и покатые склоны вдоль бортов долин, сложенные перемещенными «торфами». Наиболее интенсивно растительность возобновляется на перемещенных «торфах», в составе которых до 30% глины от мелкозема и до 3% гумуса. За 10 лет в районе руч. Медвежий древостой образовал сомкнутость крон 0,6.

В пониженных местах отвального поля часты участки со слоем наилока, который наносится водотоками во время паводков. Наиллок содержит 100% мелкозема, 4% глины и 2% ила от мелкозема, 9% гумуса. Поверхность интенсивно зарастает травянистыми, водно-болотными и полуводными растениями; проективное покрытие травостоя до 50%.

Гале-эфельные отвалы, сложенные перемытыми «песками», зарастают слабо. Здесь наиболее сильно отмечается иссушение грунтов и сезонного слоя.

Таблица 1. Характеристика самозарастания техногенных форм рельефа

Table 1. Natural re-vegetation of industrial landforms

Место образования (вид деятельности)	Техногенные формы рельефа	Характеристика грунта	Время формирования, гг.	Характер и интенсивность самозарастания
руч. Березитовый (россыпная золотодобыча)	Холмисто-западинная поверхность, созданная с помощью мускульной силы	Перемещенная вскрышная порода из крупно- и мелкообломочного материала с заполнителем из мелкозема и почвенной органики	1931–1936	Лиственнично-тополево-белоберезовый лес
	Гале-эфельные отвалы	Перемытые «пески»	1997	Растительн. нет
	Покатый выпуклый склон в правом борту долины	Перемещенные «торфа»	1997	Пионерная растительность очень рассеянно
руч. Орогжан (россыпная золотодобыча)	Гале-эфельные отвалы	Перемытые «пески» с большой долей крупнообломочного материала	1991–1992	В основном слабая
	Покатые выпуклые склоны вдоль бортов долины	Перемещенные «торфа»	То же	Средняя
	Понижения	Перемытые «пески» с большой долей глинистого материала, в отдельных местах перекрыты наилоком	«	Сильная, по болотному типу
руч. Медвежий (россыпная золотодобыча)	Пологоволнистая поверхность (рекультивированные гале-эфельные отвалы)	Перемытые «пески»	1988–1989, горная рекультивация (1993–1995)	От слабой до сильной
	Покатые выпуклые склоны вдоль бортов долины	Перемещенные «торфа»	1988–1989	Очень интенсивная
	Понижения	Перемытые «пески» с большой долей глинистого материала, часто перекрыты наилоком	Горная рекультивация (1993–1995)	Сильная, по болотному типу
руч. Колбачи (россыпная золотодобыча)	Гале-эфельные отвалы	Перемытые «пески»	1993–1994 и 1997	Слабая и средняя
	Покатые выпуклые склоны вдоль бортов долины	Перемещенные «торфа»	1993–1994	Средняя и сильная
	«Высокая пойма» в днище вновь формирующейся долины	Наилок мощностью 20–30 см	1993–1994 и 1997	Свежая поверхность с трещинами усыхания
руч. Экскаваторный (россыпная золотодобыча)	Галечные отвалы	Перемещенная вскрышная порода из крупноглыбового материала	1936–1940	Слабая
	Эфельные отвалы	Щебенка со значительной долей глинистого материала	То же	Лиственнично-тополево-белоберезовый лес
Долина р. Хайкта (рудная золотодобыча)	Отвалы вскрышной породы рудника «Березитовый»	Крупноглыбовый материал со щебенкой и мелкоземом, сильно уплотненный	2007	Проросшие сеянцы <i>лиственницы</i> и <i>березы</i> на границе с лесом
	Насыпи дорог	Щебенка, отсев	2005	Слабая и средняя
	Заброшенные площадки у дорог	То же	2005–2006	Сеянцы <i>лиственницы</i> и <i>березы</i> с проективным покрытием до 50%

Примечание. Интенсивность самозарастания: сильная – среднее расстояние между растениями меньше или равно 0,5 м, сомкнутость крон до 0,6; средняя – среднее расстояние между растениями 1,0 м (от 0,2 до 2,0 м); слабая – среднее расстояние между растениями 2,5 м (от 1,0 до 4,0 м).

Условия для восстановления растительного покрова неблагоприятны. Наибольшее количество участков с интенсивным самозаращением образуется на спланированных гале-эфельных отвалах в долине руч. Медвежий. Благодаря горнотехнической рекультивации произошло смешение галей и эфелей, увеличилось общее содержание глинистой фракции в грунте и уменьшились углы склоновых поверхностей, в результате чего сложились более благоприятные условия для самозаращения. На галечных отвалах заращение не наблюдается, на эфельных отвалах – слабое до среднего.

По результатам обследований выявилась общая закономерность: заращение отвалов россыпной золотодобычи в конечном итоге идет по зональному типу. Пионерная растительность отличается азональностью и формируется преимущественно за счет широкоарельных (чаще циркумполярных) и рудеральных видов, обладающих высокой экологической пластичностью.

Техногенно нарушенные горные долины первого порядка заселяются видами из окружающих ненарушенных или слабонарушенных ценозов, которые выносятся водным потоком: *Artemisia lagocephala*, *Rheum compactum*, *Saxifraga punctata*, виды *Carex*. Позднее растения, появившиеся первыми, сменяются широко распространенными и сорными видами (включая заносные), характерными для пионерной растительности долин водотоков более крупного порядка: *Chamaenerion angustifolium*, *Chenopodium album*, *Rorippa barbareaifolia*, *R. palustris*, виды *Carex*, *Polygonum*, *Persicaria*, *Calamagrostis* и некоторые другие. Из древесно-кустарниковых растений первыми заселяются: *Rubus idaeus*, *Sorbaria sorbifolia*, *Duschekia fruticosa*, *Chosenia arbutifolia*, *Salix cardiophylla*, *Populus suaveolens*. Позднее появляются сеянцы *Betula platyphylla*, *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris*.

Пионерная растительность участков вскрышных работ на шлейфах склонов, особенно в случае ручной отработки и соседства слабонарушенных ландшафтов, отличается от пионерной растительности техногенных отвалов и складывается в основном из видов окружающих фитоценозов и распространенных космополитов. Адвентивные виды практически отсутствуют. Очень быстро начинается процесс возобновления растительности по зональному типу. К травянистой пионерной растительности добавляются сеянцы лиственных деревьев и кустарников (*Rubus idaeus*, *Sorbaria sorbifolia*, *Chosenia arbutifolia*, *Salix cardiophylla*, *Populus suaveolens*). Затем начинается развитие молодых лиственных лесов, в составе которых появляется и начинает преобладать *Betula platyphylla*, а в подросте – сеянцы *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris*. Через 50–70 лет наблюдается возврат лиственничной или лиственнично-сосновой тайги, т. е. типового зонального вида растительности.

Полное разрушение коренных ландшафтов на значительных территориях ведет к возобновлению растительности по азональному типу и развитию лиственной древесно-кустарниковой растительности. Процесс поселения растительности в пределах полностью уничтоженных долинных ландшафтов начинается через 1–2 года после окончания работ. Первыми заселяются межотвальные понижения, особенно с наветренной стороны, и участки с намывом глинистых частиц, затем растения появляются на высоких отвалах и склонах южной экспозиции. Поэтапность возобновлений обуславливает мозаичность заселения и неоднородность видового состава. Наблюдаются участки с исключительно травянистым покровом (виды *Carex*, *Equisetum*, *Juncus*, *Ranunculus*, *Typha* и др.) или с участием кустарников (*Rubus idaeus*, *Sorbaria sorbifolia*, *Duschekia fruticosa*). На участках с древесно-кустарниковой растительностью обычны *Populus suaveolens*, *Chosenia arbutifolia*, *Salix cardiophylla*, *Betula platyphylla*, сеянцы *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris*. Подобная мозаичность проявляется через 8–10 лет в зависимости от конкретных условий. Возврат к зональной растительности происходит очень медленно, в течение значительного временного интервала после прекращения техногенного воздействия.

Средневысотные отвалы, сложенные крупноглыбовым (валунным) материалом, не зарастают очень долго или зарастают крайне слабо, преимущественно в нижней части, где временными водотоками намываются илистые частицы. Пионерная растительность обычно представлена накипными и кустарничковыми лишайниками, 2–5 видами высших растений-ксерофитов (*Dryopteris fragrans*, виды *Carex*, *Poa*).

На вновь сформированных отвалах вскрышных пород Березитового рудника (фото 1), особенно на границе с лесом, наблюдается прорастание сеянцев *Larix gmelinii* и *Betula platyphylla*. На дорожных насыпях 2–3-летнего возраста присутствует поросль *Betula platyphylla*, *Duschekia fruticosa*, *Larix gmelinii* и нескольких видов *Salix*. На заброшенных площадках также активно прорастают сеянцы *Larix gmelinii* и *Betula platyphylla* (фото 2, 3).

На нарушенных территориях после прекращения антропогенной деятельности происходят процессы, которые возвращают территорию в прежнее состояние, т. е. формируется почвенно-растительный покров, характерный для зональных почв и растительности. Но суровые природно-климатические условия определяют медленное протекание этого процесса, особенно трудно восстанавливаются почвы. Учитывая потенциальные природные возможности территории, можно с уверенностью говорить о том, что человеческие усилия должны быть направлены на помощь в восстановлении природных свойств территории.

Единственно приемлемым способом восстановления территории является рекультивация, ко-



Фото 1. Поверхности отвалов вскрышных пород (2007 г.)

Photo 1. Surfaces of off-stripped rocks (2007)



Фото 2. Двулетний подрост *Duschekia fruticosa* на заброшенной дороге

Photo 2. A two-year *Duschekia fruticosa* on an abandoned road

торая должна рассматриваться как планомерная перестройка и оздоровление нарушенных территорий и в конечном итоге – создание на них устойчивых биогеоценозов. С этой задачей наиболее успешно справляется лесная рекультивация, поскольку лес – единственный компонент природных комплексов, который, взаимодействуя с окружающей средой, оказывает на нее трансформирующее влияние, поддерживая ее качественные и количественные параметры на оптимальном для любых форм жизни уровне.

Научные исследования по лесной рекультивации, проводимые в последнее время во всем мире, затрагивают весь комплекс проблем формирова-

ния, динамики и оптимизации техногенных ландшафтов. Большое внимание уделяется пригодности этих ландшафтов к биологической рекультивации, способам нейтрализации техногенных субстратов и повышения их продуктивности, применению быстрорастущих древесных пород и современных методов лесовосстановления.

Объектами рекультивации на исследованной территории являются отвалы вскрышных пород Березитового рудника. Они формируются в долине р. Хайкта, в верхней части крутого склона западной экспозиции (см. фото 1) с абсолютными отметками 800–860 м н. у. м. Транспортировка и отсыпка грунтосмесей в отвалы осуществляются тяжелым автомобильным транспортом. Отвалы имеют платообразную поверхность в виде террасы с обваловкой по бровке. Они сложены вскрышным материалом, состоящим из магматических и метаморфических горных пород: роговообманковых и биотитовых гнейсов, амфиболитов, риолитов, гранит-порфиров, гранитов, гранодиоритов и др. Преобладают граниты и гранодиориты. Их складировать в отвалы без какой-либо предварительной сортировки по пригодности к рекультивации. Поверхность отвалов выравнивают тяжелой техникой, создавая сильно переуплотненную горизонтальную площадку. Крутые откосы отвалов сложены в основном грубообломочным материалом. Плодородный слой почвы на поверхность отвалов не наносят.

Физические свойства субстрата являются одним из важнейших факторов создания плодородия техноземов. Исследуемые отвалы вскрышных пород состоят из хаотичной смеси обломков разной размерности и пестрого петрографического состава. Каменистая составляющая преобладает над рыхлой мелкоземистой частью пород отвала, хотя породы отличаются очень сильной неупорядоченностью сложения. В силу этого пестрота пород приводит к своеобразной «деорганизации» водного режима в толще отвала, проявляющейся в том, что даже близкорасположенные участки поверхности отвала обладают различной водопроницаемостью, водоудерживающей способностью и т. д. Это служит негативным показателем почвенно-экологического состояния техногенного ландшафта.

В процессе планировки отвала поверхностные слои породы сильно переуплотнены тяжелой техникой. Как известно, плотность сложения субстра-

та – очень динамичный показатель. В первый год после отсыпки в результате действия климатических факторов (увлажнения-иссушения, замерзания-оттаивания) происходит значительное снижение уплотненности поверхностных слоев насыпного горизонта, примерно на $0,2 \text{ г/см}^3$ в год (Андроханов и др., 2000). Однако при этом нижележащие горизонты изменяют свою плотность в незначительной степени и меньше подвержены перепадам увлажнения и температуры.

Переуплотненный слой субстрата препятствует проникновению корневой системы, воды и воздуха. При этом порозность аэрации оказывается менее 5% объема почвы, что может привести при длительном высоком увлажнении к развитию анаэробных процессов. Интегральным результатом переуплотненных субстратов можно считать более напряженный водно-воздушный режим, складывающийся в техноземах, по сравнению с зональными автоморфными почвами (горными буротаежными), более частое проявление в них почвенной засухи. Естественно, что это неблагоприятно сказывается на развитии растительных сукцессий. Ликвидация этого нежелательного свойства пород методами рекультивации крайне затруднительна.

Фитотоксичность пород обуславливается содержанием пирита, подвижных форм железа, алюминия, низкими значениями pH, высокой гидролитической кислотностью. В рудах Березитового месторождения имеются сульфатсодержащие минералы, но их количество невелико (до 8%). Остальные показатели благоприятны для биологической рекультивации: pH от 6,5 до 7,8 и гидролитическая кислотность $0,26\text{--}1,9 \text{ мг} \cdot \text{экв./100 г}$ почвы. Показатели подвижных форм железа в составе



Фото 3. Двухлетние сеянцы *Larix gmelinii* и *Betula platyphylla* на заброшенной дороге

Photo 3. Two-year *Larix gmelinii* and *Betula platyphylla* seedlings on an abandoned road

руды 5% (ниже, чем в зональных почвах) и алюминия 11,3% (несколько выше, чем в зональных почвах), но с учетом того, что в составе отвалов преобладают не вмещающие породы, а вскрышные, то можно считать, что значения этих показателей не определяют токсичность отвалов. В целом грунтосмеси отвалов можно отнести к нетоксичным.

Агрохимические свойства грунтосмесей значительно отличаются от агрохимических свойств зональных почв (табл. 2). Перемещенные «торфа» имеют значительно меньшую емкость поглощения и сумму поглощенных оснований, меньше содержат гумуса и общего азота, меньше обеспечены доступным растениям калием, но в большей степени обменным фосфором. Техноземы, сформированные при россыпной золотодобыче, по агрохимическим свойствам достаточно благопри-

Таблица 2. Физико-химические показатели грунтов и почв (средние значения)

Table 2. Physicochemical characters of rocks and soils (average values)

Место отбора образцов	W, %	Гумус, %	pH		Hg	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	P ₂ O ₅	K ₂ O	ЕКО, мг · экв./100 г	V, %
			H ₂ O	KCl							
Отвал	1,70	0,07	7,3	6,1	0,86	7,96	6,85	373	186	8,82	90,12
Дробилка	3,87	0,07	6,4	5,4	4,4	2,7	2,2	468	154	7,2	49,0
Заброшенная дорога	2,04	1,28	5,6	4,5	3,96	2,50	1,24	329	79	6,46	38,70
Насыпь	2,15	0,12	6,3	5,3	1,82	3,75	3,24	497	120	5,75	62,22
Перемещенные «торфа»	2,88	0,37	5,4	4,3	5,14	2,78	2,28	256	75	7,92	35,10
Горная буротаежная почва	4,33	2,13	4,5	3,7	33,5	4,5	2,7	142	150	37,8	23

ятны для роста и развития растений: слабокислая реакция среды, в большинстве случаев средняя величина емкости поглощающего комплекса с преобладанием катионов кальция. Грунтосмеси отвалов содержат еще меньше гумуса, но при этом сильно насыщены основаниями; содержат много обменного фосфора и калия, но обладают низкой нитрификационной способностью. Их кислотные условия благоприятны – слабокислые до слабощелочной среды.

Интегральным показателем пригодности пород для целей биологической рекультивации отвалов является растительность, поселяющаяся в процессе самозарастания. От 1 до 10% поверхности нарушенных территорий промплощадки Березитового рудника (дорожные насыпи, брошенные площадки, откосы) имеют фрагментарный растительный покров, который служит своеобразным индикатором пригодности отвалов к биологической рекультивации. Список растений, зарегистрированных при спонтанном зарастании нарушенных территорий в окрестностях Березитового месторождения, насчитывает 22 вида, из них 9 древесно-кустарниковых (табл. 3).

Практически на всех обследованных нарушенных территориях в первый же год после отсыпки появляется растительность. Наиболее благоприятны для этого нижние части склонов и площадки, испытывающие экранирующее влияние леса, т. е. участки, где семена защищены от смыва и выдувания.

Пионерами зарастания являются экологически пластичные виды, способные переносить экстремальные условия техногенной среды. К ним относятся травянистые растения: *Persicaria* sp., *Polygonum* sp., *Rorippa barbareaifolia*, *Chamaenerion angustifolium*. Из древесно-кустарниковых растений первыми чаще всего появляются *Rubus idaeus*, *Duschekia fruticosa*, *Sorbaria sorbifolia*, *Chosenia arbutifolia*, *Betula platyphylla*, *Larix gmelinii*.

Процесс естественного лесовосстановления протекает медленно, поэтому на нарушенных землях следует сочетать самовосстановление аборигенной растительности и создание искусственных фитоценозов. При этом создание лесных культур рекомендуется проводить саженцами только местных пород, учитывая биоэкологические характеристики древесных растений (табл. 4).

Оценив пригодность техногенных грунтов и самовосстанавливаемость растительного покрова на нарушенных территориях, следует провести мелиоративные мероприятия, которые позволят создать более благоприятные условия для восстановительных процессов на отвалах вскрышных горных пород.

Один из самых негативных экологических показателей отвалов – переуплотнение грунтосмесей. На начальных этапах мелиоративного освоения только единичные корни проникают в материал отвала по трещинам. В дальнейшем доля корней, проникающих в субстрат, возрастает, но про-

Таблица 3. Список видов, зарегистрированных при самозарастании

Table 3. List of species reported through re-vegetation processes

№ п/п	Русское название вида	Латинское название вида	Состояние
Древесные			
1	Береза плосколистная	<i>Betula platyphylla</i> Sukacz.	Хорошее
2	Ива сердцелистная	<i>Salix cardiophylla</i> Trautv. et C. A. Mey.	То же
3	Малина	<i>Rubus idaeus</i> L.	«
4	Лиственница Гмелина	<i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	«
5	Ольховник кустарниковый	<i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar	«
6	Рябинник рябинолистный	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	«
7	Сосна обыкновенная	<i>Pinus sylvestris</i> L.	«
8	Тополь душистый	<i>Populus suaveolens</i> Fisch.	«
9	Чозения	<i>Chosenia arbutifolia</i> (Pall.) A. Skvorts.	«
Травянистые			
10	Вейник (1–3 вида)	<i>Calamagrostis</i> sp.	Хорошее
11	Горец (2–3 вида)	<i>Persicaria</i> sp.	То же
12	Жерушник сурепколистный	<i>Rorippa barbareaifolia</i> (DC.) Kitag.	«
13	Жерушник болотный	<i>Rorippa palustris</i> (L.) Bess.	«
14	Иван-чай узколистный	<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	«
15	Камнеломка точечная	<i>Saxifraga punctata</i> L.	Удовл.
16	Марь белая	<i>Chenopodium album</i> L.	Хорошее
17	Мятлик (1–2 вида)	<i>Poa</i> sp.	То же
18	Осоки (2–4 вида)	<i>Carex</i> sp.	«
19	Полынь заячьеголовая	<i>Artemisia lagocephala</i> (Bess.) DC.	«
20	Ревень густоцветковый	<i>Rheum compactum</i> L.	Удовл.
21	Спорыш (1–2 вида)	<i>Polygonum</i> sp.	Хорошее
22	Щитовник пахучий	<i>Dryopteris fragrans</i> (L.) Schott	То же

Таблица 4. Биологическая характеристика древесных растений, рекомендуемых для лесной рекультивации

Table 4. Biologic characters of arborescent plants recommended for forest recultivation

Семейство, вид	Морозо-устойчивость	Засухо-устойчивость	Светолюбие	Требовательность к плодородию	Быстрота роста	Мелиоративные свойства
Сосновые – Pinaceae:						
Лиственница Гмелина – <i>Larix gmelinii</i> (Rupr.) Rupr.	1	2–3	1	1	2	2
Ель аянская – <i>Picea ajanensis</i> (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.	1	3–4	3	1	3	2
Кедровый стланик – <i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel	1	2	1–3	1	3	2
Сосна обыкновенная – <i>Pinus sylvestris</i> L.	2	1–2	1–2	1	3	2
Кипарисовые – Cupressaceae:						
Можжевельник даурский – <i>Jineperus davurica</i> Pall.	2	1	1–2	1	3	1
Можжевельник сибирский – <i>Jineperus sibirica</i> Bursd.	1	3	2–3	2	3	1
Березовые (Betulaceae):						
Береза плосколистная – <i>Betula platyphylla</i> Sukacz.	1	2	1	1–2	2	2
Береза шерстистая – <i>Benula lanata</i> (Regel) V. Vassil.	1	2	1–2	1–2	2	1
Ольховник кустарниковый – <i>Duschekia fruticosa</i> (Rupr.) Pouzar	1	2	1–3	1	1–2	1
Ольха волосистая <i>Alnus hirsuta</i> (Spach) Turcz. ex Rupr.	1	3–4	2	1	2	1
Ивовые – Salicaceae:						
Чозения – <i>Chosenia arbutifolia</i> (Pall.) A. Skvorts.	–	3–4	1	1	2	3
Тополь душистый – <i>Populus suaveolens</i> Fisch.	–	3–4	1–2	2	2	2
Осина – <i>Populus tremula</i> L.	2	3	2	1–2	2	2
Ива росистая – <i>Salix rorida</i> Laksch.	–	3	1–2	1–2	1–2	1–2
Ива сердцелистная – <i>Salix cardiophylla</i> Trautv. et C. A. Mey.	–	3	1	1–2	2	1–2
Ива удская – <i>Salix udensis</i> Trautv. et C. A. Mey.	–	3	2	2	2	2
Ива Шверина – <i>Salix schwerinii</i> E. Wolf	–	3	1	1–2	1–2	1–2
Розоцветные – Rosaceae:						
Боярышник даурский – <i>Crataegus dahurica</i> Koehne et Schneid.	2	2–3	2	2	3	2
Курильский чай кустарниковый – <i>Pentaphylloides fruticosa</i> (L.) O. Schwarz	–	1–2	1–2	1–2	1–2	2
Рябинник рябинолистный – <i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Br.	1	2	2–3	2	2	1
Рябина сибирская – <i>Sorbus sibirica</i> Hedl.	–	3	2–3	2	2–3	2
Таволга иволлистная – <i>Spiraea salicifolia</i> L.	–	3	2–3	1–2	2	1–2
Таволга средняя – <i>Spiraea media</i> Franz Schmidt	–	2	2	1–2	2–3	2
Таволга уссурийская – <i>Spiraea ussuriensis</i> Pojark.	–	1	1	1	1–2	2
Кизиловые – Cornaceae:						
Свида белая – <i>Swida alba</i> (L.) Opiz	–	3	2–3	2	1–2	1
Вересковые – Ericaceae:						
Рододендрон даурский – <i>Rhododendron dauricum</i> L.	1	1–2	1–2	1	2–3	2
Брусника – <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	1	3–2	1–2	1	2–3	2
Голубика – <i>Vaccinium uliginosum</i> L.	1	3–4	2	1	2–3	2
Жимолостевые – Caprifoliaceae:						
Жимолость съедобная – <i>Lonicera edulis</i> Turcz. ex Freyn	1	3	2–3	1–2	2–3	2
Бузина сибирская – <i>Sambucus sibirica</i> Nakai	–	2	3	1–2	1–2	1

Примечание. **Морозоустойчивость:** 1 – высокая или абсолютная, обмерзаний практически не наблюдается; 2 – недостаточная, происходит обмерзание молодых побегов. **Засухоустойчивость:** 1 – высокая, саженцы устойчивы против недостатка влаги (ксерофиты); 2 – менее высокая (мезоксерофиты); 3 – средняя (мезофиты); 4 – низкая (мезогигрофиты). **Светолюбие:** 1 – светолюбивые виды, произрастают только на открытых местах, не выносят затенение; 2 – менее светолюбивы, выносят значительные затенения; 3 – теневыносливы, могут произрастать под пологом других пород. **Требовательность к почвенному плодородию:** 1 – растения, малотребовательные к почвенному плодородию (олиготрофы и эвритрофы); 2 – средне-требовательные (мезотрофы); 3 – повышенной требовательности (мегатрофы). **Быстрота роста:** 1 – быстрорастущие деревья и кустарники, прирост по высоте превышает 50 см в год; 2 – средние по энергии роста, прирост 20–50 см; 3 – медленно растущие деревья и кустарники, ежегодный прирост по высоте не превышает 20 см. **Мелиоративные (почвоукрепляющие и почвоулучшающие) свойства:** 1 – быстрорастущие корнеотпрысковые виды; 2 – обогащающие почву листовым опадом, имеют разветвленную корневую систему.

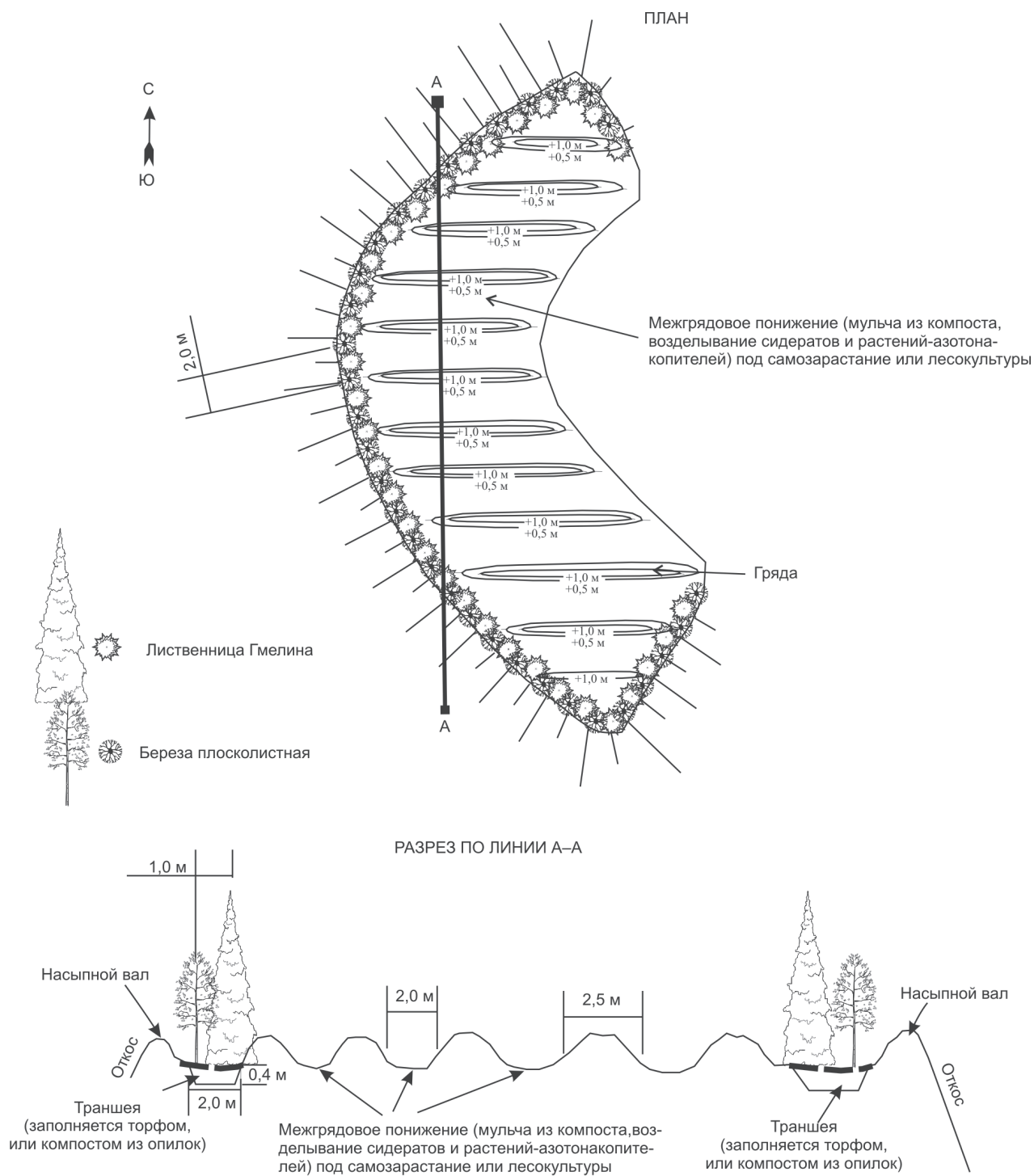


Рис. 2. Принципиальная схема рекультивации отвалов вскрышных пород

Fig. 2. Schematized principles of reclamation of off-stripped rocks

цесс этот носит длительный характер. Для его ускорения необходимо глубокое безотвальное рыхление на глубину 40–50 см, способствующее снижению плотности техногенного отвального субстрата. Этот прием не только облегчит проникновение корней в толщу породы, но и улучшит ее аэрацию и водоснабжение, создаст более благоприятные условия для развития почвенных процессов.

Характер формирующихся ценозов на подготовленной поверхности в значительной степени зависит от рельефа, экспозиции склонов и состава пород в отвалах. Проведенная в настоящее время планировка площадок отвалов отрицательно скажется на заселении их растительностью. Высокие абсолютно ровные площадки отвалов, открытые всем ветрам, испытывают сильнейшие перепады температур и имеют неблагоприятные

условия увлажнения. Смягчить эту ситуацию можно двумя способами:

отказаться от сплошного выравнивания отвалов, сформировать волнистый рельеф путем невысоких (0,8–1,0 м) параллельных гряд, расположенных перпендикулярно направлению господствующих горно-долинных ветров, позволив сохранить часть влаги в межгрядовых понижениях, оградить подрост растений и семенной материал от выдувания и создать благоприятные условия для аккумуляции растительного опада и отходов жизнедеятельности организмов. Равномерное распределение таких участков на отвале в целом создаст более благоприятные экологические условия. Отрицательное влияние почти горизонтальной планировки поверхности на динамику таксационных показателей описано в ряде работ. Например, накопление древесной массы у сосны, высаженной на спланированных отвалах, идет в 2–2,5 раза медленнее, чем на техногенном рельефе с небольшими перепадами и уклонами (Гусаченко, 1992);

создать искусственный экранирующий барьер по внешней кромке отвала с помощью ленточной лесопосадки вдоль обваловочного вала (рис. 2). Наиболее пригодны для этой цели *Betula platyphylla* и *Larix gmelinii*. Для создания благоприятных почвенно-грунтовых условий необходимо повысить биогенность пород. Эффективны и экономически выгодны биологические приемы, приемлемые для данных условий (например, ввод в состав насаждений растений-азотонакопителей).

В местной флоре они представлены травянистыми видами из семейства бобовых (Fabaceae). К ним относятся: клевер ползучий (*Amoria repens* (L.) C. Presl), астрагал альпийский (*Astragalus alpinus* L.), астрагал перепончатый (*A. membranaceus* (Fisch.) Bunge), астрагал Шелихова (*A. schelichowii* Turcz.), астрагал топяной (*A. uliginosus* L.), копеечник альпийский (*Hedysarum alpinum* L.), чина низкая (*Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng.), клевер люпиновидный (*Lupinaster pentaphyllus* Moench.), остролодочник шишковид-

ный (*Oxytropis strobilacea* Bunge), клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), горошек приятный (*Vicia amoena* Fisch.). Сбор и посев их семян – занятие трудоемкое, но оправданное последующими высокоположительными результатами мелиоративных работ на нарушенных землях. Под культурами с примесью растений-азотонакопителей в грунте возрастает содержание гумуса, азота, увеличивается ферментативная активность грунта.

Проведенные исследования служат теоретической базой для разработки способов рекультивации, обеспечивающих не только восстановление хозяйственной ценности нарушенных земель, но и их экологическую сбалансированность. Рекомендуемые мероприятия по восстановлению нарушенных земель позволят эффективно и экономически оправданно создать культурные ландшафты, отвечающие требованиям экологической безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

Агроклиматические ресурсы районов строительства БАМ / отв. ред. К. П. Березников. – Л. : Гидрометиздат, 1977. – 144 с.

Грибова С. А. Главнейшие черты растительного покрова западной части Амурской области // Амурская тайга (комплексные ботанические исследования). – Л. : Наука, 1969. – С. 16–35.

Гусаченко А. Ю. Экореставрация угольных карьеров юга Дальнего Востока // Изв. ДВО РАН. – 1992. – № 1/2. – С. 32–44.

Полевая геоботаника / под общ. ред. Е. М. Лавренко, А. А. Корчагина. – М. ; Л., 1964. – Т. 3. – 529 с.

Сочава В. Б. Ботанико-географические соотношения в бассейне Амура // Амурская тайга (комплексные бот. исследования). – Л. : Наука, 1969. – С. 5–15.

Техноземы: свойства, режимы, функционирование / В. А. Андроханов, С. В. Овсянников, В. М. Курачев. – Новосибирск : Наука, Сибир. издат. фирма РАН, 2000. – 200 с.

Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). – СПб. : Мир и семья-1995. – 992 с.

Поступила в редакцию 07.08.2008 г.

POST-MINING LANDS RECULTIVATION IN THE URUSHA-OLDOI GOLD MINERAL AREA, AMUR REGION

I. G. Borisova, V. M. Starchenko

Peculiar nature and climatic conditions characterize the Urusha-Oldoi Gold Mineral Area. The studies of plant-and-soil natural restoration processes were conducted there. The obtained data are used as a basis by the authors to make recommendations regarding the recultivation of post-mined lands; the principles of recultivation of off-stripped rock dumps are proposed.

Key words: Amur Region, Berezitovy Mine, recultivation, natural re-vegetation, waste rock dumps, physicochemical characters of soils, bioecological characters of plants.