

УДК 631.48(571.63)

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОТВАЛЬНЫХ ПОРОДАХ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Киселева И.В., Перепелкина П.А., Бурдуковский М.Л., Пуртова Л.Н.

ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»
Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, e-mail: kiseleva-iv@inbox.ru

Изучены особенности формирования почвенно-растительного покрова при самозарастании разновозрастных отвалов Павловского угольного разреза. Установлены различия в видовом составе и структуре растительных сообществ на отвальных породах. Выявлены стадии развития первичной сукцессии. Исследованы изменения в физико-химических параметрах почв и содержании гумуса в зависимости от возраста отвалов, гранулометрического состава пород и особенностей рельефа. По мере развития почвообразовательных процессов и накопления гумуса отмечалась тенденция к снижению кислотности пород отвалов. В почвенном поглощающем комплексе увеличивалось содержание катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , возрастало содержание элементов питания растений. Основные отличия в процессах самозарастания и почвообразования на глинистых и супесчаных отвалах заключались в длительности существования пионерных группировок, инициальной стадии почвообразования и в особенностях зарастания древесной растительностью. Самозарастание на глинистых отвалах участка Северо-Восточный происходило по луговому типу, на супесчаных отвалах участка Северная депрессия – по лесному, что связано с типом прилегающих растительных формаций и составом пород. Наличие выложенных участков на склонах супесчаных отвалов позитивно сказывается на зарастании отвалов в целом, что препятствовало развитию водной эрозии.

Ключевые слова: отвалы вскрышных пород, растительность, синусия, сукцессия, гумус, кислотность почв, рекультивация

FEATURES OF DEVELOPMENT OF SOIL AND PLANT COVER ON DUMP BREEDS OF DIFFERENT COMPOSITION IN THE PRIMORSKY REGION

Kiseleva I.V., Perepelkina P.A., Burdukovskiy M.L., Purtova L.N.

Federal Scientific Center of the East Asia terrestrial biodiversity Far Eastern Branch of Russian Academy of Science, Vladivostok, e-mail: kiseleva-iv@inbox.ru

The features of development of soil and plant cover of different ages dump breeds of Pavlovsky coal mine were studied. The differences in the species composition and structure of plant communities on dump breeds are established. The stages of development of primary succession are revealed. The changes in the physicochemical parameters of the soil and the content of humus were investigated depending on the age of the dumps, composition breeds and the features of the relief. With the development of soil-forming processes and the accumulation of humus, there was a tendency to decrease the acidity of the dump breeds. In the soil absorbing complex, the content of Ca^{2+} and Mg^{2+} cations increased, and the content of plant nutrients increased. In the soil absorbing complex, the content of Ca^{2+} and Mg^{2+} cations increased, content of nutrients plant increased. The main differences in the development of natural vegetation and soil formation on clay and sandy loams were the duration of the existence of pioneer groups plants, the initial stage of soil formation and in the peculiarities of overgrowing by woody vegetation. Nature plant development on the clay dumps of the Northeast section took place on the meadow type, on sandy dumps on the Northern Depression section – on the forest type, which is associated with the type of adjacent plant formations and the composition of the rocks. The presence of flat areas on the slopes of sandy dump has a positive effect on the overgrowing of it. This impeded the development of water erosion.

Keywords: dump breeds, vegetation, sinusia, succession, humus, soil acidity, recultivation

Дальний Восток России, став новым центром промышленного освоения, постепенно превращается в одного из ведущих производителей и экспортеров нефти, газа и угля в стране. Идет активное освоение новых месторождений, что влечет за собой увеличение площадей техногенно-нарушенных земель. Процесс освоения минерального сырья способствует возникновению техногенных, в частности карьерно-отвальных ландшафтов, занимающих обширные площади. Только в Приморском крае общий объем вскрышных пород от ежегодной угледобычи составляет около

80 тыс. тонн. Поэтому проблема возвращения землям, занятым отвалами, утраченной биологической продуктивности приобретает важное народнохозяйственное и социальное значение. Традиционным способом быстрой интеграции нарушенных земель в природную среду является их рекультивация. Обоснование способа рекультивации выполняется на основании совокупности агрохимических и биологических свойств отвальных пород. В то же время при разработке вопросов лесной рекультивации необходимо учитывать не только свойства самих отвалов, но и характер естественного расти-

тельного покрова на них, позволяющего решить вопрос о целесообразности создания искусственных насаждений или улучшения условий для развития естественного растительного покрова [1, с. 64].

В связи с этим целью работы стало изучение основных физико-химических свойств пород, слагающих отвалы, и формирующегося на них естественного почвенно-растительного покрова.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на территории Павловского месторождения, расположенного на территории Михайловского района Приморского края.

Объектом исследований послужила формирующаяся растительность и почвы на разновозрастных отвалах вскрышных пород участков Северная депрессия (отвал 8 и 15 лет после отсыпки) и Северо-Восточный (отвал 16 лет).

Породы, слагающие отвалы на участке Северо-Восточный, представлены рыхлыми покровными отложениями преимущественно тяжелого глинистого состава с примесью скелетной фракции (до 10 мм) 5–10%. На участке Северная депрессия отвалы сложены преимущественно породами легкого гранулометрического состава – супесями.

Для исследования особенностей зарастания заложены линейные трансекты от подножия до вершины отвалов. Ширина трансекта составляет 10 м. Содержание гумуса и основные физико-химические свойства почв исследовали общепринятыми методами [2]. Гранулометрический состав определен в полевых условиях упрощенным способом, методом скатывания шнура. Оценка физико-химических показателей проведена по градициям, предложенным Н.М. Костенковым, В.И. Ознобихиным [3]. В работе придерживались классификации почв техногенных ландшафтов, предложенной В.М. Курачевым, В.А. Андрохановым [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно схеме гидротермического районирования Приморского края [5], Павловское месторождение находится в Приханкайской гидротермической провинции, где сумма активных температур достигает 2500 °С, осадков выпадает до 550 мм в год. Все это накладывает отпечаток на формирование растительности и интенсивность протекания гумусообразовательного процесса в формирующихся почвах.

Обследованный отвал 8-летнего возраста участка Северная депрессия имеет коническую форму. На его склонах отмечены эрозионные процессы в виде струйчатых размывов, возникших под действием стекающих по склону дождевых и талых вод. Растительный покров представлен исключительно травянистыми растениями. Зарастание отвала неоднородное. Отмечаются обширные участки грунта свободного от растительности. Вершина отвала прак-

тически не зарастает. Общее проективное покрытие (ОПП) – 1%. На склонах в растительном покрове доминирует хвощ полевой, который хорошо развивается на породах, имеющих кислую реакцию среды. Склоны зарастают неравномерно. Проективное покрытие не превышает 25%. Наибольшее количество видов отмечено у подножия отвала. Проективное покрытие составляет около 15%. Растительный покров представлен редкотравно-вейниковой синузией. Породы исследуемого отвала имеют кислую реакцию среды по всему профилю. Значения pH вод в верхнем слое 0–5 см варьируют от 3,66 на вершине, до 4,75 у его подножия. С глубиной значение pH незначительно снижается. Содержание органического углерода в поверхностном слое 0–20 см составляет в среднем 0,5%, с глубиной снижается до 0,1–0,2%. В таких условиях формируются эмбриоземы инициальные.

Породы отвала характеризовались низким содержанием подвижных соединений фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) в 50 см толще (до 2,1 и 6,2 мг/100 г почвы соответственно). В почвенном поглощающем комплексе содержится до 7,2 мг экв/100 г почвы Ca^{2+} , 9,3 – Mg^{2+} , 0,4 – K^+ и 4,6 мг экв/100 г почвы – Na^+ . Вниз по профилю отмечалось некоторое уменьшение этих показателей.

Медленное заселение отвала растительностью на участке Северная депрессия связано в первую очередь с формами его рельефа (острая вершина, крутые склоны), что способствует развитию эрозии, а также с неблагоприятными свойствами самих пород (супесчаный состав, низкий pH).

Сравнивая исследованный отвал с изученным ранее глинистым отвалом участка Северо-Восточный 8-летнего возраста [6], можно отметить, что на глинистых отвалах зарастание идет быстрее и выше проективное покрытие растительности (до 60–80% на наиболее заросших участках). Здесь формировалась простая растительная группировка, в которой заметную роль принимали представители семейства бобовые. Изначально кислые глинистые породы на этом этапе самозарастания приобретали слабокислую реакцию среды в верхнем корнеобитаемом слое 0–20 см. Содержание органического углерода очень низкое (до 0,4% в поверхностном горизонте и снижается с глубиной). Количество подвижных форм фосфора на 8-летних глинистых отвалах находилось в пределах низких значений, калия – высоких. Наибольшее проявление эрозионных процессов на глинистых отвалах отмечалось по мере их зрелости. Это хорошо прослеживается на примере 16-летнего глинистого отвала участка Се-

веро-Восточный. Отвал имеет вытянутую в длину форму и более пологие склоны, чем изученные отвалы на участке Северная Депрессия. Неоднородное зарастание отвала связано с активной эрозией в виде глубоких промоин и смылов на некоторых элементах рельефа поверхностного слоя, где растительность либо отсутствовала, либо была очень разрежена. Травянистый ярус на отвале разнотравный, мозаичный, выражено синузальное строение, доминируют представители семейства бобовые, злаковые и хвощевые. Отмечено возобновление древостоя (осина, тополь, ильм, береза). Травянистая растительность преобладает как по количеству видов, так и по обилию и встречаемости. На вершине отвала доминируют злаково-бобовые травы, ОПП достигает 50%. Вниз по склону отмечаются обширные участки с разреженной растительностью, ОПП не превышает 5–10%. В средней части склона, на хорошо заросших участках, проективное покрытие растительности возрастает до 75–80%. Отмечены единичные экземпляры возобновляемой древесной растительности. В нижней трети склона ОПП составляет 80–100%, на долю хвоща полевого приходится не менее 75%. У подножия склона единично встречается мелкий подрост дуба, занесенный с примыкающего к отвалу небольшого дубового леса, и осина высотой до 1,5–2,5 м. В целом же восстановление растительности на отвале идет по луговому типу.

Породы отвала характеризуются нейтральной реакцией среды, как на заросших участках, так и с разреженной растительностью (рНвод. в среднем 6,3 в поверхностном слое 0–5 см и снижается до 5,7–6,0 в нижележащих). Содержание органического углерода в верхнем горизонте формирующихся почв (эмбриоземов органо-аккумулятивных) составляет 0,3–0,5%, что в пересчете на гумус не превышает 1%. На участке с разреженной растительностью содержание Сорг. находится в следовых количествах, что связано со смывом поверхностного слоя с этих участков. Содержание подвижных форм фосфора в породах отвала очень низкое, калия – очень высокое.

На отвалах легкого гранулометрического состава наблюдалась несколько иная картина. Исследованный отвал участка Северная депрессия, возрастом около 15 лет отсыпан таким образом, что имеет выположенный участок примерно на середине склона. Это позволило выделить здесь несколько стадий зарастания – от пионерной на вершине отвала до простой растительной группировки на склонах и сложной – на выположенном участке.

В растительном покрове по количеству видов преобладают травянистые растения. По обилию видов выделяются участки как с преобладанием древесной, так и травянистой растительности.

В нижней части склона отвала формируется хвощево-разнотравная синузия. Хвощ полевой и полынь красностебельная доминирует в средней части склона, здесь развивается хвощево-полынная синузия. Выше по склону синузия становится полынно-вейниковой. Из древесной растительности встречается подрост ивы и тополя. Высокое проективное покрытие травянистой растительности обеспечивает здесь высокие запасы фитомассы и препятствует развитию водной и ветровой эрозии. Поверхностный слой густо переплетен корнями, формируя дернину. Формирующиеся в таких условиях почвы – эмбриоземы дерновые. Реакция среды в верхнем горизонте нейтральная (рНвод. 6,2), в нижележащих слабокислая и кислая (рНвод. 4,8–6,0). Содержание органического углерода – 1,1%, что в пересчете на гумус составляет 1,8%, количество которого резко снижается с глубиной до 0,1%. Гумусообразовательным процессом затронут только поверхностный слой мощностью 5–7 см. Содержание подвижных форм фосфора в нем низкое (1,94 мг/100 г почвы), с глубиной уменьшается до 0,68 мг/100 г почвы. Содержание К₂O избыточное (66,0 мг/100 г почвы), с глубиной снижается до низких значений (5,1–7,3 мг/100 г почвы), второй максимум по содержанию калия зафиксирован в слое 10–30 см (42,8 мг/100 г почвы). По сравнению с 8-летним супесчаным отвалом в ППК увеличивается содержание Са²⁺ до 13,6 мг экв/100 г почвы, содержание Mg²⁺ до 13,6, K⁺ до 1,8, количество Na⁺ незначительно снижается до 4,0 мг экв/100 г почвы.

Склон отвала переходит в выположенную террасу шириной 12–15 м, где отмечено активное возобновление осины высотой от 1,6 до 5 м, а также ивы. Проективное покрытие растительности достигает 80%. Это стадия фитоценоза со сложной растительной группировкой. На долю древесной растительности приходится до 50% всего проективного покрытия. Травяной ярус разнотравный, проективное покрытие – 30%. Увеличивается количество представителей семейства злаковые по сравнению со склоновыми поверхностями отвала. Формирующаяся здесь почва – эмбриозем гумусово-аккумулятивный, имеет нейтральную реакцию среды в поверхностном слое 0–5 см (рНвод. 6,6) и слабокислую в нижележащих (рНвод. 5,7). Количество органического углерода возрастает до 3,4% (или

5,8% гумуса) и снижается с глубиной до 1,2–0,4%. Содержание подвижных форм фосфора находится на уровне высоких значений (7,5 мг/100 г почвы), калия – очень высоких (48,3 мг/100 г почвы). В почвенном поглощающем комплексе увеличивается содержание Ca^{2+} до 28,3 мг экв/100 г почвы, содержание Mg^{2+} составляет 12,6, K^+ – 1,34, Na^+ – 4,74 мг экв/100 г почвы.

Наименьшее проективное покрытие (8–10%) и количество видов отмечается на вершине изученного отвала, растительность разрежена и представлена в основном травянистыми растениями семейства злаковые и хвощевые. Единично встречаются подрост ивы до 2 м высотой. Породы отвала на вершине имеют кислую реакцию среды (рНвод. 4,67) и высокую гидролитическую кислотность. Содержание подвижных форм фосфора низкое (1,0 мг/100 г почвы), калия высокое (21,4 мг/100 г почвы). Количество органического углерода достигает 2,5% в верхнем 10 см слое, что связано с присутствием углистых частиц. В таких условиях формируются эмбриоземы инициальные.

В почвенном поглощающем комплексе количество Ca^{2+} несколько меньше, чем на других участках отвала (10,7 мг экв/100 г почвы), Mg^{2+} содержится 12,8, K^+ – 0,45 и Na^+ – 5,5 мг экв/100 г почвы. В целом же содержание Ca^{2+} в ППК на супесчаных отвалах выше чем на глинистых того же возраста и увеличивается с развитием почвообразовательных процессов.

В целом, по мере развития почвообразовательного процесса и накопления гумуса, отмечалась тенденция к снижению кислотности пород. В ППК увеличивалось содержание катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , возрастало количество элементов питания растений.

Таким образом, на территории одного месторождения процессы самозарастания и гумусообразования могут иметь различную скорость и направленность в зависимости от типа прилегающих растительных формаций, гранулометрического состава пород и особенностей рельефа отвалов. Соответственно, при решении вопросов интенсификации процессов самозарастания или рекультивации необходим индивидуальный подход к каждому объекту с учетом естественных процессов самовосстановления.

Выводы

1. Проведенными исследованиями установлено, что большую часть флоры отвалов на изученных участках Павловского месторождения составляют травянистые многолетники (злаки, полыни, бобовые). Основ-

ные отличия в процессах самозарастания и почвообразования на глинистых и супесчаных отвалах заключались в длительности существования пионерных группировок, инициальной стадии почвообразования и в особенностях зарастания древесной растительностью.

2. В состав почвенного покрова отвалов входят эмбриоземы инициальные, дерновые, органо-аккумулятивные и гумусово-аккумулятивные. Одним из основных сдерживающих факторов развития почвенно-растительного покрова являются процессы водной эрозии.

3. На отвалах легкого гранулометрического состава в первое десятилетие формирование почвенно-растительного покрова находится в инициальной стадии. Породы отвала имеют кислую реакцию среды и обременены основными элементами питания растений. Наличие выположенных участков на склонах супесчаных отвалов позитивно сказывается на зарастании отвала в целом, что препятствует развитию водной эрозии. На выположенных участках к 15-летнему возрасту формируется древесная растительность, снижается кислотность пород, возрастает содержание гумуса и элементов питания растений.

4. На глинистых отвалах формирование растительного покрова идет по луговому типу. Несмотря на быстрое самозарастание, эрозионные процессы усиливаются со временем, что связано с тяжелым гранулометрическим составом пород и увеличением плотности их сложения. Это приводило к снижению темпов накопления гумуса и тормозило формирование почвенного покрова.

Список литературы

1. Мелиорация и рекультивация земель: учебное пособие // Составители: Стекольников К.Е., Гасанова Е.С. Воронеж, 2015. 143 с.
2. Пансю М. Готеру Ж. Анализ почвы. Справочник. Минералогические, органические и неорганические методы анализа: пер. 2-го англ. изд. под ред. Д.А. Панкратова. СПб.: ЦОП «Профессия», 2014. 800 с.
3. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Биологическая рекультивация пород угольных отвалов. Владивосток: Дальнаука, 2007. 99 с.
4. Курачев В.М., Андроханов В.А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 224 с.
5. Степанько А.А. Агрогеографическая оценка земельных ресурсов и их использование в районах Дальнего Востока. Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1992. 114 с.
6. Костенков Н.М., Комачкова И.В., Пуртова Л.Н. Почвы техногенных ландшафтов Приморья (на примере Лучегорского и Павловского угольных разрезов) // Почвоведение. 2013. № 11. С. 1283–1293.