

УДК 631.48

ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ТАГАНАЙ»

© 2013 В.В. Журавлева

Национальный парк «Таганай», г. Златоуст, Челябинская обл. (Россия)

Поступила 08.08.2013

В работе представлены результаты исследований элементарного состава почв на территории национального парка «Таганай». Геологической съемкой были выделены генетические формации и типы почвообразующих пород. В ходе почвенного профилирования в схеме выделенных типов почв были описаны генетические почвенные горизонты. Дана оценка загрязнения почв по данным аналитических исследований почвенных проб, отобранных по профилю через каждые 5 км, общей протяженностью 40 км с юга на север.

Ключевые слова: национальный парк, почвообразовательные процессы, генетические формации, типы почв, почвенные горизонты, техногенное загрязнение, ПДК.

Zhuravleva V.V. The elemental composition and assessment of soil pollution in the national park «Taganay» – The results of studies on the elemental composition of the soil in the national park «Taganay». Geological survey were identified genetic information and types of parent rocks. In the course of the soil profiling scheme selected soil types have been described genetic soil horizons. The estimation of soil contamination according to the analyzes of soil samples taken in the profile every 5 km, the total length of 40 km from south to north.

Key words: national park, the soil-forming processes, genetic formation, soil types, soil horizons, industrial pollution, PDK.

Почвообразовательные процессы с геологической точки зрения можно рассматривать как процессы диагенетические, а почву, как первую стадию изменений осадочных отложений при литификации. Поэтому описание формирования и свойств почвенного разреза на исследуемой территории необходимо рассмотреть в связи с ландшафтно-фациальным строением поверхности и генетической классификацией подстилающих почвообразующих горизонтов.

Формирование ландшафтов территории парка следует отнести к событиям четвертичного периода, современный облик которых сформировался в плейстоцене. Зональные факторы дифференциации ландшафтов в парке подчиняются зонально-высотным особенностям микроклимата территории, в котором наблюдается широкая амплитуда параметров (температурная инверсия, перераспределение барических градиентов и др.). Все ландшафты территории парка относятся к классу горные и подклассу возрожденных складчато-глыбовых среднегорий, с уникальной зонально-высотной структурой, характерной только для горных хребтов Южного Урала, т.е. сменой основных фитоценозов от под-

ножий к вершинам гор (снизу вверх): широколиственные леса, темно - хвойная тайга, лесотундра, тундра (Пояснительная записка..., 1996).

В ходе геологической съемки были выделены генетические формации и типы почвообразующих пород:

1. *Склоновая формация*, в составе которой выделены нерасчлененные коллювиально-солифлюкционные (с-sf) и элювиально-делювиальные (ed) типы, а также элювий (e) кор выветривания.

- коллювиально-солифлюкционные отложения широко распространены на исследуемой территории, образуя конусы осыпания в привершинных частях гор и сплошные осыпные и аккумулярованные шлейфы в пониженных частях рельефа, образуя так называемые «каменные реки». Возраст отложений датируется как нижне-средне четвертичный, что вполне увязывается с их солифлюкционным происхождением. Повсеместно, это средне окатанные глыбовые отложения, открытые (с лишайником, реже мхом) или слабо задернованные с небольшой мощностью аккумулярованного почвенного покрова.

- элювиально-делювиальные современные верхнечетвертичные отложения, перекрывающие маломощным чехлом склоны и слагающие верхи присклоновых шлейфов у подножий хребтов и горного обрамления речных долин. Они отсутствуют лишь на крутых обвально-осыпных склонах, где процессы денудации абсолютно преобладают. По литологическому составу среди элювиально-делювиальных отложений преобладают два типа. Для первого из них характерно преобладание суглинистого материала с подчиненным значением обломков, на субстрате которого развиты почвы, разрез которых прослеживается на глубину до 60 см с ярко выраженными почвенными горизонтами. Такие почвенные разрезы слагают обычно верхние части элювиально-делювиальных шлейфов, мощность которых резко уменьшается вверх по склону. Второй тип – это обломочные отложения (щебень, дресва коренных пород) с суглинистым заполнителем, залегающие преимущественно по склонам с крутизной более 6°, а также на участках водоразделов, где они располагаются в форме линз и карманов в коре выветривания, ограниченные в пространственном отношении обнажениями коренных пород (кварцитов, кристаллических сланцев). Почвообразование на обломочном элюво-делювии идет также в двух направлениях: на дренированных участках – это маломощные, преимущественно минеральные горизонты с покровом из слабогумусированных горизонтов; на участках избыточного увлажнения – элюво-делювий служит основой для формирования торфяно-глеевых почв.

- элювий на исследуемой территории в соответствии с имеющейся классификацией принадлежит к площадной и линейной корам выветривания, датировка возраста которых (нерасчлененный кайнозой) основана на сопоставлении вещественного состава элювия с региональной схемой кор выветривания Урала (Инженерная геология..., 1978). Тектоника, геоморфологические особенности и, связанный с ними, вещественный состав элювия в полной мере определяют характер почвенного покрова, развивающегося на элювиальном субстрате. Линейный тип элювия на исследуемой территории прослеживается в пределах

тектонических депрессий (Киалимский и Тесьминский разломы) и многочисленных оперяющих дизъюнктивных нарушений (трещин меньших порядков), геоморфологически располагаясь на пологих водоразделах и склонах, а также в пониженных частях рельефа (долины рек и межгорные распадки). Состав элювия линейного типа суглинистый с включением рыхляковых (ломаются руками) обломков коренных пород (преимущественно сланцев), что связано с продолжительностью и интенсивностью процессов дробления в пределах подвижных тектонических зон, имевших место на исследуемой территории с позднего протерозоя (рифей) на протяжении активного тектогенеза (время заложения Таганайского орогена). На мощном и однородном линейном элювии имело место равномерное почвообразование с хорошо выраженными, в большинстве гуммированными, почвенными горизонтами, в условиях замедленных процессов плоскостного смыва и эрозии. Напротив, площадной тип залегания элювия, почти сплошным чехлом покрывающий протерозойские кварциты и сланцы территории парка, имеет малую мощность и обломочный состав в сочетании с линзами и гнездами суглинков, тяготеющими к локальным зонам дробления. Описываемый тип элювия характеризуется пестрой цветовой гаммой и вещественным составом в зависимости от рудоносности вмещающих материнских пород. По этому же признаку наблюдается и дифференциация почв, бедных по составу, но обогащенных компонентами породо- и почвообразующего субстрата. Пестроцветные почвы встречаются на исследуемой территории повсеместно в зонах плоскостной денудации, залегая непосредственно на элювии, обогащенном Fe, Mn и другими металлами. В процессе окисления металлы мигрируют в почву (химическое выветривание, вымывание), изменяя ее химические и физические свойства (охристый цвет, слюдистость, образованные в результате окисления сгустки и хлопья в форме натечных коллоидных образований). Подобные почвы прослежены в южной части парка.

2. *Аккумулятивно-эрозионная формация*, в составе которой выделяются аллювиальный (а), аллювиально-пролювиальный (ар) и аллювиально-делювиальный (ад) типы отложений нижнее-средне четвертичного и современного (голоцен) возраста.

- аллювиальные отложения представлены русловыми, пойменными, надпойменными (валунно-галечники) и старичными (иловатые суглинки) фациями с двумя типами почвенного разреза, формирующегося на них. Грубообломочные отложения в пределах участков с активными речными эрозионными процессами (реки парка имеют незавершенный базис эрозии) несут на себе слабогумусированные подзолы малой мощности. Старичные фации, отложения которых указывают на исчезнувшие русла рек, сложены пластичными мелкоземами с прослоями илов, имеющие соответствующий глеево-торфянистый почвенный покров.

- аллювиально-пролювиальные и аллювиально-делювиальные отложения имеют на территории подчиненное значение и представляют собой конусы выноса в пределах денудационно-аккумулятивных склонов речных долин. На территории парка взвешенные наносы аллювия бровок долин в сочетании с мелко-

земом делювия и пролювия являются основанием для образования луговых почв с хорошо развитой дерниной и почвенными горизонтами.

3. *Биогенная формация* включает один тип отложений – биогенный (b).

- биогенные отложения на исследуемой территории нельзя представить как торф или ил. Скорее всего, это многообразие переходных типов от торфянисто-глеевых до илисто-глинистых, но повсеместно с включением слаборазложившейся органики, переувлажненных, с коэффициентом пористости 1-2 и выше, сжимаемостью от 100 до 150 мм на 1 м толщи (Промежуточный отчет..., 1976). Часто переход минерального горизонта в почвенный органический горизонт наблюдать не представлялось возможным, поэтому мощность биогенного почво-иллювия при описании почвенного разреза суммировалась от слоя, лежащего на почвообразующем горизонте, вверх по разрезу, тем более что она невелика (не более 1 м) по сравнению с торфяными залежами соседствующих с парком заболоченных долин (в долине р. Миасс мощность торфяников составляет 10-15 м). Встречены биогенные почвы преимущественно в пределах тектонических депрессий (днища долин рек, моховые болота).

В схеме почвенного районирования (Пояснительная записка..., 1976) парк находится в пределах зон распространения горных серых лесных, горных дерново-подзолистых, горно-луговых и горно-тундровых почв. В высокогорных участках можно наблюдать целую гамму переходов от самых начальных стадий почвообразования (каменных глыб, одетых скудным лишайниковым покровом) до хорошо сформировавшихся плодородных почв горнолесного и нижней части подгольцового пояса. На каменных россыпях и останцах гольцовых вершин формируются примитивные аккумулятивные почвы. В местах накопления мелкозема развиты горно-тундровые и дерновые горно-луговые почвы. Низкорослые и изреженные леса подгольцового пояса произрастают на дерновых горнолесных почвах.

Горно-тундровые почвы развиты на маломощном площадном элювии коренных пород и поэтому имеют характер почво-элювия. В поясе распространения данных почв климатические условия суровы, поверхность не всегда хорошо прогревается и деятельность почвенных организмов ослаблена. Ввиду этого отмершие растения разлагаются очень медленно. Верхний горизонт горно-тундровых почв перегнойно-торфянистый, в нем значительно больше разложившихся растительных остатков, чем минеральных частиц. Ясного разделения на генетические горизонты нет. Почвы имеют сильноокислую реакцию.

Дерново-луговые почвы характерны для подгольцового пояса, они лучше развиты, чем предыдущие почвы, особенно под крупно травными и злаковыми лугами. Они характеризуются большой мощностью (до 40-50 см), рыхло задерненной поверхностью, явным подразделением на горизонты. Перегнойный горизонт богаче гумусом, также содержит торфянистые вещества, но в меньшем количестве. В этих почвах накапливается илистая фракция; по механическому составу они суглинистые. Сумма поглощенных оснований значительно выше, чем в горно-тундровом поясе; реакция почвы слабокислая и чем ниже по склону, тем более нейтральная.

Дерновые горнолесные почвы низкорослых лесов подгольцового пояса по механическому составу суглинистые, развиваются на щебнистом элювии и имеют очень однообразный профиль коричнево-бурой окраски, почти без расчленения на горизонты. Реакция почв кислая, высока обменная кислотность и наблюдается слабая оподзоленность.

Горные серые лесные почвы распространены под лесами горнолесного пояса, а на заболоченных участках с ними сочетаются болотные торфяно-глеевые почвы. Эти почвы намного богаче почв вышележащих поясов по содержанию гумуса и количеству обменных катионов. По механическому составу и кислотности слабо отличаются от дерновых горнолесных почв, в них также наблюдается более явное расчленение на горизонты.

В результате почвенного профилирования (почвенный профиль № 1: западный склон гора Ицыл – днище Киалимской депрессии – восточный склон горы Дальний Таганай, протяженностью 8 км) в схеме вышеописанных типов почв были описаны следующие генетические почвенные горизонты:

органические:

лесная подстилка (A0), мощностью до 5 см, представленная суглинком темно-серым и коричневым, с включением растительных остатков и мелкой дресвы коренных пород (кварц, кварцит, сланец), различной степени влажности в зависимости от дренированности участка и глубины залегания грунтовых вод;

торфянистый (At), мощностью до 20 см, представленный супесью черной, с прослоями суглинка, с включением слаборазложившихся растительных остатков и дресвы коренных пород, различной степени влажности, слюдистый;

торфяно-глеевой (Ag), мощностью до 10 см, представленный суглинком серым с красновато-бурыми линзами и пятнами продуктов окисления, с включением полуразложившихся растительных остатков и мелкой дресвы коренных пород, сильновлажный, слюдистый;

минеральные:

гумусово-элювиальный (A1 A2), мощностью до 40 см, представленный суглинком серым и коричневым, с включением дресвы и мелкого щебня (2 см) коренных пород, различной степени влажности, слюдистый;

иллювиально-почвообразующий (BC), мощностью до 60 см, представленный тяжелыми суглинками коричневыми, бурыми с охристыми прослоями и пятнами продуктов окисления, с включением дресвы и щебня (3 см) коренных пород, сланец которых в большинстве случаев выветрелый (рухляк, ломается руками), преимущественно слабовлажный, слюдистый;

почвообразующий (C), мощностью более 40 см, представленный коренными породами разной степени выветрелости, с суглинистым заполнителем светло-коричневым, слабовлажным, сильно слюдистым.

Таким образом, на исследуемой территории для каждой классификационной группы почв определены наборы генетических горизонтов:

- горно-тундровые почвы:

A0 – At – BC – C; A0 – BC – C; BC – C

- дерново-луговые почвы:
A0 – A_T – A1 A2 - BC – C
- дерновые горнолесные почвы:
A0 – A_T – A1 A2 - BC – C; A0 – A1 A2 - BC – C
- горные серые лесные почвы:
A0 – A_T – Ag - A1 A2 - BC – C

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Известно, что рано или поздно, бóльшая часть всех промышленных выбросов непосредственно из воздуха, с растений или окружающих предметов попадает на землю: газы преимущественно в виде осадков или непосредственно самих газов (при благоприятном температурно-ветровом режиме); пыль – под действием силы тяжести. В почве они не остаются бездейственными: в зависимости от количества, длительности воздействия и вида загрязнителей, а также свойств почвы это приводит к различным отрицательным последствиям.

Дымовые газы вносят в почву сернистые кислоты и серную кислоту (SO₂ и SO₃), которые с воздухом и водой проникают в поры и соединяются с основными элементами почвы, образуя труднорастворимые сульфаты. В результате сокращается запас питательных веществ при одновременном увеличении кислотности, т.е. снижении значения pH. Еще А. Wieler (1905) указывал, что, хотя SO₂ действует преимущественно через органы ассимиляции, однако в почве в относительно небольших (при длительном воздействии довольно значительных) количествах в виде свободной кислоты и газа SO₂ оказывают отрицательное действие, способствуя скоплению под пораженными дымовыми газами хвойными насаждениями неразложившейся лесной подстилки (Wieler, 1902). Часто это приводит к образованию более или менее угнетенных древостоев. Скопление неразложившейся подстилки является следствием отравления земляных бактерий (Stoklasa, 1923) и истощения почвенных организмов: многие организмы при низких показателях pH в таких почвах становятся нежизнеспособными. И, наконец, все перечисленные воздействия приводят к негативным изменениям физических свойств почвы, например, уплотнению и снижению ее водопоглощения.

Токсичные вещества обнаруживаются в почве непосредственно (т.е. как аналитическое вещество) или косвенно (например, за счет измерения показателя pH), но в большинстве случаев как скопление в верхнем слое почвы. Закрепление фитотоксичных микроэлементов наиболее эффективно происходит в почвах с высоким минералогическим содержанием глины. Однако лучше всего микроэлементы поглощаются растениями из песчаных почв. Почвенные разрезы исследуемой территории свидетельствуют о наличии в своем составе как глинистой (накопительной), так и супесчаной фракций, причем с большим количеством обломочного материала, увеличивающего абсорбционный эффект поглощения вредных веществ растениями.

В результате аналитических исследований почвенных проб, отобранных по трансекте через каждые 5 км, общей протяженностью 40 км с юга на север бы-

ло установлено, что содержание большинства тяжелых и легких металлов не превышает фоновые значения, либо они отсутствуют локально или повсеместно (Pb, Cd, Cr, Mg, Fe, Ca, Na, K).

Содержание меди в почвенных пробах в пределах 6 из 9 площадок превышает ПДК от 1,7 до 670 раз, причем максимальное содержание отмечается при приближении к Карабашскому медеплавильному комбинату (КМК): в 25 км от КМК – 500 ПДК; в 20 км от КМК – 634 ПДК; в 15 км от КМК – 670 ПДК. Отсутствие компонента установлено в пробах в центре трансекты, что, вероятно, связано как с удаленностью от источников эмиссии, так и с химизмом ионов Cu^{2+} , обладающих способностью образовывать комплексы с растворимыми в воде органическими соединениями. Этому также способствует высокая фильтрационная способность почвенного разреза в пределах центральных площадок. Почвы на этом участке представлены супесью и легким суглинком с содержанием обломочной фракции до 40%.

Схожая ситуация наблюдается по цинку, содержание которого установлено во всех пробах вдоль трансекты, центр которой характеризуется условно фоновым содержанием компонента (не более 0,5 ПДК). На остальном протяжении трансекты содержание цинка в пробах повышенное 1-2 ПДК. Максимум наблюдается вблизи источников эмиссии: 35 ПДК в 5 км от Златоуста (Златоустовский металлургический комбинат) и 109 ПДК в 20 км от Карабаша.

Содержание марганца в среднем составляет 0,5 ПДК на большей части трансекты. Незначительное превышение (1,1 ПДК) наблюдается в 10 км от Златоуста, максимальное (8 ПДК) – в 5 км от Златоуста.

Отсутствуют или крайне низкие показатели определены для карбонатов: 0,075-4,5 мг-экв/кг.

Неравномерное содержание питательных элементов в почве, таких как Ca, Mg, Na, K и N, скорее всего, связано с динамикой гидрологического и пищевого режима почв. Пробы на анализ отбирались в середине лета. Как известно, максимум содержания перечисленных компонентов в верхнем слое почвы (до 30 см) содержится в начале лета, когда уровень почвенно-грунтовых вод высокий и в силу этого способность корней поглощать из почвы питательные вещества ослаблена, а в течение лета, по мере аэрации грунтов, запас этих веществ уменьшается в связи с потреблением их растительностью.

Содержание производных газообразных поллютантов по результатам анализов водных вытяжек почв в большинстве случаев не превышает ПДК: нитраты – 0,01-0,2 ПДК; сероводород – 0,06-0,2 ПДК.

Содержание сернистых компонентов в почве повышено в пределах крайних к источникам эмиссии площадках: 1,3 ПДК в 15 км от Карабаша; 2,2 ПДК в 10 км от Златоуста и 58 ПДК в 5 км от Златоуста. На остальных площадках трансекты № 1 содержание серы и сульфатов в среднем составляет 0,2 ПДК. Однако полностью исключить влияние эмиссии по серосодержащим показателям на эти участки нельзя, так как соединения серы имеют незначительный период обращения в биохимическом круговороте, в газообразной форме вступая в

соединение с составными частями почвы, что затрудняет их определение как вредного вещества, в отличие от ионов металлов (Деслер, 1981).

Уровень эмиссионного загрязнения почв во многом зависит от их кислотно-основных свойств. Обычно с увеличением кислотности почвы возрастает подвижность элементов (Майстренко и др., 1996). В свою очередь, к снижению водородного показателя приводит превышение естественной концентрации оксидов серы и диоксида углерода, поступающих в атмосферу с отработанными газами, пороговый предел которого (рН) равен 5,6 (Грин и др., 1990). Под влиянием высокой кислотности из почвы и листового опада вымываются жизненно необходимые для растительности магний и кальций, а металлы увеличивают миграционную способность с интенсификацией перераспределения и аккумуляции в почвенных горизонтах и в процессе ассимиляции у растений.

Значения актуальной кислотности водной вытяжки из почв в пределах трансекты № 1 коррелируют с содержанием импактных поллютантов (Cu, Zn, Mn, S, SO₄). Максимально к фоновым значениям близки рН центральной части участка, они равны 5,7-6,5. По мере приближения к источникам выбросов прослеживается тенденция роста кислотности, где рН достигает 5,33 в 15 км от Карабаша и 5,47 в 20 км от Карабаша, а также 5,08 в 5 км от Златоуста. Аномальное отклонение значения рН, равное 3,64 в 25 км от Карабаша, вероятно, связано с автономным подкисляющим действием грунтовых и почвенных вод, имеющих место на территории парка (рН поверхностных водотоков по данным анализа равен 4,5-5,0), в совокупности с наложенным эмиссионным эффектом. Кроме этого, в пределах поглощающего почвенного комплекса трансекты № 1 отсутствуют карбонаты (или их содержание минимально), кальций и магний, сдерживающие смещение рН в кислую среду, поэтому на участке создаются условия низкой кислотной буферности почв, определяющие их высокую чувствительность к таким техногенным воздействиям, как кислотные осадки (Оценка окружающей..., 2003).

Резюмируя аналитические данные почвенных водных вытяжек и коллекторскую документацию механического состава почв в пределах трансект можно сделать следующие выводы.

1. Техногенная трансформация почвенного покрова в большей степени наблюдается в северной и южной частях исследуемой территории в радиусах влияния около 10 км к северо-востоку от Златоустовского металлургического комбината и до 30 км к западу и северо-западу от Карабашского медеплавильного комбината, где количество превышений ПДК основных токсинов составляет более трех случаев.

2. Токсичность почвенных разрезов уменьшается к центру территории (превышение ПДК основных токсинов от двух до нуля случаев) и к восточной границе парка (превышение ПДК основных токсинов от одного до двух случаев).

3. Содержание в почве основных токсинов также увеличивается по мере приближения к источникам эмиссии. Высокое содержание Cu в почвах на всем

протяжении трансекты обусловлено усилением признаков элювирования почвенного разреза в пределах естественной геохимической аномалии.

4. Техногенная трансформация почв на исследуемой территории происходит также за счет изменения окислительно-восстановительной обстановки. Слабокислая реакция почвенной среды в центральной и восточной частях парка обеспечивает снижение токсичности элементов, увеличение же кислотности почв ближайших к источникам эмиссии участков активизирует миграцию токсинов в биохимическом круговороте.

В целом, исследованные почвы в парке характеризуются бедным микроэлементным составом. Отсутствие или низкое содержание ряда питательных веществ отрицательно сказывается на протекании биохимических реакций внутри растительного сообщества, что в совокупности с чрезмерной техногенной нагрузкой приводит к угнетению древостоя.

Таким образом, почвенный покров парка, отличающийся специфическими свойствами, а именно: генетическим разнообразием в пределах автономных (водораздельных), транзитных и аккумулятивных (пониженных) ландшафтных позиций; высокой буферностью к подщелачиванию, обеспечивающей затрудненный биохимический круговорот элементов; бедностью питательными веществами; высоким сорбирующим эффектом – является, с одной стороны, негативным отражением, а с другой, эффективным диагностическим признаком техногенного загрязнения территории парка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Деслер Х.-Г. Влияние загрязнения воздуха на растительность. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 184 с.

Инженерная геология СССР. Т. 5. Алтай, Урал. Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Изд-во Московского ун-та, 1978. С. 138-140.

Оценка окружающей природной среды по трассе проектируемого нефтепровода «Россия-Китай» на территории национального парка «Тункинский». 2-е изд-е, перераб. и дополн. // Авт.-сост. В.В. Ишегенов, Р.А. Зиганшин, Ю.М. Карбаинов и др. Красноярск: Сибирский междунар. инст-т леса, 2003. С. 66-67.

Пояснительная записка к проекту ведения лесного хозяйства по НП «Таганай». Т. 1. Воронеж: Воронежлеспроект, 1996. 209 с. – **Промежуточный отчет** по инженерно-геологическим исследованиям северной части Ново-Златоустовского водохранилища на реке Ай в районе г. Златоуста Челябинской области. Заказ № 834. Фонды ЮЖУРАЛТИСИЗ. 1976. 306 с.

Stoklasa J. Die Beschädigungen der Vegetation durch Rauchgase und Fabrikexhalationen. Berlin; Wien: Verlag Urban und Schwarzenberg, 1923. P. 261-264.

Wieler A. Über die Einwirkung der schwefligen Säure auf Pflanzen. Ber. dt. Bot. Ges., 1902. P. 556-566.