УДК 574.42:58.02

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСТАВРАЦИИ СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ОТВАЛАХ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Уфимцев В.И.

ФГБНУ Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово, e-mail: uwy2079@gmail.com

Проведен обзор, предваряющий разработку технологии по восстановлению отвалах вскрышных пород степных фитоценозов, ранее уничтоженных в результате горнодобывающей деятельности. Для целей восстановления степей рассмотрены возможности использования местных степных ресурсов Кузбасса, оценены свойства различных субстратов в сравнении их с естественными условиями произрастания видов петрофитных степей. Обзор существующих методов восстановления степей показал, что для условий Кузбасса единственным приемлемым может быть способ нанесения смеси семян и вегетативной массы, скошенной на степных маточных участках в различные сроки в зависимости от времени созревания видов. Установлено, что степные угодья в Кузбассе, несмотря на их малую площадь, на современном этапе способны обеспечить семенным материалом участки отвалов, подлежащие реставрации. Различные субстраты отвалов, в том числе наносимые потенциально плодородные породы и плодородный слой почвы, обладают отдельными достоинствами и недостатками, поэтому при закладке будущего эксперимента целесообразно изучить основные типы поверхности на предмет прорастания семян, формирования вегетативной массы, способности к возобновлению, сохранности степных видов и видового обилия.

Ключевые слова: Кузбасс, степь, отвалы вскрышных пород, рекультивация, реставрация.

PROSPECTS OF RESTORATION OF STEPPE LANDSCAPES ON DUMPS OF THE COAL INDUSTRY

Ufimtsev V.I.

FGBNU Federal research center of coal and coal chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Kemerovo, e-mail: uwy2079@gmail.com

The review preceding development of technology for restoration dumps of overburden breeds of the steppe phytocenosis which are earlier destroyed as a result of mining activity is carried out. For restoration of steppes the possibilities of use of local steppe resources of Kuzbass are considered, properties of various substrata in their comparison with natural conditions of growth of types the stony steppesare estimated. The review of the existing methods of restoration of steppes has shown that for conditions of Kuzbass the way of putting mix of seeds and the vegetative weight mown on steppe uterine sites in various terms depending on time of maturing of types can be the only thing accepted. It is established that steppe grounds in Kuzbass, despite their small area, at the present stage are capable to provide with seed material the sites of dumps which are subject to restoration. Various substrata of dumps, including the caused potentially fertile breeds and a fertile layer of earth, possess separate merits and demerits therefore at laying of future experiment it is expediently expedient to study the main types of a surface regarding germination of seeds, formation of vegetative weight, ability to renewal, safety of steppe types and specific abundance.

Keywords: Kuzbass, steppe, dumps of overburden breeds, recultivation, restoration.

Разработка месторождений угля в Кузбассе привела к деградации природных экосистем на огромных территориях [21]. Наиболее существенно пострадали степные ландшафты – некогда занимавшие значительные площади в срединной части Кузнецкой котловины, на рубеже XX–XXI веков оказались на грани исчезновения [16]. В связи с этим одним из важнейших приоритетов экологической региональной политики должно стать воссоздание на сформированных отвалах ранее уничтоженных лугово-степных экосистем.

В современной практике рекультивации существуют методы по созданию травянистых фитоценозов, которые позволяют достигать высоких хозяйственных результатов. Однако эксперименты по восстановлению степей на нарушенных землях еще находятся на стадии разработки. Один из возможных подходов основывается на искусственном внедрении на первичный субстрат отвалов многолетних растений из состава степных и лугово-степных сообществ целинных земель. Для этого следует разработать технологию реставрации степных и лугово-степных фитоценозов, которая регламентировала бы сроки сбора фитомассы, определяла состав грунта как основы для формирования эдафических условий, нормы нанесения травяной смеси и другие параметры. Такая технология должна быть ориентирована на улучшение структурных и функциональных показателей искусственных растительных сообществ на отвалах вскрышных горных пород. Ее создание позволит в перспективе увеличить площади степных территорий, расширить местообитания популяций степных видов растений, в том числе и занесенных в Красную книгу Кемеровской области.

Целью данной работы явилось определение направления исследований по созданию на отвалах вскрышных пород участков лугово-степной растительности с биологическим разнообразием, приближенным к ненарушенным степным экосистемам. Были поставлены следующие задачи: 1) Оценить степные ресурсы Кузбасса и возможности их использования в качестве маточных участков; 2) Провести сравнительный обзор существующих методов восстановления степных фитоценозов с учетом специфики отвалов угольной промышленности; 3) Определить схему эксперимента по разработке технологических приемов будущего метода реставрации.

К настоящему времени степные ресурсы Кузбасса чрезвычайно ограничены. Наиболее крупный массив степных сообществ расположен на Караканском хребте в восточной части Беловского района, простирается вдоль его юго-западного макросклона узкой (50–200 м) полосой на 10–15 км, с прерыванием многочисленными естественными (ложбины, гидроморфные понижения) и техногенными (щебеночные карьеры, дороги) образованиями. Степи Караканского хребта отличает присутствие видов: *Galiumboreale, Helictotrichonpubescens, Sanguisorbaofficinalis, Trommsdorfiamaculata*. Доминирующий вид – ковыль перистый (*Stipapennata)* [20]. Травостой неравномерный, пышно развитый на открытых местах и редуцированный под сомкнутым ярусом кустарников. Кустарниковый ярус образован в основном таволгой зверобоелистной (*Spiraeahypericifolia)* и кизильником черноплодным (*Cotoneastermelanocarpus)*, к которым иногда примешивается таволга средняя (*Spiraeamedia)*[17]. Пятна создают виды приземистого разнотравья (*Artemisiafrigida, Potentillaacaulis*). Первый ярус высотой 60–65 см разрежен, сложен отдельными побегами степных злаков (*Poatransbaicalica, Stipacapillata*). Второй ярус высотой 30–35 см также

разрежен. В нем расположены генеративные побеги мелкодерновинных злаков, разнотравье (*Medicagofalcata*). Встречаются многие редкие и исчезающие растения, такие как лилейник малый (*Hemerocallisminor*), лук красноватый (*Alliumrubens*), адонис волосистый (*Adonisvillosa*), чина венгерская (*Lathyruspannonicus*).

Второй по величине участок степи расположен вблизи д. Бековo западной части Беловского района. Площадь участка около 120 га, он находится в пределах горного отвода Бачатского угольного разреза. Растительный покров представлен разнотравно-дерновиннозлаковыми степями, сформированными на каменистых субстратах. Основными доминантами выступают полынь холодная (*Artemisiafrigida*), овсец пустынный (*Helictotrichondesertorum*), ковыль-волосатик (*Stipacapillata*) и ковыль перистый (*Stipapennata*). В травостое обычно два подъяруса, нижний из которых представлен лапчаткой бесстебельной (*Potentillaacaulis*), розетками полыни холодной и горноколосника (*Orostachisspinosa*). Видовая насыщенность – от 30 до 50 видов растений на 100 м^2. Флористический состав степных сообществ насчитывает 83 вида 60 родов 24 семейств высших растений. По количеству видов лучше всего представлены семейства сложноцветных, розоцветных, лютиковых, губоцветных, крестоцветных, злаков и зонтичных (*Asteraceae, Rosaceae, Ranunculaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Poaceae, Apiaceae* – от 10 до 5 видов в каждом). Ведущие по количеству видов роды – полынь, лапчатка, жабрица и проломник (*Artemisia, Potentilla, Seseli, Androsace,* по 4–3 вида) [16].

Прочие участки коренной степной растительности (ковыльные, типчаково-полынные, петрофитные степи) в Кузбассе сохранились небольшими фрагментами (как правило, не более 1 га) на непригодных хозяйственной деятельности территориях. Таким образом, при разработке методов реставрации основным лимитирующим фактором выступает ограниченность степных ресурсов, на которых возможно проведение масштабных работ по заготовке семенного материала.

Все многообразие методов восстановления степной растительности сводится к 3 группам методов: пересадка дерна [13, 24, 25], посев семян [15, 18] и внесение травяно-семенной массы [3, 4, 19, 22].

Наибольшую известность получил метод заготовки и пересадки блоков целинного дерна. Пересадка дерна обеспечивает быстрый экологический эффект на восстанавливаемых землях, высокое разнообразие новообразованных сообществ при низкой засоренности дерновин сорными видами. В то же время метод требует значительных энергетических, трудовых и материальных затрат при заготовке, транспортировке и нанесении дерна, тщательного ухода за пересаженными дерновинами в целях предотвращения усыхания и оползневых явлений на отвалах. При огромном экологическом ущербе на маточных

участках, приводящем к их деградации при резкой ограниченности степных ландшафтов, заготовка дерна не является приемлемым способом реставрации для условий Кузбасса.

Другим не менее эффективным методом реставрации степей является посев семян. В наши дни этот метод широко используется при реставрации прерий в США, в рамках Программы департамента сельского хозяйства ConservationReserveProgram (CRP) [23]. Метод позволяет добиваться возможности приготовления поликомпонентных смесей семян (до 250 видов) для однократного посева с высокой точностью норм высева и минимальными затратами при посеве. Однако путем прямого комбайнирования удается собрать семена лишь видов-эдификаторов – учитывая низкую эффективность применения техники при сепарации семян, высокие потери семян при обмолоте, невозможность выделения семян многих травянистых видов от общей фитомассы, семена большинства видов заготавливаются вручную. При крайней неравномерности созревания семян степняков, формирование банка семян даже для небольших участков реставрации сопряжено со значительными затратами. В связи с этим методы прямого посева семян также не могут быть применены в оригинальном виде для создания многовидовых степных сообществ на отвалах Кузбасса.

В основе третьей группы методов лежит внесение травяной массы степи, содержащей созревшие и созревающие семена травянистых видов. Наиболее прогрессивным методом данной группы считается метод агростепей Д.С. Дзыбова [5, 6, 7, 8, 10, 12], разработанный в условиях Ставрополья, который широко используется при восстановлении деградированных пастбищ. Метод хорошо апробирован и для создания степных сообществ на песчаных карьерах [9, 11]. Подготовка семенного материала состоит в скашивании всей надземной массы созревающих растений в течение нескольких сроков, ее измельчении, высушивании и нанесении на реставрируемую поверхность. Полное изъятие всей травянистой массы позволяет сохранить в ее составе семена всех созревающих видов, а будучи измельченной, масса выполняет роль мульчи, которая способствует задержанию семян на реставрируемой поверхности, их прорастанию, а затем – сохранению всходов от неблагоприятного воздействия внешних факторов. Для достижения ботанического разнообразия метод подразумевает несколько сроков скашивания (2–4 раза в зависимости от видового состава созревающих видов) с последующим внесением поочередно или в смеси от разных сроков скашивания. Для заготовки травяно-семенной массы хорошо подходят мелкоконтурные и пересеченные участки маточников, что является бесспорным преимуществом данного метода применительно к особенностям степных ландшафтов Кузбасса. Для заготовки и одновременного измельчения массы подходят самоходные комбайны типа КСК-100, косилка-измельчитель КИР-1,5 и ее аналоги, на малых участках возможно использование минитехники, например косилки Husqvarna LC 56 AWD с одновременным скашиванием,

измельчением и бункерованием. Учитывая технологическое предпочтение ряда положений метода агростепей для условий Кузбасса, данный метод заслуживает особого внимания при разработке технологии реставрации степных ландшафтов на отвалах вскрышных пород.

Ключевым пунктом метода агростепей является норма внесения травяно-семенной массы. При реставрации деградированных пастбищ наилучшие результаты достигаются при внесении на единицу площади массы, собранной с такой же площади маточника. Подобная норма служит отправной точкой и при расчете норм для участков реставрации в Кузбассе, но учитывая жесткие экологические условия отвалов, такая норма может быть недостаточной, поэтому при разработке технологических приемов реставрации целесообразно изучить кратное увеличение вносимой массы до 2–3 норм на единицу площади реставрируемой поверхности.

Важнейшим агротехнологическим элементом является подготовка почвы для последующего посева или внесения семенного материала. Субстрат отвалов характеризуется выраженной олиготрофностью и резким ксероморфизмом, что значительно снижает потенциальные возможности восстановления фитоценозов (см. таблицу). Олиготрофность обусловлена очень низким валовым содержанием фосфора, практическим отсутствием азота [2]. Содержание калия может быть высоким, однако его доступность для растений связана с протеканием биохимических реакций, которое невозможно без участия самих растений в ходе многолетнего формирования растительных сообществ, прежде всего, травянистых. Ксероморфизм отвалов связан с высокой каменистостью субстрата, провальным водным режимом, чрезвычайно малым содержанием водоудерживающих фракций физической глины. В связи с этим на отвалах без нанесения почвоулучшителей складываются наиболее жесткие условия для произрастания фитоценозов.

Основные характеристики почвоулучшителей и субстрата отвалов

Характеристики	ПСП	ППП	Субстрат отвалов
Агрофизические			
Плотность, г/см^3	2,46-2,69	2,38	2,49-2,68
Плотность сложения, г/см^3	1,15-1,22	1,54	1,46-1,76
Порозность, %	52,8-55,4	35,3	34,3-43,6
Содержание частиц < 1 мм,%	48,0-57,6	58,8	6,3-9,1
Содержание частиц < 0,01 мм, %	95,4-98,2	100,0	8,3-16,1
Агрохимические			
$pH_{водн.}$	6,8-7,1	7,4-7,8	7,2-8,1
$C_{орг.}$, %	5,62-7,23	0,72-1,21	0,0

Валовое содержание, %	азот	0,26-0,41	0,01-0,014	0,03-0,05
	фосфор	0,23-0,35	0,44-0,52	0,06-0,08
	калий	1,98-2,15	0,62-0,64	1,1-1,32

Для улучшения эдафических условий отвалов в практике рекультивации проводится создание техноземов – почвоподобных образований с искусственным почвенным профилем путем нанесения почвоулучшителей – потенциально плодородных пород (ППП) – рыхлых четвертичных осадочных наносов (лессовидные и покровные суглинки и глины), и/или плодородного слоя почвы (ПСП).ППП имеют существенное преимущество перед субстратом отвалов благодаря высокому содержанию фракций физической глины, которое существенно сглаживает ксероморфизм местообитаний [1]. По мере функционирования фитоценозов уже на начальной стадии в субстрате ППП запускаются биохимические процессы, активизируется почвенная биота и через несколько лет (5–7) образованные таким способом техноземы уже имеют признаки почвенного плодородия – верхний органо-аккумулятивный или дерновый 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.

Наиболее благоприятными свойствами обеспеченности элементами питания и влаги обладает ПСП. Нанесение такого ПСП на поверхность реставрируемого отвала наиболее приближенно моделирует свойства каменистых степей с высоким биологическим разнообразием, где под верхним плодородным горизонтом небольшой мощности (5–15 см) располагается подстилающая каменистая горная порода. Такими свойствами в Кузбассе обладают дерново-карбонатные почвы – азональные аутоморфные, на которых формируются лугово-степные фитоценозы. Семена степных растения, посеянные на субстрат ПСП, оказываются в наиболее благоприятных условиях почвенного питания и влагообеспечения. Главным негативным свойством ПСП является высокая засоренность семенами сорняков, которые составят серьезную конкуренцию степным растениям на участках реставрации, поэтому профилактическая и истребительная меры борьбы с сорняками должны быть одним из ключевых приемов создания степных сообществ на отвалах с использованием ПСП.

Заключение

Резкий дефицит степных ресурсов в Кузбассе предопределяет невозможность самовосстановления степей на отвалах угольной промышленности. Вместе с тем экологические условия отвалов, как исходные, так и моделируемые, могут быть приемлемыми для произрастания степной растительности. Требуется разработка технологии искусственного разведения степей на отвалах в тех районах, где они ранее произрастали.

Ограниченность участков коренных степей, которые могут служить источниками семенного материала, выступает лимитирующим условием технологии восстановления степей. Для создания подобной технологии требуется закладка серии экспериментов с испытанием двух технологических факторов: способа и нормы нанесения семенного материала степи и способа подготовки поверхности отвала. Для разработки вариантов эксперимента необходимо использование различных норм внесения травяно-семенных смесей на поверхности отвалов как с нанесенным слоем плодородного слоя почвы или потенциально плодородных пород, так и без них.

Список литературы

1. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
2. Беланов И.П., Андроханов В.А. Ресурсы рекультивации и перспективы самовосстановления техногенно нарушенных территорий угольного разреза «Бунгурский» // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11. – С. 71–76.
3. Данилов В.И., БуроваО.В. Опыты по восстановлению степной растительности на Куликовом поле (Музей-заповедник «Куликово поле», Тула) // Степной бюллетень. – 2006. – № 20. URL:http://savesteppe.org/ru/archives/2602 (дата обращения 01.07.2016).
4. Дзыбов Д.С. Метод ускоренного воссоздания травянистых биогеоценозов // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. – М.: Наука, 1979. – С.129-131.
5. Дзыбов Д.С. Из опыта биологической рекультивации участка известнякового карьера естественной травосмесью // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1982. – С. 90-96.
6. Дзыбов Д.С. К стратегии охраны редких видов растений и растительных сообществ в районах развитого земледелия и животноводства // Охрана генофонда природной флоры. – Новосибирск, 1982. – С. 28-36.
7. Дзыбов Д.С. Основы создания поликомпонентных сенокосно-пастбищных фитоценозов агростепей и агролугов // Материалы III Всесоюзного совещания по проблемам агрофитоценологии и агробиогеоценологии. – Ижевск, 1983. – С. 53-59.
8. Дзыбов Д.С. Очерк пастбищной истории Сев. Кавказа и охрана растительного покрова археологических и ландшафтных памятников // Мат. по изуч. Ставропольского края. – Ставрополь, 1988. – С. 47–58.
9. Дзыбов Д.С. Основы биологической рекультивации нарушенных земель. – Ставрополь, 1995. – 60с.

10. Дзыбов Д.С. Метод агростепей. Ускоренное восстановление природной растительности. Методическое пособие. – Саратов, 2001. – 40с.

11. Дзыбов Д.С. Зональные и вторичные бородачевые степи Ставрополья. – Ставрополь, 2003. – 224с.

12. Дзыбов Д.С. Полезащитные степные полосы – новый фактор экологической стабилизации и устойчивости развития агроландшафтов // Докл. РАСХН, 2007. – № 2. – С. 51–54.

13. Дударь Ю.А.. К реконструкции уничтоженных степных экосистем // Степной бюллетень, 2000. – № 6. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/5079 (дата обращения 01.07.2016).

14. Зонн И.С. Толковый словарь по опустыниванию земель. – М., 1996. – 206 с.

15. Куртц К. Основные рекомендации по восстановлению прерии // Степной бюллетень, 1998. № 2.URL:http://savesteppe.org/ru/archives/5445 (дата обращения 27.06.2016).

16. Куприянов А. Н., Манаков Ю.А. Степные участки Кузнецкой котловины в опасности // Степной бюллетень, 2006. – № 20. – С. 40-41.

17. Лащинский Н.Н., Шереметова С.А., Макунина Н.И. и др. Растительный мир Караканского хребта. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2011. – 120 с.

18. Люшинский В.В., Прижуков Ф.Б. Семеноводство многолетних трав. – М.: Колос, 1973. – 248 с.

19. Минина И.П. Луговые травосмеси. – М.: Колос, 1972. – 288 с.

20. Стрельникова Т.О., Манаков Ю.А., Куприянов А.Н., Уфимцев В.И., Куприянов О.А. Растительный покров Караканского хребта и его изучение // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2015. – № 14. – С. 110-114.

21. Счастливцев Е.Л. Формирование геоэкологической ситуации в угледобывающем комплексе Кузбасса // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. – Кемерово, 2005. – Вып. 1. – С. 19.

22. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Методы экологической реставрации аридных экосистем в районах пастбищного животноводства // Степной Бюллетень, 2002. – № 11. URL: http://savesteppe.org/ru/archives/3693 (дата обращения 27.06.2016).

23. Conservation Reserve Program. URL:http://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/conservation-programs/conservation-reserve-program (дата обращения 20.08.2016).

24. Cottam G., Wilson H.C. Community dynamics on an artificial prairie // Ecology. – 1966. – № 1. – P. 47.

25. Kearns S. K. A comparison of transplanting and methods for salvaging prairie forbs and grasses // Prairie restoration. – 1983. – № 8. – P. 197-200.

26. Seifferlein B. Restoring prairie on the Great Plains // Harvest public media. 2016. http://harvestpublicmedia.org/article/restoring-prairie-great-plains (дата обращения 05.07.2016).