

УДК 631.42:625.12(571.56)

М.В. Оконешникова

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ РАЙОНА СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ В ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

Приведены результаты исследования почв района строительства железнодорожных линий, расположенных в пределах Алданского нагорья (Южная Якутия). Получены данные, характеризующие состояние почвенного покрова и почв до начала освоения. Определены возможные негативные последствия.

Ключевые слова: почвы, почвенный покров, техногенное нарушение, Алданское нагорье.

M.V. Okoneshnikova

THE SOIL CURRENT STATE IN THE DISTRICT OF THE RAILWAY LINE CONSTRUCTION IN SOUTHERN YAKUTIA

The research results on soils in the construction area of the railway lines located within the Aldan Plateau (South Yakutia) are presented. The data characterizing the current state of soil cover and the soils prior to the development are obtained. The possible negative consequences are determined.

Key words: soils, soil cover, anthropogenic impact, Aldan Plateau.

Введение. Перспективы социально-экономического развития Республики Саха (Якутия) в последние годы тесно связаны с реализацией инвестиционного проекта «Комплексное развитие Южной Якутии», основная часть которого предусматривает освоение природных ресурсов региона. В ходе реализации данного проекта будут построены железнодорожные линии общей протяженностью около 257 км: Томмот – Эльконский горно-металлургический комбинат (~53 км), Таежная – Таежный горно-обогатительный комбинат (~4 км), Чульбасс – Инаглинский угольный комплекс (~11 км) и Икабьекан – Тарыннахский горно-обогатительный комбинат (~189 км). В конце 2014 года финансирование строительства Таежного горно-обогатительного комбината (ГОК) и железнодорожной линии ст. Таежная – Таежный ГОК включено в Федеральную целевую программу «Экономическое и социальное развитие Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2018 года».

Сотрудниками Института биологических проблем криолитозоны (ИБПК) СО РАН в 2010 году проведены работы по инженерно-экологическим изысканиям (ИЭИ) и оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) в составе проектной документации на строительство железнодорожной линии ст. Таежная – Таежный ГОК.

Цель исследования. Изучение исходного (фоновое) состояния и прогноз возможных негативных изменений почв при строительстве и эксплуатации железнодорожных линий.

Объекты и методы исследования. Железнодорожная линия ст. Таежная – Таежный ГОК расположена в юго-восточном районе Приалданской горно-таежной провинции слабо- и среднеподзолистых обычных и иллювиально-гумусовых, подбуров и горно-тундровых щебнистых почв [1]. Эта провинция расположена южнее 59° с.ш. и занимает огромную территорию Алданского нагорья.

Климат холодный, влажный, с низкими среднегодовыми температурами (около -8°) и высокой относительной влажностью (73%) [2]. Несмотря на низкую отрицательную температуру воздуха, многолетняя мерзлота не имеет сплошного распространения.

Основными процессами, формирующими особенности почв юго-восточного района, являются те же почвообразовательные процессы, протекающие в почвах всей Приалданской горно-таежной провинции: криогенез, накопление грубого органического вещества и подвижного дисперсного гумуса, подзолообразование, обломочная сиаллитизация, на слабодренированных местах торфонакопление и оглеение.

На типичных ландшафтах предполагаемого района строительства железнодорожной линии заложено 5 почвенных разрезов, проведено описание морфологического строения и по генетическим горизонтам произведен отбор проб для оценки уровня плодородия и фонового состояния загрязненности почв. Название почвенных разностей устанавливалось по региональной классификации, разработанной Л.Г. Еловской [3].

Физико-химические свойства почв определялись общепринятыми методами в аналитической лаборатории ИБПК СО РАН [4]. Валовое содержание тяжелых металлов определялось методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой ICP-MS Elan DRS II PerkinElmer (США), нефтепродуктов методом ИК-спектрометрии (ПНДФ 16.1:2.2.22-98) в Хабаровском инновационно-аналитическом центре Института тектоники и геофизики Дальневосточного отделения РАН.

Результаты и их обсуждение. В зоне техногенного воздействия структуру почвенного покрова составляют мерзлотные подбурь (типичные, оподзоленные, сухоторфянистые) и торфянисто- и торфяно-глеевые почвы.

Ниже приводим краткую характеристику изученных почв.

Подбурь – почвы холодных гумидных областей [5], встречаются под мохово-багульниковыми (или бруснично-лишайниковыми) листовенничными редколесьями с кедровым стлаником и ольховником в кустарниковом ярусе. Основным источником поступления органического вещества в этих почвах являются мохово-хвойные сообщества, при разложении растительных остатков которых образуются продукты кислотного характера. Почвообразующие породы (грубообломочный элювий коренных пород – граниты, гнейсы и реже осадочных – песчаники, алевролиты) бедны основаниями, поэтому не могут нейтрализовать создающуюся кислотность. А их высокая фильтрационная способность, обусловленная легким гранулометрическим составом, щебнистостью и трещиноватостью, и глубокое залегание многолетней мерзлоты содействуют нисходящим токам, способствующим часто развитию процессов подзолообразования. Подбурь имеют своеобразную бурую окраску профиля, свидетельствующую о преобладании здесь окислительных и отсутствии восстановительных процессов. Гранулометрический состав грубозернистый. В составе мелкозема преобладают песчаные фракции. Содержание более тонких фракций уменьшается вниз по профилю, поскольку по мере углубления идет омоложение почвенной толщи [6].

Для подбурь типичных характерно следующее морфологическое строение: О – АО – В_{Fe} – ВС.

В верхней части профиля отчетливо выделяется темно-серый или темно-бурый рыхлый грубогумусовый горизонт АО (АОА) небольшой мощности (2–3 см). Под ним непосредственно залегает бурый иллювиально-железистый слой (В_{Fe}), имеющий мощность 15–20 см и переходящий в постепенно светлеющий буровато-серый горизонт ВС. Почвы щебнистые и каменистые.

Подбурь типичные имеют сильноокислую реакцию среды, значения pH несколько увеличиваются вниз по профилю. Гумусовый профиль укороченный (< 50 см) и имеет резко убывающий характер распределения органического вещества. Однако в слое 0–20 см содержание гумуса остается высоким и не снижается менее 2 %. Величина потери при прокаливании в маломощном грубогумусовом горизонте АО колеблется от 30 до 60 %. Для них характерны высокая гидролитическая кислотность, низкое содержание обменных оснований и подвижных соединений азота, фосфора и калия. Только в органогенном горизонте наблюдается биогенное накопление питательных элементов (табл. 1).

Подбурь оподзоленные отличаются от типичных наличием оподзоленного горизонта АОЕ (или Е), светлоокрашенного, небольшой мощности (до 5 см), залегающего между горизонтами АО и В_{Fe}. Их морфологический профиль имеет следующее строение: О – АО – АОЕ(Е) – В_{Fe} – ВС.

Подбурь сухоторфянистые встречаются в средних и нижних частях склонов северных экспозиций под листовенничниками мохово-лишайниковыми с каменной березой и ольховником, а также в поясе лишайниковых кедровых стлаников. Почвы слабо изучены. Морфологическое строение профиля имеет формулу: О – АО – А_T – В_T(В_{Fe}). Отличаются от предыдущих подтипов очень высоким содержанием органического вещества по всему профилю.

Таблица 1

Химические свойства мерзлотных почв

Гори- зонт	Глубина, см	рН водный	Гумус (*ППП), %	Обменные, мг-экв/100 г почвы		Гидролити- ческая кислотность, мг-экв/100 г почвы	Подвижные, мг/100 г почвы	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺		P ₂ O ₅	K ₂ O
Подбур типичный (разрез 10)								
АО	5-12	4,4	51,9*	9,5	3,1	80,5	6,0	13,6
B _{Fe}	12-30	4,7	2,8	1,6	0,8	10,1	10,0	2,4
BC	30-55	5,1	1,0	1,3	0,5	7,4	4,0	2,4
Подбур сухоторфянистый (разрез 11)								
АО	6-12	4,3	64,4*	13,9	6,9	86,4	23,2	73,4
Ат	12-19	4,5	49,2*	4,9	8,1	65,2	9,2	18,3
B _{Fe}	19-52	4,8	4,31	2,3	1,4	16,5	11,2	3,1
Подбур оподзоленный (разрез 12)								
АОЕ	10-14	4,1	5,33	1,6	0,7	19,2	14,7	4,6
B _{Fe}	14-24	4,8	3,52	0,8	0,5	10,8	15,2	3,1
Подбур оподзоленный (разрез 13)								
АО	6-17	4,3	52,4*	13,3	4,9	87,6	15,2	29,7
АОЕ	17-28	4,2	3,34	1,2	0,5	12,0	10,7	2,5
B _{Fe}	28-31	4,8	1,86	1,2	0,6	6,2	10,7	0,9
Торфянисто-глеевая (разрез 14)								
Т	4-20	5,1	88,3*	47,1	10,3	69,9	55,5	66,5
ТН	20-28	6,1	39,8*	60,5	11,5	23,0	19,8	26,0
B _g	28-42	5,9	5,3	13,6	3,7	8,1	8,1	21,2

Торфянисто- и торфяно-глеевые почвы формируются под пологом голубично-багульниковой лиственничной редины с моховым покровом. Почвы оттаивают на 40–90 см (в отличие от горно-таежных почв многолетняя мерзлота присутствует во всех болотных почвах). Морфологический профиль имеет следующее строение: О – Т – ТН – B_g(G).

Мощность торфяного горизонта колеблется от 8–20 см в торфянистых до 50 см в торфяно-глеевых почвах. Торфяной горизонт при большой мощности подразделяется на 2–3 подгоризонта по степени разложения. Верхний, состоящий из слаборазложившихся мхов и осок, опада листьев кустарников, имеет более светлую бурую окраску по сравнению с нижележащими темно-бурыми или черными, лучше разложенными торфяными горизонтами. Минеральный горизонт сильно оглеен, грязно-сизого или серовато-сизого цвета, иногда с ржавыми выцветами.

Торфяные горизонты этих почв имеют кислую, глеевые горизонты – слабокислую реакцию среды. Содержание гумуса в минеральном глеевом горизонте среднее, питательных элементов – низкое.

К основным видам воздействия на почвенный покров при строительстве железнодорожной линии можно отнести:

- отчуждение земельных участков под строительство железнодорожной линии и временных объектов инфраструктуры;
- механическое нарушение почв;
- химическое загрязнение почв.

В таблице 2 приведены основные (исходные) количественные показатели фонового состояния почв, необходимые при прогнозе возможных негативных процессов и разработке предложений по охране и мониторингу изученных почв.

Таблица 2

Основные характеристики мерзлотных почв зоны воздействия

Почва	Площадь отвода, га	Средняя мощность плодородного слоя, см	Среднее содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов (НП) в слое 0-20 см (n=8), мг/кг					
			Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	НП
Подбуры типичные, сухоторфянистые и оподзоленные	6,51	<10	5,76	0,06	27,64	18,35	13,10	711
Торфянисто - и торфяно-глеевые	22,38	20	2,67	0,03	22,2	10,04	11,43	2870

На этапе строительства железнодорожной линии наиболее сильное воздействие на почвенный покров и почвы происходит при производстве земляных работ, которые могут сопровождаться следующими негативными явлениями: техногенным нарушением мезо- и микрорельефов, вызванным профилированием и отсыпкой трассы, многократным прохождением тяжелой строительной техники (рытвины, колеи, борозды и др.); полным или частичным уничтожением органогенного слоя и выносом на поверхность малопродуктивных подстилающих пород, активизацией водной эрозии на склоновых почвах – подбурах. Нарушение мохового слоя на торфянисто- и торфяно-глеевых почвах существенно увеличивает глубину протаивания и может способствовать образованию термокарстовых провалов аналогично тому, как это отмечается при разных антропогенных воздействиях на мерзлотные почвы других районов Якутии [7–10 и др.].

В целях снижения деградации почв и почвенного покрова необходимо использовать весь известный комплекс противозрозионных мероприятий и соблюдать агротехнические, строительные и другие требования к производству земляных работ, изложенные в строительных нормах на земляные сооружения [11, 12].

В зоне строительства и эксплуатации железнодорожной линии можно ожидать загрязнение почв:

а) тяжелыми металлами, в особенности свинцом, за счет выхлопных газов автотранспорта. Считается, что наиболее сильно это влияние прослеживается в полосе шириной 8–10 м. В меньшей мере это влияние проявляется в прилегающей полосе шириной до 40–50 м;

б) нефтепродуктами за счет разлива при их транспортировании.

Фоновое содержание тяжелых металлов во всех почвах (см. табл. 2) существенно ниже ОДК, рекомендованных в ряде российских нормативных документов для песчаных и супесчаных почв (Pb – 32 мг/кг; Cd – 0,5 ; Zn – 55; Cu – 33; Ni – 20 мг/кг). Безопасный уровень загрязнения нефтепродуктами в почвогрунтах территории России составляет 1000 мг/кг [13].

Относительно высокое содержание НП, соответствующее умеренному уровню загрязнения для почвогрунтов России, обнаружено в торфяных горизонтах торфянисто-глеевых почв, что обусловлено высокими сорбционными свойствами торфа. Согласно экспериментальным данным, использование торфа в качестве мелиоранта на нефтезагрязненных почвах Западной Сибири не позволяет проникновению нефти в более глубокие слои почвы и способствует восстановлению плодородия почв [14]. Однако слабая способность мерзлотных почв Якутии к самоочищению [15] предопределяет повышенную опасность устойчивого накопления НП и тяжелых металлов в изученных почвах. При соблюдении технологического регламента химическое загрязнение почв может иметь локальный характер; в условиях, благоприятных для миграции вещества (склоновых) приобретает площадные формы.

Выводы. Почвы района строительства железнодорожной линии ст. Таежный – Таежный ГОК характеризуются укороченным, как правило, < 50 см, профилем с высоким содержанием щебня и камней и обладают низким потенциальным плодородием. Эти особенности в сочетании со своеобразными природными и ландшафтными особенностями Алданского нагорья обуславливают невысокую устойчивость изученных почв к техногенному воздействию и, следовательно, быструю деградацию и слабую релаксацию почв при строительстве линейных сооружений.

Работа выполнена в рамках государственного задания по проекту № 0376-2014-0004. Тема 54.1.2 «Механизмы трансформации и закономерности функционирования почв криолитозоны в условиях глобальных изменений: факторы, современное состояние и прогноз». Направление 54 «Почвы как компонент биосферы (формирование, эволюция, экологические функции)» программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Литература

1. Еловская Л.Г., Коноровский А.К. Районирование и мелиорация мерзлотных почв Якутии. – Новосибирск: Наука, 1978. – 173 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Вып. 24. Якутская АССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Кн. 1. – 607 с.
3. Еловская Л.Г. Классификация и диагностика мерзлотных почв Якутии. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1987. – 172 с.
4. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
5. Таргульян В.О. Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. – М.: Наука, 1971. – 268 с.
6. Коноровский А.К. Почвы севера зоны Малого БАМа. – Новосибирск: Наука, 1984. – 120 с.
7. Гаврильев П.П., Угаров И.С., Ефремов П.В. Мерзлотно-экологические особенности таежных агроландшафтов Центральной Якутии. – Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2001. – 196 с.
8. Гаврильев П.П. Классификация геоэкологических и почвенных процессов по степени опасности и безопасности для сельскохозяйственного освоения // Мерзлотные почвы: разнообразие, экология и охрана. – Якутск, 2004. – С. 151–154.
9. Оконешникова М.В. Влияние строительства магистрального газопровода на почвенный покров в условиях Центральной Якутии // Вестник КрасГАУ. – 2012. – № 9. – С. 50–53.
10. Оконешникова М.В. Современное состояние и прогноз изменений почв долины Средней Лены (Центральная Якутия) // Вестник Томск. гос. ун-та. Биология. – 2013. – № 3 (23). – С. 7–18.
11. РД 51-2-95. Регламент выполнения экологических требований при размещении, проектировании, строительстве и эксплуатации подводных переходов магистральных газопроводов. – М., 1995. – 62 с.
12. СП 11-102-97. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., 1997. – 41 с.
13. Гольдберг В.М., Зверев В.П., Арбузов А.И. Техногенное загрязнение природных вод углеводородами и его экологические последствия. – М.: Наука, 2001. – 125 с.
14. Нефтезагрязненные почвы: свойства и рекультивация / В.П. Середина, Т.А. Андреева, Т.П. Алексеева [и др.]. – Томск: Изд-во ТГУ, 2006. – 270 с.
15. Последствие пестицидов и прогнозирование загрязнения их остатками территории / В.А. Ковда, М.А. Глазовская, М.С. Соколов [и др.] // Известия Академии наук СССР. Сер. биологическая. – 1977. – № 1. – С. 120–124.