

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ТРУДА

УДК 581.524.34

**ПРОБЛЕМЫ ГОРНОТЕХНИЧЕСКОГО ЭТАПА РЕКУЛЬТИВАЦИИ
ОТВАЛОВ КУЗБАССА В АСПЕКТЕ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ
ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ****PROBLEMS OF THE MAIN-TECHNICAL STAGE OF RECULTIVATION OF
DUMPS FOR CREATION OF STEADY FOREST PLANTINGS IN KUZBASS****Уфимцев Владимир Иванович¹,**

кандидат биолог. наук., зав. лаб. эколог. мониторинга, e-mail: uwy2079@gmail.com

Ufimtsev Vladimir I.¹, C. Sc., Research scientist, Head of laboratory**Уфимцев Федор Георгиевич²,**

студент, e-mail: ufimcevf@gmail.com

Ufimtsev Fyodor G.², student

¹Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, 650065, Россия, г. Кемерово, пр-т Ленинградский 10

Federal research center of coal and coal chemistry of the SB RAS, Russia, 10 Ave Leningradsky, Kemerovo, 650065, Russian Federation

² Филиал Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева в г.

Междуреченске, 652877, Россия, Кемеровская обл., г. Междуреченск, пр-т Строителей 36

Branch of the T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University in Mezhdurechensk, 36 Ave Stroiteley, Kemerovo Region, Mezhdurechensk, 652877, Russian Federation

Аннотация. Изучены параметры техногенных элювиев, закладываемые на этапе горнотехнической рекультивации, в лесных насаждениях на отвалах угольной промышленности Кузбасса 25-45-летнего возраста. Рассмотрены особенности архитектоники корневых систем сосны обыкновенной в условиях различной плотности элювиев автомобильных, железнодорожных и экскаваторных отвалов с нанесением потенциально плодородных пород, плодородного слоя почвы и без нанесения каких-либо почвоулучшителей. Показано, что уплотненность техногенных элювиев приводит к недоразвитию корневых систем и распространению ветровалов в насаждениях данной возрастной группы, дан прогноз о неустойчивости таких насаждений в старшем возрасте. Определено, что при рыхлом сложении техногенных элювиев формируется классическая для сосны поверхностно-стержнево-якорная корневая система, независимо от наличия слоя почвоулучшителей. Установлено, что древесные насаждения, произрастающие на слаборазрушающихся грубообломочных горных субстратах экскаваторных отвалов, характеризуются сниженным радиальным приростом деревьев и низкой биологической продуктивностью. На примере двух участков с различными свойствами техногенных элювиев проанализирован характер влияния эндогенных пожаров отвалов на состояние древесных насаждений. В заключении даны основные принципы, направленные на оптимизацию горнотехнической рекультивации отвалов для целей формирования устойчивых долговечных древесных насаждений.

Abstract. The article presents the study of parameters of technogenic eluvia laid at the stage of mining recultivation, in forest plantings on the dumps of the coal industry of Kuzbass of 25-45-year of age. The article considers features of architectonics of root systems of a pine in the conditions of various density eluvia of automobile, railway and excavator dumps with placing of potentially fertile breeds, a fertile layer of earth and without placing of any soil-improvers. It is shown that compaction technogenic eluvia leads to an underdevelopment of root systems and distribution of windfalls in plantings of this age group, the instability of such plantings at advanced age is predicted. It is identified that in case of friable summation of technogenic eluvia, the superficial-rod-anchor root system, classical for a pine, is formed irrespective of availability of a layer of soil-improvers. It is established that the forest plantings growing on poorly collapsing the large-size mountain substratum of excavator dumps are characterized by a reduced radial surplus of trees with low biological productivity. On the example of two sites with different properties of technogenic eluvia, the nature of influence of the endogenous fires of dumps on the condition of forest plantings has been analysed. In the conclusion, the basic principles are given directed on optimization of mining recultivation of dumps in order to form steady long-term

forest plantings.

Ключевые слова: отвалы, горнотехнический этап, лесная рекультивация, древесные насаждения, техногенный элювий, уплотненность, эндогенный пожар.

Keywords: dumps, main technical stage, technogenic eluvium, recultivation, forest plantings, compaction, endogenous fire.

Введение

Рекультивация нарушенных угледобычей земель состоит из двух последовательных этапов – горнотехнического и биологического [1]. Биологический этап, задачей которого является вовлечение техногенных образований в биологический кругооборот, наступает после полного прекращения техногенеза и протекает в течение неопределенно длительного времени, по сути, не прекращаясь до становления устойчивых замкнутых фитоценозов в климаксом состоянии [2]. В свою очередь, экологические условия, сочетанное воздействие которых обуславливает направленность и скорость восстановления биологических систем, определяются техногенными факторами, которые закладываются на этапе горнотехнической рекультивации и целиком зависят от параметров отвалообразования и подготовки отвалов [3].

Горнотехнический этап – наиболее ответственный и дорогостоящий комплекс рекультивационных мероприятий [4]. Общими требованиями к горнотехническому этапу являются: селективная разработка горных пород в соответствии с их пригодностью для целей рекультивации, создание благоприятного рельефа с ландшафтной, хозяйственной, и эксплуатационной позиций, формирование необходимого рекультивационного (экранирующего) слоя соответствующих параметров, а также прогнозирование и профилактика неблагоприятных последствий техногенеза в виде дефляционных, оползневых, гидрологических, криогенных и пирогенных и других негативных процессов [1].

Параметры указанных требований в значительной степени зависят от целевого назначения рекультивированных земель и направления биологической рекультивации. Наиболее простой и наименее затратной является подготовка отвалов для целей лесохозяйственной рекультивации, которая и получила в Кузбассе наибольшее распространение. Среди древесных пород, используемых при рекультивации отвалов, преобладает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), которая без учета естественного возобновления занимает более 11 тыс. га, что составляет около 80 % площадей, занятых под лесной рекультивацией, или более 40 % всех рекультивированных земель в регионе [5].

Сосна обыкновенная в условиях отвалов, как с нанесением почвоулучшителей, так и без нанесения, формирует древостои, сопоставимые по показателям продуктивности с естественными сосняками [6]. Однако, несмотря на неприхотливость сосны обыкновенной к условиям произрастания, в

Кузбассе погибло около 15 % площадей всех сосновых насаждений, не считая деградирующих [7]. Главные причины этого явления связаны с горно-геологическими, эксплуатационными и технологическими особенностями отвалообразования, и несоответствием ряда параметров местообитаний, формируемых на горнотехническом этапе, требованиям древесных растений. Их негативное воздействие проявляется, как правило, не в молодых (до 20 лет) посадках сосны, а в культурах старших возрастов (35 лет и более). Так, внешне здоровые насаждения в раннем возрасте уже могут испытывать серьезное угнетение, которое впоследствии приводит к резко отрицательным результатам и цели рекультивации останутся недостижимыми. В связи с этим задача формирования устойчивых самоподдерживающихся лесных сообществ на отвалах сопряжена с необходимостью дальновидного учета всех параметров участков рекультивации. Поэтому принципы горнотехнического этапа рекультивации должны определяться требованиями биологического этапа, а не наоборот [8]. Проводя ретроспективный анализ состояния существующих насаждений наиболее старших возрастов, можно оценить влияние каждого технологического параметра на показатели устойчивости древесных насаждений и адаптировать эти параметры с эколого-биологическими требованиями древесных растений.

Целью настоящей работы явилась оценка влияния факторов горнотехнического этапа рекультивации отвалов угольной промышленности на состояние древесных насаждений. По результатам работы предложены рекомендации по улучшению моделируемых на горнотехническом этапе экологических условий отвалов для формирования устойчивых лесных насаждений.

Объекты и методы

Полевые исследования проводились на территории Кузнецкого угольного бассейна в 2008-2016 гг. Объекты исследования – средне- и старовозрастные (25-45 лет) отвалы угольной промышленности, на которых проведена лесная рекультивация. Выбор конкретных пробных площадей (ПП) был обусловлен различием их горнотехнических характеристик, чтобы по возможности охватить весь комплекс экологических условий, которые формируются на отвалах при различных способах отвалообразования и подготовки участков рекультивации (табл. 1).

Вскрышные и вмещающие породы отвалов представляют собой в различной степени метаморфизированные разнотипные образования от мезозойских осадочных отложений различного

Таблица 1. Общая характеристика участков рекультивации
Table 1. General characteristic of sites of recultivation

| № ПП | Угольный раз-рез | Координаты участка | * | Технологические особенности** | Литологические условия |
|------|------------------|------------------------------|---|--|--|
| ПП 1 | Кедровский | 55°32'37.57" 86°03'57.70" | Ж | Спланированный, слой ПСП 50 см | Сильная уплотненность ПСП |
| ПП 2 | Кедровский | 55°32'36.21" 86°04'09.04" | Ж | Неспланированный, без П/У | Высокая каменность, рыхлое сложение |
| ПП 3 | Бунгурский | 53°40'13.81" 86°56'13.83" | Э | Спланированный, без П/У | Рыхлое сложение, действующий горельник |
| ПП 4 | Бунгурский | 53°38'54.84" 86°53'29.03" | А | Спланированный, без П/У | Уплотненность породы ниже 20 см |
| ПП 5 | Байдаевский | 53°49'33.48" 87°20'41.39" | Э | Частично спланированный, без П/У | Плотное сложение, действующий горельник |
| ПП 6 | Калтанский | 53°23'02.20" 87°22'23.98" | А | Спланированный, Слой ППП 20 см | Рыхлое сложение ППП, сильная уплотненность пород |
| ПП 7 | Ольжерасский | 53°42'02.03" 88°06'26.79" | Э | Частично спланированный, без ПУ | Крупнообломочный материал, рыхлое сложение |
| ПП 8 | Томусинский | 53°40'47.69" 88°01'00.42" | Э | Частично спланированный, слой ППП 15-50 см | Рыхлое сложение ППП и пород |
| ПП 9 | Красногорский | 53°40'06.30" 88°03'35.89" | А | Неспланированный, без П/У | Сильная уплотненность с поверхности |

*Тип отвала: Ж – железнодорожный, А – автомобильный, Э – экскаваторный

**Технологические особенности: ПСП – плодородный слой почвы, ППП – потенциально плодородные породы, без П/У – без почвоулучшителей.

петрографического состава (песчаники, алевролиты и аргиллиты) до рыхлых четвертичных осадочных отложений (лессовидные и покровные суглинки и глины). Большая часть техногенного элювия отвалов нетоксична и пригодна для произрастания на нем высших растений [9]. Суглинки и глины вследствие высокого содержания глинистых фракций (60 % и более) обладают высокой водоудерживающей способностью и относятся к потенциально плодородным породам (ППП), которые наряду с плодородным слоем почвы (ПСП) – верхним гумусовым горизонтом зональных черноземных или серых лесных почв, являются наиболее доступными почвоулучшителями при создании техноземов – почв техногенных ландшафтов с искусственно сформированным почвенным профилем [10]. В то же время свойства ППП и ПСП как почвоулучшителей значительно трансформируются в ходе снятия, перемещения, буртования, нанесения и разравнивания в сторону значительного ухудшения агрохимических, водно-физических и биотических качеств [11], поэтому наличие нанесенного слоя ППП или ПСП на участках лесной рекультивации следует рассматривать как альтернативный вариант подготовки отвалов с определенным набором достоинств и недостатков.

Тип отвалообразования и способ планировки в значительной степени определяют физические свойства техногенных элювиев. Так, автомобильные отвалы, характеризуются сильно уплотненной поверхностью и выраженной плоскостной эрози-

ей, а неспланированные экскаваторные – наоборот, рыхлым сложением грубообломочного материала и провальным водным режимом [12]. Железнодорожные отвалы обладают более благоприятными свойствами, вследствие механической дезинтеграции горной массы и большой долей горизонтальных поверхностей. Во всех случаях полная планировка приводит к значительному уплотнению поверхности.

В состав отсыпаемой в отвалы горной массы часто попадают частицы угля различной размерности и углесодержащие алевролиты и аргиллиты. При определенных условиях высокое содержание частиц угля и углесодержащих горных пород приводит к самосогреванию в толще отвала, а затем – к самовозгоранию [13]. Существенное воздействие эндогенных пожаров отмечено на рекультивированных отвалах Бунгурского разреза и старовозрастных отвалах бывшего Байдаевского разреза.

Для оценки влияния технологических свойств отвалов на состояние насаждений подбирались участки с сокнутостью крон 60-70 %, где проводилась таксация древостоев путем закладки пробных площадей [14] с определением годового прироста древесины [15], оценкой общего жизненного состояния [16], изучением особенностей архитектоники корневых систем деревьев путем раскопов секторным методом [17]. Исследовано строение профиля эмбриоземов [18], определен литологический и фракционный состав каждого горизонта методом, измерена плотность сложения

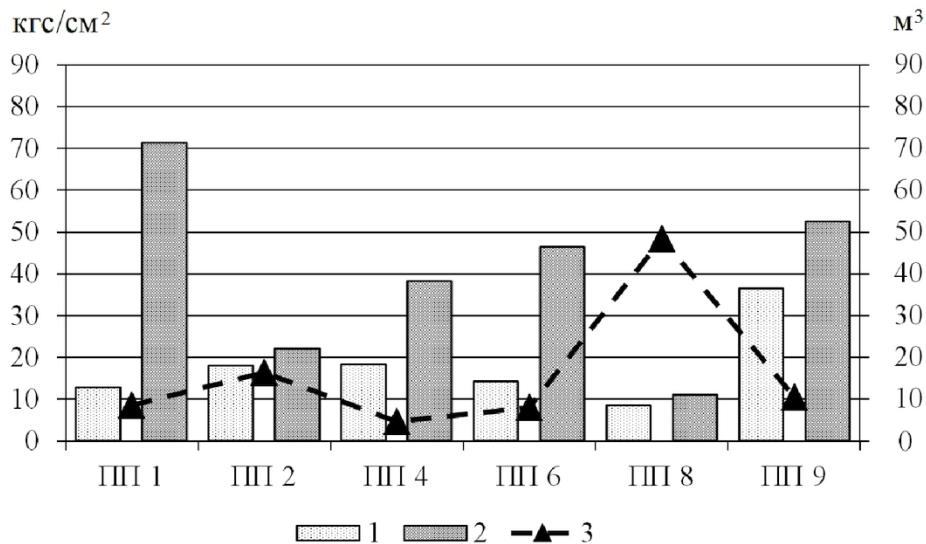


Рис. 1. Плотность техногенного элювия, кгс/см² (1 – на глубине 5-25 см, 2 – на глубине 25-45 см) и объем ризосферы, м³ (3).

Fig. 1. Density technogenic eluvium, kgс/см² (1 – at a depth of 5-25 cm, 2 – at a depth of 25-45 cm) and volume rizofer, m³ (3).



Рис. 2. Ветровал деревьев вследствие недоразвития корневых систем.

Fig. 2. A windfall of trees owing to an underdevelopment of root systems.

горных элювиев с помощью плотномера (твердомера) почвы Wile Soil.

Результаты и обсуждение

Формирование транспортных отвалов и планировка поверхности неизбежно приводит к значительному уплотнению горной массы, особенно в приповерхностном слое, который впоследствии должен трансформироваться в корнеобитаемый горизонт. В свою очередь, физические свойства (плотность сложения, водопроницаемость, влагоемкость, аэрация) корнеобитаемого горизонта

обеспечивают процессы жизнедеятельности растений. В отличие от травянистых видов, основная масса корней которых формируется в верхнем слое, корни деревьев помимо функции минерального питания несут существенную механическую нагрузку. Объем охвата грунтовой толщи – ризосферы – на протяжении всей жизни увеличивается пропорционально массе дерева и объемам потребления питательных веществ и влаги. На отвалах формирование корневых систем деревьев лимитируется исключительно плотностью сложения тех-

ногенных элювиев. В зависимости от величины плотности субстрата объем ризосферы однообразных модельных деревьев варьирует более чем в 10 раз (рис. 1).

На плакорах автоотвалов без подготовки поверхности (ПП 9) техногенный элювий уплотнен с поверхности до $36,4 \text{ кгс/см}^2$ – здесь формируются короткие сбежистые корни, как горизонтальные, так и вертикальные, с плотной мочкой уплощенных корней, заканчивающих свой рост при соприкосновении с монолитами песчаников. Отдельные корни достигают глубины на глубине 0,8-1,2 м. В нижележащих горизонтах плотность субстрата выше, чем на поверхности – $52,4 \text{ кгс/см}^2$, вследствие слабого протекания процессов дезинтеграции и разрыхления горной массы в течение длительного периода времени (25 лет). Признаки ветровалов отсутствуют – вероятно, высокая плотность обеспечивает фиксацию деревьев данной возрастной группы. Однако ввиду резко ограниченных возможностей роста корней древостой могут быть подвержены усыханию в ближайшем будущем.

Подверженность ветровалам характерна для насаждений на отвалах без нанесения ППП/ПСП и чрезмерно уплотненным горизонтом ниже 20 см (ПП 4). Поскольку вся корневая система концентрируется в субстрате мощностью 20-30 см, объем ризосферы минимальный – $4,7 \text{ м}^3$. При достижении деревьями высоты 8-10 м возникает высокая парусность и деревья часто выворачиваются с корнем (рис. 4). Такие деревья погибают в тот же вегетационный период. Массовое выпадение наблюдается уже к 20 годам, что приводит к снижению густоты древостоев и, следовательно, к усилению воздействия ветра и снижению устойчивости оставшихся деревьев.

Нанесение на спланированную поверхность отвала слоя ППП, состоящего из рыхлых суглинков, также приводит к формированию поверхностной корневой системы (ПП 6). Массового выпадения деревьев не отмечается – их ветроустойчивость обеспечивается длинными горизонтальными корнями до 3,5 м, формирующих ризосферу объемом до $8,1 \text{ м}^3$. Несмотря на отсутствие явных признаков деградации, устойчивость данных насаждений в перспективе также вызывает сомнение.

Одной из целей нанесения ПСП является улучшение почвенно-экологических условий отвалов. Однако при полном разравнивании ПСП тяжелосуглинистых черноземных почв, составляющих основу ресурсов рекультивации в Кузбассе, также возможно сильное уплотнение субстрата, препятствующее в дальнейшем нормальному формированию подземной массы деревьев. Уплотнение ПСП до $71,2 \text{ кгс/см}^2$ даже при относительно рыхлом сложении нижележащего техногенного элювия препятствует формированию корней в большей степени, чем уплотнение камени-

стых субстратов, так как в этом случае происходит полное закупоривание всех норových пространств, которые могут служить путями проникновения корней в толщу отвала (ПП 1). Даже при некоторой уплотненности мелкозема корни сосны неспособны раздвинуть тесно соприкасающиеся друг с другом частицы. В то же время довольно толстые, практически не образующие корневых волосков окончания корней сосны не могут, в отличие от тонких корней многих травянистых растений, успешно продвигаться между почвенными агрегатами. Это создает большие трудности в освоении толщи ПСП корнями сосны. Механическая устойчивость деревьев на данном участке обеспечивается лишь высокой густотой древостоев (1,2 тыс. деревьев на 1 га), которая, однако, в совокупности со слабым развитием корневых систем может привести к снижению ростовых процессов и жизненного состояния древостоев.

При создании рыхлого слоя ППП (суглинков) различной мощности плотностью $8,5-11,0 \text{ кгс/см}^2$ на поверхности частично спланированных экскаваторных отвалов формируется классический для сосны поверхностно-стержнево-якорный тип корневой системы (ПП 8). Локализации вертикальных корней в слое ППП не происходит: якорные корни хорошо развитые, достигают глубины 1,6 м, главный корень – 1,9 м. Объем ризосферы составляет $48,5 \text{ кгс/см}^2$.

Поверхностно-стержнево-якорный тип корневой системы формируется и на каменистых элювиях неспланированных железнодорожных отвалов (ПП 2). Горизонтальные корни менее развитые, чем на суглинках, простираются на 2,5-2,7 м от ствола. Количество якорных корней также меньше, однако, глубина их проникновения больше – до 1,8 м, главного корня – 2,1 м – позволяют судить о возможности дальнейшего увеличения объема охвата грунтовой толщи и долголетия таких насаждений в целом. В условиях рыхлого сложения техногенных элювиев корни растут по пустотам между камнями, которые заполняются мелкоземом по мере разрушения горной массы. Таким образом, высокая каменистость техногенных элювиев, обладающих хорошей или средней способностью к дезинтеграции, не препятствует, а наоборот, благоприятствует росту сосны на отвалах.

Грубообломочный материал песчаников на силикатном цементе с участием скальных пород, особенно на отвалах экскаваторного типа, обладает неблагоприятными условиями для роста древесных насаждений именно вследствие очень низкого содержания мелкозема: 7,5 % – в слое 5-25 см и 2,9 % – в слое 25-45 % (ПП 7), тогда как на остальных участках без нанесения ППП или ПСП эта величина составляет 14,1-54,8 % и 8,7-42,7 % соответственно. Несмотря на достаточную влагообеспеченность района низкогорной тайги, где располагается Ольжерасский разрез, насаждения

резко реагируют снижением радиального прироста древесины, который служит интегративным показателем результатов жизнедеятельности организма дерева и аккумулирующим на себе влияние условий произрастания (рис. 2). Средняя толщина годовичного кольца составляет 1,5 мм, в то время как на всех других участках, независимо от горно-технических характеристик, она варьирует от 3,1 до 4,5 мм. Следует отметить, что линейный прирост сосны на ПП 7 снижается не так существен-

но, по сравнению с остальными участками, на 10-15 %, или на 1-2 класса бонитета, поэтому древо-стой представляют собой тонкомерные жердняки, малопродуктивные как в хозяйственном, так и экологическом, отношении.

Отсыпка отвалов вскрышных пород в Кузбасе часто сопровождается попаданием в транспор-

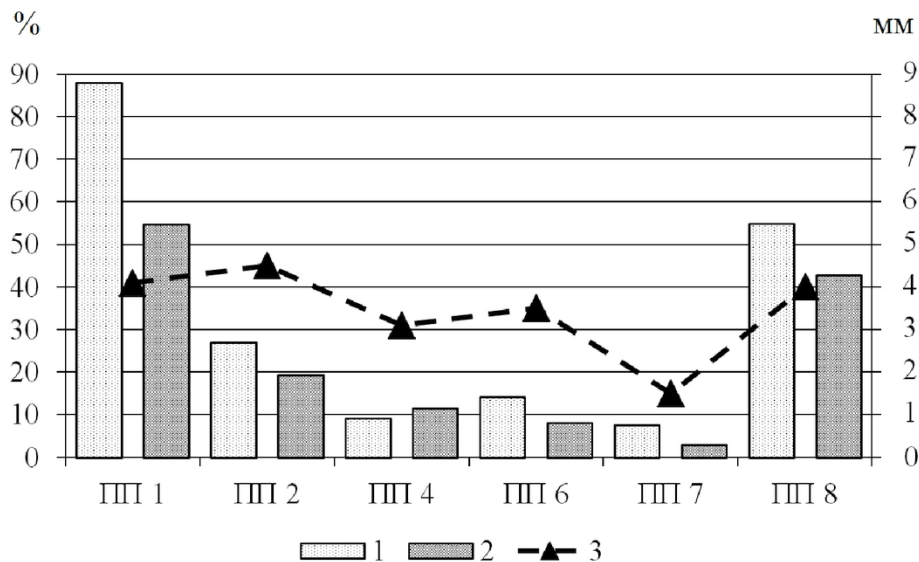


Рис. 3. Содержание мелкозема в техногенном элювии, % (1 – на глубине 5-25 см, 2 – на глубине 25-45 см) и годичный радиальный прирост, мм (3).

Fig. 3. The maintenance of a fine earth in technogenic eluvium, % (1 – at a depth of 5-25 cm, 2 – at a depth of 25-45 cm) and a year radial gain, mm (3).



Рис. 4. Дegradация древостоев при эндогенном пожаре на участке рекультивации.

Fig. 4. Degradation of forest stands at the endogenous fire on the site of reforestation

тируемую горную массу некоторой доли углистых частиц, в породе часто встречаются углесодержащие алевролиты и аргиллиты. Некоторые марки кузбасских углей склонны к самовозгоранию, а углесодержащие горные породы хорошо поддерживают горение [19]. В таких случаях рыхлое сложение техногенных элювиев имеет обратную негативную сторону, так как способствует свободному доступу потоков воздуха в тело отвала, что является одной из основных причин самосогревания частиц угля и возникновению эндогенных пожаров [13]. Горение, благодаря свободному пространству между отдельностями, быстро распространяется вверх и вширь. Так, участок лесной рекультивации 30-летнего возраста на разрезе Бунгурский (ПП 3) наглядно демонстрирует динамику влияния длительно действующего горельника на участки лесной рекультивации (рис. 4).

Возникновение пожара происходит спустя несколько лет после проведения лесопосадки, в данном случае – в 15-летнем возрасте деревьев. Деграция древостоев происходит в виде трехзональной концентрической горизонтальной структуры. В первой зоне – очаге пожара размером 100-150 м – основная доля деревьев погибает в первый год горения в результате сгорания корневых систем, остатки надземных частей сгорают в последующие годы. Во второй переходной зоне радиусом 70-100 м деревья выпадают куртинами в течение нескольких лет – сгорает корневая система и комель дерева, сухие стволы и сучья падают на поверхность отвала и сохраняются в виде сухой морт-массы в течение последующих лет. В третьей, периферийной, зоне в радиусе 100-200 м происходит массовое снижение жизненного состояния древостоев и их постепенное усыхание. Таким образом, в очаге и переходной зоне пожар воздействует непосредственно на деревья, в периферийной – опосредованно, в виде ухудшения термического и воздушного режимов техногенных элювиев.

Уплотненность техногенных элювиев локализует эндогенный пожар, препятствуя его распространению. На старом участке рекультивации разреза Байдаевский (ПП 5) длительное горение отвала привело к полному сгоранию деревьев в пределах очага размером 40-60 м, за которым сразу следует периферийная зона древостоев с различной степенью усыхания деревьев, от ослабленных, до старого сухостоя, поскольку непосредственно сгорания корневых систем не происходит вследствие экранирующего эффекта уплотненной горной массы в толще отвала. Однако, древостои в большей степени страдают от чрезмерной уплотненности субстрата, что в долгосрочной перспективе также может привести к их деградации и гибели.

Заключение

Таким образом, проблемы технологического этапа рекультивации в аспекте создания на отвалах вскрышных пород устойчивых древесных насаждений связаны профилактикой уплотненности техногенных элювиев в пределах распространения корней деревьев формирующихся древостоев и возникновения эндогенных пожаров. Основное внимание должно быть уделено формированию рыхлого корнеобитаемого слоя горной массы мощностью до 2-2,5 м, которое обеспечит рост корней деревьев на протяжении всего периода онтогенеза. Перспективной в этом плане является частичная планировка экскаваторных и железнодорожных отвалов со срезкой вершин гребней, выполаживанием крутых откосов и так далее, которой достигается создание мелкобугристой поверхности с перепадами высот элементов микро-рельефа до 1-2 м, обеспечивающее, кроме того, большее разнообразие экологических условий и способствующее снегозадержанию и влагонакоплению.

На поверхность чрезмерно уплотненных автомобильных отвалов целесообразно нанесение экранирующего слоя того же литологического состава, что и основная горная масса рекультивируемого отвала. Нанесение плодородного или потенциально плодородного слоя при лесной рекультивации целесообразно лишь при рекультивации отвалов из скальных и прочных осадочных горных пород, при этом на частично спанированных экскаваторных отвалах, в случае рыхлого сложения горной массы, достаточным является слой почвоулучшителей стандартной мощности в 20-30 см, если же субстрат в значительной степени уплотнен (автомобильные отвалы), необходим экранирующий слой чистых суглинков или в смеси со вскрышными породами мощностью до 2-2,5 м.

Вопрос о возникновении эндогенных пожаров на отвалах с рыхлым сложением горной массы должен решаться в пользу профилактики пирогенных процессов до начала биологического этапа рекультивации. В Кузбассе горимости отвалов уделяется гораздо меньшее внимание, чем, например, эндогенным пожарам угольных пластов в шахтах, так как такие пожары в отвалах непосредственно не влияют на процесс добычи угля и косвенно - на промышленную безопасность. Тем не менее, накопленный в Кузбассе опыт борьбы с подземными возгораниями позволяет оптимальным образом подобрать способ подготовки отвалов [19] для того, предотвратить возгорание горной массы в теле отвалов на уже созданных участках лесной рекультивации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. – М., 1983.

2. Моделирование лесообразовательного процесса: феноменологический подход / А. С. Исаев, В. Г. Суходольский, Р. Г. Хлебопрос, А. И. Бузыкин, Т. М. Овчинников // *Лесоведение*. – 2005. – № 1. – С. 3-11.
3. Андроханов, В. А. Практическое решение проблемы рекультивации нарушенных земель на основе инновационного процесса // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2008. – № 12. – С. 258-264.
4. Уфимцев, В. И. Современное состояние и основные проблемы лесной рекультивации в Кузбассе // *Известия ИрГУ*. – 2013. – № 3. – С. 63-69.
5. Опрышко, А. Ю. Современные подходы к горно-технической рекультивации / Д. С. Опрышко, А. Ю. Облицов // *Записки Горного института*. – Т. 200. – Санкт-Петербург. – 2013. – С. 142-145.
6. Баранник, Л. П. Лесная фитомелиорация техногенных земель в Кузбассе / Л. П. Баранник, В. П. Николайченко // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2006. – № 5. С. 45-47.
7. Баранник, Л. П. Проблемы лесной рекультивации в Кузбассе / Л. П. Баранник, А. М. Шмонов // *Рекультивация нарушенных земель в Сибири*. – Вып. № 1. – 2005. – С. 54-62.
8. Кисляков, В. Е. Обоснование параметров работ по террасированию и выколаживанию ярусов отвалов при горнотехническом этапе рекультивации / В. Е. Кисляков, С. А. Бобров, А. А. Гузеев // *Известия вузов. Горный журнал*. – 2014. – № 8. – С. 14-21.
9. Куприянов, А. Н. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса / А. Н. Куприянов, Ю. А. Манаков, Л. П. Баранник. – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2010. – 124 с.
10. Курачев, В. М., Классификация почв техногенных ландшафтов / В. М. Курачев, В. А. Андроханов // *Сибирский экологический журнал*. – 2002. – № 3. – С. 255–261.
11. Андроханов, В. А. Обоснование технологии создания и формирования корнеобитаемого слоя поверхности отвалов угледобывающих предприятий КАТЭКа для биологической рекультивации / В. А. Андроханов, А. Т. Лавриненко // *Вестник КрасГАУ*. – 2013. – № 4. – С. 39-44.
12. Сорокин, А. В. Особенности горно-технического этапа рекультивации в Кузбассе // *Рекультивация нарушенных земель в Сибири*. – Кемерово, 2005. – Вып. 1. – С. 49-53.
13. Портола, В. А. Влияние автотранспорта на самовозгорание породных отвалов / В. А. Портола, С. В. Береснев, Е. С. Торосян // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2011. – № 1. – С. 46-49.
14. Анучин, Н. П. Лесная таксация. – Москва: Лесная промышленность, 1977. – 512 с.
15. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии. Нормативно-справочные материалы. – Москва, 2006. 803 с.
16. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // *Лесоведение*. – 1989. – № 4. – С. 51-57.
17. Калинин, М. И. Формирование корневой системы деревьев. – М.: Лесная промышленность, 1983. – 185 с.
18. Андроханов, В. А. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция / В. А. Андроханов, В. М. Курачев, Е. Д. Куляпина. – Новосибирск: издательство СО РАН, 2004. – 151 с.
19. Портола, В. А. Борьба с самовозгоранием породных отвалов / В. А. Портола, С. И. Протасов, Е. С. Торосян // *Материалы XIV международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс 2012)»*. – Кемерово, 2012. – С. 50-53.

REFERENCES

1. GOST 17.5.1.01-83. Ohrana prirody. Rekvitivatsiya zemel. Terminy i opredeleniya. – M., 1983.
2. Modelirovanie lesoobrazovatel'nogo protsesssa: fenomenologicheskiy podhod / A. S. Isaev, V. G. Suhodolskiy, R. G. Hlebopros, A. I. Buzyikin, T. M. Ovchinnikov // *Lesovedenie*. – 2005. – № 1. – S. 3-11.
3. Androhanov, V. A. Prakticheskoe reshenie problemyi rekvitivatsii narushennyih zemel na osnove innovatsionnogo protsesssa // *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten*. – 2008. – № 12. – S. 258-264.
4. Ufimtsev, V. I. Sovremennoe sostoyanie i osnovnyie problemyi lesnoy rekvitivatsii v Kuzbasse // *Izvestiya IrGU*. – 2013. – № 3. – S. 63-69.
5. Opryshko, A. Yu. Sovremennyye podhodyi k gorno-tehnicheskoy rekvitivatsii / D. S. Opryshko, A. Yu. Oblitsov // *Zapiski Gornogo instituta*. – T. 200. – Sankt-Peterburg. – 2013. – S. 142-145.
6. Barannik, L. P. Lesnaya fitomelioratsiya tehnogennyih zemel v Kuzbasse / L. P. Barannik, V. P. Nikolaychenko // *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta*. – 2006. – № 5. S. 45-47.
7. Barannik, L. P. Problemyi lesnoy rekvitivatsii v Kuzbasse / L. P. Barannik, A. M. Shmonov // *Rekvitivatsiya narushennyih zemel v Sibiri*. – Vyip. № 1. – 2005. – S. 54-62.
8. Kislyakov, V. E. Obosnovanie parametrov rabot po terrasirovaniyu i vyipolazhivaniyu yarusov otvalov pri

gornotekhnicheskoy etape rekultivatsii / V. E. Kislyakov, S. A. Bobrov, A. A. Guzeev // Izvestiya vuzov. Gornyy zhurnal. – 2014. – № 8. – S. 14-21.

9. Kupriyanov, A. N. Vosstanovlenie ekosistem na otvalah gornodobyivayushey promyshlennosti Kuzbassa / A. N. Kupriyanov, Yu. A. Manakov, L. P. Barannik. – Novosibirsk: Akademicheskoe izdatelstvo «Geo», 2010. – 124 s.

10. Kurachev, V. M., Klassifikatsiya pochv tehnogennykh landshaftov / V. M. Kurachev, V. A. Androhanov // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. – 2002. – № 3. – S. 255–261.

11. Androhanov, V. A. Obosnovanie tehnologii sozdaniya i formirovaniya korneobitaemogo sloya poverhnosti otvalov ugledobyivayuschih predpriyatiy KATEKa dlya biologicheskoy rekultivatsii / V. A. Androhanov, A. T. Lavrinenko // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 4. – S. 39-44.

12. Sorokin, A. V. Osobennosti gorno-tehnicheskogo etapa rekultivatsii v Kuzbasse // Rekultivatsiya narushennykh zemel v Sibiri. – Kemerovo, 2005. – Vyip. 1. – S. 49-53.

13. Portola, V. A. Vliyanie avtotransporta na samovozgoranie porodnykh otvalov / V. A. Portola, S. V. Beresnev, E. S. Torosyan // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2011. – № 1. – S. 46-49.

14. Anuchin, N. P. Lesnaya taksatsiya. – Moskva: Lesnaya promyshlennost, 1977. – 512 s.

15. Tablitsyi i modeli hoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyuschih porod Severnoy Evrazii. Normativno-spravochnyye materialy. – Moskva, 2006. 803 s.

16. Alekseev, V. A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev i drevostoev // Lesovedenie. – 1989. – № 4. – S. 51-57.

17. Kalinin, M. I. Formirovanie kornevoy sistemy derev. – M.: Lesnaya promyshlennost, 1983. – 185 s.

18. Androhanov, V. A. Pochvyi tehnogennykh landshaftov: genesis i evolyutsiya / V. A. Androhanov, V. M. Kurachev, E. D. Kulyapina. – Novosibirsk: izdatelstvo SO RAN, 2004. – 151 s.

19. Portola, V. A. Borba s samovozgoraniem porodnykh otvalov / V. A. Portola, S. I. Protasov, E. S. Torosyan // Materialy HIV mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Prirodnyie i intellektualnyie resursy Sibiri (Sibresurs 2012)». – Kemerovo, 2012. – S. 50-53.

Поступило в редакцию 19.01.2017
Received 19.01.2017