

ПРОБЛЕМА УСКОРЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Н. В. Кожевников, А. В. Заушинцева

PROBLEM OF ACCELERATED PEDOGENESIS IN LAND RECLAMATION

N. V. Kozhevnikov, A. V. Zaushintseva

Авторами представлена обзорная статья по проблеме ускоренного почвообразования на полях разных типов рекультивации. Проанализированы исследования почвоведов России и зарубежных стран. Теоретическое обобщение показало, что проблемы почвообразования на техногенных территориях требуют комплексного подхода и новых технологий рекультивации. Востребованы технологии с применением полезных микроорганизмов, животных, растений.

The paper provides a review on the problem of accelerated pedogenesis in the fields of different types of reclamation. The authors analyzed the studies of soil scientists from Russia and abroad. Theoretical generalization showed that the problem of soil formation in technological areas requires an integrated approach and new reclamation technologies. The technology using beneficial microorganisms, animals, and plants is demanded.

Ключевые слова: почвообразование, рекультивация, технологии, эффективность рекультивации, плодородие почвы.

Keywords: pedogenesis, reclamation, technology, reclamation efficiency, soil fertility.

Формирование почвенного покрова и растительности с момента уничтожения до достижения ими комплексной структуры в условиях оптимальной температуры и влажности – процесс не одной сотни лет [4]. Длительность трансформации техногенного ландшафта в естественный, природный для каждого техногенного ландшафта своя. Она определяется, с одной стороны, спецификой свойств и режимов каркасной основы, заложенной на техногенной фазе, и с другой – особенностями биоклиматической обстановки данной местности. В крайних, но весьма распространенных случаях на это потребуются многие тысячелетия [2]. В неблагоприятных условиях почва и растительный покров не сформируются никогда и будут пребывать в эволюционном тупике [4].

Исследования, проведенные В. П. Серединой и др. [13], свидетельствуют о том, что в благоприятных биоклиматических и почвенно-экологических условиях Кузнецкой лесостепи процессы аккумуляции гумуса протекают достаточно интенсивно. И тем не менее более чем за 15 лет формирования и развития техногенных ландшафтов (эмбриоземов) запасы органического вещества не достигли уровня зональной почвы [2]. Таким образом, даже в наилучших, но малораспространенных случаях, для этого потребуются несколько десятилетий.

Основным и наиболее эффективным способом восстановления почвенно-экологических функций нарушенных экосистем является рекультивация нарушенных земель. В соответствии с ГОСТ 17.5.1.01-83 «Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения» [7] под рекультивацией понимается комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды в соответствии с интересами общества.

Экспериментальные исследования, проводимые почвоведом в Кузбассе на протяжении 40 лет, показывают, что полностью восстановить утраченные функции почвы невозможно. Максимальный результат, полученный на экспериментальных площадках, составляет 90 %, а среднее значение плодородия на рекультивированных землях составляет около 30 % [6].

В. А. Андрохановым [1] проведены исследования почвенного покрова экологической системы всех типов рекультивации, которые применялись в Кузбассе. На графике восстановления почвенно-экологических функций в техногенном ландшафте показано: первая кривая (1) – эффективность рекультивации при естественном зарастании, вторая кривая (2) – при рекультивации без формирования почвенного слоя. Эффективность этих методов рекультивации – низкая – и незначительно возрастает после 20 – 25 лет. И только создание искусственных почвенно-экологических систем с нанесением плодородного слоя почвы (третья кривая) позволяет действительно эффективно восстанавливать многие почвенно-экологические функции нарушенных экосистем (рис. 1).

Таким образом, 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. 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.

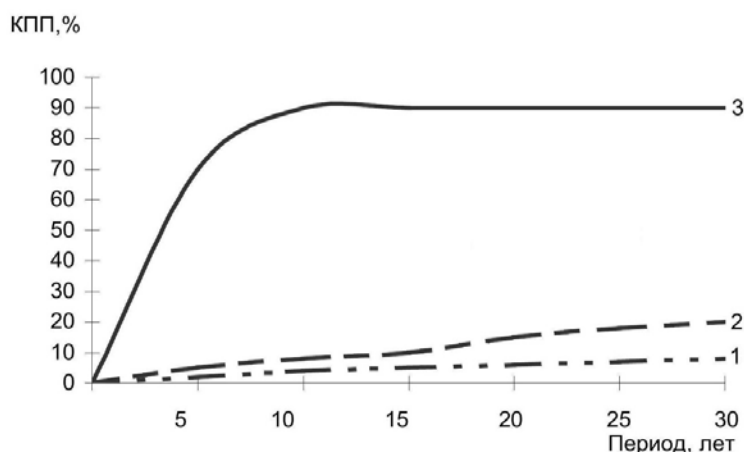


Рис. 1. График скорости восстановления почвенно-экологических функций в техногенном ландшафте [1]

В зарубежных странах проблема ускоренного почвообразования решается различными способами. В Германии для ускоренного почвообразования в грунты вносится большое количество удобрений, и особое внимание уделяется регулированию водного режима. Для улучшения физических свойств пород отвалов наряду с глубинным рыхлением применяются известкование, внесение полистироловых хлопьев, использование битумных эмульсий. В качестве удобрений применяются биошлам, биогенные воды, содержащие мочевины.

В Болгарии рекультивационные работы проводятся традиционным способом дифференцированно в зависимости от ландшафтно-экологических условий региона и степени загрязнения с учетом нарушений почвенного покрова и растительности. Изыскиваются способы рекультивации земель для сельскохозяйственного использования без нанесения почвенного слоя. Хороший результат получен при внесении 15 % золы угля и минеральных удобрений. Проводятся эксперименты с применением торфа и лигнита [8].

В Польше для рекультивации нарушенных земель в угольной промышленности наряду с землевладением используют внесение удобрений или компостов из осадка сточных вод (ОСВ), отходов целлюлозно-бумажной или фармацевтической промышленности, золы электростанций [15].

В США в последние 5 – 10 лет широкое распространение при восстановлении нарушенных земель получили технологии рекультивации с использованием осадков бытовых сточных вод. Сущность способа заключается в известковании кислых субстратов отвала известью до $pH = 7,0$. Затем с компостированием либо без него вносится ОСВ в количестве 120 – 134 т/га в пересчете на сухое вещество. После вспашки производится посев многолетних трав [16].

Наблюдения в течение 5 лет подтвердили благотворное влияние ОСВ на надземную и корневую биомассу, накопление в почве органического вещества. Другой способ использования ОСВ состоит в анаэробном сбраживании и обезвоживании осадка (до

консистенции около 25 %), смешивании с опилками в соотношении 1:2 и компостировании. Полученный компост смешивается с осадком в соотношении 1:1 и вносится в субстрат отвалов в количестве 12 – 13,4 кг/м². При этом восстановление нарушенных земель происходит значительно быстрее, чем при использовании минеральных удобрений. Анализ на наличие тяжелых металлов в выращенной продукции дал отрицательные результаты.

Заслуживает внимания также опыт использования ОСВ в Венгрии, где методом биологического инъецирования восстановлено более 2,0 тыс. га после разработки бурого угля. Сущность способа заключается в подготовке на основе ОСВ смеси из лигнита, опилок или соломы с удобрениями и инъецирования ее в поверхность отвала. Практика показала, что на подготовленных таким образом участках с успехом растет пшеница, рожь, овес, ячмень, овощи, древесные и кустарниковые культуры [12].

В России также разрабатывают новые методы восстановления нарушенных земель. Так, в институте ВНИИОСуголь (г. Пермь) разработан микробиологический способ рекультивации, не имеющий аналога в мировой практике. Повышение биологической активности рекультивируемых грунтов достигается сплошной инокуляцией активной почвенной микрофлоры, способствующей мобилизации потенциального плодородия субстрата, накоплению в нем органического вещества и элементов питания в доступной для высших растений форме. В отличие от традиционных приемов рекультивации при указанном способе образование почвенного слоя происходит в 2 – 3 раза быстрее. Разработанная технология ускоренной рекультивации земель с использованием почвенных микроорганизмов защищена 11 авторскими свидетельствами и запатентована в США, Канаде, Франции, Испании, Германии.

Способ заключается в том, что спланированные отвалы обрабатывают хозяйственно-бытовым осадком, а затем – гуминовым препаратом, содержащим культуру плесневого гриба *Aspergillus*. После этого

проводят вспашку, и поверхность отвала засевают семенами многолетних трав (бобовых и злаковых). Засеянную поверхность отвала инокулируют бактериальным препаратом, содержащим культуру аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий, выделенных из отвалов и поэтому адаптированных к их условиям. А во время всходов растений и в период их кущения производят инокуляцию поверхности отвалов бактериальным препаратом, содержащим культуру *Azotobacter* и фосфатрастворяющие бактерии.

Выделение бактерий, используемых для приготовления препаратов, осуществляется из породы рекультивируемых отвалов по специально разработанной методике, характеризующейся простотой, доступностью и низкими материальными затратами. Для выращивания бактериальной культуры используют специально созданную установку культивирования микроорганизмов, позволяющую ежедневно получать определенное количество культуры, необходимой для обработки поверхности породного отвала.

Уже во второй год происходит быстрый процесс почвообразования и на поверхности отвала формируется дерновый слой 10 – 15 см. Высота растений на рекультивируемых участках достигает 100 – 120 см, а количество биомассы – 190 ц/га. Увеличивается количество бактерий, участвующих в почвообразовании. Под влиянием метаболизма микроорганизмов улучшаются агрохимические свойства породы. Водная рН повышается с 3,0 до 7,0 (на кислых породах), а сумма обменных оснований – до 49,4 мг-экв/100 г. Увеличение подвижных фосфора и калия, а также тенденция к накоплению азота и гумуса свидетельствуют о возникновении важнейшего свойства образующейся почвы – плодородия [9 – 11].

Прогрессивными и экологически чистыми являются разработки специалистов института ВНИИОС-уголь и ПО «Средазуголь», а также КАТЭКНИИУголь (г. Красноярск), по получению гуминовых кислот, комплексных органоминеральных удобрений для активизации биохимических процессов в почве, что открывает широчайшую перспективу рекультивации земель, интенсификации сельскохозяйственного производства при практически неограниченной сырьевой базе, минимальных затратах и исключении применения химически вредных веществ [12].

Перспективные разработки ведутся томскими учеными. На основе полевых и экспериментальных исследований ими установлена эффективность торфяных препаратов в биологической рекультивации пород угольных отвалов. С целью ускорения биологической рекультивации поверхности грунта отвальной породы в полевом опыте на угольном отвале испытан торфяной препарат – органоминеральное удобрение (ОМУ), приготовленный на основе торфа низинного типа.

Полевые опыты показали, что использование торфяного препарата ОМУ обеспечило активизацию биологических процессов: по окончании вегетационного периода возросла численность микроорганизмов, потребляющих органические и минеральные формы

азота, сахаролитических грибов и разрушителей целлюлозы. При наличии высокой полифенолоксидазной и пероксидазной активности самого грунта отвальной породы и высокой дегидрогеназной активности, обусловленной внесением ОМУ, создаются условия для реакций поликонденсации окисленных фенольных соединений и продуктов дегидрирования низкомолекулярных соединений с образованием первичной структуры гумуса [14].

В Кузбассе разработка технологий рекультивации с высоким почвенно-экологическим эффектом обусловлена сложившейся в горнодобывающей промышленности острой экологической обстановкой. Интенсивность преобразующего воздействия угледобывающего производства Кузбасса на почвенный покров и природные ландшафты в целом достигла такого уровня, при котором негативные последствия оказывают существенное влияние на природные процессы и среду обитания человека. В этой ситуации особенно важны исследования, позволяющие осуществить практическое внедрение в Кузбассе технологий рекультивации с высоким почвенно-экологическим эффектом.

Современные рекультивационные технологии в нашем регионе основаны на использовании нетрадиционных мелиорантов (ОСВ городских очистных сооружений, иловых образований водозаборного ковша). ОСВ – возобновляемый рекультивационный ресурс, накопление которого неразрывно связано с деятельностью городских очистных сооружений. Во многих городах Кузбасса в результате дефицита площадей складывается неблагоприятная обстановка по складированию и утилизации ОСВ, приводящая к их аварийному выбросу в естественные водоемы [3]. Их применение позволяет не только повышать плодородие нарушенных земель при относительно небольших материальных затратах, но решать еще одну важную экологическую проблему – утилизировать отходы городских очистных сооружений и ковшевых иловых отложений предприятий энергетического комплекса Кузбасса [5].

Более чем за вековой период целенаправленной работы в сфере рекультивации накоплен положительный опыт по восстановлению продуктивности и реконструкции нарушенных угледобывающей промышленностью ландшафтов. Но несмотря на значительные достижения в области рекультивации нарушенных земель, существует еще немало трудностей и нерешенных задач. Ежегодно увеличивающиеся площади земель, нарушенных горными работами, а также возрастающие затраты на работы по их восстановлению, должны стать предпосылкой для разработки новых перспективных методов восстановления нарушенных земель и более активного использования современных технологий.

Литература

1. Андроханов В. А. Научные и практические основы рекультивации нарушенных территорий // Научные основы экологии, мелиорации и эстетики ландшафтов: Международная научно-практическая конференция. Тула: Гриф и К, 2010. С. 178 – 183. Режим доступа: <http://in-nature.ru/wp-content/uploads/2010/07/Androchanov.pdf> (дата обращения: 10.02.2014).
2. Андроханов В. А. Специфика и генезис почвенного покрова техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2005. № 5. С. 795 – 800.
3. Андроханов В. А., Водолеев А. С., Клековкин С. Ю. Организационные и технологические альтернативы рекультивации техногенно нарушенных земель // ЭКО-бюллетень. 2008. № 4. С. 26 – 28.
4. Андроханов В. А., Куляпина В. Д., Курачев В. М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: СО РАН, 2004. 151 с.
5. Водолеев А. С. Рекультивация техногенно-нарушенных земель Южного Кузбасса с использованием нетрадиционных мелиорантов: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Барнаул, 2007. 34 с.
6. Гаджиев И. М., Курачев В. М., Андроханов В. А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: ЦАРИС, 2001. 36 с.
7. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. Введ. 1983–12–13.
8. Каплунов Ю. В., Климов С. Л., Красавин А. П. Экология угольной промышленности России на рубеже XXI века. М.: Академии горных наук, 2001. 295 с.
9. Красавин А. П., Катаева И. В. Ускоренная рекультивация нарушенных горными работами земель с использованием бактериальных препаратов // Уголь. 1998. № 9. С. 53 – 58.
10. Красавин А. П., Катаева И. В., Лелекс А. И., Екатерининский В. А. Перспективы биотехнологии в угольной промышленности: Обзор. М.: ЦНИЭИуголь, 1996. 110 с.
11. Красавин А. П., Кукушкин В. М. Совершенствование природоохранных работ в угольной промышленности: Обзор. М.: ЦНИЭИуголь, 1993. 66 с.
12. Малышенко В. С., Каплунов Ю. В., Красавин А. П., Харионовский А. А. Совершенствование природоохранных работ в угольной промышленности. М.: ЦНИЭИуголь, 1992. 142 с.
13. Середина В. П., Алексеева Т. П., Сысоева Л. Н., Трунова Н. М., Бурмистрова Т. И. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 1(17). С. 18 – 31.
14. Середина В. П., Андроханов В. А., Алексеева Т. П., Сысоева Л. Н., Бурмистрова Т. И., Трунова Н. М. Экологические аспекты биологической рекультивации почв техногенных экосистем Кузбасса // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 2. С. 61 – 72.
15. Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia // Poland, 1995. P. 115 – 124.
16. Skousen J., Clinger C. Sewage sludge land application program in west Virginia // Soil and Water Conserv. 1993. 48. № 2. P. 145 – 151.

Информация об авторах:

Кожевников Николай Владимирович – аспирант кафедры ботаники КемГУ, Koghevnikov_NV@mail.ru.

Nikolay V. Kozhevnikov – post-graduate student at the Department of Botany, Kemerovo State University.

(Научный руководитель – А. В. Заушинцева).

Заушинцева Александра Васильевна – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники КемГУ, alexaz58@yandex.ru.

Alexandra V. Zaushintsena – Doctor of Biology, Professor at the Department of Botany, Kemerovo State University.

Статья поступила в редколлегию 17.12.2014 г.