

УДК 631.41

ОВСЯННИКОВА С.В., к.б.н., доцент (КузГТУ), г. Кемерово
СЕРЕДИНА В.П., д.б.н., профессор (НИ ТГУ), г. Томск

ТЕХНОГЕННЫЕ ГРУНТЫ КАК РЕСУРС ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Кемеровская область - один из наиболее развитых угледобывающих промышленных регионов Сибири. Добыча угля ведется открытым и подземным способом, что приводит к критическим изменениям больших территорий естественных ландшафтов, полному уничтожению рельефа их местности и почвенного покрова. Масштаб воздействия горнодобывающих предприятий на земельные ресурсы настолько огромен, что данные территории можно отнести к зонам экологического бедствия [1].

Многие десятки лет интенсивного развития горнодобывающей промышленности в Кузбассе привели к глубокому экологическому кризису в землепользовании и природопользовании. В настоящее время около 70% почвенного покрова земледельческой зоны региона в той или иной степени подвержено трансформации. Около 100 тыс. гектаров земель безвозвратно потеряно и уничтожено полностью. На месте таких территорий с уничтоженным почвенным покровом сформировались техногенные ландшафты, природно-техногенные комплексы с техногенными образованиями (техноземами) [2, 3].

Техногенные образования (техноземы) при восстановлении почвенного покрова при рекультивации нарушенных земель изначально имеют разный ресурс для восстановления в зависимости от состава почвообразующих пород, наличия органического углерода, элементов питания, что, несомненно, влияет на скорость восстановления почвенного покрова [4].

В связи с этим определение стартового ресурса в техноземах техногенных ландшафтах лесостепной зоны Кемеровской области — Кузбасса для восстановления почвенного покрова при различных вариантах технологий рекультивации чрезвычайно актуально и позволит оптимизировать технологии процесса восстановления нарушенных территорий.

Объектами исследований являются техногенные грунты (техноземы) с отвалов горной породы, расположенных в пределах подзоны северной лесостепи Кузнецкой котловины в Кемеровской области — Кузбассе, которые коренным образом преобразуют природные ландшафты, создавая на их месте техногенные. Для применения различных вариантов технологий рекультивации нарушенных земель были исследованы разные составы литогенных ресурсов техноземов, ориентированных на активизацию восстановления молодых почв и экосистем в лесостепной зоне Кузнецкой котловины в целом:

1 вариант — техногенный грунт отвалов горной породы (элювий);

2 вариант — техногенный грунт с нанесением на него потенциально-плодородного слоя почвы (ППСП);

3 вариант — техногенный грунт с нанесением на него плодородного слоя почвы (ПСП);

Фон — зональный тип почвы (чернозем выщелоченный).

На всех вариантах высажены одинаковые виды древесной растительности: сосна обыкновенная, рябина обыкновенная, ель сибирская, берёза повислая.

По вариантам были заложены почвенные разрезы сформированных техноземов и отобраны пробы по слоям (или горизонтам).

Для установления исходного ресурса техногенных грунтов по вариантам, используемым при восстановлении почвенного покрова, в отобранных пробах определены основные химические и физико-химические показатели почв: гранулометрический состав, углерод органического вещества, гумус, показатель почвенной кислотности ($pH_{\text{вод. вытяжки}}$), сумма поглощенных оснований, обменные катионы кальция и магния, элементы питания: азот общий, фосфор валовой и подвижный. Все анализы выполнены общепринятыми стандартными методами. Техногенные грунты (техноземы), сформированные как ресурс вариантов технологии для выполнения рекультивации, формируют различные их подтипы в соответствии с классификацией почв техногенных ландшафтов. Согласно данной классификации, они относятся к стволу постлитогенных почв; к классу техноземы трансформируемые; к типу техноземы; подтипам типичные, органогенные, гумусогенные [5].

На основании выполненных испытаний получены следующие результаты.

Гранулометрический состав техногенных грунтов (техноземов) в отвалах горной породы определяется его исходным составом и используется для отсыпки рекультивируемых поверхностей нарушенных территорий.

Во всех исследуемых вариантах соотношение основных фракций гранулометрического состава сохраняется неизменным. Преобладающими фракциями являются фракции ила и крупной пыли. В варианте 3 гранулометрический состав изначально определяется составом наносимого ПСП. Поэтому и в созданных из этих субстратов техноземах гранулометрический состав существенно не меняется с глубиной. Все исследованные техногенные молодые почвы относятся к среднесуглинистым, тяжелосуглинистым и легкосуглинистым разновидностям.

Основным качественным признаком химического состава почв, по которому образующиеся молодые почвы отличаются от материнских пород, является накопление гумуса. Антропогенная деятельность нарушает сложившийся природный баланс и может способствовать как гумусообразованию через поступление дополнительных количеств органических остатков, так и снижению его содержания в результате усиления процессов минерализации или эрозии.

Техногенные грунты отвалов угольных разрезов в той или иной степени содержат углеродистый материал, причем вмещающие породы в большинстве случаев содержат больше углистых частиц. По петрографическому составу

основные вмещающие породы и их техногенный элювий в техногенных экосистемах представлены алевролитами и аргиллитами, вскрышные породы - бурыми некарбонатными глинами и лессовидными суглинками [6]. В связи с этим содержание органического углерода в техногенных грунтах (технозёмах), вариabельность накопления гумуса в молодых почвах и высокая изменчивость в его содержании обусловлены в большей степени особенностями состава минерального субстрата отвала, пестротой вскрышных пород, спецификой гумусово-аккумулятивных процессов, сложностью макро- и микрорельефа, характером восстановления растительного покрова [7].

Содержание гумуса в исследуемых техногенных грунтах (технозёмах) напрямую зависит от качества наносимого на поверхность плодородного слоя почвы или потенциально-плодородного слоя почвы в вариантах рекультивации (табл. 1).

Таблица 1. Химические и физико-химические свойства

Слой, глубина, см	С орг, %	Гумус, %	рНвод.	Обменные катионы, мг-экв. на 100г почвы		
				Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
1 вариант: техногенный грунт (технозем)						
С 0 – 10	2,18	3,78	8,26	22,22	16,16	6,06
2 вариант: техногенный грунт с нанесением потенциально-плодородного слоя почвы (ППСП)						
С 0 – 10	2,68	4,62	7,83	26,28	22,02	6,06
3 вариант: техногенный грунт с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП)						
А 0 – 10	3,40	5,94	7,29	28,28	20,20	8,08
АС 30 – 40	2,75	4,65	7,67	22,22	12,12	10,10
Фон: зональный тип почвы (чернозём выщелоченный)						
А 0 – 40	3,68	6,35	6,92	45,91	38,10	7,81

Содержание углерода в техногенных грунтах породных отвалов связано с наличием углефицированного материала. Количественная величина органического углерода в этом случае может иметь двойное происхождение — как педогенное, так и унаследованное от почвообразующей породы, что подтверждается исследованиями [8, 9]. На основании данных таблицы 1 выявлено, что наименьшее содержание гумуса прослеживается в 1-ом варианте, где на поверхность техногенного грунта не наносился ППСП или ПСП, а наибольшее — в 3-ем варианте с нанесением плодородного слоя почвы на поверхность техногенного грунта. Количество гумуса в варианте с нанесением на поверхность техногенного грунта плодородного слоя почвы составляет 5,94%. Такое повышенное содержание углерода в верхнем горизонте формирующегося молодого профиля почвы связано с материалом, который был нанесён в качестве почвоулучшителя, что подтверждается исследованиями В.Г. Двуреченского, В.П. Серединой [10].

Немаловажным показателем физико-химического состояния молодых почв является реакция среды почвенного раствора – величина pH. Исследуемые техноземы имеют нейтральную реакцию среды, переходящую в слабощелочную ($pH_{\text{вод.}} 7,29 - 8,26$). Такая реакция среды почвенного раствора характеризует удовлетворительные условия протекания биохимических процессов в молодых почвах. Важнейшей характеристикой любой почвы, в том числе молодой почвы (технозёма), является сумма поглощенных оснований. Величина этого показателя зависит от гранулометрического и минералогического состава, почвенной кислотности (pH), содержания гумуса. По результатам испытаний в разных вариантах технологий рекультивации прослеживаются следующие закономерности: с увеличением содержания гумуса и утяжелением гранулометрического состава увеличивается и показатель суммы поглощенных оснований. Особое значение имеет состав и соотношение обменных катионов. В составе исходных техногенных грунтов во всех вариантах технологий рекультивации соотношение ионов кальция к ионам магния колеблется в пределах 2,5:1, с преобладанием в их составе катионов кальция. Преобладание кальция в составе почвенного поглощающего комплекса способствует повышению степени агрегированности, формированию водопрочной структуры техноземов.

Согласно данным Г.И. Махониной [11], на начальных стадиях почвообразования ресурс обеспеченности техногенных грунтов элементами питания имеет очень важное значение для развития биологических процессов. Как правило, на отвалах в начальный период восстановления еще не сформировался сплошной растительный покров, и содержание азота в молодых почвах сильно варьируется. Наибольшее его накопление приурочено к участкам, в большей степени покрытым растительностью, что вполне естественно.

В ходе преобразования техногенных грунтов процесс почвообразования активизируется и, соответственно, увеличивается содержание в них биогенных элементов (табл. 2).

Таблица 2. Агрохимические свойства

Слой, глубина, см	Азот общий	Фосфор валовой	Фосфор подвижный
	%		мг/100г
1 вариант: техногенный грунт (технозем)			
С 0 – 10	0,12	0,21	13,0
2 вариант: техногенный грунт с нанесением потенциально-плодородного слоя почвы (ППСП)			
С 0 – 10	0,19	0,27	16,5
3 вариант: техногенный грунт с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП)			
А 0 – 10	0,46	0,58	19,0
АС 30 – 40	0,14	0,33	15,0

Исследованиями установлено, что в содержании общего азота, валового фосфора и его подвижных форм техногенных почв наблюдается увеличение содержания данных элементов в ряду: техногенный грунт (технозем) <

техногенный грунт с нанесением потенциально-плодородного слоя почвы (ППСП) < техногенный грунт с нанесением плодородного слоя почвы (ПСП). Максимальные значения общего азота (0,46%) и валового фосфора (0,58%) наблюдаются в варианте с нанесением плодородного слоя почвы на техногенный грунт, что свидетельствует об усилении процессов их биологической аккумуляции, что также связано с вариантами технологий рекультивации.

Таким образом, исследованные варианты техногенных молодых почв отвалов, сформированные в результате применения различных технологий рекультивации, по гранулометрическому составу относятся к легкосуглинистым, тяжелосуглинистым и легкоглинистым разновидностям. Преобладающими фракциями в гранулометрическом составе являются фракции крупной пыли и илистая фракция. По всем химическим показателям стартовое ресурсное состояние технозёмов имеет существенные отличия от зональных типов почв (черноземов выщелоченных), характеризуемое меньшим содержанием гумуса, более щелочной реакцией среды, меньшими величинами суммы поглощенных оснований. Максимальное содержание гумуса и более благоприятная реакция среды, повышенное содержание элементов биофилов отмечается в варианте с нанесением плодородного слоя почв на техногенный грунт в качестве почвоулучшителя, что характеризует хороший стартовый ресурс для активации процесса почвообразования в молодой почве при восстановлении нарушенных территорий.

Можно предполагать, что при благоприятных климатических условиях и правильной агротехнике основные физико-химические показатели, в том числе органическое вещество, со временем могут достигнуть значений, характерных для зональных типов почв – черноземов выщелоченных.

Список литературы:

1. Шипилова А.М., Семина И.С. Оценка почвенно-экологического состояния техногенных ландшафтов Кузбасса в зависимости от технологии рекультивации нарушенных земель // Известия УГГУ. Вып. 3(47). 2017. С 53-56.
2. Андроханов В.А. Рекультивация почв: современные подходы и принципы // Рекультивация нарушенных земель в Сибири. 2005. Вып.1. С. 105 - 111.
3. Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 151 с.
4. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: ЦЭРИС, 2001. – 37 с.
5. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов. Сиб. экол. журнал. 2002. - № 3. С. 255-261.
6. Трофимов С.С. Антропогенный рельеф Кузбасса / С.В. Трофимов, В.А. Овчинников // Рекультивация в Сибири на Урале : сб. ст. – Новосибирск. Наука. Сиб. Отд-ние, 1970. – С. 5-24.

7. Середина В.П., Алексеева Т.П., Сысоева Л.Н. Исследование процессов формирования органического вещества в нарушенных при угледобыче почвах. Вестник Томского гос. Ун-та. Биология. № 1(17). 2012. С. 18 – 31.
8. Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Специфика накопления органических компонентов в почвах техногенных ландшафтов / Сибирский экологический журнал. Изд-во Сибирского отделения РАН 2004. - № 3. С. 345 – 353.
9. Соколов Д. А. Оценка литогенного потенциала гумусонакопления в почвах отвалов каменноугольных месторождений Сибири / Д. А. Соколов, О. Э. Мерзляков, Е. А. Доможакова // Вестник Томского государственного университета. – 2015. – № 399. С. 247-253.
10. Двуреченский В.Г., Середина В.П. Сравнительная характеристика фракционного и группового состава гумуса в эмбриоземах техногенных ландшафтов горно-таежного пояса Кузбасса // Сибирский экологический журнал. 2015. - № 6. – 14 с.
11. Махонина Г.И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2003. – 356 с.