

УДК 622.882

ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ОТВАЛОВ

Т. Калыбеков, С.В. Турсбеков, Ы. Жакыпбек, Н.З. Ахтаева, Г.А. Муканова

Показана важность изучения интенсификации почвообразовательных процессов при выполнении рекультивации техногенно нарушенных земель на открытых разработках с целью охраны окружающей среды и улучшения экологической обстановки в районе освоения недр. Приведены условия формирования фитоценозов и ускорения почвообразования и постепенного преобразования техногенного ландшафта под влиянием развития почвообразовательного процесса, роль растений и микроорганизмов для развития почвообразования.

Ключевые слова: открытый способ; месторождение; почвообразование; интенсификация; отвал; рекультивация.

ЖЕРДИН ИШТЕТҮҮГӨ ЖАРАКСЫЗ КАТМАРЫН РЕКУЛЬТИВАЦИЯ КЫЛУУДА ЖЕР КЫРТЫШЫН ТҮЗҮҮ ПРОЦЕССИН ТЕЗДЕТҮҮНҮ ИЗИЛДӨӨ

Т. Калыбеков, С.В. Турсбеков, Ы. Жакыпбек, Н.З. Ахтаева, Г.А. Муканова

Макалада кенди өздөштүрүү аймагында айлана-чөйрөнү коргоо жана экологиялык кырдаалды жакшыртуу максатында, ачык кен иштеткен аймакта техногендик бузулган жерди рекультивациялоодо жер кыртышын түзүү процессин тездетүүнү изилдөөнүн маанилүүлүгү көрсөтүлдү. Фитоценоздордун калыптануу шарттары жана жер кыртышынын калыптанышын тездетүү, жер кыртышынын калыптануу процессин өнүктүрүүнүн таасири астында акырындык менен техногендик ландшафтын кайра түзүлүшү, жер кыртышынын түзүлүшүн өнүктүрүүдө өсүмдүктөрдүн жана микроорганизмдердин ролу каралды.

Түйүндүү сөздөр: ачык ыкма; кен чыккан жер; жер кыртышынын калыптанышы; күчөтүү; жердин иштетүүгө жараксыз катмары; рекультивация.

STUDYING THE INTENSIFICATION OF SOIL-FORMING PROCESSES IN RECLAMATION OF THE SURFACE DUMPS

T. Kalybekov, S.V. Tursbekov, Y. Zhakypbek, N.Z. Akhtaeva, G.A. Mukanova

The importance of studying the intensification of soil-forming processes during the reclamation of technologically disturbed lands in open-cast mining in order to protect the environment and improve the ecological situation in the area of subsurface resources development is shown. The conditions for the formation of phytocenoses and the acceleration of soil formation and the gradual transformation of the technogenic landscape under the influence of the development of the soil-forming process, the role of plants and microorganisms for the development of soil formation are given.

Keywords: open method; deposit; soil formation; intensification; dumping; reclamation.

Добыча полезных ископаемых открытым способом представляет огромную опасность для природной среды в виде нарушения значительных территорий и образования внешних отвалов при складировании вскрышных пород. В этих условиях при ведении горных работ наблюдается интенсивное техногенное воздействие на поч-

венный покров территории открытого способа разработки, поэтому рекультивация нарушенных земель и возвращение их в народно-хозяйственное использование является экологической проблемой, важнейшей в системе мероприятий по охране окружающей среды и оптимизации экологической обстановки в районе освоения недр.

Своевременное восстановление техногенно нарушенных земель на открытых горных работах является приоритетной задачей недропользователя при осуществлении природоохранных мероприятий. В результате открытого способа добычи минерального сырья происходит изъятие земель из хозяйственного оборота для и увеличение размеров нарушенных площадей, связанных со складированием вскрышных пород.

Создание устойчивого фитоценоза на поверхности рекультивируемых площадей, повышение жизнедеятельности аборигенной микрофлоры и интенсификация почвообразования на поверхности отсыпаемых отвалов при разработке месторождений полезных ископаемых позволяет уменьшить отрицательное влияние освоения месторождений полезных ископаемых на окружающую среду и обеспечивает условия для успешной рекультивации нарушенных земель. Основной задачей при рекультивации поверхности отвалов является интенсификация почвообразовательных процессов и создание на рекультивируемой поверхности плодородного горизонта. При формировании почвообразования на отвалах важную роль играют растения и микроорганизмы, способные трансформировать органическое вещество растений во фрагменты гумуса и разрушать горные породы до состояния мелкозема. Изучение интенсификации почвообразовательных процессов при выполнении рекультивационных работ на техногенно нарушенных участках достаточно актуальная задача.

Для исследования почвенного покрова авторы проводили полевые работы на территории Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного производственного объединения (ССГПО). В исследуемой подзоне широко распространены малогумусные черноземы. Эти почвы встречаются в основном в виде комплексных массивов с автоморфными солонцами. Встречаются и однородные участки солонцеватых почв или сочетания их с лугово-черноземными и луговыми солонцеватыми почвами. Однородность этих массивов нарушается мелкими блюдцеобразными понижениями, в которых формируются лугово-черноземные и реже карбонатные почвы, и сурчинами, отчетливо выделяющимися среди плоских равнин. Почвообразующими породами служат желто-бурые делювиальные суглинники.

Морфологические показатели рассматриваемых почв представляются в следующем виде: мощность гумусового горизонта для средне-мощных видов 40 см, для маломощных – 25–30 см. Гумусовый горизонт прокрашен неравномерно, как правило, в горизонте В заметна языковатость, особенно характерная для тяжело-суглинистых разновидностей. Горизонт А достаточно задерненный в верхней части, имеет комковато-пылеватую структуру, мощность его колеблется в пределах 15–20 см, имеет более повышенное залегание карбонатного и гипсового горизонтов. Солонцеватость черноземов достаточно ясно подтверждается данными водной вытяжки. Все морфологически выделенные иллювиальные горизонты отличаются высокой щелочностью, которая достигает здесь 8 (таблица 1).

Анализ водной вытяжки показывает отсутствие засоленности гумусового горизонта, некоторое повышение плотного остатка наблюдается в карбонатно-иллювиальном горизонте, главным образом за счет хлоридов и сульфатов, а более ясная концентрация солей заметна в конце первого и начале второго метра, где преобладают сернокислые соли кальция и магния, а хлористые соли имеют подчиненное значение. Комплексный экосистемный подход в изучении влияния горно-металлургических предприятий на природную среду, почвенно-мелиоративные и биологические методы реабилитации ландшафтов создают условия для их восстановления. По механическому составу верхние горизонты характеризуются как суглинки тяжелые, иловато-крупно-пылеватые.

Солонцеватые черноземы обладают неудовлетворительными физическими свойствами, а именно, высокой плотностью иллювиального горизонта. Неблагоприятным фактором является повышенная щелочность и наличие натрия. Все это отрицательно влияет на произрастание сельскохозяйственных культур. Производственная ценность этих почв снижается еще тем, что их массивы часто представлены комплексами со значительным количеством солонцов. Для их улучшения следует применять методы химической и фитохимической мелиорации.

Содержание гумуса в верхних слоях литостратов разных возрастов достаточно высоко, убывает вниз по профилю и сопоставимо

Таблица 1 – Содержание воднорастворимых солей в Васильевских золошлакоотвалах АО “ССГПО” в %

№ разреза и глубина образцов, см.	Плотный остаток	Сумма солей	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg
P-1 0–10	0,080	0,016	0,009	0,001	0,002	0,002	0,002
18–28	0,083	0,010	0,005	0,003	0,002	0,005	0,003
35–45	0,033	0,021	0,009	0,005	0,016	0,007	0,017
55–65	0,210	0,163	0,073	0,034	0,031	0,080	0,55
80–90	0,380	0,381	0,049	0,165	0,406	0,226	0,60
110–120	0,943	0,824	0,019	0,150	0,003	0,167	1,01
P-2 0–10	0,130	0,035	0,023	0,001		0,139	0,062
10–25	0,113	0,037	0,021	0,001	0,125	0,142	0,70
25–40	0,166	0,107	0,075	0,003	0,302	0,150	0,68
45–58	0,499	0,494	0,065	0,134	1,132	0,150	0,65
58–120	0,903	0,788	0,045	0,175	0,275	3,31	0,60
P-3 0–10	0,098	0,032	0,20	0,134	0,004	0,130	0,98
20–30	0,088	0,60	0,025	0,175	0,008	0,147	0,87
30–40	0,197	0,139	0,082	0,136	0,139	0,153	0,85
40–70	0,499	0,490	0,041	0,178	0,167	0,153	0,80
75–130	1,219	1,490	0,20	1,89	1,02	0,168	0,70

с контролем. На эродированных участках наличие значительного количества гумуса в 21–23-летних литостратах не позволяют однозначно определить процесс почвообразования на отвалах [1]. Результат новообразования и аккумуляции гумусовых веществ связан с эоловыми процессами и формированием благоприятных физико-химических условий для почвенной биоты, определяющими интенсивность почвообразовательных процессов в почвах. Литостраты отвалов Бородинского месторождения без нанесения плодородного слоя почвы обладают исходным плодородием, уровень которого частично наследуется от материнских пород и наращивается в результате микробиологических процессов деструкции органического вещества, что обеспечивает растения азотом и минеральными элементами и свидетельствует о развитии первичных почвообразовательных процессов. Подбор пород для рекультивационных работ должен проводиться с учетом почвенно-клима-

тических условий, рельефа местности, интенсивности эрозионных процессов и базироваться на таких качественно важных характеристиках видов, как: олигонитрофильность, солеустойчивость и засухоустойчивость [2]. Породы должны быть обязательно аборигенными и по своему видовому составу сходными с произрастающими в близлежащих к отвалам лесных массивах. Для улучшения развития формирующихся фитocenozов и ускорения почвообразовательных процессов необходимо поэтапное внесение в новообразующую почву соответствующих бактерий, микроорганизмов и мицелия грибов-микоризообразователей, которые можно взять из верхнего слоя почвы сходных экосистем.

Формирование плодородно-растительного слоя в естественных условиях является процессом длительным, измеряемым десятилетиями, поэтому восстановление поврежденного промышленностью или создание нового ландшафта неразрывно связано с решением проблемы

ускоренного почвообразования [3]. Поэтому наряду с традиционными приемами биологической рекультивации, базирующимися на нанесении плодородного слоя почвы на восстанавливаемую поверхность, в настоящее время широко разрабатываются новые методы беспочвенного восстановления плодородия нарушенных земель. Ежегодно увеличивающиеся площади земель, нарушенных горными работами, требуют разработки новых перспективных методов восстановления нарушенных земель и более активного использования интенсификации почвообразовательных процессов на рекультивационных работах.

Разработка и корректировка методов технологии в первую очередь должны быть направлены на создание устойчивых насаждений с максимальным использованием возможностей самовосстановления природных экосистем [4]. В этой связи основной задачей современной экологизации среды является создание условий для формирования почвообразовательного процесса при рекультивации внешних отвалов.

Практика выполнения рекультивационных работ показывает, что наибольшая эффективность рекультивации достигается при проведении комплексных мероприятий, объединяющих в единый процесс работы подготовительного, горнотехнического и биологического этапов [5]. В результате проведения рекультивационных работ, а также под влиянием развития почвообразовательных процессов, техногенные ландшафты постепенно преобразуются, и на их поверхности формируется своеобразный почвенный покров, значительно отличающийся от зонального, свойственного ненарушенным ландшафтам.

При формировании абиотических условий обитания растений в Усть-Сокском карьере ведущая роль принадлежит условиям рельефа крутизны и расчлененности склонов, понижения и повышения, которые непосредственно влияют на световой, тепловой, водный и воздушный режимы [6]. Наряду с этим большое значение имеют: физико-химические особенности подстилающих и почвообразующих пород, водопроницаемость, значительная отражающая способность, высокое содержание карбонатов, а также небольшая мощность, скелетированность и фрагментарность почв.

На основе оценки динамики естественных восстановительных процессов в техногенных ландшафтах выполнено обоснование, разработаны и апробированы способы лесной рекультивации нарушенных земель, ориентированные на восстановительный потенциал экосистем, с минимальными затратами на технический этап использования устойчивых и высокопродуктивных древесных пород и кустарников [7]. Использование восстановительного потенциала лесных экосистем представляет новое направление в рекультивации нарушенных земель. Для этого необходимо учитывать природно-климатические условия, степень нарушенности ландшафтов, почвенного покрова и растительности, а также особенности почвообразовательных процессов на отвалах горнодобывающей промышленности. Восстановление растительного и почвенного покровов происходит в зависимости от экологических условий отвалов и окружающих природных комплексов.

Почвообразовательный процесс, протекающий на отвалах вскрышных пород, характеризуется значительной пространственной изменчивостью по различным показателям химического состояния почв, прежде всего по углероду, что объясняется пестротой состава вскрышных пород, сложностью макро- и микрорельефа и характером восстановления растительного покрова [8]. Протекание почвообразовательного процесса при участии ферментов увеличивает скорость биохимических реакций. Активность ферментов можно широко использовать для биодиагностики и индикации почв, выявления особенности биохимических процессов почвообразования, оценки биологической активности и плодородия почвы. Результаты изучения динамики накопления и превращения органического вещества в эмбриоземах, служат показателями эффективности рекультивации нарушенных почв.

Скорость почвообразования и формирования почвенных горизонтов зависит от свойств почвообразующих пород, их водного и теплового режимов, рельефа, природно-климатических условий данного района, от видового состава растительности и продолжительности природного восстановления земель [9]. С целью определения процента приживаемости семян сосны обыкновенной были отобраны

почвенные образцы для лабораторного анализа на определение агрохимических характеристик почвенных субстратов опытного участка. Применение глиняной “болтушки” на основе раствора биоудобрения увеличивает приживаемость саженцев на 5 % во всех вариантах, и на техногенных ландшафтах улучшает приживаемость саженцев сосны обыкновенной более чем в два раза.

Изучение процессов интенсификации почвообразования на открытых разработках с целью ускорения рекультивации отсыпанной поверхности внешних отвалов вскрышных пород, позволило предложить следующие рациональные способы почвообразования на восстанавливаемых площадях при выполнении рекультивационных работ на действующих горных предприятиях:

- обеспечение растений азотом и минеральными элементами способствует первичному почвообразовательному процессу на поверхности отвалов;
- создание временных лесных насаждений из быстрорастущих, почвообразующих и почвоулучшающих древесно-кустарниковых пород обеспечивает устойчивость лесных насаждений на рекультивируемых землях;
- поэтапное внесение в новообразующую почву соответствующих бактерий, микроорганизмов и мицелия грибов-микоризообразователей улучшает развитие формирующихся фитоценозов и ускоряет почвообразовательные процессы на отвалах;
- использование интенсификации почвообразовательных процессов на рекультивационных работах благоприятствует восстановлению площади земель, нарушенных горными работами;
- адаптация внесенных штаммов микроорганизмов и развитие аборигенной микрофлоры на отвалах способствуют почвообразовательному процессу для произрастания пионерной растительности;
- развитие почвообразовательных процессов на отвалах стимулирует постепенное преобразование и формирование почвенного покрова, значительно отличающегося от зонального и техногенного ландшафта;
- физико-химические особенности подстилающих и почвообразующих пород, водопроницаемость, значительная отражающая способность и высокое содержание карбонатов способствуют формированию абиотических условий обитания растений;

- восстановленный растительный и почвенный покров отвала характеризует почвенно-экологическое состояние ландшафта и считается благоприятным естественному развитию процесса почвообразования;
- учет степени нарушенности почвенного покрова и растительности, особенности почвообразовательных процессов содействует восстановлению потенциала лесных экосистем на отвалах;
- биодиагностика и индикация почв на отвалах, выявление особенностей биохимических процессов почвообразования позволяет оценить биологическую активность и плодородие почвы;
- свойства почвообразующих пород, их водный и тепловой режим, рельеф и природно-климатические условия района, видовой состав растительности определяет скорость почвообразования и формирования почвенных горизонтов на отвалах.

Выводы. Эффективное восстановление растительного и почвенного покрова на рекультивируемой поверхности отвала достигается интенсификацией почвообразовательного процесса для улучшения почвенно-экологического состояния техногенного ландшафта, развития формирующихся фитоценозов и ускорения почвообразования на отвалах. Оно оценивается показателями состояния техногенно нарушенного ландшафта, эффективностью почвосстановления и рекультивационных работ на нарушенных землях открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Развитие почвообразовательных процессов на рекультивируемой поверхности способствует постепенному преобразованию и формированию почвенного покрова, восстановлению растительного и почвенного слоя на поверхности отвала, определяет скорость почвообразования и формирование почвенных горизонтов, характеризует почвенно-экологическое состояние улучшенной территории и естественное развитие процесса почвообразования.

Статья подготовлена по проекту ГФ МОН РК 2018/АРО5131591.

Литература

1. Богородская А.В. Процессы первичного почвообразования в техногенных экосистемах на отвалах бородинского буроугольного месторождения (Восточная часть КАТЭЖ) / А.В. Богородская, О.В. Трефилова, А.С. Шишкин // Вестник Томского госуд. ун-та. 2014. № 382. С. 214–220.
2. Родаева В.В. Восстановление растительного покрова на отвалах буроугольных месторождений южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Родаева. Усурийск, 2004. 27 с.
3. Кожевников Н.В. Проблема ускоренного почвообразования в рекультивации нарушенных земель / Н.В. Кожевников, А.В. Заушинцева // Вестник Кемеровского госуд. ун-та. 2015. № 1–2 (61). С. 26–29. URL: <https://doi.org/10.21603/2078-8975-2015-1-26-29>.
4. Уфимцев В.И. Опыт и современное состояние лесной рекультивации в Кузбассе / В.И. Уфимцев // Сибирский лесной журнал. 2017. № 4. С. 12–27.
5. Госсен И.Н. Характеристика основных технологий рекультивации / И.Н. Госсен // III Ковалевские молодежные чтения “Почва – ресурс экологической и продовольственной безопасности”: матер. всеросс. научн. конф. Томск: Изд. дом Томского госуд. ун-та, 2016. С. 128–133.
6. Самыкина М.В. Процессы ренатурализации техногенных ландшафтов карбонатных карьеров на примере Усть-Сокского (западного) карьера в Самарской области: дис. ... канд. биол. наук / М.В. Самыкина. Самара, 2016. 224 с.
7. Двуреченский В.Г. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов Новокузнецкого промышленного комплекса / В.Г. Двуреченский, В.А. Андроханов // Живые и биокосные системы. 2017. № 20. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-20/article-3>.
8. Муракаев Р.Р. Прогнозирование, рекультивация нарушенных земель в РБ / Р.Р. Муракаев, Н.А. Заманова // Современные исследования. 2018. № 4 (8). URL: http://www.nauka.org.ru/wp-content/uploads/2018/04/Муракаев_Заманова-ТН.pdf.
9. Середина В.П. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах / В.П. Середина, Т.П. Алексеева, Л.Н. Сысоева, Н.М. Трунова, Т.И. Бурмистрова // Вестник Томского госуд. ун-та. Биология. 2012. № 1 (17). С. 18–31.