

УДК 911.2 (571.73)

Воробьева И.Б., Власова Н.В.

Оценка почвенно-экологического состояния ландшафтов южной тайги при открытой разработке угольного месторождения

Установлено, что физико-химические свойства и валовое содержание микроэлементов зависят от физических свойств техногрунтов, рельефа. Обнаружено, что основным почвенным процессом в эмбриоземах и техногрунтах является гумусонакопление.

Ключевые слова: техногенный ландшафт, эмбриозем, техногрунт, почва, техногенное воздействие, ландшафтно-геохимическая характеристика.

Воробйова І.Б., Власова Н.В. Оцінка ґрунтового-екологічного стану ландшафтів південної тайги при відкритій розробці вугільного родовища. Встановлено, що фізико-хімічні властивості та валовий вміст мікроелементів залежать від фізичних властивостей техноґрунтів, рельєфу. Виявлено, що основним ґрунтовим процесом у ембріоземах і техноґрунтах є гумусонагромадження.
Ключові слова: техногенний ландшафт, ембріозем, техноґрунт, ґрунт, техногенний вплив, ландшафтно-геохімічна характеристика.

Vorobyeva I.B., Vlasova N.V. Evaluation of Soil and Environmental Conditions of Landscapes of the Southern Taiga in Open-pit Coal Mine. Found that the physico-chemical properties and the total content of trace elements depend on the physical properties of tehnogruntov, relief. It was found that the main process in the soil and embriozemah tehnogruntah is humus accumulation.

Keywords: technogenic landscape, embriozem, tehnogrunt, soil, technological impact, landscape-geochemical characteristics.

Введение. Проблемы деградации ландшафтов имеют глобальный характер, а в некоторых регионах, особенно в Сибири, они приобретают особую актуальность, в связи с тем, что десятилетия экстенсивного развития

промышленности привели к развитию разностороннего экологического кризиса, охватившего все аспекты природопользования. Размещение угольной промышленности России во многом определяется характером географического распределения угольных ресурсов, сконцентрированных в ее восточных районах (свыше 90% угольных запасов страны). Иркутский угольный бассейн вытянут с северо-запада на юго-восток вдоль Сибирской железнодорожной магистрали на 500 км., его площадь 37 тысяч км². Запасы угля были разведаны еще в конце 18 века, а промышленное освоение начато в XIX в. Лучшие по качеству каменные угли залегают в Черемховском, Ново-Метелкинском и Азейском месторождениях. Разведанные запасы – 7,5 млрд. т, предварительно оценённые – 9 млрд. т, в том числе каменных соответственно 5,2 и 8,5, бурых – 2,3 и 0,5 (1984). Выделено 16 угленосных районов, разведано 20 крупных угольных месторождений. Это наиболее освоенная и экономически развитая часть Иркутской области (10 % площади территории), объединяющая юго-восточные районы, расположенные вблизи железнодорожной магистрали, Московского тракта, в бассейне верхнего течения Ангары и юго-западном побережье Байкала.

При оценке почвенно-экологического состояния проводится диагностика техногенного ландшафта в перспективе самовосстановления в ландшафте почв как базового компонента наземной экосистемы. Процедура оценки почвенно-экологического состояния техногенного ландшафта сводится к количественной оценке тех свойств и режимов отдельных компонентов техногенного ландшафта, которые определяют скорость и направление протекания в этих ландшафтах почвообразовательных процессов и возможность саморазвития почв [2].

Цель данного исследования – провести оценку и установить особенности почвенно-экологического состояния техногенно-измененных ландшафтов, сформированных при открытом способе добычи угля, в условиях южной тайги.

Методы исследования: ландшафтно-геохимический, сравнительно-аналитический, профильно-генетический и статистический. Образцы почв отбирались по общепринятым методикам. Закладывались почвенные разрезы и разрезы в техноземах, отбор образцов проводился по генетическим горизонтам либо по глубинам 0-10 и 25-40 см. После стандартной подготовки в образцах определялись физико-химические свойства и химический состав по общепринятым методикам [3, 4]. Определение химических элементов осуществлялось на приборе Optima 2000DV – оптический эмиссионный спектрометр с индукционной плазмой (фирма Perkin Elmer LLC, США), валовое содержание микроэлементов - на спектрографе ДФС-80 и ИСП-30. Для оценки санитарного состояния почв и степени их загрязнения тяжелыми металлами содержание потенциальных загрязнителей в почвах территории сравнивалось с ПДК и ОДК [5, 11].

Объект исследования. Объектами исследования были выбраны техногенные ландшафты самозарастающих отвалов Азейского угольного разреза, расположенные в пределах одной ландшафтной подзоны – южной тайги.

По климатическим условиям район относится к территориям с суровой, продолжительной, малоснежной зимой и теплым летом с обильными осадками. Климат резко континентальный. Температуры января и июля соответственно – 22,3 и +17,2° С. Годовое количество осадков – 438 мм, их основная часть приходится на теплый период (июль-август), когда выпадает 79-83% годовой суммы. Мощность снежного покрова изменяется от 20-40 см, в центральной части

района, до 60-80 см в горной. Речная сеть почти полностью относится к бассейну реки Ия, где значительно распространены болота, и которые сосредоточены в центральной части Иркутско-Черемховской равнины [1].

Согласно почвенно-географического районирования территория относится к Заларинско-Тулунскому лесостепному почвенному округу с серыми лесными неоподзоленными, черноземами выщелоченных и дерново-подзолистых умеренно холодных почв возвышенно увалистой равнины Восточно-Присянской провинции лесостепной зоны Центральной лесостепной и степной почвенно-биоклиматической области [13]. Формирование почвенного покрова происходит в условиях континентального климата, расчлененного рельефа, разнообразных по генезису и составу почвообразующих пород, под различными типами растительности. Такое сочетание физико-географических условий, несмотря на влияние таежной растительности, тормозит развитие подзолообразовательного процесса – он значительно ослаблен. Исследования показали, что нередко в почвах наблюдаются признаки осолонения, что объясняется широким распространением засоленных пород, на которых до появления древесной растительности развивались различные засоленные почвы. Подзолообразование нередко накладывалось на солонцеватые и осолоделые почвы. Наиболее распространены темно-серые, слабоподзолистые почвы на тяжелых и средних суглинках, они занимают вершины и пологие склоны увалов. Встречаются почвы черноземного типа, расположенные по логам, равнинным склонам увалов и плоским понижениям. Значительная часть территории с такими почвами занята березовыми лесами. Под смешанным лесом широко распространены болотные почвы – на обширных межувалях понижениях, сток воды из которых затруднен. Почвенный состав их разнообразен и представлен переходными разностями от иловато-болотных до торфяно-болотных с содержанием значительного количества перегноя и минеральных питательных веществ [4].

На территории исследования многолетняя мерзлота имеет островное распространение и приурочена к долине р. Азейки, отрицательным формам рельефа (логам, распадкам). На водоразделах и склонах под смешанными сосново-березовыми лесами, на террасах под травянистыми ерниками прослеживается сезонное промерзание от 1 до 3,5 м, которое зависит от многих факторов, достигая максимального значения на склонах возвышенностей с малой мощностью снежного покрова. Сезонное промерзание начинается с октября, а полное оттаивание происходит в конце июня [3, 6].

Результаты исследований. Для оценки и выявления особенностей современного почвенно-экологического состояния техногенно-преобразованных ландшафтов в результате угледобычи, были заложены почвенные профили по катенарно-площадному типу с включением техногенных, самозарастающих и естественных (природных) участков (рис. 1). Рельеф территории исследования – выровненный с постепенным снижением высот в юго-западном направлении и расположен в северной части месторождения, примыкая к Московскому тракту.

Коренные породы вскрыши представлены юрскими отложениями – песчаниками и алевролитами, очень редко встречаются известково-глинистые песчаники. Четвертичные отложения в основном это глины, суглинки, супеси и пески. Борта сложены отвалами, отсыпанными при производстве вскрышных работ, и нетронутыми массивами вскрышных пород с двойным уступом. Отвальные породы внутренних отвалов, представлены песчаниками и



Рис. 1. Местоположения точек (снимок взят с Google)

алевролитами, отмечается и незначительное присутствие четвертичных отложений. Аргиллиты и углистые сланцы распространены нешироко и имеют небольшую мощность. На территории исследования заложены площадки с разрезами для изучения почвенного покрова. Отработан борт котлована с нетронутым массивом вскрышных пород с продвижением в сторону Московского тракта. Были изучены некоторые физико-химические свойства почво-грунтов и почвенного покрова. Вершина борта представлена эмбриоземами с достаточно хорошо выраженными горизонтами – разрез 4-1 и 4-4. Верхняя часть разреза имеет хорошо задернованный горизонт, благодаря мощной корневой системе злаков, развивающиеся на техногенных грунтах, в режиме саморазвития. Нижний слой находится в стадии формирования и представлен перемешанными породами, отработанными в результате вскрышных работ, с включением угольной крошки и техногенных остатков. Гранулометрический состав в основном суглинистый. Техногрунты, с пионерной стадией почвообразования, находятся в нескольких метрах от вершины насыпного оградительного вала на разнотравном лугу и представлены разрезом 4-2. Лесополоса разделяет исследуемые участки и Московский тракт. В лесополосе широко представлены сформировавшиеся дерновые лесные маломощные почвы под вторичным осиново-березовый лесом с сосной и лиственницей (разрез 4-3). В подобных условиях находится разрез 4-5 под молодым сосняком с осинкой и березой. Разрез 4-7 находится под пологом лиственнично-березового леса на дерновых лесных почвах.

Химические свойства эмбриоземов, техногрунтов и естественных почв представлены в таблице 1.

Реакция почвенного раствора эмбриоземов, с хорошо выраженными горизонтами (тт. 4-1 и 4-4) – щелочная, тогда как техногрунты, с пионерной стадией почвообразования (т. 4-2) – нейтральная и слабощелочная, тт. 4-3, 4-7 с уже сформировавшейся дерновой лесной маломощной почвой – слабокислая. Содержание гумуса и азота в эмбриоземе низкое, тогда как сумма поглощенных оснований довольно высока, за счет присутствия натрия. По мере «старения» участков содержание гумуса и азота увеличивается. Дерновые лесные маломощные почвы характеризуются довольно высоким их количеством (тт. 4-3,

Таблиця 1.

Физико-химические свойства почво-грунтов «IV-го участка»

№ точки	Глубина, см	pH	Гумус, %	N, %	CO ₂ , %	Обменные катионы, мг-экв./100 г					
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Al ³⁺	Na ⁺	Сумма
4-1	0-20	8.2	1.28	0.06	1.23	17.2	4.4	0.04	0.004	17.8	39.44
	20-40	8.5	1.83	0.04	1.41	19.2	4.4	0.03	0.002	20.6	44.23
4-2	0-20	7.7	2.43	0.05	1.23	18.0	3.2	0.03	<0.001	18.8	40.03
	20-35	7.1	0.26	0.02	-	11.6	4.0	0.04	<0.001	-	15.64
4-3	3-14	6.2	10.72	0.28	-	17.2	4.4	0.06	<0.001	-	21.66
	14-40	6.2	0.57	0.03	-	6.4	3.2	0.23	0.034	-	9.86
	40-50	6.7	0.48	0.04	-	9.2	3.6	0.04	0.002	-	12.84
4-4	0-10	7.3	0.96	0.14	1.41	17.2	4.8	0.03	не обн.	13.0	35.030
	30-40	6.8	0.56	0.09	-	15.6	4.4	0.02	не обн.	-	20.020
4-5	2-7	7.3	6.80	0.26	1.41	22.8	3.6	0.04	не обн.	15.6	42.040
	7-33	5.8	0.25	0.06	-	13.2	4.4	0.32	0.369	-	18.289
4-7	4-13	6.5	6.81	0.59	-	24.8	6.0	0.05	не обн.	-	30.850
	13-53	6.2	1.46	0.17	-	15.2	4.0	0.03	не обн.	-	19.230

4-5 и 4-7) и невысоким содержанием валового фосфора и поглощенных оснований. В качестве обменных катионов присутствует алюминий и водородный ион, отмечается отсутствие иона натрия. В составе водных вытяжек как в эмбриоземе и техногрунтах, так и дерновых лесных маломощных почвах содержится немного водорастворимых солей (табл. 2).

Таблиця 2.

Результаты анализа водной вытяжки почво-грунтов «IV – участка»

	№ ТОЧКИ	Глубина, см	Анионы										
			HCO ₃ ⁻		NO ₂ ⁻		NO ₃ ⁻		Cl ⁻		SO ₄ ²⁻		
			МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	
а	4-1	0-20	0.255	0.016	не обн.	не обн.	следы	следы	0.075	0.003	0.0621	0.0030	
		20-40	0.388	0.024	не обн.	не обн.	0.001	0.0001	0.090	0.003	0.0910	0.004	
	4-2	0-20	0.390	0.024	не обн.	не обн.	следы	следы	0.105	0.004	0.0508	0.0024	
		20-35	0.053	0.003	не обн.	не обн.	следы	следы	0.075	0.003	0.1374	0.0066	
	4-3	3-14	0.120	0.007	не обн.	не обн.	0.004	0.0003	0.090	0.003	0.0709	0.0034	
		14-40	0.038	0.002	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.075	0.003	0.0945	0.0045	
		40-50	0.088	0.005	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.060	0.002	0.0280	0.0013	
	4-4	0-10	0.258	0.0157	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.055	0.0020	0.0018	0.0001	
		30-40	0.206	0.0126	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.035	0.0012	0.0022	0.0001	
	4-5	2-7	0.410	0.0250	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.025	0.0009	0.0012	<0.0001	
		7-33	0.223	0.0136	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.015	0.0005	0.0010	<0.0001	
	4-7	4-13	0.282	0.0172	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.055	0.0020	0.0014	<0.0001	
13-53		0.220	0.0134	не обн.	не обн.	не обн.	не обн.	0.045	0.0016	0.0016	<0.0001		
б	№ ТОЧКИ	Глубина, см	Катионы								Сумма		Откло- нение, Δ
			Ca ²⁺		Mg ²⁺		K ⁺		Na ⁺		МГ-ЭКВ. /100 г		
			МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	МГ-ЭКВ./ 100 г	%	катио- ны	анионы	
	4-1	0-20	0.210	0.004	0.115	0.001	0.008	0.0003	0.043	0.0010	0.376	0.398	0.022
		20-40	0.255	0.005	0.235	0.003	0.004	0.0002	0.052	0.0012	0.546	0.575	0.029
	4-2	0-20	0.285	0.006	0.210	0.003	0.006	0.0010	0.048	0.0011	0.549	0.551	0.002
		20-35	0.141	0.003	0.038	0.001	0.012	0.0005	0.056	0.0013	0.247	0.273	0.026
	4-3	3-14	0.165	0.003	0.075	0.001	0.056	0.0022	0.041	0.0009	0.337	0.291	0.046
		14-40	0.120	0.002	0.040	0.001	0.006	0.0003	0.033	0.0008	0.199	0.216	0.017
		40-50	0.075	0.002	0.055	0.001	0.008	0.0003	0.028	0.0007	0.166	0.185	0.019
	4-4	0-10	0.155	0.003	0.130	0.002	0.026	0.0010	0.037	0.0009	0.348	0.315	0.033
		30-40	0.125	0.003	0.085	0.001	0.010	0.0004	0.041	0.0010	0.261	0.243	0.018
	4-5	2-7	0.195	0.004	0.185	0.002	0.064	0.0025	0.020	0.0005	0.464	0.436	0.022
		7-33	0.135	0.003	0.095	0.001	0.017	0.0007	0.020	0.0005	0.267	0.239	0.028
	4-7	4-13	0.160	0.003	0.160	0.002	0.028	0.0011	0.017	0.0004	0.365	0.338	0.027
		13-53	0.125	0.003	0.115	0.001	0.010	0.0004	0.037	0.0009	0.287	0.267	0.020

Среди анионов (а) преобладает HCO_3^- и довольно много SO_4^{2-} , что, возможно, связано с техногенным влиянием автомобильного транспорта с Московского тракта. Доминирующими катионами являются Ca^{2+} и Mg^{2+} (б).

Сравнение концентраций валовых форм Mn, Co, Pb, V в эмбриоземах, техногрунтах и почвах, с их предельно допустимыми концентрациями (ПДК) по установленным гигиеническим нормативам [ГН 2.1.7.2041-06, 2006], а Cr, Ni и Cu – с ориентировочно допустимыми концентрациями (ОДК) для этих элементов [ГН 2.1.7.2042-06, 2006] (табл. 3), свидетельствует о достаточно высоких концентрациях

Таблица 3

Валовое содержание химических элементов в почво-грунтах «IV-го участка»

Разрез	Глубина, см	Химический элемент, мг/кг										
		Al	Ti	Mn	Ba	Sr	Cr	Cu	Ni	Co	Pb	V
4-1	0-20	61500	4405	649	599	209	65	20	19	9	8	101
	20-40	70500	4760	676	645	272	78	22	23	10	9	122
4-2	0-20	64800	4468	603	709	262	61	17	12	8	12	94
	20-35	68600	4419	595	692	308	72	13	15	9	13	113
4-3	3-14	57950	3861	824	754	278	47	13	7	7	5	65
	14-40	64050	4529	553	778	334	66	6	8	8	17	91
	40-50	69450	4619	610	795	364	69	9	11	9	5	101
4-4	0-10	69300	4146	589	669	171	70	19	40	21	16	86
	30-40	70250	4294	632	702	182	70	22	46	45	12	91
4-5	2-7	54750	3770	777	683	179	63	12	19	16	13	72
	7-33	70550	4679	593	663	177	79	16	32	21	15	102
4-7	4-13	57150	3547	816	682	226	62	25	21	15	5	71
	13-53	70650	4106	674	757	246	65	14	20	17	18	79

кобальта. Незначительные превышения количества хрома выявлены на вершине борта (т. 4–1) в нижней части почвенного разреза, что дает основание предположить его антропогенную природу. Концентрации бария имеют достаточно высокие показатели по все почвенным горизонтам, что для почв Восточной Сибири является допустимым. Превышение отмечено и у стронция, но в отличие от бария, его накопление имеет место только внутри почвенных профилей. Обнаружены незначительные превышения содержания кобальта, свинца и ванадия, что как уже отмечалось выше, не является критическим для почв данной территории.

Закключение. На основании изучения эмбриоземов, техногрунтов и естественных почв, оценки их современного почвенно-экологического состояния выявлено, что различия по составу обменных катионов, величине pH, аккумуляции кальция и магния, валовому содержанию микроэлементов выражены в различной степени и зависят от физических свойств техногрунтов, рельефа и структуры растительного покрова. Обнаружено, что основным почвенным процессом в эмбриоземах и техногрунтах является гумусонакопление, скорость которого в таежных условиях замедлена.

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Андроханов В.А., Курачев В.Н. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 224 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 489 с.
4. Атлас Иркутской области. – М.–Иркутск: ГУГК, 1962.
5. Бояркин В.М. География Иркутской области. – Иркутск, Восточно-Сибирское кн. изд-во, 1985. – 176 с.

6. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. Зарегистрировано в Минюсте РФ 7 февраля 2006 г. Регистрационный N 7470.
7. ГОСТ Р 8.589-2001 ГСИ. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение.
8. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. Госстандарт СССР. Постановление № 1476 от 20.03.1981. ИПК Издательство стандартов № 2004.
9. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. Госстандарт СССР. Постановление от 02.12.1985. ИПК Издательство стандартов № 2004.
10. ГОСТ 17.4.3.04-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Госстандарт СССР. Постановление № 4046 от 17.12.1985. ИПК Издательство стандартов № 2004.
11. ОДК [ГН 2.1.7.2042-06 от 23.01.06, № 2] Ориентировочно допустимые концентрации химических веществ в почве. Москва 23.01.06 № 2. О введении в действие гигиенических нормативов.
12. ОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Госстандарт СССР. Постановление № 6107 от 17.12.1983. ИПК Издательство стандартов № 2004.
13. СанПиН 42-128-4433-87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. 1987.
14. Почвенно-географическое районирование СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1962.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-05-00819.