

Результаты исследования лесной рекультивации с посадкой ели сибирской на породных отвалах угольного разреза «Бородинский»

Зеньков Игорь Владимирович, доктор технических наук, Заслуженный эколог РФ, профессор ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», профессор ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва» (Россия, 660037, г. Красноярск)

Морин Андрей Степанович, зав. кафедрой, доктор технических наук, ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» (Россия, 660041, г. Красноярск)

Рагозина Марина Алексеевна, кандидат экономических наук, доцент ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», доцент ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Анищенко Юлия Анатольевна, зав. кафедрой, кандидат экономических наук, ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва» (г. Красноярск)

Жукова Валентина Владимировна, магистрант, ФГБУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика М.Ф. Решетнёва», инженер, Институт вычислительных технологий СО РАН (Россия, 630090, г. Новосибирск)

Введение

Анализ общемировых тенденций в развитии энергетики показывает, что объем добычи энергетических углей в ближайшие годы будет увеличиваться [1]. Аналогичная динамика просматривается в деятельности угольных разрезов, работающих на месторождениях Канско-Ачинского бассейна [2]. Как известно, угольные разрезы восстанавливают экобаланс путем проведения работ по рекультивации нарушенных земель. Решению прикладных задач в области рекультивации территорий горнопромышленных ландшафтов, созданных при разработке угольных месторождений открытым способом, посвящены работы российских и зарубежных исследователей [3-12]. Обзор этих источников и других работ подтвердил актуальность и необходимость наших исследований, поскольку в первых отсутствуют исследования результатов лесной рекультивации на отвалах угольных разрезов Канско-Ачинского бассейна.

Решение проблемы

В ходе полевых экспедиций по исследованию состояния искусственных лесопосадок с использованием саженцев ели сибирской (*Picea obovata*), проведенных в период с 2015 по 2018 гг. на территории восточного сектора внутренних породных отвалов угольного разреза «Бородинский» коллективом научно-практической школы, созданной Зеньковым И.В., получены следующие результаты.

В этом секторе внутренних отвалов в апреле-мае 2008 г. выполнены работы по горнотехнической рекультивации с использованием мощного бульдозера типа ДЭТ-250 (Т-330), в результате которой проведено выполаживание откосов отвалов железнодорожной вскрыши, отсыпанных драглайном ЭШ-10/70 в более ранних периодах. На втором – биологическом этапе была произведена высадка саженцев сосны и ели. В ходе визуального осмотра было отмечено весьма позитивное состояние сосен, о чем нельзя было сказать про состояние елей. Контуры территории с посадками елей площадью 5,6 га показаны линией желтого цвета на рис. 1.

На исследуемой территории выделены участки, поверхностный слой которых мощностью 1-2 м сложен широким спектром горных пород: алевролитами серого цвета и техногенной смесью горных пород четвертичного возраста – суглинков, глин, супесей, песков, остатков гумуссодержащих поч-

венных слоев с небольшим объемом алевролитов. На этих участках в 2018 г. высота деревьев, использованных в рекультивации – ели сибирской, существенно различается.



Рис. 1. Фрагмент космоснимка с нанесением границ исследуемого участка (июль, 2017 г.)

В основном на этой территории откосы отвалов ориентированы на север и юг. Также здесь имеются локальные участки с географической ориентацией на запад и восток.

Вся генеральная совокупность исследуемых деревьев, включающая 641 ель, была условно поделена на две части. В основу деления положен состав горных пород, уложенных в поверхностный слой на отвале. Каждая из двух частей совокупности представлена в виде самостоятельного вариационного ряда. Совокупности в каждом ряду были разбиты дополнительно на группы, значения признаков в которых были объединены в интервалы. В каждом ряду определены значения моды, модального интервала, а также установлен средний уровень ряда.

На участках отвала, сложенных алевролитами, обследовано 367 елей. Минимальное и максимальное значение в этом вариационном ряду находятся на уровне соответственно 26 и 78 см (рис. 2). Значение моды в этом ряду смещено влево от центра распределения и находится в диапазоне 20-40 см.

На участках отвала, сложенных техногенной смесью из горных пород четвертичного возраста, обследовано 274 ели. В этом ряду выделено четыре группы. Минимальное и максимальное значение в этом вариационном ряду находятся на уровне 84 и 157 см (рис. 2). Значение моды в этом ряду смещено вправо от центра распределения и находится в диапазоне 121-140 см. Ели, входящие в группу с диапазоном от 81 до 100 см, произрастают на южном откосе отвала, а входящие в группу с диапазоном от 141 до 160 в 88 % случаев – на откосах, обращенных на север. Остальные ели равномерно распределены в двух группах с диапазоном от 101 до 140 см и произрастают на откосах, обращенных на запад и восток. В этом ряду выделено три группы. Как видно, в совокупности преобладают деревья небольшой высоты. Они имеют все признаки угнетенного состояния. В этих условиях необходимо было дать ответ на вопрос – какие факторы влияют на замедление роста деревьев, входящих в группу с минимальным диапазоном высоты, достигнутой за довольно продолжительный период – 11 лет?



Рис. 2. Изменение высоты ели сибирской в зависимости от состава горных пород в поверхностном слое породного отвала

Отметим, что на территории прилегающих природных ландшафтов высота деревьев за этот период достигает высоты 2,5 м и более.

Ели, входящие в группу с диапазоном от 20 до 40 см, произрастают на участках, отсыпанных грубообломочными алевролитами. Достоверно установлено, что корневая система развивается довольно скудно ввиду наличия крепких горных пород размером 70×70 см и более. Причем центральная часть этих кусков алевролитов находятся по оси ствола деревьев либо с небольшим смещением от нее. Отметим, что на отвалах обнаружены полностью высохшие ели, корень которых не мог развиваться ввиду их высадки на крупные обломки алевролитов. Ели, входящие в группу с диапазоном от 41 до 60 см, произрастают на микроучастках, сложенных обломочными горными породами размером 30×30 см и менее. На таких участках существуют полости, находящиеся в промежутках между крупными кусками, забитые мелкофракционными горными породами, что облегчает формирование и развитие корневой системы деревьев. Ели, входящие в группу с диапазоном от 61 до 80 см, произрастают на микроучастках, сложенных обломочными горными породами размером 10×10 см и менее. Наглядным примером служит малая выборка из пяти деревьев, представленная на рис. 3. Дерево, находящееся в центре достигло в 2018 г. высоты 78 см, а крайнее правое – всего лишь 29 см. Такая разница объясняется фракционным составом горных пород, на которых эти деревья развиваются.

После сопоставления полученных замеров высоты елей на участках породных отвалов был сделан вывод о том, что основным фактором, оказывающим решающее влияние на этот показатель, является качественный состав горных пород в месте произрастания группы деревьев. Важнейшим фактором на участках, сложенных алевролитами, является фракционный состав горных пород в месте произрастания отдельно взятого дерева. Действие этого фактора на высоту деревьев практически не проявляется на участках, сложенных техногенной смесью из горных пород четвертичного возраста.



Рис. 3. Фрагмент лесной рекультивации с использованием ели сибирской на породном отвале угольного разреза «Бородинский», август 2018 г.

Статистическая обработка вариационных рядов указала на наличие тесной и весьма тесной связи между высотой деревьев и качественным и количественным составом горных пород в поверхностном слое отвала. Аналогичный вывод сделан о значимости географической ориентации откосов отвалов, на которых производилась высадка саженцев ели сибирской.

Таким образом, в ходе решения экологических задач на поверхности породных отвалов угольного разреза «Бородинский» в центральных районах Красноярского края были получены новые знания о формировании на территории горнопромышленного ландшафта ели сибирской, использованной в лесной рекультивации при восстановлении экобаланса.

Заключение

Итак, на основе анализа результатов многолетних полевых исследований выявлены важнейшие факторы техногенного характера, оказывающие существенное влияние на развитие ели сибирской, саженцы которой использованы в ходе проведения биологического этапа рекультивации на породных отвалах, отсыпанных при работе угольного разреза «Бородинский». Выявленные закономерности должны учитываться при формировании технического задания на проектирование работ по рекультивации нарушенных земель при разработке угольных месторождений открытым способом со схожими горно-геологическим условиями, и в частности, территориально находящихся в границах Канско-Ачинского бассейна.

Список литературы

1. Яновский А.Б. Основные тенденции и перспективы развития угольной промышленности России // Уголь. 2017. № 8. С. 10-14. doi: 10.18796/0041-5790-2017-8-10-14. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/082017.pdf> (дата обращения: 15.12.2018).
2. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2017 года // Уголь. 2018. № 3. С. 58-73. doi: 10.18796/0041-5790-2018-3-58-73. URL: <http://www.ugolinfo.ru/bgdev/Jour/032018.pdf> (дата обращения: 15.12.2018).
3. Сафронова О.С., Ламанова Т.Г., Шерemet Н.В. Результаты исследования естественного восстановления растительного покрова на вскрышных отвалах, возникших в 1990-е годы в Республике Хакасия // Уголь. 2018, № 7, С. 68-77.
4. Сафронова О.С., Евсеева И.Н. Мониторинг техногенного воздействия разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» на территорию санитарно-защитной зоны // Уголь. 2018, № 9, С. 95-98.
5. Харионовский А.А., Франк Е.Я. Обоснование горнотехнической рекультивации в целях левостановления на Крутокачинском щебеночном карьере // Уголь. 2018. № 4. С. 75-77.

6. Харионовский А.А., Франк Е.Я. Обоснование горнотехнической рекультивации по созданию культурного ландшафта в карьере по разработке глиежей // Уголь. 2018. № 2. С. 100-102.
7. Андроханов В.А., Берлякова О.Г. Состояние лесных культур и почвенного покрова на рекультивированном отвале угольного разреза // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 22-31.
8. Щадов И.М., Франк Е.Я. О результатах и перспективах использования ресурсов ДЗЗ в решении прикладных задач угледобывающей отрасли в формате мировой экономики // Уголь. 2018. № 7. С. 58-61.
9. Eßer G., Janz S., Walther H. Promoting biodiversity in recultivating the rhenish lignite-mining area // World of Mining - Surface and Underground. 2017. Vol. 69 (6). P. 327–334.
10. Eyll-Vetter M. Significance of geotechnical boundary conditions in planning and designing residual lakes in the Rhenish lignite mining area illustrated by the example of the Inden opencast mine // World of Mining - Surface and Underground. 2015. Vol. 67(6). P. 371–378.
11. Ngugi M. R., Neldner V. J., Doley D., Kusy B., Moore D., Richter C. Soil moisture dynamics and restoration of self-sustaining native vegetation ecosystem on an open-cut coal mine // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(5). P. 615–624.
12. Boldt-Burisch K., Naeth M. A., Schneider B., Hüttl R. F. Linkage between root systems of three pioneer plant species and soil nitrogen during early reclamation of a mine site in Lusatia, Germany // Restoration Ecology. 2015. Vol. 23(4). P. 357–365.

Аннотация. В статье представлены результаты многолетнего экологического мониторинга состояния ели сибирской, высаженной на породных отвалах угольного разреза «Бородинский». Установлена высота елей в возрасте 11 лет, а также исследовано влияние основных факторов на этот показатель. Представлены зависимости высоты деревьев от состава горных пород, уложенных в поверхностном слое породного отвала.

Ключевые слова: угольный разрез «Бородинский», породные отвалы, восстановление нарушенных земель, лесная рекультивация, экологические показатели, техногенная продуктивная смесь, лесные экосистемы.