



Правительство Кузбасса



Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН
Кузбасский ботанический сад



АО ХК «СДС-Уголь»
ООО «Шахтоуправление «Майское»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по реконструкции геологической основы и жизнеспособного почвенно-растительного слоя на отвалах горных пород



Кемерово
2022

Правительство Кузбасса
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
Кузбасский ботанический сад
АО ХК «СДС-Уголь»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по реконструкции геологической основы
и жизнеспособного почвенно-растительного
слоя на отвалах горных пород

Кемерово
2022

д-р биол. наук, проф. А.Н. Куприянов, д-р биол. наук Ю.А. Манаков,
канд. биол. наук О.А. Куприянов.

Под общей редакцией
д-ра биол. наук Ю.А. Манакова

*Научно-исследовательская работа выполнена с 2018 по 2022 г.
при поддержке ООО «Шахтоуправление "Майское"» (АО ХК «СДС-Уголь»)
в рамках проекта «Проведение экспериментальных работ для разработки
природоподобной технологии рекультивации нарушенных земель
с использованием жизнеспособного плодородного слоя почвы»*

М54 Методические рекомендации по реконструкции геологической основы и жизнеспособного почвенно-растительного слоя на отвалах горных пород / Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А., Шатилов Д.А. ; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние Федерал. иссл. центр угля и углехимии СО РАН ; [под общей редакцией Ю.А. Манакова]. – Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2022. – 24 с., с цв. илл.

Методические рекомендации по реконструкции геологической основы и жизнеспособного почвенно-растительного слоя на отвалах горных пород одобрены на заседании правительства Кемеровской области – Кузбасса и рекомендованы организациям угольной промышленности на территории Кемеровской области – Кузбасса при проведении работ по рекультивации нарушенных земель с целью снижения негативного воздействия на биологическое разнообразие

*Рекомендации рассмотрены и утверждены к печати ученым советом
Института экологии человека ФИЦ УУХ СО РАН 1 октября 2022 г.*

Технология реконструкции растительного покрова на отвалах применяется как комплекс работ по восстановлению геологической основы, обеспечения водоносных и водопорных горизонтов, с обязательным применением жизнеспособного почвенно-растительного слоя. Многолетние наблюдения на экспериментальном полигоне реконструкции позволили доказать эффективность применения черноземов и растительности полидоминантных лугов в качестве рекультивационного слоя. Описаны лимитирующие факторы для развития растительного покрова на отвалах, стадии растительной сукцессии в техногенных местообитаниях. Представлена технологическая схема выполнения работ, включающая горно-технический этап подготовки поверхности отвала, снятие и нанесение жизнеспособного почвенно-растительного слоя. В приложении даны схемы и иллюстрации технологических процессов, а также экспериментальный полигон, созданный на территории ООО "Шахтоуправление "Майское"" (АО ХК "СДС-Уголь"). Методические рекомендации предназначены для руководителей горнодобывающих предприятий, проектных организаций, муниципальных и региональных служб и иных лиц, принимающих решения, специалистов по сохранению биологического разнообразия и устойчивому развитию.

ВВЕДЕНИЕ

За период разработки угольных месторождений из недр Кузбасса добыто около 9 млрд т угля, что составляет 16 % от всех балансовых запасов угля в Кузбассе. Следует отметить, что 3,96 млрд т добыто за последние 20 лет. При этом с 2000 по 2020 г. объемы добычи угля в России увеличились в 1,6 раза, в Кузбассе – в 2,2 раза и достигли в 2018 г. рекордных 255,3 млн т, почти 60 % от общероссийского уровня. В соответствии с ГОСТ Р 57446–2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» одним из приоритетных направлений восстановления нарушенных земель является реставрационно-ландшафтная рекультивация, которая проводится с целью формирования фитоценозов, максимально приближенных по своим фитоценологическим характеристикам к состоянию исходных растительных сообществ. Однако отсутствие соответствующих технологий препятствует широкому применению экологических принципов, утвержденных в указанном стандарте. Основной задачей технологий реставрации является создание многообразия видов растительных сообществ на участке рекультивации. Должны быть обеспечены стартовые условия для последующего функционирования травянистых сообществ, обладающих сложной замкнутой структурой, долголетием, самоподдерживаемостью, устойчивыми взаимосвязями с другими компонентами экосистемы – почвой, микробоценозами, мезо- и макрофауной. Процесс реставрации растительного покрова на отвалах должен сопровождаться переносом видов-доминантов растительного покрова, флаговых (индикаторных) видов, а также редких и исчезающих видов с целью сохранения и увеличения площадей их популяций.

В настоящее время технологии реставрационно-ландшафтной рекультивации находятся на стадии изучения и подбора наиболее оптимальных вариантов опытов, потенциально пригодных для включения в технологические схемы производственной деятельности. В связи с этим возникает необходимость поиска подходов, приемов и методов, которые позволят в обозримо короткие сроки восстанавливать устойчивые сообщества, максимально приближенные по своим характеристикам к зональным фитоценозам, нарушаемым в ходе угледобычи.

Другой чрезвычайно важной проблемой является сохранение плодородного слоя почвы (ПСП) при открытых горных работах. В настоящее время предприятия работают в соответствии с ГОСТ 17.5.3.06–85 «Охра-

на природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ». Поэтому весь плодородный слой буртуется и хранится в течение десятилетий. Вследствие длительного срока хранения изменяются физические и химические свойства почв, теряется агрегация, разрушаются гуминовые комплексы, происходит биологическое загрязнение, а все семязачатки растений и фауна погибают. Фактически плодородный слой превращается в потенциально плодородный почво-грунт, только с более худшими физическими, химическими и биологическими свойствами.

Рекультивация с нанесением на отвал почвы из буртов хранения невозможна, так как вследствие нарушения почвенной структуры и высокой доли пылевидных частиц созданный технозем значительно подвержен струйчатой и ветровой эрозии. На основании многолетней практики малоэффективного применения буртовой почвы можно сделать заключение о бесполезности десятилетиями проводимых работ по буртованию плодородного слоя почвы и необходимости разработки новых способов его сохранения и применения для рекультивации нарушенных земель.

Одним из возможных подходов является перенос свежего почвенно-растительного слоя непосредственно с природного участка на поверхность отвала горных пород, минуя стадию буртования ПСП для сохранения благоприятных почвенно-экологических характеристик и живых семязачатков всего комплекса видов растений. Кроме того, в процессе единовременного перемещения почвенно-растительной массы будут перенесены почвенные микробоценозы, а также педобионты – почвенные беспозвоночные животные, которые при буртовании неизбежно погибают. Для этого следует разработать технологию рекультивации нарушенных земель с использованием жизнеспособного плодородного слоя почвы, которая регламентировала бы сроки снятия и переноса ПСП, мелиоративные и противоэрозионные мероприятия, оптимальные параметры формируемого слоя ПСП и суглинков как основы для формирования эдафических условий и другие параметры.

Начало существенных изменений российского природоохранного законодательства связано с включением статьи 28.1 «Наилучшие доступные технологии» в ФЗ «Об охране окружающей среды». Вслед за мировыми тенденциями [Ranjan et al., 2015; Gastauer et al., 2017] в России началось создание новой нормативной базы, в том числе в сфере рекультивации нарушенных земель – информационно-технических справочников и новых государственных стандартов на основе наилучших доступных технологий. На смену прагматическим технологиям восстановления плодородия нарушенных земель пришли природоподобные технологии, направленные на восстановление экологических функций и восстановления биологического разнообразия на нарушенных промышленностью территориях.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Предмет методических рекомендаций

Предметом настоящих методических рекомендаций является технология реконструкции геологической основы и перемещения жизнеспособного почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов горных пород, образованных в результате добычи полезных ископаемых открытым способом, в лесостепных районах для восстановления биологического разнообразия на нарушенных территориях.

1.2. Нормативная основа методических рекомендаций

Настоящие методические рекомендации разработаны в соответствии:

- ГОСТ 17.4.2.01. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
- ГОСТ 17.4.2.02. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя для землевания.
- ГОСТ 17.4.3.02. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
- ГОСТ 17.5.1.01. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
- ГОСТ 17.5.1.02. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.
- ГОСТ 17.5.1.03. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.
- ГОСТ 17.5.3.04. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
- ГОСТ 17.8.1.01. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения.
- ГОСТ 26640. Земли. Термины и определения.
- ГОСТ 27593. Почвы. Термины и определения.
- ГОСТ Р 54003–2010. Экологический менеджмент. Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. Общие положения.

- ГОСТ Р 54094. Ресурсосбережение. Почвы, поврежденные в результате хозяйственной деятельности на территории населенных пунктов. Требования по компенсационному оздоровлению.
- ГОСТ Р 56828.15. Наилучшие доступные технологии. Термины и определения.
- ГОСТ Р 57007. Наилучшие доступные технологии. Биологическое разнообразие. Термины и определения.
- ГОСТ Р 57446–2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия.
- ГОСТ Р 59057–2020. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель.
- «Конвенция о биологическом разнообразии» (ратифицирована в соответствии с Федеральным законом от 17.02.1995 N 16-ФЗ «О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии»).
- Распоряжение Минприроды России от 25.11.2019 N 35-р «Об утверждении Методических рекомендаций по структуре и содержанию программ сохранения биологического разнообразия коммерческих организаций».
- Рекомендациями Международного Совета по горному делу и металлам (ICMM) в области сохранения биоразнообразия и Принципом 7 Сохранение биоразнообразия (Principle 7 Conservation of biodiversity).
- Рекомендации по надлежащему ведению горных работ и сохранению биологического разнообразия (Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity).
- Стандарт Международной финансовой корпорации «Стандарт деятельности 6. Сохранение биологического разнообразия и устойчивое управление живыми природными ресурсами» (IFC Performance Standard 6. Biodiversity conservation and sustainable management of living natural resources).
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
- Статья 28.1. Наилучшие доступные технологии (введена Федеральным законом от 21.07.2014 N 219-ФЗ) Федерального закона от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 26.03.2022) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022).

1.3. Термины, определения и сокращения

Следующие термины и определения, примененные в тексте настоящих методических рекомендаций, соответствуют федеральному нормативу «Основные положения по рекультивации земель, снятию, сохранению и рациональному использованию плодородного слоя почвы».

Биологическое разнообразие растительного мира – разнообразие объектов растительного мира в рамках одного вида, между видами и в экологических системах.

Восстановление биологического разнообразия – восстановление для устойчивого существования и использования количественных и иных характеристик объектов животного мира, растительного мира, грибов, нарушенного состояния деградировавших природных комплексов, природных объектов, включая экосистемы и места обитания жизнеспособных популяций в их естественной среде, а применительно к одомашненным или культивируемым видам – в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки.

Виды-эдификаторы – преобладающие в фитоценозах виды растений с сильно выраженной средообразующей способностью.

Биологический этап рекультивации нарушенных земель – этап рекультивации земель, включающий комплекс агротехнических, биологических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению утраченного качественного состояния земель (в том числе плодородия) с учетом выбранного направления рекультивации для определенного целевого назначения и разрешенного использования.

Вскрышные породы (вскрыша) – горные породы, покрывающие и вмещающие полезное ископаемое, подлежащее выемке и перемещению в процессе открытых горных работ.

Жизнеспособный почвенно-растительный слой (ЖПРС) – в условиях Кузбасса это верхний гумусовый или перегнойно-аккумулятивный горизонт (А) черноземов или черноземовидных почв, как правило, с включением переходных горизонтов (В). ЖПРС содержит дериваты луговых растений (корневища, остатки живых растений), семязачатки, которые не долговечны и для получения положительного эффекта должны быть нанесены на подготовленную поверхность отвала в течение короткого времени с сохранением присущих ему агрохимических, физических и микробиологических свойств.

Наилучшая доступная технология (НДТ) — технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при условии наличия технической возможности ее применения.

Нарушение земель – процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель.

Нарушенные земли – земли (земельные участки), утратившие в связи с нарушением свою первоначальную хозяйственную ценность, а также являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного покрова, гидрологического режима местности и образованию техногенного рельефа в результате производственной деятельности.

Реконструкция почвенно-растительного слоя – восстановление исходной структуры геологической основы, водоносных и водоупорных горизонтов, плодородного почвенного и сложного растительного покрова за счет переноса жизнеспособного почвенно-растительного слоя на нарушенную территорию в пределах одной местности.

Рекультивационный слой – искусственно создаваемый при рекультивации земель слой с благоприятными для произрастания растений свойствами.

Рекультивация нарушенных земель и земельных участков – комплекс мероприятий, направленных на восстановление утраченного качественного состояния земель, достаточного для их использования в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием.

Реставрационно-ландшафтная рекультивация нарушенных земель – разновидность биологической рекультивации нарушенных земель и земельных участков, предусматривающая полное или частичное восстановление компонентов ландшафта (рельефа, гидрологии, литологии, почвенного покрова) и биологического разнообразия (растительного и животного мира) до исходного состояния или приближенного к нему, создание условий для восстановления естественных процессов в экосистемах с учетом экономической целесообразности.

Сукцессия – последовательная закономерная смена одного биологического сообщества (фитоценоза, микробного сообщества и т. д.).

Технический этап рекультивации нарушенных земель – этап рекультивации земель, включающий мероприятия по подготовке поверхности для проведения биологического этапа с учетом выбранного направления рекультивации земель и для последующего целевого назначения и разрешенного использования.

Потенциально плодородные породы – горные породы, обладающие благоприятными для роста растений химическими, физическими и ограниченно агрохимическими свойствами.

Плодородный слой почвы – верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и агрохимическими свойствами.

Природоохранное направление рекультивации нарушенных земель – приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима, в том числе в форме создания особо охраняемых природных территорий регионального и местного значения для сохранения и воспроизводства природных ресурсов.

Техногенный ландшафт – ландшафт, структура и формирование которого обусловлены деятельностью горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности.

1.4. Круг лиц, на которые распространяются методические рекомендации

Методические рекомендации предназначены для руководителей горнодобывающих предприятий, проектных организаций, муниципальных и региональных служб и иных лиц, принимающих решения, специалистов по сохранению биологического разнообразия и устойчивому развитию.

1.5. Область применения методических рекомендаций

Технология реконструкции почвенно-растительного слоя может использоваться для рекультивации нарушенных земель и направлена на создание условно исходной структуры геологической основы ландшафта, включающего водопроницаемый слой неплодородных древних осадочных пород, водоупорный слой потенциально плодородных четвертичных осадочных пород и жизнеспособный почвенно-растительный слой для восстановления луговых экосистем на территории разработок полезных ископаемых открытым способом в лесостепной зоне луговых черноземов. Способ позволяет существенно снизить издержки предприятий, благодаря совмещению этапа снятия ПСП и транспортировки его на поверхность отвала, минуя стадию буртования, а также быстрому восстановлению устойчивого растительного покрова (за 1–2 года). Методические рекомендации основываются на нормах действующего на момент составления методических рекомендаций федерального законодательства и законодательства Кемеровской области – Кузбасса.

1.6. Юридическая сила методических рекомендаций

Методические рекомендации носят рекомендательный характер, не противоречат требованиям действующего федерального законодательства Российской Федерации, регионального (Кемеровская область – Кузбасс) законодательства в области рекультивации нарушенных земель, охране окружающей среды и сохранения биологического разнообразия.

II. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Оценка пригодности нарушенных земель к реконструкции

2.1.1. Экологические условия, складывающиеся на отвалах угольной промышленности, определяются совокупностью природных и техногенных факторов. К природным факторам относятся уровень увлажнения, инсоляция, литологические условия, скорость разрушения горных пород в процессе физического выветривания, потенциальное плодородие и фитотоксичность субстрата. К техногенным факторам относятся сформированный рельеф, ориентация его элементов, структура тела отвала, каменистость и плотность сложения поверхностного будущего корнеобитаемого слоя. Все эти факторы взаимосвязаны, их сочетание и проявление характеризуются значительной многогранностью.

2.1.2. Наиболее жесткие (олиготрофные) экологические условия складываются на отвалах без нанесения почвоулучшителей. Глубинные горные породы, поднимаемые на дневную поверхность при добыче угля, – песчаники, алевролиты и аргиллиты – несут в себе следы плодородия былых древних экосистем, однако содержание доступных форм основных элементов питания растений – фосфора и калия – очень низкое, практически отсутствует азот. Содержание углерода варьирует в широких пределах – от 0,5 до 25 %, однако это углерод не современного растительного происхождения, а углистые частицы, которые очень слабо поддерживают биологическую активность молодых почв.

2.1.3. Водно-воздушный режим отвалов связан с высокой каменистостью субстратов из песчаников, алевролитов и аргиллитов, которые, в свою очередь, обладают различной способностью к физическому выветриванию в зависимости от типа цементирующего материала. Даже на старых 30–40-летних отвалах на глубине 10–20 см присутствуют глыбы, полностью сохранившие свою форму и монолитность. Высокая каменистость обуславливает низкое содержание мелкозема (частиц размером менее 1 мм – от 5 до 30 %), а в его составе – фракций физической глины (размером менее 0,01 мм – от 5 до 25 % на 30-летних участках рекультивации), существенное повышение которых возможно лишь при биохимическом

мическом выветривании, которое лимитируется низкой биологической активностью эмбриоземов. Отсюда низкая водоудерживающая способность, провальный водный режим и ксероморфность местообитаний. Сочетание олиготрофности и ксероморфности создает совершенно особые, по сравнению с естественными ландшафтами, условия произрастания растений.

2.1.4. Коренное преобразование почвенно-экологических функций горных элювиев возможно путем реализации двух составляющих – во-первых, увеличение количества фракций физической глины в поверхностном слое эмбриоземов – будущем корнеобитаемом слое, во-вторых, повышение количества органического вещества. По данным лаборатории рекультивации почв Института почвоведения и агрохимии СО РАН, почвенно-экологическая эффективность на 60–65 % зависит от количества фракций физической глины и на 20–25 % – от количества гумуса. Субстрат, содержащий физическую глину необходимого качества, называется потенциально плодородной породой, материал, содержащий гумус, называется плодородным слоем почвы. Запасы ППП и ПСП на территории Кузнецкой котловины, где расположена основная доля угледобывающей промышленности Кузбасса, могут полностью реализовать потребности всех проектов по реставрации с любыми технологическими параметрами.

2.1.5. Нанесение потенциально-плодородных пород (ППП) – покровных лессовидных суглинков и глин – существенно улучшает экологические свойства поверхности отвалов. Благодаря высокому содержанию фракций физической глины (60 % и более), обуславливающих водоудерживающую способность субстратов, формируется благоприятный для развития корневых систем растений горизонт, обладающий некоторым запасом элементов питания и буферностью. По мере функционирования фитоценозов уже на начальной стадии их развития запускаются биохимические процессы в почве, активизируется почвенная биота и, через несколько лет (5–7), образованные таким способом техноземы имеют признаки почвенного плодородия – органо-аккумулятивный или дерновый верхний горизонт, активное гумусообразование, улучшение минерального питания растений. Степные и луговые виды, малотребовательные к почвенному плодородию и обладающие высокой конкурентоспособностью, препятствуя поселению сорной растительности, в короткие сроки должны освоить предоставленное пространство.

2.1.6. Сохранение и рациональное использование земельных ресурсов при добыче полезных ископаемых определялось ГОСТ 17.4.3.02–85, который предписывал снятие и хранение плодородного слоя в буртах в течение 20 лет [Клопотовский, 1981]. До сих пор в начале строительства все горнодобывающие предприятия обязаны проводить снятие пло-

дородного слоя и складирование его в бурты. Законом не запрещается использовать свежий ПСП в качестве рекультивационного слоя, однако соответствующая технология в нормативных актах не прописана. Как правило, использование предприятиями почвы буртов для рекультивации нарушенных земель происходит через несколько десятилетий. За это время физическое и агрохимические свойства почв в значительной степени изменяются в худшую сторону [Кожевников, Заушинщина, 2015]. Кроме того, погибают все дериваты и семена естественной растительности. Изначально плодородный слой почвы со временем трансформируется в пылеватый субстрат, засоренный семенами и корневищами рудеральных растений. Нанесение ПСП из долго хранящихся буртов не приводит к восстановлению изначального флористического разнообразия на отвалах.

2.2. Особенности технологий восстановления растительного покрова на отвалах

2.2.1. К настоящему времени накоплен достаточно объемный мировой опыт по восстановлению нарушенных земель, но все рекомендации направлены на использование культурных пастбищных или сенокосных растений и не ставился вопрос восстановления естественной растительности.

2.2.2. При улучшении эрозионно-нарушенных пахотных земель для пастбищного использования рекомендуется пересадка дерна, посев семян многокомпонентных травосмесей и внесение на восстанавливаемую поверхность специально подготовленную смесь из семян и вегетативной массы степных растений (травяно-семенной смеси), скошенных на маточных участках по мере их созревания, но эти методы не направлены на сохранение флористического разнообразия.

2.2.3. Федеральным исследовательским центром Угля и углекислоты СО РАН разработан способ реконструкции растительного покрова на отвалах. Исследования показали, что нанесение на отвал суглинков и внесение травяно-семенной смеси, скошенной на эталонных степных участках, способствует поселению лугово-степных растений и подавляет появление и развитие сорных видов. Внесение травяно-семенной смеси в значительной степени стимулирует формирование природоподобных растительных сообществ, но имеет ограничения в восстановлении естественной растительности, обусловленные тем, что не все семена попадают в травяно-семенную смесь [Куприянов и др., 2017].

2.2.4. Перенесение верхнего живородящего слоя почвы на отвал позволяет создать природоподобное растительное сообщество с высоким видовым разнообразием, что не достигается при самозаращении отвала

за несколько десятилетий. Применение этого способа восстановления растительного покрова на отвалах в значительной степени противодействует разрастанию сорных видов. Наличие плодородной почвы и подстилающих пород, имеющих большое потенциальное плодородие, способствует созданию высокопродуктивных угодий, мало отличающихся от естественной растительности.

2.3. Состояние растительного покрова отвалов в Кузбассе

2.3.1. Отвалы угольной промышленности Кузбасса обладают широким спектром экологических условий и потенциально пригодны для поселения растений. К отрицательным экологическим факторам на отвалах следует отнести недостаток продуктивной влаги, провальную водопроницаемость, контрастный температурный режим на разных элементах рельефа; низкое потенциальное плодородие эмбриоземов. К положительным – высокая влажность в понижениях, большое содержание мелкозема в нижней части слонов отвалов, избыточное накопление снега в зимний период на отдельных участках отвалов.

2.3.2. Пионерная группировка на отвалах появляется через год после окончания отсыпки отвала. Заселение субстрата происходит спонтанным образом путем заноса семян с окрестных фитоценозов. Распределение семян по отвалам происходит случайно, но их прорастание зависит от экологических условий, складывающихся по элементам рельефа. Пионерная группировка отличается низким проективным покрытием, обычно не превышающим 10–15 %. Растения располагаются по площади разрозненно и единично. Число видов в пионерной группировке обычно равно 5–10, хотя в благоприятных местообитаниях на хорошо выветрелом субстрате может достигать 25 и более. Участие видов зональной флоры незначительно [Манаков, Куприянов, 2009].

2.3.3. На стадии группово-зарослевого сообщества происходит усложнение растительных группировок за счет видов с активным семенным и вегетативным размножением, способных за короткое время захватить большие территории. Число видов составляет до 30 (иногда может достигать 50 видов). Нередко формируются монотипичные простые фитоценозы, состоящие из какого-либо одного вида. Также типичным свойством растительных сообществ на этой стадии сукцессии является выраженная пятнистость, когда один и тот же экотоп активно осваивают 3–4 вида. Общее проективное покрытие на этой стадии может достигать 100 %. Существенно повышается число видов, усложняется вертикальная структура сообществ. За счет формирования на этой стадии фитосреды и улучшения условий биотопа происходит массовое поселение не только

сорных видов, но и видов зональных фитоценозов с широкой экологической амплитудой.

2.3.4. На стадии сложного фитоценоза появляются хорошо оформленные яруса с преимущественным участием видов зональных фитоценозов. Критериями выделения этой стадии являются: образование сомкнутого растительного покрова; емкость фитоценозов – от 20 до 40 видов; доминирование в растительном покрове видов зональной флоры. На стадии сложного фитоценоза количество общих видов немного ниже, чем на стадии простого фитоценоза. Группа специфических видов на стадии сложного фитоценоза становится более разнообразной.

2.3.5. Скорость сингенетических сукцессии на отвалах всецело зависит от лимитирующих факторов формирующегося экотопа. Прежде всего это содержание влаги, механический состав, крутизна склонов. В зависимости от напряженности лимитирующего фактора формирование пионерной группировки в Кузбассе начинается на 2–4-й год. Отграничить переход от пионерной группировки к простому фитоценозу чрезвычайно сложно, поскольку на крутых юго-западных склонах, вершинах отвалов этого перехода не происходит даже на самых старых отвалах. В экотопах с благоприятными условиями для роста и развития растений при естественном зарастании стадия простого фитоценоза наблюдается на отвалах на 5–6-й год и продолжается до 15–18 лет [Манаков и др., 2011].

2.3.6. Скорость зарастания отвалов зависит не от календарного возраста отвалов, а от конкретных экологических условий, которые складываются на отдельных его участках. Но даже в благоприятных экологических условиях формирование зональной растительности, как правило, длится несколько десятилетий [Куприянов, Манаков, 2016].

2.4. Состояние естественной растительности в районах угледобычи

2.4.1. Основная доля нарушенных открытой добычей земель приходится на Кузнецкую котловину, где расположены наиболее крупные угольные разрезы. Территория Кузнецкой степи, когда-то занятая настоящими и луговыми степями, полностью преобразована в рудерально-степные сообщества. Небольшие участки коренной луговой и лугово-степной растительности сохранились небольшими фрагментами на непригодных для распашки территориях.

2.4.2. Растительные сообщества луговых степей довольно часто встречаемых в лесостепной и подтаежной подзонах Кузнецкого Алатау в настоящее время в связи с интенсивной угледобычей и развитием сельского хозяйства повсеместно уничтожаются. Их экологический спектр харак-

теризуется большим разнообразием (от мезоксерофитов до мезофитов), много лесных видов, но основа травостоя сложена мезоксерофитными и в меньшей степени мезофитными видами.

2.4.3. Видовая насыщенность луговых степей насчитывает 44–50 видов на 100 м². В группу постоянных доминантов входят: лилейник малый (*Heimerocallis minor*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), зопник клубненосный (*Phlomooides tuberosa*), лабазник вязолистный (*Filipendula vulgaris*), костер безостый (*Bromopsis inermis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*) [Куприянов, Манаков, 2011].

2.5. Техническая подготовка участков для реконструкции растительного покрова на отвалах

2.5.1. Реконструкцию растительного покрова на отсыпанных и спланированных отвалах следует проводить после усадки горной массы и стабилизации поверхности.

2.5.2. Горнотехнический этап рекультивации включает следующие виды работ:

- планировка платообразных поверхностей отвалов с уклонами не более 3°;
- нанесение на поверхность отвала вскрыши рекультивационного слоя ППП, представленных четвертичными осадочными породами в виде лессовидных суглинков и глин, являющихся частью вскрышных горных пород;
- селективное снятие ЖПРС на лицензионных участках с ненарушенной естественной растительностью.

2.5.3. Для обеспечения равномерной усадки пород грубая планировка на отвалах производится в процессе отвалообразования. При этом происходит выравнивание поверхности с выполнением основных объемов земляных работ.

Чистовая планировка на отвалах проводится перед нанесением на поверхность рекультивационного слоя после осадки отвалов, не менее чем через 1,5–2 года после отсыпки пород в отвалы и проведения работ по грубой планировке.

При чистовой планировке производится окончательное выравнивание поверхности отвалов, которое сводится к исправлению микрорельефа с перемещением незначительных объемов горной породы при помощи бульдозера CATD10, KomatsuD65 или автогрейдером ДЗ-98, John Deere.

Для скорейшего восстановления нарушенных земель, рекультивационные работы ведутся вслед за работами по формированию отвалов (в период эксплуатации участка).

2.5.4. Горно-планировочные работы поверхностей отвалов выполняются в режиме работы – 353 дня в 1 смену (12 часов).

2.6. Нанесение жизнеспособного почвенно-растительного слоя

2.6.1. В соответствии с ГОСТ 17.5.3.06–85 «Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ» перед началом производства работ и в период эксплуатации разреза со всех площадей, нарушаемых горными, отвальными работами, транспортными и инженерными коммуникациями предусматривается снятие плодородного слоя почвы.

2.6.2. Работы по снятию ЖПРС и его складированию выполняются в теплый период года (при температуре воздуха не ниже +5 °С) – 180 дней в 1 смену по 12 часов.

Работы по нанесению ЖПРС также выполняются в теплый период года (при температуре воздуха не ниже +5 °С) – 180 дней в 1 смену.

2.6.3. Снятие ЖПРС производится на лицензионных участках с измененной категорией земель «Земли промышленности», где разрешена законная добыча полезных ископаемых.

2.6.4. Мощность снимаемого слоя составляет максимальную величину прокрашенной гумусом толщи горизонтов А и В от 40 до 80 см до материнской породы (С).

2.6.5. Снятие и нанесение ЖПРС должно происходить последовательно без прерывания. Наиболее благоприятным периодом для этого является конец августа–сентябрь до первых заморозков, в момент окончания вегетационного развития у растений и подготовки к зиме почвенной фауны.

2.6.6. Нанесение ЖПРС происходит на выровненную площадку с нанесенным рекультивационным слоем ППП четвертичных суглинков на поверхности отработанного отвала вскрыши, мощностью не менее 20 см. Минимально допустимая мощность нанесенного слоя ЖПРС для целей реконструкции составляет 40–80 см – на всю гумусовую толщу горизонтов почвы.

2.6.7. Мощность нанесения ЖПРС определяется из того, что верхний наносимый слой должен моделировать корнеобитаемый почвенный горизонт. В то же время и нижележащие горные породы отвала должны быть в пределах досягаемости корневых систем – это будет способствовать их вовлечению в почвообразовательный процесс. Нанесенный слой при реконструкции луговых сообществ выполняет в первую очередь функцию внесения семязачатков и дериватов луговых растений, обеспечивает молодые фитоценозы элементами питания, участвует в регуляции температурного режима и режима влажности, способствует ускорению

почвообразования и развитию биологических компонентов почвы. Поэтому минимально допустимая мощность нанесенного слоя ЖПРС для целей реконструкции составляет 40–80 см. При меньшей мощности слой ЖПРС не будет выполнять свои базисные функции, а неизбежные водоэрозионные и дефляционные процессы будут способствовать обнажению слоя подстилающих четвертичных суглинков, значительно снижая восстановительный эффект растительного покрова [Куприянов, Манаков и др., 2021].

2.6.8. При проведении рекультивационных работ во всех звеньях технологической цепи (снятие, транспортировка, хранение и нанесение ЖПРС) происходят практические потери объема почвы в размере 6–10 %.

2.6.9. Срезка ЖПРС на земельном участке с ненарушенным растительным покровом производится фронтальным колесным погрузчиком с широким ковшом грузоподъемностью от 2 до 5 т.

2.6.10. Срезанный ЖПРС складывается в кучу, которая не должна подвергаться никакому другому механическому воздействию.

2.6.11. Из буртов ЖПРС грузится фронтальным погрузчиком в автосамосвалы типа КамАЗ-6520, грузоподъемностью 20 т и транспортируются к месту расположения площадки для реконструкции.

2.6.12. Технология снятия ЖПРС и его погрузки в автосамосвалы принята согласно «Типовых технологических схем рекультивации земель на разрезах» [Пермь, 1984 г.]

2.6.13. Выравнивание нанесенного ЖПРС проводится с учетом крутизны склонов. На ровных поверхностях с общей долей площади склонов до 5° не более 10 % проводится равномерное размещение ЖПРС, при этом микровпадины или микробугры могут быть полностью засыпаны или срыты.

2.6.14. На склонах при крутизне 5° и более для предотвращения плоскостного смыва требуется мелкотеррасное формирование поверхности – выравнивание проводится поперек с некоторым уклоном ковша бульдозера в сторону склона. Ширина террасы равна рабочей ширине захвата ковша бульдозера. Мощность нанесенного слоя при террасном выравнивании неравномерная – у основания террасы составляет 5–10 см, на гребне может достигать 20–40 см в зависимости от крутизны склона. За счет этого расход ПСП на склоновых поверхностях пропорционально увеличивается на 20–40 % (Приложение).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Срок действия настоящих Методических рекомендаций не ограничен. Настоящие Методические рекомендации разработаны в рамках действующего законодательства на сентябрь 2021 г., соответственно, при изменении нормативно-правовых требований следует актуализировать положения Руководства при его применении в рамках хозяйственной деятельности угледобывающих предприятий. Применение данных рекомендаций требует тщательного изучения зональной растительности для определения направленности реконструкции растительного покрова на отвалах.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. ИТС16-2016 «Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы».*

2. *ГОСТ Р №57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия».*

3. *ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.*

4. *ГОСТ 17.8.1.01-86. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения.*

5. *ГОСТ 17.5.1.02-85. Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации.*

6. *ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.*

7. *ГОСТ 17.5.1.03-86. Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.*

8. *ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.*

9. *ГОСТ Р 57007-2016. Наилучшие доступные технологии. Биологическое разнообразие. Термины и определения.*

10. *Клопотовский А.П. Сохранение и использование природного слоя почв // Вестник сельскохозяйственной науки. 1981. № 5. С. 25–33.*

11. *Кожевников Н.В., Заушинцева А.В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 4. С. 10–14.*

12. *Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал. 2016. С. 51–58.*

13. *Куприянов А.Н., Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов О.А. Методические рекомендации по реставрации лугово-степной растительности на отвалах угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2017. 28 с.*

14. *Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Куприянов О.А., Шатилов Д.А.* Реконструкция почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов в Кузбассе // Уголь. 2021, № 2 (1139). С. 46–52.

18. *Манаков Ю.А., Куприянов А.Н.* Диагностические критерии сингенетических сукцессий на отвалах Кузбасса // Сиб. экол. журн. 2008. № 2. С. 255–261.

19. *Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н.* Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. 168 с.

20. *Федеральный закон от 21 июля 2014 года № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации».*

21. *Ranjan V., Sen P., Kumar D., Sarsawat A.* A review on dump slope stabilization by revegetation with reference to indigenous plant // International Journal of Scientific & Technology Research 2015. V. 4 (9). P. 69–76.

22. *Gastauer M., Silva J.R., Caldeira junior C.F., Ramos S.J., Souza Filho P.W.M., Furtini Neto A.E., Siqueira J.O.* Mine land rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining // Journal of Cleaner Production. 2017, Vol. 172, pp. 1409–1422. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.223.

Приложение I
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА РЕКОНСТРУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОТВАЛЕ

Сроки	Мероприятия	Параметры оборудования	Примечания
Июнь – июль	Подготовка участка	Бульдозер Б170М	Планировка, нанесение ППП слоем 10–15 см
	Снятие ПСП	Бульдозер D-9R	На луговых черноземных почвах слой 50–60 см
Август – сентябрь	Погрузка ПСП и перемещение на участок реконструкции	Погрузчик К-702 Самосвалы КамАЗ-6520	Снятие, погрузка и перемещение должны производиться в течение 14 дней
	Нанесение ПСП на поверхность отвала	Бульдозер Б170М	
	Прикатывание ПСП	Не требуется	

Приложение II

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА НАНЕСЕНИЯ ЖПРС
НА ПОВЕРХНОСТЬ ОТВАЛА

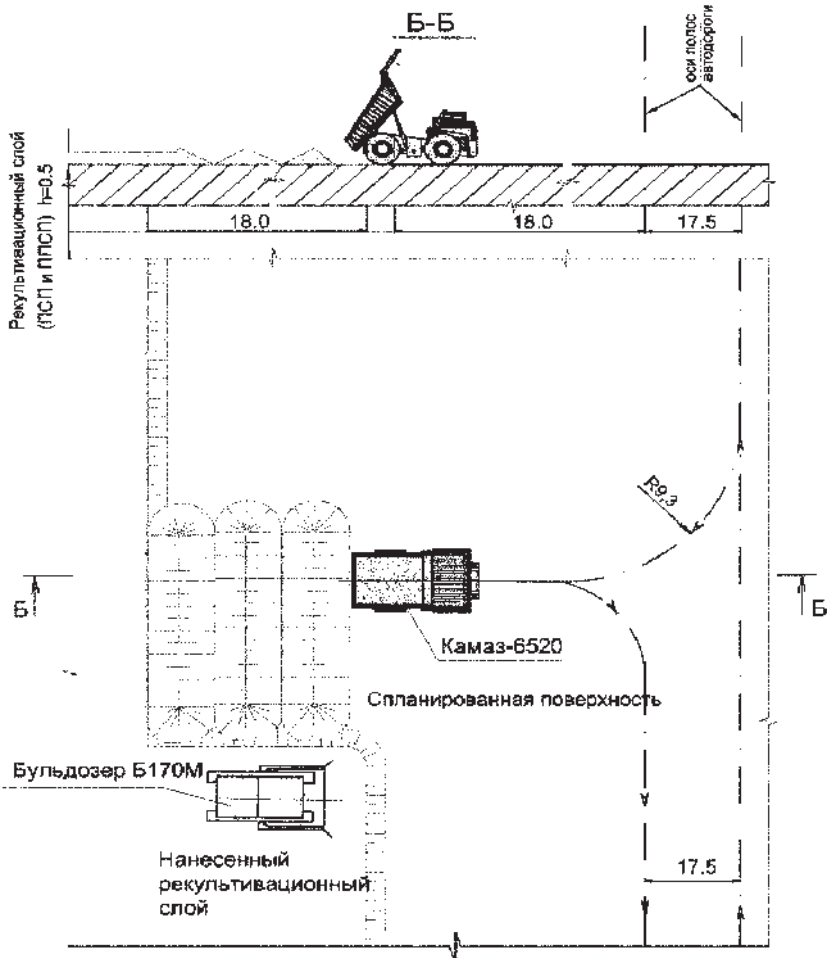




Рис. 1. Полидоминантный разнотравно-лилейниковый луг – эталонный участок лесостепи Кузнецкой котловины у подножья Караканского хребта





Рис. 2. Снятие жизнеспособного слоя почвы с эталонного участка, октябрь, 2018 г.

↓ Рис. 3. Участок слоем ЖПРС 60 см через 1 год после нанесения





↑ Рис. 4. Лилейник малый в варианте с нанесением 60 см ЖПРС

↓ Рис. 5. Участок слоем ЖПРС 40 см через 1 год после нанесения





↑ Рис. 6. Участок слоем ЖПРС 20 см через 1 год после нанесения

↓ Рис. 7. Естественное зарастание поверхности четвертичных суглинков в первый год



Научно-методическое издание

Куприянов Андрей Николаевич

Манаков Юрий Александрович

Куприянов Олег Андреевич

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
по реконструкции геологической основы
и жизнеспособного почвенно-растительного слоя
на отвалах горных пород**

Редактор Ю.А. Манаков

Макет и верстка О.Н. Манакова

Корректор В.Е. Селянина

Дизайнер обложки И.Е. Баканова

Фотографии Манаков Ю.А.

Сдано в набор 20.09.2022. Подписано в печать XX.10.2022.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Minion Pro.

Усл. печ. л. XX. Тираж 500. Заказ №

Издательство КРЭОО «Ирбис»

Россия, г. Кемерово, пр. Ленинградский, 28-А, 121

irbis42kem@yandex.ru



Отпечатано ООО «Технопринт»

Россия, г. Кемерово, ул. Сибирская, 35-А

Тел.: (384-2) 35-21-19