

A
3-34

На правах рукописи



Зарипов Юрий Валерьевич

**Эффективность лесной рекультивации нарушенных земель на
месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия**

06.03.02 - Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать 16.07.2018г. Объем 1.0 авт.л. Заказ № 430. Тираж 100.
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет». Отдел оперативной полиграфии.

Екатеринбург, 2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет».

Научный руководитель:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Залесов Сергей Вениаминович
Официальные оппоненты:	Кулагин Андрей Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный педагогический университет им. М.Акмуллы», Естественно-географический факультет, кафедра экологии и природопользования, заведующий; Чибрик Тамара Семеновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», Институт естественных наук и математики, НИИ физики и прикладной математики, Отдел биологических исследований, лаборатория антропогенной динамики экосистем, заведующая.
Ведущая организация:	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова».

Защита диссертации состоится «27» сентября 2018 г. в 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (www.usfseu.ru).

Автореферат разослан «_20_» июля 2018 г.

A - 1847

Май

Ученый секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент

Магасумова
Альфия Гаптуровна

Научная библиотека
УГЛТУ
г. Екатеринбург

Введение

Актуальность темы исследований. Добыча полезных ископаемых неразрывно связана с изъятием земель под карьеры, отвалы вскрыших пород и отходов обогащения руды. Нарушенные земли на многие годы исключаются из хозяйственного использования, а нередко ухудшают экологическую обстановку в районе разработки месторождений полезных ископаемых. Проблема усугубляется тем, что естественная рекультивация отвалов, где складируются отходы добычи и обогащения полезных ископаемых, растягивается на многие десятилетия, а искусственная сдерживается недостатком научно-обоснованных методик ее проведения с учетом вида добываемого сырья и природно-экономических условий региона. В частности, в научной литературе практически отсутствуют работы по изучению эффективности рекультивации земель при разработке месторождений хризотил-асбеста и tantal-бериллия, несмотря на то, что площадь таких земель превышает многие тысячи гектар.

Необходимость оперативной рекультивации нарушенных земель и вовлечение их в хозяйственный оборот определила актуальность работ и направление наших исследований.

Степень разработанности темы исследований. Исследования по вопросам рекультивации нарушенных земель, как в нашей стране, так и за ее пределами ведутся уже многие сотни лет. Библиография работ по проблеме рекультивации отвалов отходов добычи и обогащения полезных ископаемых насчитывает тысячи работ. Имеют место работы по лесохозяйственному направлению рекультивации и на Урале. Однако в научной литературе крайне ограничено количество публикаций по рекультивации отвалов и карьеров, образовавшихся в процессе разработки месторождений хризотил-асбеста и tantal-бериллия.

Диссертация является законченным научным исследованием.

Цель и задачи исследований. Целью исследований являлось установление эффективности естественной и искусственной лесной рекультивации отвалов отходов добычи и обогащения руд на месторождениях хризотил-асбеста и tantal-бериллия и разработка на этой основе предложений по ускорению вовлечения в хозяйственный оборот нарушенных земель.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- изучить эффективность естественной рекультивации отвалов отходов добычи и обогащения руд на месторождениях хризотил-асбеста и tantal-бериллия;
- изучить эффективность лесохозяйственного направления рекультивации путем создания искусственных насаждений;
- изучить эффективность внесения нетрадиционных удобрений в целях содействия естественной рекультивации;
- разработать предложения по ускорению передачи нарушенных земель в хозяйственный оборот.

Научная новизна. Впервые выполнено комплексное исследование эффективности естественной рекультивации отвалов и карьеров добычи полезных ископаемых на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия; установлена эффективность увеличения доли глинистых частиц в составе отвалов, а также внесения нетрадиционных удобрений для ускорения их зарастания древесно-кустарниковой и травянистой растительностью.

Теоретическая и практическая значимость. Разработаны предложения по ускорению процессов естественной и искусственной рекультивации нарушенных земель на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия и вовлечению их в хозяйственный оборот; предложены рекомендации производству по биологической рекультивации нарушенных земель, включающие создание лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) и внесение нетрадиционных удобрений; установлены значения содержания глинистых частиц в отвалах, обеспечивающие ускоренную естественную их рекультивацию.

Результаты исследований используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров направления 35.03.01 и 35.04.01 «Лесное дело».

Заложенные в ходе исследований постоянные пробные площади переданы в банк научно-производственных объектов для осуществления экологического мониторинга.

Методология и методы исследований. Исследования базируются на методах активного эксперимента и пробных площадей (ПП). Последние закладывались в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 и методическими рекомендациями (Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, 2015).

Положения, выносимые на защиту:

- виды и дозы нетрадиционных удобрений, внесение которых обеспечивает ускорение процессов естественной рекультивации;
- доля глинистых частиц в содержании отвалов, обеспечивающая успешность естественной рекультивации;
- рекомендации по проведению биологической рекультивации путем создания лесных культур;
- предложения по вовлечению рекультивированных земель в хозяйственный оборот.

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность и достоверность результатов исследований подтверждается значительным объемом материалов, полученных в процессе проведения комплексных исследований с соблюдением широкоизвестных апробированных методик, а также обработанных с применением современных математических методов и прикладных программ.

Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на XI Международной науч.-техн. конф. «Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы

лесного сектора экономики» (Екатеринбург, 2017); X всерос. науч. конф. с междунар. участием «Биологическая рекультивация нарушенных земель» (Екатеринбург, 2017); науч. - практ. конф. «Промышленный подход к использованию вторичных ресурсов. Вопросы организации и функционирования отходоперерабатывающих производств» (Екатеринбург, 2017); Междунар. науч.-практ. конф. «Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития» (Щучинск, 2017); междунар. науч. - практ. конф. «Лесной комплекс: состояние и перспективы развития» (Брянск, 2017), XIV Всерос. науч.-техн. конф. «Научное творчество молодёжи - лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2018).

Основное содержание диссертации изложено в 15 печатных работах, в том числе в 4 статьях, опубликованных в рецензируемых журналах (список ВАК).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав основного текста, заключения и приложения. Библиографический список включает 207 наименований, в том числе 16 на иностранных языках. Текст диссертации изложен на 174 страницах и проиллюстрирован 35 таблицами и 52 рисунками.

1. Природные условия и лесной фонд района исследований

Исследования проводились на территории ГКУ СО «Сухоложское лесничество» Департамента лесного хозяйства Свердловской области. Согласно действующим нормативным документам (Об утверждении Перечня..., 2014) территория лесничества относится к Средне-Уральскому таежному лесному району, а по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова, Р.С. Зубаревой и Е.П. Смоловогова (1973) к округу сосново-березовых предлесостепенных лесов Зауральской равнинной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

Климат района исследований континентальный. Продолжительность вегетационного периода со среднесуточными температурами воздуха 10⁰С и выше и почвы +5⁰С и выше составляет 119-120 дней. Суммарное количество осадков - 498 мм, из них на летние осадки приходится 44%.

Рельеф района исследований - слабо расчлененная равнина с общим незначительным уклоном на восток. Абсолютные отметки изменяются в пределах от 197,6 до 232,6 м.

Основными типами почв являются дерново-подзолистые и серые лесные оподзоленные почвы, по механическому составу доминируют среднесуглинистые (53%) почвенные разности. Климатические условия и относительно высокое плодородие почв обеспечивают формирование в районе исследований высокопродуктивных сосновых насаждений. Доля насаждений Ia - II классов бонитета достигает 72,6% при доле насаждений V и ниже классов бонитета 3,9% от общей покрытой лесной растительностью площади.

Преобладание в районе исследований земель лесного фонда (лесистость 69,8%) свидетельствует о предпочтительности лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель.

2. Состояние изучаемой проблемы

Увеличение численности населения сопровождается интенсивным развитием промышленности и усиливающимся техногенным воздействием на окружающую среду (Матовилова, Овчинников, 1975; Махнев и др., 2002; Менчиков, Ившин, 2006; Михеев, 2013). В настоящее время в нашей стране около 3 млн га земель относится к нарушенным (Васильева, 1991). Однако по данным ряда авторов (Моторина, Овчинников, 1975; Новиков, 1990; Мартынюк и др., 2016) указанная площадь значительно занижена.

Значительные площади нарушенных земель образуются при добывке полезных ископаемых. Они представлены карьерами, отвалами вскрышных пород и отходов обогащения минерального сырья. Естественное зарастание нарушенных земель протекает, как правило, чрезвычайно медленно. По данным Л.П. Баранника (1979), на отвалах угольных месторождений Южного Кузбасса естественные хвойные леса восстанавливаются через 250-300 лет.

Для ускорения процесса восстановления нарушенных земель производится их рекультивация. Из общего перечня направлений рекультивации доминирующим как в нашей стране, так и за ее пределами, является лесохозяйственное, т.е. создание на рекультивированных землях насаждений различных типов и целевого назначения. Последнее объясняется тем, что наряду с созданием искусственных насаждений лесная рекультивация предусматривает максимальное использование естественного потенциала к восстановлению. Известны случаи, когда производительность искусственных насаждений на рекультивированных землях превышала таковую в естественных условиях (Зайцев и др., 1977; Залесов и др., 2013, 2016).

В то же время успешность лесохозяйственного направления рекультивации зависит от целого ряда факторов. К последним относится химический состав, плотность, механический состав и другие показатели нарушенных земель, а также природные условия района расположения объектов рекультивации.

Отсутствие в научной литературе данных об эффективности лесной рекультивации нарушенных земель на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия в условиях Среднего Урала обусловили направление наших исследований.

3. Программа, методика исследований и объем выполненных работ

В соответствии с целью и задачами исследований программа работ предусматривала рассмотрение следующих вопросов:

1. Проанализировать природные условия и лесной фонд района исследования.
2. Выполнить анализ научной и ведомственной литературы по проблеме рекультивации нарушенных земель.
3. Проанализировать таксационные показатели древесно - кустарниковой и травянистой растительности на начальных этапах естественной рекультивации отвалов отходов добычи и обогащения полезных ископаемых.
4. Определить таксационные показатели древостоеv, сформировавшихся спустя 100 лет после завершения работ по разработке месторождения хризотил-асбеста.
5. Проанализировать таксационные показатели искусственных насаждений, сформированных на рекультивированном отвале.
6. Установить влияние доли глинистых частиц на успешность естественной рекультивации отвалов.
7. Определить эффективность внесения нетрадиционных удобрений для ускорения процессов естественной рекультивации отвалов.
8. На основе проведенных исследований разработать предложения по ускорению вовлечения нарушенных земель в хозяйственный оборот.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с общепринятыми в лесной таксации и лесоводстве методиками (ОСТ 56-69-83; Залесов и др., 2007; Бунькова и др., 2011; Данчева, Залесов, 2015).

Оценка состояния подроста и деревьев бересы производилась с использованием показателя флюктуирующей асимметрии (ФА). Указанный показатель основан на определении небольшого ненаправленного различия между правой и левой сторонами листовой пластинки. Многие авторы считают показатель ФА индексом стабильности развития организма (Кожара, 1985; Gowart, Grahaf, 1999; Хузина, 2011; Залесов и др., 2014; 2017).

В процессе исследований для оценки ФА устанавливались следующие пластические признаки листовых пластинок: ширина половины листа; длина второй от основания листа жилки второго порядка; расстояние между основанием первой и второй жилок второго порядка; расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка; расстояние между концами второй жилки второго порядка и вершиной листа; угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (Залесов и др., 2017).

Оценку отклонений состояния подроста и деревьев бересы проводили по показателю ФА на основе шкалы, разработанной для бересы повислой (*Betula pendula Roth.*) в европейской части РФ (табл. 1).

Таблица 1. - Шкала оценки отклонений состояния организма от установленной нормы по величине интегрального показателя ФА (Захаров и др., 2000)

Балл	Величина показателя стабильности развития	Значение стабильности развития
I	< 0,040 (условная норма)	Стабильное
II	0,040 – 0,044	Незначительное отклонение
III	0,045 – 0,049	Средний уровень отклонения
IV	0,050 – 0,054	Значительное отклонение
V	> 0,054 (сильное, экстремальное)	Критическое состояние

Для характеристики состояния древостоев использовался коэффициент напряженности роста или комплексный оценочный показатель (КОП) (Густова, Терехина, 2007; Данчева, Залесов, 2016 а, б).

КОП определяется по показателю отношения высоты среднего дерева в древостое к его площади поперечного сечения на высоте 1,3 м. КОП рассчитывается по формуле:

$$\text{КОП} = \frac{H \cdot 100}{G_{1,3}}, \quad (1)$$

где КОП - комплексный оценочный показатель (коэффициент напряженности роста), см/см²;

H - средняя высота древостоя, м;

G - площадь поперечного сечения среднего дерева на высоте 1,3 м, см².

Установление количественных и качественных показателей подроста производилось в соответствии с методическими рекомендациями А.В. Побединского (1966) на учетных площадках размером 2 × 2 м из расчета по 30 учетных площадок на каждой ПП. При установлении успешности накопления подроста на откосах отвалов учетные площадки закладывались на визирах, проложенных по градиентам высоты.

Учет подлеска производился на тех же учетных площадках, что и подрост.

Живой почвенный покров (ЖНП) исследовался на учетных площадках размером 0,5 × 0,5 м, которые закладывались равномерно по 15-30 учетных площадок на ПП. Все виды ЖНП срезались на уровне поверхности почвы, взвешивались, а затем образцы каждого вида высушивались при температуре 105°C до постоянной массы с пересчетом надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухое состояние.

При обработке экспериментальных данных использовались общепринятые методики, действующие ГОСТы и инструкции. Статистико-математическая обработка материала производилась на ПЭВМ типа IBMPC с площадью прикладных программ.

В процессе исследований проанализированы ведомственные материалы ГКУ СО «Сухоложское лесничество», ОАО «Ураласбест» и Малышевского рудоуправления. Заложено 7 ПП в лесных культурах, созданных 42 года назад на

вырубке и рекультивированном отвале tantal - бериллиевого месторождения. Семнадцать ПП заложено в выработанном 100 лет назад карьере месторождения хризотил-асбеста, а также 14 ПП на отвалах вскрышных пород указанного месторождения.

Для анализа количественных и качественных показателей подроста и подлеска заложено 1230 учетных площадок размером 2 × 2 м. Для установления видового состава и надземной фитомассы ЖНП заложено 560 учётных площадок размером 0,5 × 0,5 м.

Для построения кривых высот обмерено 560 модельных деревьев.

У 630 экземпляров подроста установлено расстояние от корневой шейки до первой живой мутовки, прирост центрального побега у подроста всех категорий крупности за 2014, 2015 гг. и охвоённость побегов. Определена длина хвои по годам у 2700 образцов. Установлена продолжительность жизни хвои у 630 экземпляров подроста и у 630 экземпляров установлена динамика прироста центрального и боковых побегов в 2017 г.

На всех ПП и уровнях отвала выполнены почвенные разрезы и (или) прикопки, определено содержание глинистых частиц в 94 образцах почвогрунта.

4. Характеристика экспериментальных объектов

В качестве основных объектов исследований были выбраны нарушенные земли (отвалы, карьеры) Баженовского месторождения хризотил-асбеста комбината ОАО «Ураласбест» и редкоземельных tantal-бериллиевых руд ОАО «Малышевское рудоуправление».

Баженовское месторождение было открыто в 1885 г. и представляет собой линзообразное тело шириной 1,1-3,5 км, вытянутое на 30 км. За период освоения было добыто 50 млн. т руды, однако имеющиеся запасы превышают 70 млн. т (Антонов, 2003).

Первые находки изумрудов Малышевского месторождения редкоземельных металлов относятся к 1830 г. Месторождение при ширине 2 км имеет протяженность 25 км. Добыча изумрудов и редкоземельных металлов, с момента открытия месторождения, велась различными компаниями как подземным, так и открытым способами.

Отвалами вскрышных пород, бедных руд и отходов обогащения руд занято около половины площади горных отводов. Так, на территории ОАО «Ураласбест» площадь отвалов составляет 2217,4 га. Кроме того, 84 га занято отвалами на территории карьера.

Содержимое отвалов месторождения хризотил-асбеста представлено преимущественно перидотитами (до 41%), серпентинитами (до 35,6%), тальком (до 11,1%), биоритами (до 8%) и габбро (до 4,3%). При этом, складируемые в отвалах породы, практически не содержат меди, цинка, свинца, серы, фтора, бора, селена,

являющихся основными минеральными компонентами, представляющими техногенную экологическую опасность.

Породы отвалов имеют устойчивое состояние, практически не затронуты выветриванием, характеризуются следующими показателями кусковатости: доля кусков менее 5 см - 25; 5-10 см - 31; 10,1-20 см - 28; 20,1-50 см - 6 и более 50 см - 10%.

Анализ содержимого отвала № 10 ОАО «Малышевского рудоуправления» свидетельствует, что вмещающие породы имеют следующий гранулированный состав: фракции менее 100 мм - 29; 101-300 мм - 30; 301-600 мм - 30, 601-1500 мм - 10 и более 1500 мм - 1%. Другими словами, на долю фракций до 600 мм приходится 89% объема отвала.

По химическому составу вмещающие породы представлены преимущественно оксидами кремния (SiO_2) - 58,4; алюминия (Al_2O_3) - 14,3; магния (MgO) - 7,3; кальция (CaO) - 6,7; натрия (Na_2O) - 3,9; калия (K_2O) - 1; титана (TiO_2) - 0,3; железа (Fe_2O_3 и FeO) - 8,1; бериллия (BeO) - 0,007 и тантала (Ta_2O_5) - 0,0005%, при абсолютном доминировании оксидов кремния и алюминия - 72,7% от состава.

Вмещающие породы представлены преимущественно диоритами - 60 и сланцами - 11 и порфиритами - 3%.

Доминирование в содержимом отвалов крупных фракций оксидов кремния свидетельствует о сложном формировании почвы и неблагоприятном для растений водном режиме. Растворимость процессов естественной рекультивации во времени вызывает необходимость проведения работ по искусственной рекультивации.

5. Естественная рекультивация нарушенных земель в районе исследований

Наличие карьера, разработка которого была закончена в 1917 г., позволило проанализировать эффективность естественной рекультивации за 100-летний период. Карьер открытой добычи асбеста представляет собой выемку глубиной 11 м с пятью террасами шириной 5-7,5 м, по которым вывозилась гужевым транспортом руда.

Материалы ПП показали, что таксационные показатели сосновых древостоев, сформировавшихся на дне и террасах карьера, существенно различаются в зависимости от экспозиции склонов (табл. 2).

О необходимости проведения рубок ухода в сформировавшихся в карьере сосняках свидетельствуют значения КОП. Лишь на контроле и 2-5 террасах северного склона они близки к оптимальным.

Таблица 2. - Таксационная характеристика древостоев ПП, заложенных в выработанном в 1917 г. карьере

№ террасы	№ ПП	Состав	Средние			Густота, шт/га	Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета
			возраст, лет	высота, м	диаметр, см		абсолютная, м ² /га	относительная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Контроль, рядом с карьером										
-	17	10С	73	19,6	26,4	489	26,4	0,7	241	II
Дно карьера										
-	6	8,3С1,7Б	43	6,3	8,1	4688	20,1	1,1	80	V
Южный склон										
1	5	10С + Б	41	5,5	5,8	7400	23,3	1,4	94	V
2	4	9,5С0,5Б	48	4,9	5,5	7684	18,5	1,3	68	Va
3	3	9,5С0,5Б	51	5,0	6,2	8000	31,1	2,0	115	Va
4	2	10С + Б	53	8,5	8,6	7789	39,0	1,8	197	V
5	1	9,6С0,4Б	54	8,3	7,6	7750	35,0	1,7	168	V
Северный склон										
1	7	10С + Б	36	6,5	8,2	6484	32,0	1,8	140	V
2	8	10С	37	6,9	10,0	4423	34,8	1,8	157	V
3	9	10С	39	7,2	11,3	4539	43,0	2,2	190	V
4	10	10С	40	7,0	11,5	4455	41,2	2,1	181	V
5	11	10С	42	7,4	11,8	4385	43,2	2,2	190	V
Западный склон										
1	12	10С + Б	32	5,8	6,2	5600	15,2	0,9	60	V
2	13	8,8С1,2Б	35	6,1	7,4	4375	13,3	0,8	54	V
3	14	10С + Б	43	5,9	5,8	7692	19,4	1,1	80	V
4	15	10С + Б	50	5,5	5,1	8542	25,1	1,5	100	V
5	16	10С	44	5,7	5,3	8214	16,1	1,0	67	V

Формирование древесной растительности на отвалах месторождения хризотил - асбеста имеет мозаичный характер. Лучшие условия создаются на участках отвала, где доля глинистых частиц в верхнем 50-сантиметровом слое превышает 50% и снег не сдувается.

При характеристике естественного лесовосстановления следует особо отметить, что оно зависит также от уровня отвала.

На участках отвала с долей участия глинистых частиц менее 25% и там, где снег сдувается, процесс естественного зарастания древесной растительностью затягивается, а по показателю флуктуирующей асимметрии подрост находится в критическом состоянии.

Живой напочвенный покров (ЖНП) приурочен к микропонижениям и участкам с подростом. При этом в ЖНП доминируют зелёные мхи и лишайники. Видовой состав ЖНП беден и его разнообразие ограничивается 10 видами при варьировании надземной фитомассы ЖНП в абсолютно сухом состоянии от 43,01 до 579,42 кг/га.

Растянутость процесса естественного зарастания отвалов хризотил-асбеста и тантал-берилля вызывает необходимость проведения мероприятий по искусственной рекультивации.

6. Искусственная рекультивация отвалов складирования отходов добычи и обогащения полезных ископаемых

Эффективность искусственной рекультивации определялась на отвале № 10 Малышевского рудоуправления. Данный отвал высотой 58 м был сформирован при складировании пустой породы с тантал-бериллиевого месторождения. Техническая рекультивация была закончена в 1976 г. и заключалась в выравнивании поверхности отвала и покрытии ее слоем вскрышных пород (глина) толщиной 0,8-1,0 м.

Биологическая рекультивация выполнена в том же году и заключалась в создании лесных культур сосны обыкновенной (*P. sylvestris L.*) 2-летними сеянцами. Перед посадкой на площади 0,8 га были нарезаны полосы плугом ПКЛ-70, в дно которых высаживались сеянцы, а на аналогичной площади борозды не нарезались и сеянцы высаживались рядами. Расстояние между рядами культур в том и другом случаях составляло 3-3,5 м, густота посадки 5 тыс. шт/га. Работы по рекультивации выполнялись под руководством Н.В. Волкова.

Спустя 40 лет нами было заложено 7 ПП в следующих условиях: ПП-1 и 2 на платформе отвала, где посадка производилась в дно плужных борозд; ПП-3 и 4 - на платформе, где подготовка почвы под лесные культуры не производилась; ПП-5 на северном, ПП-6 на южном склонах отвала; ПП-7 в искусственном насаждении, созданном на вырубке.

Таксационная характеристика ПП приведена в таблице 3.

Таблица 3. - Таксационная характеристика древостоев ПП на рекультивированном отвале № 10 и вырубке в квартале 134 Пригородного участкового лесничества

№ ПП	Состав	Средние			Полнота			Запас, м ³ /га	Класс бонитета
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см	Густота, шт/га	абсолютная, м ² /га	относительная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	8,1С	42	12,4	10,8	2207	20,3	0,74	127	III
	1,9Б	34	9,2	9,2	804 3011	5,4 25,7	0,36 1,1	30 157	
2	9,8С	42	11,9	11,0	5543	52,6	1,9	326	III
	0,2Б	31	9,1	6,4	587 6130	1,9 54,5	0,1 2,0	8 334	

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	9,3С	42	11,9	10,0	3788	36,4	1,3	223	
	0,7Б	35	9,2	6,7	685	2,9	0,2	17	
	ед Ос		6,3	5,1	71 4544	0,1 39,3	- 1,5	241	III
4	9,3С	42	12,1	11,8	2810	30,7	1,4	240	
	0,7Б	35	9,0	8,5	524	2,9	0,2	17	
	ед Ос		6,1	4,4	71 3405	0,1 33,7	- 1,6	258	III
5	8,2С	32	11,6	9,5	3429	24,0	0,9	154	
	1,3Б	31	11,9	7,1	1107	4,4	0,2	25	
	0,5Ос		11,0	11,2	179 4715	0,1 30,2	9 1,2	188	II
6	5,5С	31	11,6	11,8	1959	21,4	0,8	137	
	4,4Б	26	11,9	9,3	2469	16,8	0,9	112	
	0,1Ос		10,4	9,8	61 4489	0,5 38,7	- 1,7	251	II
7	10,0С	42	15,5	19,5	975	29,0	0,8	275	
	ед Б	20	8,4	6,0	205	0,6	-	2	
	ед Ос		7,8	4,6	275 1455	- 29,6	- 0,8	277	Ia

Анализ материалов таблицы 3 свидетельствует, что сосновые древостои, созданные на отвале тантал-бериллиевого месторождения, в 42-летнем возрасте имеют запас до 334 м³/га и характеризуются III классом бонитета.

Естественная рекультивация откосов отвала идет также достаточно успешно. При этом формируются смешанные сосново-березовые насаждения. Создание лесных культур ускоряет формирование насаждений примерно на 10 лет.

Для оценки состояния 42-летних насаждений, формирующихся на отвале и вырубке, нами был использован комплексный оценочный показатель (КОП). Последний составил: ПП-1 - 8,9; ПП-2 - 9,6; ПП-3 - 12,8; ПП-4 - 10,5; ПП-5 - 16,6; ПП-6 - 11,5 и ПП-7 - 5,2 см/см², при оптимальных значениях КОП в возрасте 20-30 лет 10-18 и в возрасте 30-70 лет - 5-8. Указанное свидетельствует, что древостои на вырубке и склонах отвала характеризуются хорошим состоянием, а искусственные насаждения, созданные на платформе отвала, нуждаются в проведении рубок ухода по низовому методу, направленных на снижение густоты. Проведение рубок ухода позволит не только улучшить санитарное состояние, но и повысит класс бонитета, а также потенциальную пожароустойчивость и рекреационную привлекательность насаждений.

Высокая сомкнутость сосновых насаждений обусловила отсутствие на ПП подроста сосны, бедный видовой состав ЖНП, надземная фитомасса которого в

абсолютно сухом состоянии варьирует от 3,9 до 22,6 кг/га в искусственных и от 134,0 до 143,1 кг/га в естественных сосняках.

Внесение нетрадиционных удобрений (осадок сточных вод, куриный помёт, опилки) на поверхность отвала месторождения хризотил - асбеста оказало положительное влияние на основные таксационные показатели и состояние подроста. Максимальный эффект при этом достигается при внесении осадка сточных вод (активного ила) в дозе 15 т/га.

В процессе исследования на отвале месторождения хризотил-асбеста заложены ПП-8 и 9. На ПП-8 весной 2015 г. внесен активный ил, а ПП-9 оставлена в качестве контроля. Таксационные показатели подроста указанных ПП приведены в табл. 4.

Внесение активного ила уже в первый год обеспечило увеличение прироста центрального побега в 1,3 - 2,8 раза (табл. 5). Различия в приросте до внесения активного ила с контролем статистически достоверны на 95% уровне значимости.

Таблица 4. - Таксационная характеристика подроста на ПП - 8 и 9

№ ПП	Состав подроста	Возраст, лет			Высота, м			Диаметр шейки корня, см		
		крупный	средний	мелкий	крупный	средний	мелкий	крупный	средний	мелкий
8	7С3Б+Ос	17,9	13,9	9,0	182,0	109,0	37,0	4,7	2,9	1,3
9	8С2Б+Ос	18,5	15,6	10,9	165,7	95,0	35,7	4,8	2,6	1,1

Таблица 5. - Средний прирост в высоту у подроста сосны обыкновенной различных категорий крупности

№ ПП	Прирост, см (по годам)				
	2016	2015	2014	2013	2012
Мелкий подрост					
8	15,5 ± 1,11	8,5 ± 1,20	3,0 ± 0,15	2,0 ± 0,14	2,0 ± 0,16
9	3,8 ± 0,14	4,0 ± 0,17	4,0 ± 0,17	4,6 ± 0,88	3,8 ± 0,15
Средний подрост					
8	21,0 ± 1,71	10,1 ± 1,57	7,6 ± 1,27	6,9 ± 1,41	8,0 ± 1,01
9	8,0 ± 1,10	7,1 ± 0,98	6,9 ± 3,21	6,1 ± 1,77	7,8 ± 0,81
Крупный подрост					
8	23,6 ± 2,15	13,3 ± 2,19	10,4 ± 2,16	10,0 ± 1,03	11,0 ± 0,90
9	9,8 ± 1,71	10,3 ± 2,15	9,8 ± 2,10	9,5 ± 1,00	10,8 ± 1,25

Помимо увеличения таксационных показателей подроста внесение активного ила несколько изменяет динамику сезонного прироста у подроста сосны обыкновенной (рис.).

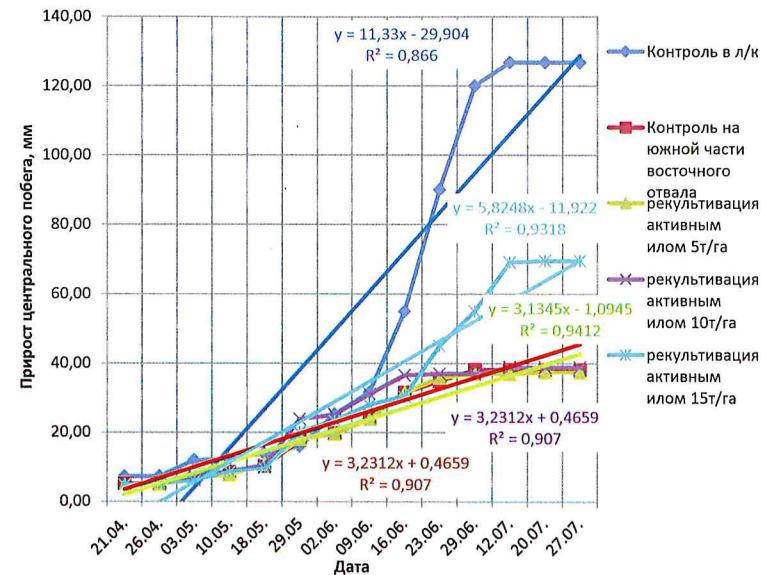


Рис. - Динамика прироста центрального побега мелкого подроста на следующий год после внесения активного ила

Уже на третий год после внесения активного ила увеличивается видовое разнообразие ЖНП в 5,7 раза и его надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии в 19,8 раза.

Положительная роль внесения активного ила подтверждается восстановлением стабильного состояния у подроста берёзы.

Заключение

Экономика Уральского региона тесно связана с горнодобывающей промышленностью. Добыча полезных ископаемых, в свою очередь, сопровождается отчуждением лесных земель под карьеры, отвалы вскрышных пород и отходов обогащения руд. Указанные нарушенные земли требуют рекультивации для вовлечения их в хозяйственный оборот. Не случайно работы по изучению эффективности рекультивации земель на месторождениях железа, угля, меди ведутся уже многие десятилетия. Однако, помимо общизвестных полезных ископаемых, на Урале имеют место месторождения хризотил-асбеста и tantal-бериллия. Отсутствие работ по рекультивации нарушенных земель на указанных месторождениях определило направление наших исследований.

Работы проводились на территории ГКУ СО «Сухоложское лесничество» Департамента лесного хозяйства Свердловской области, отнесенной, согласно лесорастительного районирования (Смоловогов и др., 1973) к округу предлесостепенных сосново-березовых лесов, Зауральской равнинной провинции, Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

Климат района исследований континентальный, благоприятный для выращивания основных лесообразующих пород таежной зоны. В лесном фонде доминируют сосновые насаждения, на которые приходится 60,6% покрытой лесной растительностью площади. Указанное предопределило выбор сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в качестве главной породы при проведении рекультивационных работ.

Исследования проводились на нарушенных землях Баженовского месторождения хризотил-асбеста комбината ОАО «Ураласбест» и редкоземельных тантал-бериллиевых руд ОАО «Малышевское рудоуправление». Нарушенные земли представляют собой карьеры и отвалы вскрышных пород и отходов обогащения руд. Складируемые в отвалах породы не представляют экологической опасности, а низкая концентрация в них редких металлов исключает их повторную переработку.

Доминирование в содержимом отвалов крупных фракций оксидов кремния свидетельствует о сложном процессе формирования на их поверхности почвы и неблагоприятном для растений водном режиме.

Процесс естественного зарастания, как мелких карьеров, так и отвалов сильно растянут во времени. Из-за низкого плодородия субстрата отвалов и плохого обеспечения влагой подрост находится в критическом состоянии, очень медленно растет и его накопление затягивается.

Состояние подроста улучшается при наличии в верхнем горизонте отвала глинистых частиц более 25%, а при доле глинистых частиц 50% и более подрост характеризуется стабильным состоянием.

Растительность на отвале характеризуется мозаичным распространением. Подрост и живой напочвенный покров приурочены к микропонижениям, где выше доля глинистых частиц в верхнем горизонте и лучше гидрологический режим.

В ЖНП доминируют мхи и лишайники. При этом на разных уровнях отвалов варьируется как видовой состав, так и надземная фитомасса ЖНП в абсолютно сухом состоянии.

Растянутость процесса естественного зарастания отвалов на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия вызывает необходимость проведения мероприятий по искусственной рекультивации.

Опыт создания после технической рекультивации карьера № 10 Малышевского рудоуправления лесных культур сосны обыкновенной показал, что в 42-

летнем возрасте они имеют запас от 157 до 334 м³/га и характеризуются III классом бонитета. При этом сосновые насаждения на откосах указанного отвала имеют запас 188-251 м³/га и II класс бонитета.

Помимо создания искусственных насаждений биологический этап рекультивации может заключаться в нанесении на поверхность отвала или мелкого карьера слоя нетрадиционных удобрений таких как активный ил (осадок сточных вод г. Асбеста), куриный помет, древесные опилки. Лучший эффект при этом достигается при нанесении осадка сточных вод в дозе 15 т/га. Внесение других удобрений менее эффективно.

Нанесение на поверхность отвала активного ила позволяет повысить прирост центрального побега подроста сосны, способствует стабилизации состояния подроста всех категорий крупности и улучшает таксационные показатели ассимиляционного аппарата. Кроме того, наблюдается зарастание отвала травянистой растительностью. Так, спустя 3 года после нанесения на поверхность отвала активного ила, видовой состав ЖНП увеличивается в 5,7 раза, а надземная фитомасса в абсолютно-сухом состоянии - в 19,8 раза.

A-1844

Рекомендации производству

1. Лесохозяйственное направление должно быть основным при восстановлении нарушенных земель на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия.
2. Сосна обыкновенная (*P. sylvestris L.*) рекомендуется в качестве главной породы при создании лесных культур на рекультивируемых мелких карьерах и отвалах.
3. При техническом этапе рекультивации нарушенных земель, планируемых под естественное зарастывание, следует обеспечивать наличие глинистых частиц в верхнем 50-сантиметровом слое не менее 50%.
4. При проектировании создания лесных культур плодородный слой грунта на поверхности нарушенных земель может быть уменьшен до 30 см.
5. Во избежание развития корневой губки и для повышения устойчивости искусственных насаждений на рекультивированных землях должны проводиться прочистки по низовому методу.
6. Из-за низкой конкуренции со стороны ЖНП агротехнические уходы в лесных культурах не проектируются.
7. Для ускорения процессов естественной рекультивации отвалов на месторождениях хризотил-асбеста и тантал-бериллия на поверхность отвала рекомендуется наносить слой активного ила (осадок сточных вод) в дозе 15 т/га. Перед использованием активного ила он должен пройти санитарно-биологическое обследование и анализ на содержание тяжелых металлов.

8. Состояние деревьев на рекультивированных нарушенных землях можно отслеживать по показателю флюктуирующей асимметрии, а улучшение питания растений и гидрологических условий обеспечить внесением нетрадиционных удобрений (осадки сточных вод; куриный помет, древесные опилки).

9. При рекультивации мелких карьеров (отсутствие на дне грунтовых вод) создаются лесные культуры или условия для естественного лесовозобновления. Глубокие выработанные карьеры целесообразно использовать в качестве пожарных водоемов и для создания рыборазводных хозяйств.

10. Помимо выращивания древесины на рекультивируемых землях целесообразно создавать рекреационные объекты.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Залесов, С.В. Естественная рекультивация отвала вскрышных пород и отходов обогащения асбестовой руды. / С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Е.С. Залесова // Аграрный вестник Урала. - 2017. - № 3 (157). - С. 35-38.

2. Залесов, С.В. Анализ состояния подроста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) на отвалах месторождений хризотил-асбеста по показателю флюктуирующей асимметрии / С.В. Залесов, Ю.В. Зарипов, Е.А. Фролова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. - 2017. - № 1 (46). - С. 71-77.

3. Зарипов, Ю.В. Опыт создания лесных культур на отвалах минерального сырья / Ю.В. Зарипов, Е.С. Залесова, А.И. Чермных, А.Г. Магасумова // Аграрный вестник Урала. - 2017. - № 8 (162). - С. 23-29.

4. Савин, В.В. Влияние лося и косули на сохранность лесных культур сосны и ели / В.В. Савин, Ю.В. Зарипов, Л.А. Белов, Е.С. Залесова, Д.А. Шубин // Аграрный вестник Урала. - 2017. - № 09 (163). - С. 50-55.

В прочих изданиях:

5. Зуева, О.В. Опыт рекультивации шламовых амбаров методом засыпки песком / О.В. Зуева, Ю.В. Зарипов, В.И. Крюк, И.А. Фрейберг // Вестник биотехнологий: научный журнал Уральской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - Вып. 3. - URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2016/3/58>.

6. Зарипов, Ю.В. Влияние внесения нетрадиционных удобрений на ассимиляционный аппарат подроста сосны обыкновенной / Ю.В. Зарипов, О.В. Зуева, С.В. Залесов, Е.А. Фролова // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы: социально-экономические и экологические проблемы лесного сектора экономики: матер. XI междунар. науч.-техн. конф. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. - С. 196-199.

7. Зарипов, Ю.В. Длительность естественной рекультивации отвалов комбината ОАО «Ураласбест» / Ю.В. Зарипов, О.В. Зуева, Е.С. Залесова // Вестник

биотехнологий: научный журнал. - 2017. - № 2. - URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2017/2/93>.

8. Зарипов, Ю.В. Последствия естественной рекультивации отвалов хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов // Вестник биотехнологий: научный журнал. - 2017. - № 2. - URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2017/2/94>.

9. Зарипов, Ю.В. Использование показателя флюктуирующей асимметрии для оценки условий произрастания березы повислой на отвалах ОАО «Ураласбест» / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова // Лесная наука Казахстана: достижения, проблемы и перспективы развития: матер. междунар. науч.-практ. конф. посвященной 60-летию создания КазНИИЛХА. - Щучинск: Мир печати, 2017. - С. 126-130.

10. Зарипов, Ю.В. Опыт рекультивации отвалов хризотил-асбеста / Ю.В. Зарипов, С.В. Залесов, Е.С. Залесова, В.И. Крюк, И.А. Фрейберг // Биологическая рекультивация нарушенных земель: матер. X Всерос. науч. конф. с междунар. участием. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. - С. 124-131.

11. Зарипов, Ю.В. Влияние диких копытных животных на формирование молодняков / Ю.В. Зарипов, Л.А. Белов, Е.С. Залесова, В.В. Савин, Д.А. Шубин // Леса России и хозяйство в них. - 2017. - № 2 (61). - С. 4-13.

12. Зарипов Ю.В. Последствия естественной рекультивации отвалов хризотил - асбеста / Ю.В. Зарипов // Вестник биотехнологий: научный журнал. - 2017. - № 4. - URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2017/4/126>.

13. Савин, В.В. Влияние косули на сохранность лесных культур сосны обыкновенной / В.В. Савин, Ю.В. Зарипов, Л.А. Белов, Д.А. Шубин // Вестник биотехнологий: научный журнал. - 2017. - № 4. - URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2017/4/127>.

14. Зарипов Ю.В. Состояние берёзы на объектах рекультивации в подзоне предлесостепенных сосново-берёзовых лесов Свердловской области / Ю.В. Зарипов // Актуальные проблемы лесного комплекса: Сб. науч. трудов. - Брянск: БГИТУ, 2017. - Вып. 49. - С. 13-16.

15. Зарипов Ю.В. Использование осадка сточных вод для биологической рекультивации отвалов хризотил - асбеста / Ю.В. Зарипов, Е.А. Фролова, С.В. Залесов // Научное творчество молодёжи - лесному комплексу России: матер. XIV Всерос. науч.-техн. конф. - Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. - С. 448-451.

Отзывы на автограферат просим направлять в трех экземплярах по адресу: 620100, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37. УГЛТУ ученому секретарю диссертата. П. 212. 281. 01. Магасумовой А.Г.; e-mail: dissovet.usfeu@mail.ru



800063832