

УДК 574/577, 553.041

М. А. Осинцева

ФОРМИРОВАНИЕ РЕКУЛЬТИВАЦИОННОГО СЛОЯ ПРИ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ

Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

Поступила в редакцию 23.05.2023 г.

Принята к публикации 15.06.2023 г.

doi: 10.5922/gikbfu-2023-2-7

Для цитирования: *Осинцева М. А.* Формирование рекультивационного слоя при открытых разработках // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер.: Естественные и медицинские науки. 2023. №2. С. 84–96. doi: 10.5922/gikbfu-2023-2-7.

Рекультивация земель должна обеспечивать соответствие качества земель нормативам качества окружающей среды и требованиям законодательства Российской Федерации. Цель данной работы – изучение процесса формирования рекультивационного слоя при открытых угольных разработках. Показатели качества плодородного слоя почвы должны соотноситься с качеством плодородного слоя почвы в среднем по району. Для эффективной рекультивации плодородный слой почвы должен отличаться высоким содержанием гуминовых кислот и элементов питания, а также большей степенью насыщенности основаниями. Механический состав плодородного слоя почвы должен быть суглинистым либо глинистым. При сельскохозяйственной направленности рекультивации толщина рекультивационного слоя должна составлять 0,8–1,5 м в зависимости от режима увлажнения и вида выращиваемой культуры. Мощность насыпного плодородного слоя почвы зависит от его наличия и должна быть во всех случаях не менее 0,3 м, в черноземной зоне – 0,4 м. Толщина плодородного слоя почвы может быть уменьшена до 0,2 м при устройстве сенокосов и пастбищ на рекультивационных участках. При лесной рекультивации почвенный состав рекультивационного слоя, приготовленный для деревьев в корнеобитаемом слое (1,5–2 м), должен быть оптимальным для роста деревьев. Крупные (более 0,3 м) камни не следует закреплять на уровне земли (0,4–0,5 м), так как это затрудняет механизацию. Также количество мелкозернистого грунта не должно быть меньше 5–10%. В противном случае плодородный слой почвы следует нанести на планируемую поверхность рекультивационного слоя необходимой толщины.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, растительный покров, плодородный слой, потенциально плодородные породы, плодородный слой почвы



Введение

Рекультивации в обязательном порядке подлежат нарушенные земли в случаях, предусмотренных Земельным кодексом Российской Федерации, Лесным кодексом Российской Федерации, другими федеральными законами, а также земли, которые подверглись загрязнению химическими веществами, в том числе радиоактивными, иными веществами и микроорганизмами, содержание которых не соответствует нормативам качества окружающей среды и требованиям законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, нарушенные земли сельскохозяйственного назначения [1].

Рекультивация земель должна обеспечивать соответствие качества земель нормативам качества окружающей среды и требованиям законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в отношении земель сельскохозяйственного назначения также нормам и правилам в области обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения, но не ниже показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения, порядок государственного учета которых устанавливается Министерством сельского хозяйства Российской Федерации применительно к земельным участкам, однородным по типу почв и занятым однородной растительностью в разрезе сельскохозяйственных угодий, а в отношении земель, указанных в ч. 2 ст. 60.12 Лесного кодекса Российской Федерации, также в соответствии с целевым назначением лесов и выполняемыми ими полезными функциями [1].

Рекультивация земель осуществляется в соответствии с утвержденным проектом рекультивации земель путем проведения технических и (или) биологических мероприятий [2].

Технические мероприятия могут предусматривать планировку, формирование откосов, снятие поверхностного слоя почвы, нанесение плодородного слоя почвы, устройство гидротехнических и мелиоративных сооружений, захоронение токсичных вскрышных пород, возведение ограждений, а также проведение других работ, создающих необходимые условия для предотвращения деградации земель, негативного воздействия нарушенных земель на окружающую среду, дальнейшего использования земель по целевому назначению и разрешенному использованию и (или) проведения биологических мероприятий [3].

Биологические мероприятия включают комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы.

Почва — один из главных компонентов всех наземных экосистем. Биосферное значение почвы обусловлено тем, что она является сложным многофункциональным природным телом. При изучении состояния почвенного покрова и его антропогенной трансформации в условиях хозяйственного использования информативны признаки морфологического строения почвы, в первую очередь верхних органогенных



горизонтов, которые испытывают более активный антропогенный прессинг, чем внутрипочвенные горизонты, который приводит к существенным изменениям их физико-химических показателей [4]. Происходят изменения почвенно-экологических функций, связанные с изменением физических и химических параметров почвы, обуславливающих снижение ее плодородия, поэтому при характеристике почвенного покрова обязательно изучение всего комплекса его свойств (морфологических, агрохимических и физико-химических параметров). Для выявления признаков трансформации почв под влиянием антропогенного фактора необходима информация по почвам, сохранившим естественное сложение [5].

86

Цель данной работы – изучение процесса формирования рекультивационного слоя при открытых угольных разработках.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования выступают почвы и почвенный покров в пределах Талдинского угольного разреза акционерного общества «Угольная компания «Кузбассразрезуголь» на экспериментальном участке и сопредельных территориях.

При выполнении работы мы руководствовались требованиями федеральных нормативных документов природоохранительного и санитарного законодательства РФ и ее субъектов, государственными стандартами, ведомственными природоохранными и санитарными нормами и правилами. При осуществлении анализа структуры почвенного покрова района исследований основывались на различных методических указаниях и рекомендациях, которые необходимо учитывать при изучении морфологии почв и их физико-химических свойств, фондовых материалах. Также были использованы морфологические и аналитические данные из собственных дополнительных исследований [6].

При составлении характеристики почвенного покрова рассматриваемой территории руководствовались следующими основными картографическими данными:

- 1) Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации, 2013;
- 2) Почвенная карта Кемеровской области, ЗАПСИБГИПРОЗЕМ, 1988;
- 3) Экологическая карта Кемеровской области, 1995;
- 4) Карта-схема почвенно-географического районирования Кемеровской области (1975; 2012);
- 5) Карта-схема ботанико-географического районирования (2001).

В процессе исследования изучали фоновый почвенный покров на сопредельной территории горнодобывающего предприятия АО «Угольная компания "Кузбассразрезуголь" Талдинский угольный разрез». В 2022 г. была заложена опорная точка в юго-западном направлении от разреза, на значительном удалении от экспериментального участка, в южном направлении – от пос. Большая Талда Прокопьевского района Кемеровской области – Кузбасса (рис.).

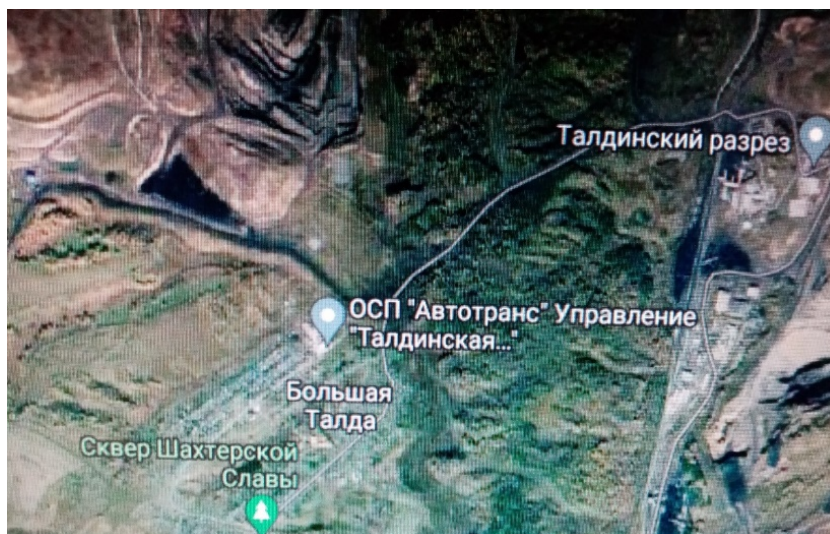


Рис. Месторасположение опорной точки

Результаты и их обсуждение

Подготовительный этап формирования рекультивационного слоя

Рекультивационный слой — слой с благоприятными для произрастания растений свойствами, искусственно создаваемый при рекультивации земель [7].

Формирование рекультивационного слоя начинают по окончании планировочных работ. При этом мощность рекультивационного слоя рассчитывают в зависимости от целевого назначения территорий, биологических особенностей древесных пород, а также уровня токсичности горных пород на участке. Если создание мощного рекультивационного слоя на участке невозможно, то на нем культивируют менее ценные насаждения.

В соответствии с «Методическими указаниями по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности» при сельскохозяйственном направлении рекультивации мощность плодородного слоя почвы (ПСП) должна быть не менее 0,3 м. При этом для лесной рекультивации не наносят потенциально плодородных пород (ППП) и ПСП¹.

В случаях когда ППС вносят из внешнего источника, оценка его пригодности производится в соответствии с:

- ГОСТ 14.5.3.06-85;
- ГОСТ 17.5.1.03-86;

¹ Методические указания по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200081716> (дата обращения: 01.03.2023).



- ГОСТ 17.4.2.02-83;
- ГОСТ 17.5.3.05-84;
- СП 11-102-97.

Для эффективной рекультивации плодородный слой почвы должен отличаться высоким содержанием гуминовых кислот и элементов питания, а также большей степенью насыщенности основаниями (по сравнению с почвами или породами этих земель). Механический состав ПСП должен быть суглинистым либо глинистым [8].

Допускается возможность использования ПСП с таким же или немного более низким содержанием гумуса, как в мелиорируемых мало-подвижных угодьях (но не менее 1 %), а также ПСП с супесчаным механическим составом [9].

В ПСП должны отсутствовать такие поллютанты, как радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, а также иные токсичные соединения, содержание которых превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), установленные для почв. Также ПСП должны быть эпидемиологически безопасны и не содержать в своем составе отходы производства, твердые предметы, камни, щебни, гальку, строительный мусор. В таблице 1 представлен перечень показателей качественного состояния почв экспериментального участка и фоновой почвы.

Таблица 1

**Перечень показателей качественного состояния почв
экспериментального участка и фоновой почвы**

Показатель	Единица измерений	Показатель	Единица измерений
pH водной вытяжки	ед pH	Массовая доля ионов хлорида	%
Органическое вещество	%	Массовая доля ионов сульфата	%
Нитраты (массовая доля азота нитратов)	мг/кг	Массовая доля ионов кальция	%
Сумма поглощенных оснований	ммоль/100 г	Массовая доля ионов магния	%
Гидролитическая кислотность	ммоль/100 г	Массовая доля ионов натрия	%
Подвижный фосфор	мг/кг	Гранулометрический состав	% фракции
Подвижный калий	мг/кг	Валовый фосфор	%
Общий азот	%	Валовый калий	%

Полученные результаты общих химико-физических свойств почвенных проб с экспериментального участка сравнивались с показателями пробы фоновой почвы, с действующими в РФ нормативами и опубликованными данными по содержанию в почвах рассматриваемых параметров [1].

Анализ результатов содержания химических элементов проводился общепринятыми методами [1; 6]. Перечень показателей, по которым оценивалось загрязнение почв экспериментального участка, приведен в таблице 2.



Таблица 2

**Перечень показателей состояния почв
экспериментального участка и фоновой почвы**

Показатель	Единица измерений	Показатель	Единица измерений
Нефтепродукты	мг/кг	Пестициды: гексохлоран линдан	мг/кг
Подвижная форма цинка	мг/кг		
Подвижная форма кобальта	мг/кг		
Свинец	мг/кг	Дихлордифенилтрихлор	мг/кг
Кадмий	мг/кг	Дихлордифенилтрихлорэтан	мг/кг
Медь	мг/кг	Дихлордифенилтрихлорэтилен	мг/кг
Никель	мг/кг	Радиоактивные вещества	Бк/кг
Ртуть	мг/кг	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов ЕРН ($A_{эфф}$)	Бк/кг
Мышьяк	мг/кг		

89

Полученные результаты концентраций загрязнителей в пробах сравнивались с действующими в РФ нормативами содержания загрязнителей в почве. В случае если для конкретного загрязнителя ПДК не установлены, сравнение осуществлялось либо с ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК), либо с содержанием в почвах фоновой территории, не испытывающей влияния отвала.

Оценивали степень загрязнения почв неорганическими и органическими веществами по отдельным элементам с учетом класса опасности элемента, его ПДК (ОДК) и максимального значения допустимого уровня содержания элемента (K_{max}) по показателям вредности (табл. 3, 4).

Таблица 3

Критерии оценки загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категория загрязнения		
	1-й	2-й	3-й
Класс опасности			
$> K_{max}$	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От ПДК до K_{max}	Очень сильная	Сильная	Средняя
От двух фоновых значений до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

Таблица 4

Критерии оценки загрязнения почв органическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категория загрязнения		
	1-й	2-й	3-й
Класс опасности			
> 5 ПДК	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От 2 ПДК до 5 ПДК	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 1 до 2 ПДК	Слабая	Слабая	Слабая



При оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать, что опасность загрязнения тем выше, чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве (С) превышают ПДК.

Показатели качества ПСП должны соотноситься с качеством ПСП в среднем по району. Для естественных почв территории Кемеровской области характерны следующие характеристики:

- содержание гумуса до 6,4 % на глубине 0–60 см; до 1,5 % – на глубине 75–90 см;
- уровень рН водной вытяжки – 6,1–6,6;
- уровень рН солевой вытяжки от слабокислой до близко к нейтральному (5,2–5,8), верхний слой почвы не засолен;
- содержание питательных веществ, азота, фосфора в доступных для растений форме находится на очень низком уровне, калия – на среднем;
- по гранулометрическому анализу ПСП относится к тяжелой глине;
- содержание валовых и подвижных форм поллютантов не превышает ПДК, и по степени химического загрязнения они относятся к категориям «допустимая»;
- по микробиологическим и паразитологическим исследованиям пробы почвы относятся к категории «чистая»;
- по нормам радиационной безопасности России пробы почвы относятся к 1-му классу.

Грунт отвалов, подготавливаемых для лесной рекультивации, должен обладать благоприятными для произрастания растений свойства (в пределе корнеобитаемого слоя).

Поверхностный слой, располагающийся на глубине 0,4–0,5 м, не должен содержать крупные (более 0,3 м) обломки скальных пород, а объем мелкозема не должен быть ниже 5–10 % [9]. Также необходимое для рекультивации количество ПСП получают за счет объема рыхлой вскрыши, которую добывают при вскрышных работах, производимых на горных участках [8]. Перенесение ПСП и потенциально плодородных слоев почвы (ППСП) на участок рекультивации осуществляют после проведения планировочных работ. Далее его распределяют равномерным слоем по поверхности [9].

При образовании рекультивационного слоя происходит уплотнение ППСП. Это приводит к образованию водоупора в основании, что способствует скоплению атмосферных осадков, увеличению поверхностного стока и усилению эрозии. Для устранения данных недостатков перед нанесением ПСП осуществляют разрыхление поверхности слоя ППСП узкими заходками вдоль фронта работ по отсыпке ПСП. Ширина заходки по разрыхлению равно ширине бурта ПСП.

Формирование рекультивационного слоя при сельскохозяйственном направлении рекультивации

Структура и мощность слоев полигона для рекультивации определяются направлением рекультивации, пригодностью горных пород для биологической рекультивации и водной средой, которая находится на полигонах.



При сельскохозяйственной направленности рекультивации рекультивационный слой состоит из ППС и ПСП. Если породы, образующие поверхность плана отвала, относятся к ПСП или качественно близки к ПСП, то к ним автоматически применяется ПСП. Если в перегруженном слое присутствуют породы с более высоким приоритетом, чем ПСП (например, глауконит), то эти породы удаляются из нарушенной области, образуя серый подпочвенный слой. ПСП не следует наносить непосредственно на породы, химические и физические свойства которых не подходят для биологического восстановления. В зависимости от вида последующего землепользования и биоремедиационного потенциала недр (насыпи) формируются одно-, двух- и трехслойные восстановительные слои (табл. 5).

Таблица 5

Структура насыпного рекультивационного слоя в зависимости от вида использования нарушенных земель и пригодности подстилающих пород для биологической рекультивации

Направление рекультивации	
Сельскохозяйственное	Лесохозяйственное
<i>Характеристика подстилающих горных пород (отвальных грунтов)</i>	
Породы малопригодные по физическим свойствам и химическому составу; малопригодные по физическим свойствам.	Породы малопригодные по физическим свойствам и химическому составу; непригодные по физическим свойствам.
Породы непригодные по химическому составу	Породы: непригодные по химическому составу
<i>Структура рекультивационного слоя (сверху вниз)</i>	
Плодородный слой почвы + потенциально плодородные породы.	Потенциально плодородные породы.
Плодородный слой почвы + потенциально плодородные породы + экранирующий слой.	Потенциально плодородные породы + экранирующий слой
Породы непригодные по химическому составу	

Объем рекультивационного слоя определяется проектом. В таблице 5 приведены предельно допустимые (минимальные) значения отдельных компонентов рекультивационных слоев в условиях уральской, сибирской и дальневосточной угледобычи. Однако с учетом местных ресурсов и условий эксплуатации каждый участок технического повреждения имеет индивидуальные особенности и требует индивидуальных подходов к определению размеров рекультивационных образований [10].

Толщина рекультивационного слоя должна быть 0,8–1,5 м в зависимости от режима увлажнения и вида выращиваемой культуры. Мощность насыпного ПСП зависит от его наличия и должна быть во всех случаях не менее 0,3 м, в черноземной зоне – 0,4 м. Толщина ПСП может быть уменьшена до 0,2 м при устройстве сенокосов и пастбищ на рекультивационных участках.



В районах, где ПСП недоступен или не подходит для снятия, рекультивационные слои могут состоять из ПСП (четвертичные суглинки, лессы и др.) или смеси ПСП и ПСП.

На планируемом участке экранирующему или капиллярному слою предшествует подпочвенный слой, сложенный породами, непригодными для биологической рекультивации по своим химическим свойствам [11]. Толщина этого слоя должна превышать высоту капилляра грунтовых вод используемого материала. Этот слой щебня, гравия, песка и других капиллярных пластов встречается на низменных участках рекультивации. Мощность защитного слоя находится примерно в следующих пределах: глина (уплотненная) – 0,4–0,5 м, песок – 0,5–1,0 м, торф – 0,5–0,8 м, щебень, гравий – 0,4–1,0 м, супесь – 1,0–1,5 м, суглинок – 0,1,5–3,0 м. При отсутствии подходящих материалов верхние слои почвы можно промелиорировать (блоки, гипс).

В районах с недостаточным увлажнением возделывают землю, контролируя полезные водные системы, включая внешние и внутренние стоки [12]. Водоупорный слой отсыпается из тяжелой глины ниже рекультивационного слоя с таким расчетом, чтобы капиллярное поднятие воды при образовавшемся горизонте верховодки захватывало корнеобитаемую зону, располагающуюся в зоне вдоль водного горизонта. При нанесении ПСП непосредственно на желаемую поверхность ПСП должен содержать не менее 25 % мелкозема (частицы диаметром до 1 мм) и не более 40 % после верхнего слоя при не более чем 40 % массы камней крупностью более 40 мм. С ровных участков следует удалять камни диаметром 100 мм и более.

Плодородные породы под лугами и сенокосами образуют плодородный почвенный слой. Толщина должна быть 0,3–0,8 м в зависимости от пород и состояния воды.

При достаточном количестве ППП и ПСП возможно создание совершенно безусловных сельскохозяйственных угодий со следующими характеристиками:

- поверхности могут быть сформированы для низкотоксичных смесей с подходящими физическими свойствами (порода <20 % сульфидов, $pH=4,0-6,3$, мг-экв/100 г почвы). На обрабатываемые земли непосредственно наносится ПСП (0,3 м и более);

- смеси поверхности умеренно токсичные (20–40 % сульфидсодержащих пород, $pH=2,7-4,0$, содержание кислоты – 1–5 мг-экв/100 г) и очень токсичные смеси (40 % и более сульфидсодержащих пород), $pH=2,7$ и менее, обменная кислотность (более 5 мг-экв/100 г при нанесении 0,3 м ППП и 0,3 м ПСП). Луга и сенокосы создаются из слоя ППС толщиной 0,4 м;

- сельскохозяйственные угодья могут быть созданы путем заполнения почвы большим количеством извести на глубине от 0,4 до 0,6 м на умеренных коралловых рифах. Сульфидную породу нельзя использовать для удаления доломитового известняка или другого тонкодисперсного материала с высоким содержанием магния. Это связано с возможностью образования вторичных солей сульфата магния. Выемку



таких пород можно производить и с применением слоя карбонатного грунта мощностью 0,15–0,2 м с последующей вспашкой на глубину 0,4 м и внесением не менее 50 т удобрений на гектар.

При формировании слоя ППП подстилающие горизонтальные породы сжимаются, в результате чего в основание ППП происходит сток, в пределах ППП накопление осадков, эрозионная устойчивость увеличивается. Чтобы преодолеть этот недостаток, верхняя часть слоя ППП освобождается перед заполнением ПСП. Выпуск пробкового слоя ДП-9С или ДП-10С (на базе тракторов ДЭТ-250 или Т-330) представляет собой ряд питателей, сужающих фронт отвала ПСП. Ширина выпускного отверстия такая же, как ширина воротника ПСП, который сбрасывает мусоровоз.

На полосы, изготовленные для целей охраны леса, ПСП не оказывает воздействие. Смесей ПСП достаточно для борьбы с полевыми устойчивыми культурами. Если поверхность отвала или карьера гравийная, то для восстановления лучше использовать ПСП или ППП без каменистых включений мощностью 0,1–0,2 м [9].

Формирование рекультивационного слоя при лесохозяйственном направлении рекультивации

Рекультивационный слой наносится на поверхность после выравнивания каменистых отходов, не пригодных для лесной рекультивации [13]. Его прочность зависит от целевого назначения насаждения, биологических особенностей древесных пород или степени токсичности подстилающих пород. Однако в других условиях для произрастания ценных древесных пород мощность слоя должна быть не менее 1,5–2,0 м. Если указанную толщину поверхностного слоя почвы обеспечить невозможно, следует насадить менее ценные растения с учетом их биологических особенностей. Необходимость использования ППП для несоответствующих проектов будет зависеть от типа лесонасаждений в соответствии с проектом. Для лесной рекультивации ПСП применяется в целях защиты малопродуктивной зоны [14].

Почвенный состав рекультивационного слоя, приготовленный для деревьев в корнеобитаемом слое (1,5–2 м), должен быть оптимальным для роста деревьев. Крупные (более 0,3 м) камни не следует закреплять на уровне земли (0,4–0,5 м), так как это затрудняет механизацию. Также количество мелкозернистого грунта должно быть не меньше 5–10%. В противном случае ППС следует нанести на планируемую поверхность рекультивационного слоя заданной толщины. В сульфидоносных породообразующих отходах при создании ценных хозяйственных насаждений мощность рекультивационного слоя увеличивается до 2,5–3,0 м.

При «провальной» водопроницаемости рекультивационного слоя из пород легкого механического состава в зонах неустойчивого увлажнения необходимо создание водоупорного горизонта из глины мощностью 0,3–0,5 м на глубине не менее 2 м от поверхности.



Должна быть проведена химическая обработка почвы, применены органические и минеральные удобрения, осуществлены предпосевная обработка почвы, подготовка земляного покрова, обустройство ям и канав и др., обеспечивающие рост и развитие древесных культур на менее эффективных каменных отходах. Если почва состоит из фитотоксичных видов из несовместимых районов, в исключительных случаях (при неполном составе несовместимых видов) допускается высадка низкокачественных (IV – V) саженцев на глубину 0,4 – 0,6 м.

Отдельные участки мелких рекультивационных участков в пределах зоны выращивания деревьев должны быть покрыты почвенным слоем (0,3 – 0,6 м) многолетних трав. После технической подготовки в случае чрезмерного затвердевания верхнего слоя участок следует разрыхлить на глубину 0,5 – 0,7 м [15].

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований изучен процесс формирования рекультивационного слоя при открытых угольных разработках. При сельскохозяйственной направленности рекультивационный слой состоит из ППС и ПСП. Если породы, образующие поверхность плана отвала, относятся к ПСП или качественно близки к ПСП, то к ним автоматически применяется ПСП. Если в перегруженном слое присутствуют породы с более высоким приоритетом, чем ПСП (например, глауконит), то эти породы удаляются из нарушенной области, образуя рекультивационный слой. ПСП не следует наносить непосредственно на породы, химические и физические свойства которых не подходят для биологического восстановления. В зависимости от вида последующего землепользования и биоремедиационного потенциала недр (насыпи) формируются одно-, двух- и трехслойные восстановительные слои.

При лесохозяйственной рекультивации рекультивационный слой наносится на поверхность после выравнивания каменистых отходов, не пригодных для лесной рекультивации. Его прочность зависит от целевого назначения насаждения, биологических особенностей древесных пород или степени токсичности подстилающих пород. Однако в других условиях для произрастания ценных древесных пород мощность слоя должна быть не менее 1,5 – 2,0 м. Если указанную толщину поверхностного слоя почвы обеспечить невозможно, следует насадить менее ценные растения с учетом их биологических особенностей. Необходимость использования ППП для несоответствующих проектов будет зависеть от типа лесонасаждений в соответствии с проектом. ППП используется для лесной рекультивации.

Работа ведется в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. №1144-р, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при



последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь – зеленый Кузбасс»), мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации» (соглашение №075-15-2022-1200 от 28.09.2022 г.)

Список литературы

1. Космаков В.И., Бадмаева С.Э., Бакач А.А. Этапы лесохозяйственной рекультивации земель, нарушенных при открытой добыче полезных ископаемых // International agricultural journal. 2021. №6. С. 765–784. doi: 10.24412/2588-0209-2021-10430.
2. Rogova N. Features of reclamation of oil-contaminated lands in the conditions of the Middle Ob. // E3S Web of Conferences. 2020. 217. 04004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021704004>.
3. Whalen J.K. Soil change under different scenarios // Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. Elsevier, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00123-3>.
4. Virginijus F., Amalevičute K., Liaudanskiene I. et al. Transformations of different soils under natural and anthropogenized land management // Zemdirbyste-Agriculture. 2019. №106. P. 3–14. <https://doi.org/10.13080/z-a.2019.106.001>.
5. Gordienko O., Balkushkin R., Kholodenko A., Ivantsova E. Influence of ecological and anthropogenic factors on soil transformation in recreational areas of Volgograd // Catena. 2022. №208. P. 105773. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105773>.
6. Gebrehanna B., Beyene S., Abera G. Impact of Topography on Soil Properties in Delboatwaro Subwatershed, Southern Ethiopia // Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 2022. №8 (4). P. 34–50. <https://doi.org/10.9734/ajsspn/2022/v8i4166>.
7. Conforti M., Buttafuoco G. Insights into the Effects of Study Area Size and Soil Sampling Density in the Prediction of Soil Organic Carbon by Vis-NIR Diffuse Reflectance Spectroscopy in Two Forest Areas // Land. 2023. 12, 44. <https://doi.org/10.3390/land12010044>.
8. Басов Ю.В. Агроэкологические аспекты рекультивации нарушенных земель // Вестник ОрелГАУ. 2018. №2 (71). <http://dx.doi.org/10.15217/48484>.
9. Крыщенко В.С., Рыблянец Т.В., Бирюкова О.А., Беседина О.А. Матричные черты гумус-гранулометрических отношений в полидисперсной системе почв. Ч. 2 // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Сер.: Естественные науки. 2003. №4. С. 102–110.
10. Chadwick M.J., Highton N.H., Lindman N. 2 – Land Disturbance and Reclamation after Mining // Environmental Impacts of Coal Mining & Utilization, Pergamon, 1987, 29–46. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-031427-3.50011-6>.
11. Boruvka L., Kozák J., Mühlhanselová M. et al. Effect of covering with natural topsoil as a reclamation measure on brown-coal mining dumpsites // Journal of Geochemical Exploration. 2012. №113. P. 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.11.004>.
12. Pulley S., Collins A.L. Field-based determination of controls on runoff and fine sediment generation from lowland grazing livestock fields // Journal of environmental management. 2019. №249. P. 109365. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109365>.
13. Sokolov D.A., Androkhonov V.A., Abakumov E.V. Soil formation in technogenic landscapes: trends, results, and representation in the current classifications (Review) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2021. №56. С. 6–32. doi: 10.17223/19988591/56/1.



14. Jason A., Riddington C. Public-private Partnerships for Reforestation: Potential frameworks for investment, 2007, Rural Industries R&D Corporation

15. Pauletto E.A., Stumpf L., Pinto L.F.S. et al. Dutra Junior LA, Scheunemann T, Albert RP. Reclamation of a Degraded Coal-Mining Area with Perennial Cover Crops. Rev Bras Cienc Solo. 2016;40. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20150482>.

Об авторе

Мария Алексеевна Осинцева — канд. техн. наук, Кемеровский государственный университет, Россия.

E-mail: k1marial@inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4045-8054>

96

M. A. Osintseva

FORMATION OF A RECLAMATION LAYER AT OPEN-CAST MINING

Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Received 23 May 2023

Accepted 15 June 2023

doi: 10.5922/gikbfu-2023-2-7

To cite this article: Osintseva M. A., 2023, Formation of a reclamation layer at open-cast mining, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №2. P. 84 – 96. doi: 10.5922/gikbfu-2023-2-7.

Land reclamation must ensure that the quality of the land complies with environmental quality standards and the requirements of the legislation of the Russian Federation. The purpose of this work was to study the process of formation of a reclamation layer in open-cast coal mines. The indicators of the quality of the fertile soil layer should correlate to the quality of the fertile soil layer on average for the region. For effective recultivation, the fertile soil layer should be distinguished by a high content of humic acids and nutrients, as well as a higher degree of saturation with bases. The mechanical composition of the fertile soil layer should be loamy or clayey. Within agriculturally-focused reclamation, the thickness of the reclamation layer should be 0.8 – 1.5 m, depending on the moisture regime and the type of crop grown. The thickness of the bulk fertile soil layer depends on its availability and should in all cases be at least 0.3 m, in the chernozem zone – 0.4 m. The thickness of the fertile soil layer can be reduced to 0.20 m when arranging hayfields and pastures plots. During forest reclamation, the soil composition of the reclamation layer prepared for trees in the root layer (1.5 – 2 m) should be optimal for tree growth. Large (more than 0.3 m) stones should not be fixed at ground level (0.4 – 0.5 m), as this makes mechanization difficult. Also, the amount of fine-grained soil should not be lower than 5 – 10%. Otherwise, a fertile soil layer should be applied to the planned surface of the reclamation layer of the required thickness.

Keywords: reclamation, disturbed lands, vegetation cover, fertile layer, potentially fertile rocks, fertile soil layer

The author

Dr Maria A. Osintseva, Federal state budgetary educational institution of higher education «Kemerovo State University», Russia.

E-mail: k1marial@inbox.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4045-8054>