

УДК 631.618

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОГО И РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Полохин О.В.

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток, (690022, г. Владивосток, пр. 100-летия Владивостока, 159), e-mail: polokhin@mail.ru

Исследованы почвы и растительность техногенных ландшафтов Приморского края. Исследования проводились по формирующимся техногенным catena представленными отвалами вскрышных и вмещающих пород. Установлено, что во всех зонах эволюция формирующихся почв реализуется в последовательной смене четырех основных типов эмбриоземов: инициальный – органо-аккумулятивный – дерновый – гумусово-аккумулятивный. Их эволюция определяется особенностями развития биологических процессов. Показано, что каждому типу молодых почв сингенетична определенная стадия развития фитоценоза. Установлено, что стадии развития растительности и молодых почв зависят от положения их в рельефе. Наибольшая скорость педогенеза наблюдается в трансаккумулятивных и аккумулятивных позициях техногенных ландшафтов в верхнем корнеобитаемом горизонте. На элювиальных позициях биогеоценозы эволюционируют медленнее. Установлено, что пионерами зарастания являются экологически пластичные виды, способные переносить экстремальные условия техногенной среды.

Ключевые слова: растительность, рекультивация, самозарастание отвалов, техногенный ландшафт.

FEATURES OF FORMATION SOIL AND VEGETATION COVER OF MAN-MADE LANDSCAPES OF PRIMORSKY TERRITORY

Polokhin O.V.

Institute of Biology and Soil Sciences, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, e-mail: polokhin@mail.ru

Soils and vegetation of man-made landscapes Pavlovsk and Luchegorsk brown coal strip mines are investigated. It is shown that to each type of young soils syngenetic a certain stage of development phytocoenosis. The questions of syngenetic formations of soils in connection with the development processes of the restoration vegetation on man-made landscapes are researched. The taxonomic belonging of plants has been defined. The researches were made on technogenic catena. It has been shown that development stages of vegetation and young soils depend on the position in a relief. As a result of vegetation studying on different elements of a relief it is established that the greatest speed of accumulation and transformation of organic substance is observed in transaccumulative and accumulative positions of man-made landscapes. The basis of a soil cover of man-made landscapes of Primorsky Territory is made by four types of soil. Their evolution is defined by features of development of biological processes.

Keywords: vegetation, reclamation, spontaneous revegetation, man-made landscape.

Введение

В Приморском крае, как и во всей России, основным способом добычи ископаемых, в частности бурого угля, является карьерный (открытый). При этом происходит не только изъятие из оборота земель, находящихся, как правило, в сельскохозяйственном использовании, но и нарушение площадей, на которые складывается вскрыша. В Приморском крае площадь нарушенных земель достигает 16,9 тыс. га. Из них 70,4% приходится на земли промышленности. Основная часть земельного отвода разрезов занята породными отвалами (более 40%). В результате отвалообразования формируются техногенные ландшафты, являющиеся в экологическом отношении эоклинами со специфическим набором и уровнем почвенно-экологических функций. Рекультивация

нарушенных земель, восстановление почвенного слоя – это вид работ, крайне невыгодных предприятиям. Кроме того, в Приморском крае многие типы почв имеют небольшой по мощности гумусовый горизонт, что не позволяет создавать бурты с ПСП. В результате рекультивации подвергаются незначительные площади подобных образований. Большая же часть отвалов остаются нерекультивированными (от 50 до 98%) [7]. На этих площадях идут процессы самозарастания и самовосстановления почвенного покрова. Цель работы – выявление основных факторов, лимитирующих восстановление почвенного и растительного покрова, установление закономерностей развития почвообразовательного процесса в техногенных ландшафтах, расположенных в разных природно-климатических зонах.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись почвы и растительность, сформированные на внешних, разновозрастных отвалах вскрышных и вмещающих пород угольных разрезов «Павловский» и «Лучегорский», расположенных в Приморском крае. «Павловский» разрез расположен в лесостепной зоне, в 20 км севернее г. Уссурийск, а «Лучегорский» - в северо-западной части Приморского края, в зоне таежно-широколиственных гор. Разрезы ведут открытую добычу угля с неселективным отвалообразованием. Вскрышная толща, включая вмещающие породы, отсыпается в породные отвалы. На каждом отвале были выбраны три позиции: на вершине – элювиальная (Эль), на склоне – трансаккумулятивная (Трансакк), и у подножия - аккумулятивная (Ак). Позиции определялись по положению в рельефе и типу растительности. Морфо-таксационное обследование растительности и отбор почвенных образцов были проведены в конце июля 2011 г. в 5-кратной повторности по общепринятым методикам. Отграничивались временные пробные площади 10×10 м, и на них делались описания растительности и почвы. Валовой состав почвенных образцов определялся на рентгенофлуоресцентном спектрометре Shimadzu EDX 800 (Япония), содержание органического вещества – на элементном анализаторе углерода и азота – Flash 2000 (США), а также по методу Тюрина. Определение химических свойств пород, слагающих отвалы, проводились общепринятыми методами [1]. В работе использовалась субстантивно-генетическая классификация В.М. Курачева [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Геоморфологически отвалы представляют собой невысокие гряды гребневой формы и рассматриваются как формирующиеся техногенные катены [5; 6]. Выбранные для исследования отвалы сходны по рельефу и экспозиции склонов. Породы, слагающие отвалы, различаются по гранулометрическому, минералогическому и петрографическому составам. Отвалы Лучегорского угольного разреза состоят из хаотичной смеси алевролитов, аргиллитов и песчаников разной зернистости, галечников, оливиновых базальтов

плиоценового возраста, четвертичных отложений, представленных русловыми, пойменными и болотными фациями, а также углесодержащими включениями. По грансоставу это тяжелосуглинистые, легко- и среднесуглинистые породы. Сумма поглощенных катионов, за счет тяжелого гранулометрического состава породы и содержания углистых частиц, выше средней (22-31 м.-экв/100 г). Среди катионов преобладают Ca^{2+} и Mg^{2+} . Степень насыщенности основаниями повышенная ($\text{H}=89-83\%$). Породы не засолены.

Породы вскрыши Павловского углераза представлены четвертичными глинами, аллювиальными песчано-галечниковыми отложениями суйфунской свиты, аргиллитами, алевролитами, разнозернистыми песчаниками и пластами угля усть-давыдовской свиты. Реакция среды от кислой до слабокислой. Степень насыщенности основаниями 60-85%. По грансоставу породы тяжелосуглинистые, легко- и среднесуглинистые.

Несмотря на то, что объекты исследования находятся в разных почвенно-климатических зонах, у них есть общие черты развития. В ходе эволюции почвенный покров развивается от эмбриоземов инициальных (самой ранней стадии) до наиболее зрелой – эмбриоземов гумусово-аккумулятивных. Ведущим фактором при почвообразовании является биологический.

Начальные стадии почвообразования (эмбриоземы инициальные), сингенетичные пионерным стадиям развития фитоценоза, характеризуются практически полным отсутствием педогенной дифференциации субстрата на генетические горизонты [2; 3]. Профиль почвы представлен несколькими слоями, различающимися, как правило, по плотности (формула профиля – $\text{C1}+\text{C2}+\dots$). Для них характерна кислая реакция среды в поверхностных слоях и недифференцированность профиля по показателям pH. Органогенный горизонт отсутствует. Содержание органического углерода составляет в почвах однолетних отвалов 0,1-0,2% от веса почвы.

Первыми начинают зарастать растениями–пионерами аккумулятивные позиции. На трансаккумулятивных позициях, в первые 1-3 года, развитие фитоценозов несколько отстает от нижележащих аккумулятивных.

На первичных техногенных экотопах отвалов Павловского углераза в первые годы поселяются единичные особи сорных и рудеральных видов с близлежащих территорий. Основу пионерной растительности составляют – горцы, ежовики, клевер, полыни. Эти виды обладают высокой жизнеспособностью, хорошо приспосабливаются к неблагоприятным условиям произрастания, быстро заселяют свободную территорию.

На инициальных эмбриоземах Лучегорского угольного разреза растительность от сорной до гречишной, розовоосоковой, чертополоховой, тростниковой. На выровненных и слабонаклонных поверхностях пионерная стадия продолжается до 3 лет. На склоновых

поверхностях может продолжаться до 8-10 лет. В инициальных эмбриоземах 10-летнего возраста в обеих зонах отмечается слабая дифференциация по содержанию ила, что связано с процессами физической дезинтеграции и химическим выветриванием, приводящим к некоторому накоплению илистой фракции в верхних слоях профиля. По остальным показателям профиль не дифференцирован. Элювиальные позиции отличаются наиболее замедленным развитием. На них и к 30-ти годам могут сохраняться инициальные эмбриоземы под инициальными растительными группировками. Объясняется это крайне неблагоприятными условиями для закрепления и произрастания растений (острые гребни отвалов, контрастный температурный режим, водная и ветровая эрозия и т.д.).

Органо-аккумулятивные эмбриоземы, как и инициальные, относятся к почвам самых ранних стадий эволюции. Диагностическим показателем является уже четко выраженный биогенный признак – генетический горизонт, представленный подстилкой [4; 8; 10]. Отмечается слабое развитие процессов педогенеза. На отвалах ЛУТЭКа растительные группировки лугового типа: хвощевые, полынно-хвощевые, хвощево-кипрейные. Изредко встречаются злаковые. Формула профиля $O(0-1 \text{ см}) + C1(1-5 \text{ см}) + C2(5-10 \text{ см}) + C3(10-22 \text{ см}) + C4(22-70 \text{ см})$. Продолжительность периода от 3 до 18 лет. Лимитирующими факторами являются тяжелый гранулометрический состав, минералогический состав пород и крутизна склонов.

На отвалах Павловского углераза эта стадия длится 3-12 лет. То есть в лесостепной зоне этот период короче, чем в таежно-широколиственной. К 10-летнему возрасту на транзитных и аккумулятивных позициях здесь формируются простые смешанные группировки растительности. В их составе преобладают: на Трансакк - вейник наземный, клевер луговой, полынь тенистая. На аккумулятивной позиции – клеверо-полынно-тростниково-разнотравные сообщества с проективным покрытием 30-45%. В поверхностном слое эмбриоземов органо-аккумулятивных реакция среды слабокислая. Вниз по профилю отмечается увеличение реакции среды в кислую сторону. Сумма обменных оснований и степень насыщенности основаниями уменьшаются с глубиной.

В лесостепной зоне к 10-12-летнему возрасту (на ЛУТЭКе к 13-15-летнему возрасту) на трансаккумулятивных и аккумулятивных позициях формируются дерновые эмбриоземы под сложными группировками растительности. В аккумулятивных позициях часто наблюдаются глеевые процессы. Профиль дерновых эмбриоземов четко дифференцирован на органогенную часть (дерновый горизонт) и литогенную (формула профиля $A_0(0-1 \text{ см}) + A_d(1-3 \text{ см}) + C1(3-17 \text{ см}) + C2(17-45 \text{ см}) + C3(45-100 \text{ см})$). По физическим и физико-химическим свойствам профиль слабодифференцирован. Содержание органического вещества достигает значений 0,25-1,24% (в мелкоземе дернового горизонта) с резким уменьшением вглубь по профилю. В составе фитоценозов происходит замена рудеральных

видов на более устойчивые, в частности на дерновинные злаки. Преобладающими видами на этой стадии развития являлись вейник наземный, мятлик луговой, клевер луговой, ястребинка зонтичная. Проектное покрытие достигает 80-90%. Дерновые эмбриоземы техногенных ландшафтов ЛУТЭКа характеризуются формулой профиля О(0-2 см) + Ад(2-7 см) + С1(7-13 см) + С2(13-25 см) + С3(25-75 см). Растительность: полынно-злаково-хвощево-кипрейная. Проектное покрытие 90-100%.

На отвалах Павловского углеразреза к 20-летнему возрасту под замкнутыми фитоценозами формируются гумусово-аккумулятивные эмбриоземы с развитым гумусовым горизонтом небольшой мощности. Общими чертами во всех зонах является наличие наряду с подстилкой и дерниной в гумусово-аккумулятивных эмбриоземах гумусового горизонта. Его образование сопровождается агрегированием субстрата, дифференцированностью толщи пород по химическим, физико-химическим и физическим свойствам. Формула профиля О(0-3 см) + Ад(3-7 см) + А1(7-23 см) + ВС(23-30 см) + С1(30-65 см) + С2(65-100 см). Дифференциация отмечается в основном в корнеобитаемом (0-20 см) горизонте. Переходные горизонты трудноопределяемые при морфологическом исследовании. Это объясняется, с одной стороны, слабым развитием процессов, а с другой - наличием в породах, слагающих отвалы, высокого содержания углистых частиц. Плотность сложения верхних горизонтов 0,7-0,9 г/см³(0-10 см), вглубь увеличивается до 1,4 г/см³. Актуальная кислотность в верхних горизонтах слабокислая, с глубиной снижается до кислой. Содержание общего органического углерода по профилю уменьшается от 7% в слое 3-5 см до 1,1% на глубине 15 см (табл. 1). Кривая распределения общего органического углерода по профилю имеет вогнутый характер с резким падением с глубиной (аккумулятивный тип распределения). Верхние горизонты обеднены полуторными оксидами и обогащены оксидами биофильных элементов (табл. 1).

Формирование растительности на 20-летнем отвале происходит по следующим типам зарастания: 1 – первичные примитивные группировки (хвощево-ястребинковые сообщества на верхних частях (Эль) отвалов с проектным покрытием 10-20%), рост и развитие растений замедленное; 2 – сомкнутые сообщества со значительным участием рудеральных видов в нижних частях (Акк) клеверо-полынно-тростниково-разнотравные сообщества с проектным покрытием 75-90% и на средних частях отвалов (Трансакк) вейниково-клеверо-полынно-разнотравные сообщества с проектным покрытием 85-100%; 3 – внедрение древесных и кустарниковых растений на склонах юго-западной, юго-восточной, восточной и западной экспозиций на позициях Трансакк и Акк. К 20-летнему возрасту под данными типами растительности на отвалах сформировались гумусово-аккумулятивные эмбриоземы на Трансакк и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы глеевые на Акк.

Однако необходимо отметить, что стадию сложного фитоценоза мы выделяем условно, так как видовой состав данного фитоценоза отличается от зонального. Сообществ зонального типа растительности на техногенных экотопах мы не обнаружили.

Таблица 1. Свойства 20-летних эмбриоземов лесостепной зоны при самозарастании

* d_v – плотность сложения

На Лутэке к 30-летнему возрасту сформировались грубогумусово-аккумулятивные эмбриоземы. Формула профиля O(0-1 см) + Ad(1-3 см) + A1(3-6 см) + A1B(6-10 см) + BC(10-20 см) + C1(20-38 см) + C2(38-70 см). Отмечается агрегирование субстрата, дифференцированность толщи пород по химическим, физическим и физико-химическим

Глубина, см	d_v , г/см ³	рН	Гумус, %	Валовое содержание, % от прокаленной навески								
				MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃
3-5	0,64	6,51	7,02	0,33	15,69	72,43	0,07	2,82	1,22	0,39	0,11	1,85
5-10	0,94	6,27	2,43	0,25	16,75	76,38	0,08	3,11	0,52	0,44	0,05	1,90
10-15	1,04	5,36	1,05	0,29	18,56	74,86	0,03	2,87	0,28	0,41	0,03	2,04
15-20	1,19	5,31	0,50	0,29	17,43	72,52	0,05	2,79	0,41	0,53	0,04	3,33
20-30	1,25	5,25	0,53	0,28	17,40	71,34	0,03	2,62	0,34	0,50	0,04	3,20

свойствам. Дифференциация отмечается в основном в корнеобитаемом (0-20 см) горизонте. Растительность представлена разнотравно-злаковым лугом. Из древесных видов присутствует береза и осина.

Если в пределах естественного ландшафта формируется генетически единая, геохимически сопряженная система элементарных ландшафтов, то в техногенных ландшафтах эта дифференциация имеет свою специфику. Выделение в техногенном ландшафте элементарных, геохимически сопряженных и генетически взаимосвязанных ландшафтов в том объеме, в котором они выделяются в естественных ландшафтах, практически невозможно. Если геохимическое сопряжение в естественных ландшафтах формируется благодаря действию комплекса взаимосвязанных миграционных явлений – почвенно-грунтовых вод, вод поверхностного и внутрипочвенного стоков, то в техногенных ландшафтах иначе. Здесь нет сплошного горизонта почвенно-грунтовых вод. Соответственно, в нем сложно выделить пояса полугидроморфного или гидроморфного почвообразования. Абсолютное преобладание имеет автоморфное почвообразование. И тем не менее мы можем говорить о том, что в каждом геоморфологическом участке техногенного ландшафта формируется почвенный покров со своей спецификой строения, то есть индивидуальным сочетанием типов почв.

Заключение

Проведенные исследования показали тесную взаимообусловленность и взаимосвязь развития сингенетических сукцессий фитоценозов в формирующихся техногенных экосистемах с фазами посттехногенного почвообразования, характеризующимися одним основным типом почв. Установлено, что во всех зонах эволюция формирующихся почв реализуется в последовательной смене четырех основных типов эмбриоземов: эмбриозем инициальный – эмбриозем органо-аккумулятивный – эмбриозем дерновый – эмбриозем гумусово-аккумулятивный. Основными факторами эволюции почвенного покрова являются рельеф поверхности, гранулометрический и минералогический состав пород, биоклиматические условия природной зоны, биогенный фактор. Особенностью молодых техногенных почв является формирование новообразованных горизонтов небольшой мощности. Как правило, эти горизонты относятся к органогенным или органо-аккумулятивным. Гораздо реже встречаются зачаточные срединные горизонты. Формирование почв в техногенных ландшафтах, расположенных в различных биоклиматических условиях, сопровождается разными темпами накопления органического вещества, в лесостепной зоне выше, чем в таежной. В составе почвенного покрова лесостепной зоны доля эмбриоземов поздних стадий развития выше, чем в таежной. Для таежной зоны характерно длительное существование стадии органо-аккумулятивных эмбриоземов.

Пионерами зарастания являются экологически пластичные виды, способные переносить экстремальные условия техногенной среды. Сообществ, отражающих зональный тип растительности, на обследованных отвалах не обнаружено.

Наиболее благоприятными для развития фитоценозов и почвообразования являются аккумулятивные (шельфовые) части отвалов и трансаккумулятивные, а также межгребневые лощины, склоны северной и восточной экспозиции, не крутосклоновые поверхности, где создаются более благоприятные условия для роста и развития растительности и почвообразования, соответственно.

Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – 656 с.
2. Двуреченский В.Г. Групповой состав железа и гумуса в почвах техногенных ландшафтов Кузбасса // Сибирский экологический журнал. – 2009. – Т. 16, № 2. – С. 171-177.
3. Егорова Л.Н., Шапова Л.Н., Ковалева Г.В., Полохин О.В. Почвенные микромицеты техногенных ландшафтов на юге Приморского края // Микология и фитопатология. – 2013. – Т. 47. - Вып. 4. – С. 218-222.

4. Полохин О.В. Гумусное состояние молодых почв техногенных ландшафтов // Вестник КрасГАУ. – 2010. – № 10. – С. 40-44.
5. Полохин О.В. Специфика преобразования минеральных форм фосфатов при почвообразовании в техногенных ландшафтах // Сибирский экологический журнал. – 2007. – № 5. – С. 843-847.
6. Полохин О.В., Кульшин В.А. Степень дифференциации профиля почв техногенных ландшафтов // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 11. – С. 42-46.
7. Полохин О.В., Пуртова Л.Н., Сибирина Л.А., Клышевская С.В. Сингенетичность почв и растительности техногенных ландшафтов юга Приморья // Естественные и технические науки. – 2011. – № 5. – С. 164-166.
8. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В.А. Андроханов, В.М. Курачев; отв. ред. А.И. Сысо; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. - 224 с.
9. Пуртова Л.Н. Сибирина Л.А., Полохин О.В. Запасы растительного органического вещества и процессы гумусонакопления в почвах техногенных ландшафтов на юге Приморья // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3. - Вып. 3. – С. 535-538.
10. Сибирина Л.А., Полохин О.В., Жабыко Е.В. Начальные этапы формирования растительного покрова на техногенных экотопах Приморского края // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14. - № 1. - Вып. 6. – С. 1539-1542.

Рецензенты:

Голов В.И., д.б.н., главный научный сотрудник сектора биогеохимии ФГБУН «БПИ ДВО РАН», г. Владивосток.

Селедец В.И, д.б.н., старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории биогеографии и экологии ФГБУН «ТИГ ДВО РАН», г. Владивосток.