



ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.4

И.П. Беланов, В.А. Андроханов

РЕСУРСЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА «БУНГУРСКИЙ»

В статье рассматриваются свойства плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород, пригодных для снятия и складирования при проведении горных работ, а также дальнейшего их применения для рекультивации нарушенных территорий. Приведены результаты исследований основных свойств материала вскрышных и вмещающих пород для оценки перспектив его преобразования в почвообразующий субстрат при самозарастании.

Ключевые слова: плодородный слой почв, потенциально плодородные породы, вскрышные породы, отвалы, рекультивация.

I.P. Belanov, V.A. Androkhonov

RECUITIVATION RESOURCES AND SELF-RECOVERY PROSPECTS OF ANTHROPOGENIC DESTROYED TERRITORIES AT THE «BUNGURSKIY» STRIP MINE

The properties of the soil fertile layer and potentially fertile rocks suitable for the removal and storing while conducting mining operations, and their further application for the destroyed territory recultivation are considered in the article. The research results on the main properties of the stripping and containing rock material for the assessment of transformation prospect into the soil-forming substratum in self-overgrowing are presented.

Key words: soil fertile layer, potentially fertile rocks, stripping rocks, dumps, recultivation.

Введение. Угольная промышленность в Кузбассе оказывает существенное влияние на формирование экологической ситуации в регионе. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом приводит к разрушению всей экосистемы в целом. При этом наиболее значимые изменения происходят с земельным фондом. Почвенный покров практически полностью уничтожается, формируется новый рельеф, деградирует растительный покров, изменяется гидрология, загрязняется атмосфера и т.п. [1].

В процессе добычи полезных ископаемых на дневную поверхность выносятся значительные объёмы вскрышных пород, в результате формируются новые по своему генезису техногенные ландшафты со своеобразным рельефом, обусловленным технологией разработки месторождения, микроклиматом и составом почвообразующих пород. Техногенно нарушенные территории характеризуются специфическими свойствами, значительно отличающимися от естественных ландшафтов. Прежде всего, это гидротермические, физико-химические и геохимические свойства вскрышных и вмещающих пород, складированные в отвалы. В результате различий рельефа и свойств почвообразующих пород на техногенно нарушенных территориях формируются молодые почвы – эмбриоземы с особыми свойствами и функциями, не похожими на свойства почв естественных ландшафтов [2].

Цель исследований. Комплексное изучение свойств плодородного слоя почв (ПСП), потенциально плодородных пород (ППП) и свойств горных пород с точки пригодности их для рекультивации техногенно нарушенных территорий, а также оценка процессов самовосстановления старовозрастных отвалов в районе проведения исследований.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований выбраны естественные почвы и техногенно нарушенные земли в лесостепной зоне Кузбасса, в районе ведения добычи каменного угля угольным разрезом «Бунгурский».

Для выполнения поставленной цели необходимо изучить свойства ПСП, PPP и вскрышных горных пород с оценкой пригодности их для развития растительного покрова и процессов почвообразования.

В ходе полевых экспедиционных работ были отобраны образцы ППП и ПСП основных типов почв, представленных на данной территории. Определение физических, агрохимических свойств почвенных образцов проводилось общепринятыми методами (Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975).

Результаты исследований и их обсуждение. На перспективных участках ведения открытых горных работ угольного разреза «Бунгурский» распространены черноземы оподзоленные, лугово-черноземные, черноземно-луговые и лугово-болотные, а также темно-серые и серые лесные почвы. Мощность гумусового горизонта, пригодного для рекультивации в черноземах оподзоленных, а также черноземно-луговых почвах, изменяется в пределах 30–40 и 30–60 см соответственно, мощность у темно-серых почв составляет от 20 до 35 см. Поэтому покрытие техногенно нарушенной территории слоем ПСП мощностью 30–40 см, принятом в проекте рекультивации, в общем, будет соответствовать естественным природным условиям на 50–60 %, что позволит создать на поверхности отвала травянистые насаждения сельскохозяйственного (луга, сенокосы) и санитарно-защитного назначения. Снятие ПСП с луговых, лугово-болотных и серых лесных почв считается нерентабельным как с точки зрения экономических затрат, так и достаточно низкого плодородия данных типов почв. Во-первых, это связано с тяжелым гранулометрическим составом луговых почв, что приводит к их заплыванию с дальнейшим переуплотнением [3]. Во-вторых, данные типы почв характеризуются грубогумусным составом гумуса и низким содержанием доступных для растений форм основных элементов питания, которые при отсутствии подпитки грунтовыми водами трансформируются в труднодоступные. Серые лесные почвы характеризуются малой мощностью ПСП, в среднем 8–12 см с содержанием углерода 2–3 %, а также облегченным грансоставом, что приводит при складировании к заметному уменьшению содержания доступных для растений элементов питания.

Нами были проведены исследования по оценке основных элементов плодородия ПСП черноземов оподзоленных, черноземно-луговых и темно-серых лесных почв, а также материала ПСП, снятого ранее с естественных почв и складированного рядом на участках открытых горных работ. В таблицах 1–2 представлены результаты исследований.

Таблица 1

Агрофизические свойства ПСП

Образец	Плотность, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц (%) <0,01 мм	Содержание частиц (%) <1 мм
ПСП черноземов оподзоленных	2,58	1,15	55,4	57,6	97,8
ПСП черноземно-луговых	2,63	1,22	53,6	62,3	98,2
ПСП темно-серых лесных	2,46	1,16	52,8	48,0	95,4
Складированный ПСП	2,69	1,21	55,0	58,8	96,8

В целом агрофизические свойства ПСП благоприятны для создания насыпного почвенно-растительного слоя. Характеристики плотности верхних слоев черноземов в естественном состоянии показывают, что пахотный слой хорошо окультурен и обладает хорошей структурой, позволяющей обеспечивать оптимальную порозность пахотного слоя.

Гранулометрический состав ПСП в естественном состоянии характеризуется как средний или тяжелый суглинок, что является для данного района почвенно-экологической нормой. При снятии ПСП в результате перемешивания почвенных горизонтов различного гранулометрического состава происходит некоторое утяжеление гранулометрического состава, а также разрушение почвенных агрегатов. При складировании ПСП в буртах происходит уплотнение ПСП. Однако в поверхностных слоях при длительном хранении ПСП происходит разуплотнение почвенного материала, и ПСП становится более рыхлым и имеет более высокую порозность [4].

Агрохимические показатели ПСП в целом благоприятны и в естественных условиях характеризуются достаточным содержанием гумусовых веществ, азота, фосфора и калия. В результате снятия ПСП и перемешивания слоев с различным содержанием гумуса происходит заметное снижение содержания гумусовых

веществ и валового азота. Такие изменения в содержании основных показателей плодородия в материале ПСП показывают несовершенство технологии снятия ПСП с естественных почв. В первую очередь это связано с глубиной снятия ПСП, так как мощность ПСП в естественных условиях варьирует в достаточно широких пределах, то при снятии ее происходит смешивание ПСП и малоплодородных слоев, что и приводит к снижению содержания основных элементов питания.

Таблица 2

Агрохимические свойства ПСП

Образец	рН _{водн.}	Сорг, %	Валовое содержание, %		
			Азот	Фосфор	Калий
ПСП черноземов оподзоленных	6,95	6,12	0,38	0,28	2,15
ПСП черноземно-луговых	6,82	7,23	0,41	0,24	2,10
ПСП темно-серых лесных	7,10	5,62	0,26	0,23	1,98
Складированный ПСП	6,83	6,50	0,29	0,35	2,01

Тем не менее материал ПСП характеризуется наиболее благоприятными агрохимическими и агрофизическими свойствами по сравнению с материалом вскрышных пород, складированных в отвале и ППП. Использование ПСП при создании корнеобитаемого слоя при рекультивации поверхности отвалов позволит создавать растительный покров практически любого назначения. Однако здесь также необходимо отметить, что длительное сохранение этого материала в больших буртах приводит к значительной потере благоприятных агрофизических и агрохимических свойств. Это связано с отсутствием биологического круговорота внутри бурта, а также с сильным уплотнением ПСП в ходе формирования бурта тяжелой техникой [3]. Поэтому и использование этого материала в целях рекультивации после длительного хранения может не дать желаемого эффекта.

Основными потенциально плодородными породами (ППП) в районе мониторинга являются лессовидные суглинки и покровные глины с различным уровнем содержания карбонатов. Лессовидные суглинки Кузнецкой котловины отличаются вертикальной столбчатостью, псевдомицелярной карбонатностью. По гранулометрическому составу они чаще всего рассматриваются как тяжелосуглинистые с преобладанием иловато-крупнопылеватой фракции. В воздушно-сухом состоянии эти суглинки обладают выраженной макроагрегированностью, но у агрегатов низкая водопрочность. Однако наличие большого количества водопрочных микроагрегатов размером 0,25–0,01 мм создает удовлетворительные водно-воздушные условия в лессовых суглинках и обеспечивает хорошую водопроницаемость при относительно высокой влагоемкости. Реакция среды суглинков щелочная, что связано с карбонатностью, емкость обмена катионов 19–25 мг-экв на 100 г сухой массы.

Минералогический состав крупных фракций представлен кварцем, полевыми шпатами, слюдами, примесями ярко- и желто-зеленого хлорита, эпидота, роговой обманки и циркона. Из вторичных минералов преобладают минералы монтмориллонитовой группы и гидрослюд.

По физическому строению материал суглинков представляет собой в разной степени оструктуренную, рыхлую связанную массу. Основные физические показатели приведены в табл. 3.

Таблица 3

Агрофизические свойства ППП

Образец	Плотность, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц (%) >0,01 мм	Содержание частиц (%) > 1 мм
При складировании	2,38	1,54	35,3	58,86	100,0

Плотность сложения ППП в естественных условиях изменяется в пределах 1,40–1,60 г/см³. В нижней части почвенного профиля суглинистый материал характеризуется крупнокомковатой и глыбистой структурой. При транспортировке и отсыпке суглинков естественная структура разрушается, а при планировке на поверхности отвала происходит сильное уплотнение ППП.

По гранулометрическому составу по классификации Качинского материал суглинков, распространенных на территории разработки участков открытых горных работ, в основном относится к средним и тяжелым суглинкам и может содержать до 55 % частиц крупнее 0,01 мм. Такой гранулометрический состав является наиболее благоприятным для развития почвообразования в лесостепной зоне. Поэтому размещение в поверхностных слоях отвала и формирование из этого материала корнеобитаемого слоя будет способствовать восстановлению растительного и почвенного покрова на нарушенных землях. Агрохимические показатели ППП представлены в табл. 4.

Таблица 4

Агрохимические свойства ППП

Образец	Глубина, см	pH _{водн.}	Сорг, %	Валовое содержание, %		
				Азот	Фосфор	Калий
ППП	0-20	7,41	1,21	0,014	0,44	0,64
	40-60	7,80	0,72	0,010	0,52	0,62

По валовому содержанию основных элементов питания в ППП в 4–6 раз больше содержится азота и фосфора, чем во вскрышных породах, складированных в отвале. Содержание калия примерно одинаково. Содержание органического углерода оценивается как низкое.

Необходимо отметить почвенно-генетическую значимость этого материала в условиях лесостепи. Подавляющее большинство естественных почв в Кузнецкой котловине образовались именно на этих породах. Материал ППП является ценным ресурсом рекультивации, так как позволяет сформировать благоприятный по агрофизическим и агрохимическим свойствам корнеобитаемый слой. Поэтому, если в процессе разработки месторождения отсыпать материал ППП в поверхностных слоях отвала, на склонах, на террасах, то создаются благоприятные почвенно-экологические условия, позволяющие в дальнейшем значительно повысить эффективность рекультивационных работ и сократить затраты на биологический этап рекультивации.

Основными вскрышными и вмещающими породами в районе ведения горных работ являются песчаники, аргиллиты и алевролиты. В связи с тем, что отработка месторождения ведется не по селективной схеме, то субстрат отвала представляет собой хаотичную смесь песчаников, алевролитов и аргиллитов, с некоторым количеством суглинков и углистых частиц. Для характеристики этого субстрата были отобраны образцы материала с поверхности внешнего отвала на участке горных работ.

По физическому строению субстрат представляет собой бесструктурную каменистую массу. Основные физические показатели приведены в табл. 5.

Таблица 5

Агрофизические свойства материала отвала

Глубина, см	Плотность, г/см ³	Плотность сложения, г/см ³	Порозность, %	Содержание частиц (%) <0,01 мм	Содержание частиц (%) <1 мм
0-10	2,59	1,46	43,6	9,1	16,1
20-40	2,49	1,50	39,8	8,8	12,4
60-80	2,68	1,76	34,3	6,3	8,3

Плотность сложения изменяется достаточно в широких пределах. В поверхностных слоях она составляет 1,4–1,8 г/см³, что делает этот субстрат практически непроницаемым для воды и корней растений. Высокая плотность субстрата отвала обусловлена каменистостью пород, а также сильным уплотнением при

формировании отвала. В то же время высокая плотность сложения необходима для обеспечения устойчивости отвала. Поэтому при проведении рекультивационных работ необходимо проводить мероприятия по снижению плотности поверхностных слоев отвала, или специально формировать корнеобитаемый слой из ППП и ПСП.

По гранулометрическому составу мелкоземистый материал отвала в основном относится к легким суглинкам и супесям и содержит более 85 % частиц крупнее 1 мм. Фракции крупнее 1 мм относятся к крупнозему и неблагоприятно влияют на физические свойства почвообразующего субстрата, препятствуя проведению агротехнических работ и формированию устойчивого растительного покрова и развитию процессов почвообразования.

Другим фактором, затрудняющим естественное восстановление нарушенных ландшафтов, является незначительное содержание основных элементов питания во вскрышных породах, размещенных во внешнем отвале. Основные агрохимические показатели субстрата отвала приведены в табл. 6.

Таблица 6

Агрохимические показатели субстрата отвала

Глубина, см	рН _{водн.}	Валовое содержание, %		
		Азот	Фосфор	Калий
0-10	8,15	0,032	0,07	1,32
20-40	7,23	0,036	0,06	1,25
60-80	7,55	0,051	0,08	1,10

Материал отвала характеризуется щелочной и слабощелочной реакцией среды и очень малым содержанием валового азота и фосфора. Малое содержание этих элементов не способствует развитию почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов. Содержание валовых форм калия можно охарактеризовать как среднее.

На субстрате с такими физическими и агрохимическими показателями может развиваться только очень ограниченный набор видов растений [5]. Со временем в результате выветривания вскрышных пород и развития процессов почвообразования свойства субстрата отвала в поверхностных слоях будут изменяться. Однако для создания более-менее благоприятных почвенных условий на таком субстрате может потребоваться очень длительное время – от 300 до 1000 лет. При этом все это время отвалы вскрышных пород могут негативно влиять на прилегающие ненарушенные ландшафты.

Если подобрать устойчивые и нетребовательные к питательному режиму виды растений (например, облепиха, сосна), то возможно озеленить поверхность отвалов и снизить негативное влияние на прилегающие территории. Однако, как показывают проведенные исследования, в почвенно-экологическом плане это не приведет к значительному улучшению условий почвовосстановления, и нарушенные территории практически навсегда останутся экотопами – территориями, значительно отличающимися от естественных ландшафтов.

Заключение. Таким образом, только применение в технологии рекультивации отвалов с отсыпкой ППП и ПСП позволит надежно закрыть поверхность отвалов и существенно сократить негативные последствия разработки угольного месторождения в данном районе. В то же время искусственно созданный почвенный слой создает благоприятные почвенно-экологические условия для произрастания растительности согласно выбранному направлению рекультивации.

В целом агрофизические и агрохимические свойства ППП вполне благоприятны для использования этого материала для отсыпки отвалов. Однако для создания почвенно-растительного слоя на поверхности отвала необходимо некоторое улучшение агрохимических свойств ППП. Для этого необходимо увеличить содержание основных элементов питания с путем применения минеральных или органических удобрений, или почвоулучшителей. Можно также рекомендовать для улучшения свойств ППП смешивать его с материалом ПСП при снятии с территорий, отведенных для разработки месторождения. Это позволяет значительно снизить затраты на проведение горнотехнического этапа рекультивации.

Вскрышные и вмещающие породы, формирующие отвалы, на начальных этапах восстановления могут лимитировать формирование растительного покрова на поверхности отвалов за счет неблагоприятных свойств, препятствующих развитию процессов почвообразования. Поэтому рекультивация техногенно нару-

шенных территорий должна быть направлена в первую очередь на формирование благоприятного корнеобитаемого слоя.

Литература

1. Природно-техногенные комплексы Кузбасса: свойства и режимы функционирования/ И.С. Семина, И.П. Беланов, А.М. Шипилова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. – 396 с.
2. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
3. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири /отв. ред. В.П. Панфилов. – Новосибирск: Наука, 1976. – 544 с.
4. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Наука, 2000. – 200 с.
5. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса. – Новосибирск: Гео, 2010. – 160 с.



УДК 631.45:712(571.54)

*Т.М. Корсунова, Е.В. Коновалова,
А.И. Ранжурова, В.В. Коновалова*

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ УЛУЧШЕНИЯ УРБОЗЕМОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ г. УЛАН-УДЭ

В статье представлены результаты исследований по изучению состояния урбоземов зеленых зон г. Улан-Удэ. Рассмотрены методы улучшения почв для оптимизации роста цветочных культур.

Ключевые слова: *зеленый фонд, фитотестирование, фитотоксичность, цветочные культуры, урбоземы, урботерритории, биопрепараты.*

*T.M. Korsunova, E.V. Konovalova,
A.I. Ranzhurova, V.V. Konovalova*

BIOTECHNOLOGICAL METHODS OF URBAN SOIL IMPROVEMENT FOR ULAN-UDE GREEN PLANTATION OPTIMIZATION

The research results on the urban soil condition studying of Ulan-Ude green zones are presented in the article. The soil improvement methods for the flower culture growth optimization are considered.

Key words: *green fund, phyto-testing, phyto-toxicity, flower culture, urban soils, urban territories, bio-preparations.*

Введение. Важнейшей компонентой устойчивого развития селитебных территорий является экологическое благополучие региона, доступность и привлекательность рекреационных зон, уровень благоустройства и комфортности среды обитания [3]. В населенных пунктах, городах с большой концентрацией населения и промышленности нарушаются естественные экологические процессы, деформируется среда обитания, сокращается площадь зеленых насаждений, ухудшается их качество. Между тем основой экологического каркаса урбанизированной территории, важным компонентом городского пространства должны стать зеленые насаждения – парки, бульвары, скверы, зеленые зоны города и пригорода, которые выполняют важные экологические функции. В целом они включены в категорию особо охраняемых природных объектов (зеленый фонд городских и сельских поселений как совокупность зеленых зон, покрытых древесно-кустарниковой и травянистой растительностью территорий), охрана которых предусматривает систему мероприятий, обеспечивающих их сохранение и развитие для нормализации экологической обстановки и создания благоприятной окружающей среды [4].