

Подгороденская природно-техногенная почвенная catena: морфологические, физико-механические и химические свойства

А. М. ДЕРБЕНЦЕВА¹, А. В. ЧЕРНОВАЛОВА¹, М. М. СУРЖИК², О. В. НЕСТЕРОВА¹, Н. А. РЫБАЧУК¹,
В. А. СЕМАЛЬ¹, Л. П. МАЙОРОВА³

¹ Дальневосточный федеральный университет
690000, Владивосток, Океанский просп., 28
E-mail: derbentseva@mail.ru

² Горнотаежная станция им. В. Л. Комарова ДВО РАН
692533, Приморский край, Уссурийский район, с. Горнотаежное
E-mail: mariams2003@mail.ru

³ Тихоокеанский государственный университет
680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136
E-mail: mayorova@mail.ru

Статья поступила 15.01.2014

Принята к печати 03.04.2014

АННОТАЦИЯ

Появление техногенно-промышленных комплексов в природных ландшафтах создало необходимость изучения изменения свойств почв, утративших свое естественное состояние. Результативнее всего такое преобразование можно отследить при рассмотрении природно-техногенных почвенных caten. Статья отражает результаты региональных исследований авторов. Приведена характеристика репрезентативной cateny, сформировавшейся в условиях техногенеза. Дана оценка морфологических, физико-механических и химических свойств техногенных поверхностных образований, созданных на поверхности почвенного покрова при закрытом способе добычи угля, а также естественных почв и антропогенно-преобразованных-хемоземов.

Ключевые слова: catena, терриконы, литостраты, гранулометрический состав, микроагрегатный состав, тяжелые металлы.

Сегодня все направления передовой науки сосредоточили свое внимание на разработке концепции устойчивого развития Природы и Общества. При изучении этих проблемных вопросов особое место принадлежит педосфере (почве) как биокосному телу, занима-

ющему пограничное (промежуточное) положение во взаимоотношениях живой и косной материи. Изменения, происходящие в педосфере, хорошо и быстро диагностируются и точно отражают как свое состояние, так и состояние других компонентов биосфе-

ры. В условиях ноосферы педосфера, наряду с живым веществом, быстро подвергается различным изменениям, включая серьезные нарушения, вплоть до их разрушения. Поэтому необходимо знать не только формы и степень нарушенности почв и почвенного покрова, виды деградации почв, но и вызывающие их причины. Все это объединено общим понятием “техногенез”, одной из причин которого является негативное воздействие на почвенный покров, вызванное деятельностью горнорудной промышленности. При разработках полезных ископаемых, особенно открытым способом, происходит ряд нарушений, среди которых выделяются механическая площадная форма, выражающаяся в повреждении поверхности почв, и механическая глубинная – нарушение морфологии почвенного профиля. Кроме того, происходят нарушения в химическом и физическом составе и свойствах почв, активное химическое, а в ряде случаев и радиоактивное загрязнение земель предприятий и прилегающих к ним территорий. Причем площади сопряженных территорий превышают в несколько раз площади технологических отвалов и терриконов с химическими элементами-загрязнителями [Крупская, 1992; Тарасенко и др., 2004; Зверева, 2005; Ивлев, Дербенцева, 2005; Андроханов, 2007; Тарасенко, 2012; Арефьева и др., 2011; Костенков и др., 2011; Дербенцева и др., 2012; Назаркина и др., 2012; Krupskaya, 2012; Dербentseva, 2013]. Главный результат такого воздействия – разрушение почв. Выражается это, в первую очередь, в изменении системы горизонтов вследствие их непосредственной трансформации. При разработках полезных ископаемых, в частности, добыче угля, происходит частичное или полное срезаение почвенного профиля, перемешивание горизонтов, а также погребение почвенного профиля под минеральным и органическим материалом. Почвенный профиль в ряде случаев замещается техногенными почвоподобными образованиями и непочвенными грунтами. Основные факторы, определяющие трансформацию почв в районе добычи угля, обусловлены главным образом выведением на дневную поверхность больших масс дезинтегрированных горных пород, образованием просядок над выработанным пространством и,

как следствие, изменением водного режима почв и грунтов. Закономерности трансформации почв, возникающие в каждом случае, неодинаковы. Появление на дневной поверхности глубинных пород приводит к погребению почв как непосредственно под отвалами и терриконами, так и под продуктами их размыва и переотложения смытого материала. Эрозионные процессы на сопряженных с отвалами территориях приводят к формированию техногенных наносов мощностью от нескольких сантиметров до первых метров. Часть твердого техногенного материала с отвалов и терриконов поступает в верхние горизонты почв эоловым путем. На близлежащих пашнях имеет место припахивание техногенного материала к собственно почвенному, что ведет к постепенной трансформации пахотных горизонтов. Образование сплошного поверхностного наноса при поступлении твердого материала с отвала (террикона) препятствует обработке почв. Однако если количество техногенного материала велико и по этой причине пахотные земли выводятся из эксплуатации, то на их поверхности начинается процесс формирования сплошного плаща техногенного наноса. Наряду с аккумуляцией твердого материала, в прилежащие к террикону почвы поступают агрессивные потоки фильтрационных вод.

Проблема негативного влияния такого вида техногенеза на почвенный покров остается актуальной для Дальнего Востока, поскольку глубоких исследований в данной области ранее не проводилось. Это и предопределило цель и задачи исследования.

Цель настоящего исследования – охарактеризовать экологическое состояние почвенно-техногенной катены как одного из компонентов угольно-промышленного комплекса юга Дальнего Востока.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является природно-техногенная почвенная катена промышленного комплекса Подгороденского угольного месторождения. Последнее относится к Угловскому угольному бассейну и группам кайнозойских месторождений, нижнемеловой угленосной провинции, к угленосной форма-



Рис. 1. Терриконы пустых горных пород угледобычи

ции мощностью 900 м, с 24 угленосными пластами мощностью от 1 до 7 м, угли имеют зольность 28 % [Китаев, 1989]. Шахта Подгороденка (ликвидированная) находится в пос. Трудовое Приморского края. Территория обследования расположена на длинном пологом склоне увала. Элементы почвенно-техногенной катены включают естественные почвы, сеть терриконов пустых горных пород, а также антропогенно-преобразованные почвы. Техногенные поверхностные образования в виде шахтных терриконов из естественного материала вмещающей горной породы, вынудой на дневную поверхность (литостраты), отсыпанных на поверхность буроземов, темногумусовых подбелов и темногумусово-глеевых почв (рис. 1). Представлены они минеральной массой серого и темно-серого цвета и полуразложившимися или неразложившимися черного цвета кусков бурого угля разного диаметра (от 3 до 10 см). По внешним признакам – это уплотненные отвалы до 5–10 м высотой и от 15 до 70 м длиной. Встречаются остатки терриконов, из которых материал использовался на отсыпку межхозяйственных дорог. Их высота незначительна, они представляют собой останки “былых” терриконов, разбросанных по обширной площади. В пространствах между терриконами наблю-

даются многочисленные провалы – углубления техногенного происхождения, заполненные водой. Размеры их различны: от 2 × 3 м до 12 × 4 м. Уровень воды, поступающей со дна углубления, изменяется, о чем свидетельствуют подмывы берегов этих “озерцов”.

Первый элемент катены представлен естественными почвами – буроземами типичными мелкими легкосуглинистыми на элювии гранита, развитыми на верхней половине склона под березово-осиновым редколесьем (разрез 1 Подг-2011). Приводим морфологическую характеристику разреза.

АУ 0–11 см – серый, легкосуглинистый, мелкокомковато-порошистый, рыхлый, рассыпчатый, пронизан корнями (корни диаметром 0,2–2,5 мм), свежий. Переход ясный.

ВМ 11–68 см – рыжевато-коричневый, супесчаный, ореховато-комковатый, рыхлый, много корней и дресвы, свежий. Переход постепенный.

С 68–110 см – рыжевато-светло-коричневый, легкосуглинистый, бесструктурный, рыхлый, пронизан корнями (0,1 до 2,5 мм), много дресвы и щебня, слабо увлажнен.

Второй элемент катены – террикон литостратов № 1 расположен в 500 м от подножия пологого склона увала; представлен неоднородным среднесуглинистым материа-



Рис. 2. Материал шахтного террикона – литостраты

лом, включающим куски различных размеров полуразложившегося угля и других горных пород (рис. 2); поверхность преимущественно оголенная с редко стоящими отдельными растениями полыни и другого разнотравья.

Третий элемент катены расположен ниже по склону от террикона литостратов № 1, представлен естественными почвами – темногоумусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие сверхглубокоосветленные легкоглинистые на делювиальных отложениях. Приводим морфологическое описание выработки (полуямы) 2Подг-2012, заложенной в 30 м от верхнего террикона, вниз по склону. На поверхности густое разнотравье из полыни, пырея, осоки, вейника, отдельно стоящих кустов ив. Морфологические признаки следующие.

AU 0–20 см – черный, легкоглинистый, крупно комковатый, рыхлый, пронизан корнями, свежий. Переход резкий.

Elnng 20–52 см – серо-желтоватый, среднеглинистый, грубо слоистый, мелкопористый, уплотнен, свежий, встречаются марган-

цевые конкреции, много корней, свежий. Переход расплывчато-языковатый.

Четвертый элемент катены – террикон № 2 пустой горной породы, наполненный разной степени разложения отдельными кусками угля и других пород, материал влажный, пронизан корнями; на поверхности разнотравье с кустарником; начальная стадия образования дернины (рис. 3). Поверхность покрыта полынью, одуванчиками, чиной и другими представителями разнотравья. Приводим морфологические признаки слоев тела террикона – литостраты (выработка 20Подг-2012).

Слой 0–3 см – гумусированный слой, покрывающий литостраты, легкоуглинистый, пронизан и переплетен корнями, много мелкого черного угля разной степени разложения, свежий. Переход по увеличивающемуся размеру кусков горных пород.

Слой 3–30 см – неоднородный перемешанный минеральный легкоуглинистый материал литостратов с многочисленными кусками угля и других горных пород. По проникающим в этот слой ходам корней прослеживаются затеки гумусированных веществ.

Пятый элемент катены – почвы – темногумусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие глубокоосветленные легкоглинистые на делювиальных отложениях. Полуяма 21Подг-2012 заложена на пологом склоне увала, в 40 м от второго террикона литостратов, вниз по склону. Растительность состоит из разнотравной ассоциации, включающей в основном вейник и полынью.



Рис. 3. Дерновый слой на поверхности шахтного террикона

AU 0–19 см – темно-серый, легкоглинистый, крупно комковатый, рыхлый, пронизан корнями, свежий. Переход четкий.

Elnng 19–34 см – палево-желтоватый, среднеглинистый, грубо-слоистый, мелкопористый, уплотнен, встречаются марганцевые конкреции, много корней, влажный. Переход постепенный.

BTg 34–80 см – темно-бурый с белесой присыпкой по граням структурных крупных отдельностей и с глянцевым блеском на разломах, тяжелоглинистый, встречаются корни, сырой. Со дна прикопки просачивается вода.

Шестой элемент катены – террикон № 3 литостратов – представлен неоднородным материалом из кусков различных размеров полуразложившегося угля и других горных пород; поверхность покрыта растительностью из вейника, полны и другого разнотравья. Морфологические признаки слоев тела террикона аналогичны признакам террикона № 2.

Седьмой элемент катены – почвы, изменившиеся на уровне рода под воздействием выходящих на поверхность шахтных вод и газов – темногоумусовые подбелы глеевые «забученные» среднemelкие, неглубокоосветленные среднесуглинистые на делювиальных отложениях. Поверхность покрыта растительностью из разнотравной ассоциации, включающей в основном вейник и полынь, и расположена ниже по склону увала, на слабо выраженной узкой террасе, у подножия террикона № 3. Морфологический профиль выработки ЗПодгЗ-2013 представлен следующими горизонтами.

AU 0–4 см – черного цвета, свежий, крупно комковатый, среднесуглинистый, рыхлый, пронизан корнями. Переход четкий.

Elnng + BTg 4–22 см – масса из серо-желтоватого элювиально-метаморфического горизонта, перемешанного с коричнево-бурыми фрагментами нижележащего текстурного; легкоглинистая, комковато-слоистая, встречаются марганцевые конкреции, много корней, влажная. Переход постепенный.

BTg + Cg 22–90 см – масса из коричнево-бурого с белесой присыпкой по граням структурных крупных отдельностей текстурного горизонта, перемешанного с глеево-сизо-бурой глыбистой подстилающей породой, легкоглинистая, встречаются корни, сырая. Со

дна выработки просачивается вода и интенсивно ее заполняет. Переход в Cg слабо заметен.

Восьмой элемент катены – террикон № 4 пустой горной породы, тело которого наполнено отдельными кусками угля разной степени разложения и фрагментами других пород. Материал влажный, пронизан корнями; на поверхности разнотравье с кустарником; начальная стадия образования дернины. Поверхность покрыта полынью, одуванчиками, чинной и другими представителями разнотравья. Морфологические признаки слоев тела террикона аналогичны признакам терриконов № 2 и № 3.

Девятый элемент катены – почвы, изменившиеся на уровне рода под воздействием выходящих из-под террикона на поверхность шахтных вод и газов: темногоумусово-глеевые типичные забученные мелкие поверхностно оглеенные легкоглинистые на озерных отложениях (рис. 4).

Приводим морфологическое описание выработки 6ПодгЗ-2013.

AU + G 0–15 см – масса из черного, крупно комковатого темногоумусового горизонта, перемешанного с фрагментами сизого глеевого, легкоглинистая, липкая (мажется), много мелких корней, сырая. Переход постепенный.

AU + G + CG 15–55 см – масса из перемешанных двух верхних горизонтов, а так-



Рис. 4. Верхний слой темногоумусово-глеевых типичных забученных мелких поверхностно оглеенных почв, представленный перемешанными горизонтами: темногоумусовым, глеевым и почвообразующей породы

же фрагментов сизо-ржавой почвообразующей породы, тяжелосуглинистая, слабооструктуренная, отдельные куски горной породы, липкая, сырая. Переход в нижележащий горизонт слабо заметен. Со стенок и дна выработки интенсивно поступает вода. Предположительно идет процесс “забучивания” почв.

В настоящее время не разработано специфических методов для изучения свойств техногенных поверхностных образований (ТПО). Как правило, используются методики, принятые в почвоведении и эрозиоведении. Физико-механические свойства почв и ТПО определены с применением стандартных методик [Теории и методы..., 2007], гранулометрический и микроагрегатный состав по Н. А. Качинскому [1958], противоэрозийная

стойкость по А. Д. Воронину, М. С. Кузнецову [1970], эрозийная устойчивость по Ц. Е. Мирцхулавы [1970] и Н. А. Цитовичу [1973]. Содержание токсичных металлов в почвах и ТПО устанавливали методом атомно-абсорбционного анализа на спектрометре AA-6601F фирмы Shimadzu в пламени ацетилен – воздух, их оценка – с использованием гигиенических нормативов (ГН 2.1.5.1315-03, ГН 2.1.7.2041-06). В названии почв и техногенных поверхностных образований использована классификация Л. Л. Шишова с соавт. [2004].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты аналитических работ по установлению некоторых физических, физико-механических, противоэрозийных, химических

Т а б л и ц а 1

Гранулометрический состав литостратов и почв элементов катены

Генетический горизонт, глубина взятия образца, см	Размер фракций (мм); содержание фракций, %						Сумма частиц, %	
	1,00–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	> 0,01	< 0,01
Элемент 1 – буроземы типичные мелкие – 1Подг-2011								
AУ (0–11)	31	22	21	8	11	7	74	26
ВМ (11–68)	39	26	17	5	7	6	82	18
С (68–110)	39	27	14	6	5	9	80	20
Элемент 2 – террикон № 1, не заросший – 1Подг-2012								
Слой (5–25)	16	31	22	8	14	9	69	31
Слой (30–40)	17	31	23	7	12	10	71	29
Элемент 3 – темногумусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие сверхглубокоосветленные – 2Подг-2012								
AУ (0–21)	2	3	33	23	17	22	38	62
Elnng (21–40)	4	0	27	20	19	30	31	69
ВТg (40–78)	1	0	12	12	12	63	13	87
Элемент 4 – террикон № 2, зарастающий – 20Подг-2012								
Слой (0–3)	17	27	27	10	13	6	71	29
Слой (3–30)	16	32	23	7	14	8	71	29
Элемент 7 – темногумусовые подбелы глеевые “забученные” среднемелкие неглубокоосветленные – 3ПодгЗ-2013								
AУ (0–4)	6	18	30	14	16	7	63	37
Elnng+ВТg (4–22)	1	4	34	15	20	26	39	61
ВТg+С (22–90)	2	3	33	16	19	26	38	62
Элемент 9 – темногумусово-глеевые типичные забученные мелкие поверхностно оглеенные – 6Подг-2013								
AУ (0–15)	2	2	39	22	20	15	43	57
AУ+G+CG (15–55)	2	18	38	18	16	8	58	42

Т а б л и ц а 2

Микроагрегатный состав литостратов и почв элементов катены

Генетический горизонт, глубина взятия образца, см	Размер фракций (мм); содержание фракций, %						Сумма частиц, %	
	1,00–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	> 0,01	< 0,01
Элемент 1 – буроземы типичные мелкие – 1Подг-2011								
АУ (0–11)	31	23	33	8	4	1	87	13
ВМ (11–68)	39	31	15	7	7	1	85	15
С (68–110)	39	32	15	7	5	2	86	14
Элемент 2 – террикон №1, не заросший – 1Подг-2012								
Слой (2–25)	30	34	24	8	1	3	88	12
Слой (30–40)	31	32	24	5	6	2	87	13
Элемент 3 – темногумусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие сверхглубокоосветленные – 2Подг-2012								
AU (0–21)	12	13	46	22	11	16	51	49
Elnng (21–40)	7	21	44	16	8	4	72	28
BTg (40–78)	12	19	20	15	10	27	48	52
Элемент 4 – террикон №2, зарастающий – 20Подг-2012								
Слой (0–3)	33	29	30	1	5	2	92	8
Слой (3–30)	24	31	32	5	5	3	87	13
Элемент 7 – темногумусовые подбелы глеевые “забученные” среднемелкие неглубокоосветленные – 3ПодгЗ-2013								
AU (0–4)_	12	35	38	8	6	1	85	15
Elnng +BTg (4–22)	5	26	38	10	17	4	69	31
BTg+C (22–90)	4	27	36	12	16	5	67	33
Элемент 9 – темногумусово-глеевые типичные забученные мелкие поверхностно оглеенные – 6Подг-2013								
AU (0–15)	13	17	38	15	14	3	68	32
AU+G+CG (15–55)	10	5	32	17	24	12	47	53

свойств литостратов и почв показали следующее.

Физические свойства. Почвы первого элемента катены (буроземы типичные мелкие) с плотностью 2,20 г/см³ и гигроскопической влажностью 2,23 % относятся к легкосуглинистым разностям (табл. 1). Для их профиля характерна значительная оглиненность в средней части профиля. Содержание ила от горизонта АУ к горизонту С увеличивается от 7 до 9 %. Фракция физической глины варьирует по всему профилю – 18–26 %. Преобладающей является фракция среднего песка. Равномерно уменьшается содержание фракции крупной пыли (0,01–0,005 мм) вниз по профилю – с 21 до 14 %. Показатели гранулометрического и микроагрегатного анализа (табл. 2) позволяют отнести эти почвы к хорошо микроагрегированным в верхнем се-

рогумусовом горизонте. Степень агрегированности структурно-метаморфического горизонта по сравнению с серогумусовым ниже в 2 раза. Высокие значения фактора дисперсности обуславливают низкую противозерозионную стойкость этих почв. Такая низкая способность к формированию устойчивой структуры объясняет тот факт, что буроземы сильно подвержены процессам механической деградации.

Материал второго элемента катены – оглеенного (не заросшего) террикона с плотностью 2,20 г/см³ и гигроскопической влажностью 2,98 % – имеет легкий (от суглинка среднего пылевато-опесчаненного в слое 5–25 см до суглинка легкого мелкоопесчаненного) гранулометрический состав с преобладанием фракции мелкого песка и незначительным содержанием илистой фракции (7–

9 %) в слое 30–40 см (см. табл. 1). Содержание физической глины, как и илистой фракции, незначительно и стабильно. Физический песок составляет 19–39 %.

Из результатов микроагрегатного анализа (см. табл. 2), следует, что в слоях литостратов с оголенной поверхностью преобладает фракция мелкого песка, а минимум приходится на мелкую пыль и илистую фракцию. Физический песок и физическая глина составляют соответственно 12–13 и 87–88 %.

Третий элемент катены – темногомусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие сверхглубокоосветленные с плотностью твердой фазы $2,46 \text{ г/см}^3$ и гигроскопической влажностью 4,03 % по гранулометрическому составу (см. табл. 1) неоднородны. По всем горизонтам наблюдается постоянство фракции крупного песка (1–4 %). От горизонта АU до текстурного уменьшается количество фракций песка и пыли. Илистая фракция, составляющая 22 % в темногомусовом горизонте, увеличивается почти в 3 раза в нижележащем текстурном, что связано с появлением специфического для этих почв элювиально-метаморфического горизонта. По количеству физической глины (частицы диаметром менее 0,01 мм) и физического песка (частицы диаметром более 0,01 мм) генетические горизонты изученной почвы имеют следующие названия: АU – глина легкая крупнопылеватая, Еlnn – глина средняя иловато-крупнопылеватая, ВТ – глина тяжелая иловатая. Из результатов микроагрегатного анализа (см. табл. 2) видно, что преобладают микроагрегаты размером менее 0,25 мм, а содержание макроагрегатов (размер фракции 1–0,25 мм) составляет минимум в горизонте Еlnng. Темногомусовые подбелы обладают удовлетворительной способностью к оструктуриванию, хорошей и высокой степенью микроагрегированности и средней противозерозионной стойкостью.

Гранулометрический состав литостратов зарастающего террикона (четвертый элемент катены) с плотностью материала $2,45 \text{ г/см}^3$ и гигроскопической влажностью 1,81 % в верхнем слое (0–3 см) представлен фракциями мелкого песка и крупной пыли. Содержание физической глины до глубины 30 см не превышает 29 % и характеризует исследуемый материал как суглинок легкий. По результа-

там анализа материал приобретает название: суглинок легкий крупнопылевато-опесчаненный. В микроагрегатном составе материала зарастающего террикона увеличена фракция крупной пыли, содержание пыли приближается к содержанию ее в породе. Седьмой элемент катены – почвы темногомусовые, подбелы глеевые “забученные” среднемелкие неглубокоосветленные с плотностью $2,68 \text{ г/см}^3$ и гигроскопической влажностью 3,17 % имеют неоднозначный по гранулометрическому составу (см. табл. 1) почвенный профиль. Верхняя часть представлена суглинком средним с преобладанием фракции крупной пыли и небольшим количеством ила (7 %). Вниз по профилю резко возрастает илистая фракция, увеличивается содержание мелкой пыли, хотя по-прежнему преобладает крупная пыль. Следует отметить приблизительно равное количество гранулометрических фракций всех размеров в темногомусовом, элювиально-метаморфическом и текстурном горизонтах, что, безусловно, связано со специфической преобразования почвенного профиля под влиянием процесса забучивания. Результаты микроагрегатного анализа (см. табл. 2) показали, что в этих почвах преобладает сумма фракций крупной пыли (36–38 %) и мелкого песка (26–35 %). Содержание илистой фракции практически не изменяется по слоям и не превышает 1–5 %. По результатам гранулометрического и микроагрегатного анализа произведена оценка структурного состояния исследованных «забученных» почв, опираясь на которую данные почвы можно охарактеризовать как имеющие водопрочную структуру. Способность к оструктуриванию у них незначительная. Степень агрегированности варьирует в пределах от слабой до высокой. Противозерозионная стойкость средняя в темногомусовом горизонте и высокая в нижележащих слоях. Девятый элемент катены – почвы темногомусово-глеевые типичные забученные, мелкие, поверхностно оглеенные с плотностью $2,26 \text{ г/см}^3$ и гигроскопической влажностью 3,24 % по гранулометрическому составу (см. табл. 1) в целом относятся к тяжелым – легкая глина. Верхняя часть профиля наиболее обогащена пылеватыми частицами, чему способствовал процесс забучивания, т. е. продвижения к поверхности почвенного профиля мелкораздробленных час-

Физико-механические свойства литостратов и почв элементов катены

Индекс горизонта, слой, глубина (см)	Граница				Число пластичности	Фактор дисперсности	Фактор структурности	Противоэрозийная устойчивость почв
	нижней текучести	скатывания в шнур	верхней текучести	клейкости				
Элемент 1 – буроземы типичные мелкие – 1Подг-2011								
АУ (0–11)	49	32	58	45	17	50	75	1,5 – Низкая
ВМ (11–68)	19	17	23	20	2	42	15	0,4 – То же
С (68–110)	22	не скат.	24	21	0	43	13	0,3 – »
Элемент 2 – террикон № 1, не заросший – 1Подг-2012								
Слой (2–25)	27	18	40	30	13	33	20	0,6 – Низкая
Слой (30–40)	34	20	44	30	10	20	24	1,2 – То же
Элемент 3 – темногумусовые подбелы глеевые типичные среднемелькие сверхглубокоосветленные – 2 Подг-2012								
АУ (0–21)	48	30	47	51	18	23	72	3,1 – Средняя
Elng (21–40)	36	25	45	41	11	20	21	1,0 – Низкая
ВТg (40–78)	47	26	52	62	21	38	18	0,5 – То же
Элемент 4 – террикон № 2, зарастающий – 20Подг-2012								
Слой (0–3)	68	40	80	62	12	5	38	7,6 – Средняя
Слой (3–30)	35	21	43	33	8	4	50	12,5 – Высокая
Элемент 7 – темногумусовые подбелы глеевые “забученные” среднемелькие неглубокоосветленные – 3Подг3-2013								
АУ (0–4)	61	37	66	57	24	33	84	2,5 – Средняя
Elng +ВТg (4–22)	39	22	47	30	17	67	12	0,2 – Низкая
ВТg+С (22–90)	55	28	63	53	27	15	80	5,3 – Средняя

тиц подстилающих горных пород. Необычно себя ведет и илистая фракция, распределяясь по профилю без соблюдения закономерности, присущей данному типу почв, не подверженному процессу забучивания. Достигнув в темногумусовом горизонте 15 %, процент этой фракции уменьшается вниз по профилю почти в 2 раза. Результаты микроагрегатного анализа (см. табл. 2) показали, что в этих почвах преобладает сумма фракций крупной пыли (32–38 %). Содержание илистой фракции практически не изменяется по слоям и не превышает 3–12 %. Структурное состояние исследованных “забученных” почв указывает на то, что они обладают достаточно водопрочной структурой, но в то же время незначительной способностью к оструктуриванию. Степень агрегированности слабая. При

интерпретации физико-механических свойств учитывалось то обстоятельство, что в почвах, не подверженных процессам забучивания, от гранулометрического и микроагрегатного состава зависит величина интервала увлажнения от нижней до верхней границы пластичности, при котором почва деформируется с сохранением приданной ей формы, максимально набухает, обладает слабым сопротивлением при внешнем механическом воздействии. Это, вероятно, связано с перемешиванием горизонтов и выбросом на поверхность мелкой дресвы движущимися шахтными газами и водами.

Физико-механические свойства. Из физико-механических свойств (табл. 3) весьма ценным показателем является величина влажности на границе скатывания почвы в шнур,

которая характеризует нижний предел пластичности, и очень существенна при рассмотрении эрозионных процессов. Пластичность характеризует возможность проявления в почве остаточных деформаций, обусловленных содержанием в почвогрунте связанной воды. Верхний предел (предел текучести) обусловлен максимальным количеством капиллярной влаги, капиллярно подпертой воды. Он соответствует такой гидрологической константе, как капиллярная влагоемкость. А нижний предел пластичности связан с исчезновением капиллярной подвижной влаги, когда начинает доминировать влага в тонких капиллярах и пленках, материал в этих условиях теряет пластичность.

В профиле почв первого элемента катены нижний предел пластичности находится в интервале 22–49 %. Сопоставление пределов пластичности и естественной влажности почв позволяет косвенно сделать вывод о том, в каком состоянии находится почва в естественных условиях – в твердом, пластичном или текучем, а также определить вероятность развития эрозионных процессов. При влажности, превышающей нижний предел пластичности, почва оказывает слабое сопротивление механическому воздействию. В серогумусовом горизонте бурозема такой границей является влажность 49 %. В структурно-метаморфическом горизонте – почти в 2 раза ниже. При дальнейшем увлажнении – выше 49 % в серогумусовом и до 37 % в горизонте ВМ – почва из липкопластичного состояния переходит в вязкотекучее и начинает плыть, как вода при влажности, соответствующей верхней границе текучести (58–23 %). Поэтому любое механическое воздействие на буроземы при влажности выше верхнего предела пластичности приведет к нарушению их естественного сложения. В соответствии с числом пластичности 17 серогумусовый горизонт соответствует второму классу пластичности (пластичные). Тектурно-метаморфический горизонт с числом пластичности 2 имеет свойство полутвердого тела, а горизонт почвообразующей породы не обладает пластичностью. Таким образом, реологические константы, характеризующие состояние и поведение системы “почва – вода”, косвенно показывают способность почвы противостоять эрозионному разруше-

нию, вызванному природным или антропогенным факторами. Непосредственные исследования по установлению эрозионных свойств почв показали, что допустимая неразмывающая скорость водного потока, при котором начинается эрозионный размыв (стартовое состояние почв), составляет 0,228 м/с при сцеплении почвенных частиц 0,06 кг/см² и нормативной усталостной прочности на разрыв 0,0019 кг/см² (см. табл. 3).

Литостраты террикона второго элемента катены легкосуглинистого гранулометрического состава имеют значение влажности, при которой частицы начинают двигаться, 27–34 %. При дальнейшем увлажнении до 40–44 % масса растекается. Показатели верхней границы текучести литостратов в верхнем слое почти в два раза превышают показатели нижележащего слоя, и равны соответственно 34 и 44 %. Верхним пределом пластичности является предел текучести. Это влажность материала литостратов, при которой масса прекращает течь и может изменяться без видимых пластических деформаций. Как уже отмечалось, при рассмотрении эрозионных процессов учитывается величина влажности на границе скатывания материала литостратов в шнур, которая характеризует нижний предел пластичности. Результаты по установлению числа пластичности подтвердили гранулометрический состав литостратов. В то же время позволили сделать вывод о непластичности материала литостратов оголенных терриконов, его низкой противоэрозионной устойчивости. Об этом свидетельствуют и натурные исследования, в которых определена сила сцепления частиц 0,08 кг/см², нормативная усталостная прочность на разрыв 0,0021 кг/см² и допустимая неразмывающая скорость водного потока – 0,233 м/с.

Результатами анализа почв третьего элемента катены установлено, что в профиле темногумусовых подбелов глеевых типичных среднетемных сверхглубокоосветленных нижний предел пластичности находится в интервале 45–52 %. При такой влажности почва оказывает слабое сопротивление механическому воздействию. В соответствии с числом пластичности (18–21) почва характеризуется как глина легкая и тяжелая. Изученные почвы обнаруживают достаточно широкий ин-

тервал влажности, при котором почвы сохраняют приданную им форму, что указывает на их относительную (среднюю) устойчивость к эрозионным процессам. Эти выводы отражают лабораторные исследования: сцепление частиц составляет $0,24 \text{ кг/см}^2$, нормативная усталостная прочность на разрыв $0,0080 \text{ кг/см}^2$, допустимая неразмывающая скорость водного потока – $0,313 \text{ м/с}$.

Литостраты четвертого элемента катены по своим физико-механическим свойствам несколько отличаются от литостратов второго элемента катены, хотя имеют также легкосуглинистый гранулометрический состав. Значение влажности, при которой частицы начинают двигаться, составляет 60% . Это связано с наличием маломощного гумусового горизонта на поверхности террикона. Показатели верхней границы текучести литостратов в верхнем слое также в два раза превышают показатели нижележащего слоя. Это влажность материала литостратов, при которой масса прекращает течь и может изменяться без видимых пластических деформаций. Как уже отмечалось, при рассмотрении эрозионных процессов учитывается величина влажности на границе скатывания материала литостратов в шнур, которая характеризует нижний предел пластичности. Результаты по установлению числа пластичности подтвердили гранулометрический состав литостратов. В то же время позволили сделать вывод о слабой пластичности материала литостратов зарастающего террикона. Исследование противэрозионных свойств выявили факт, что показатели этого параметра мало отличаются от показателей материала литостратов оголенного террикона (см. табл. 3): сила сцепления составляет $0,10 \text{ кг/см}^2$, нормативная усталостная прочность на разрыв $0,0020 \text{ кг/см}^2$ и допустимая неразмывающая скорость водного потока – $0,236 \text{ м/с}$.

При интерпретации физико-механических свойств почв седьмого элемента катены – темногумусовых подбелов глеевых “забученных” среднемелких неглубокоосветленных – следует отметить, что число пластичности, определяемое как разность между границей текучести и пределом скатывания в шнур, неадекватно гранулометрическому составу. Если в темногумусовом горизонте число пластичности соответствует тяжелой глине (24),

то по результатам гранулометрического анализа – это суглинок средний. Такая противоречивость в результатах анализов подтверждает неспецифические условия развития почв. А именно, в местах выхода шахтных вод в морфологии “забученных” темногумусовых подбелов глеевых наблюдается перемешивание верхних горизонтов, изменение структурного состояния и физико-механических свойств. Как уже отмечалось, противэрозионная стойкость почв, полученная по соотношению фактора дисперсности к фактору структурности, средняя. Эти расчетные данные подтверждаются непосредственными исследованиями: сцепление частиц $0,21 \text{ кг/см}^2$, нормативная усталостная прочность на разрыв $0,0076 \text{ кг/см}^2$ и допустимая неразмывающая скорость водного потока – $0,302 \text{ м/с}$.

Девятый элемент катены с темногумусово-глеевыми типичными забученными мелкими поверхностно оглеенными почвами. При интерпретации физико-механических свойств учитывалось то обстоятельство, что, в почвах, не подверженных процессам забучивания, от гранулометрического и микроагрегатного состава зависит величина интервала увлажнения от нижней до верхней границы пластичности, при которой почва деформируется с сохранением приданной ей формы, максимально набухает, обладает слабым сопротивлением при внешнем механическом воздействии. В “забученных” почвах такая закономерность не проявляется. При числе пластичности, находящемся в пределах от 11 до 21, “забученные” темногумусово-глеевые типичные почвы имеют тяжелосуглинистый и легкоглинистый гранулометрический состав. То есть по числу пластичности они относятся к тяжелым глинам, а по результатам гранулометрического и микроагрегатного анализа – к более легким. Это, вероятно, связано с перемешиванием горизонтов и выбросом на поверхность мелкой дресвы движущимися шахтными газами и водами. Что касается показателей, соответствующих границе клейкости, то получена также “обратная” картина. Для естественных почв этот показатель несколько ниже значений верхнего предела пластичности, а у забученных почвенных разностей на $8-15 \%$ выше. Полученные данные по эрозионным свойствам почв показали, что для начала эрозионного процесса на

Содержание тяжелых металлов в литостратах терриконов, мг/кг (в кислотной вытяжке 5 моль/дм³ HNO₃)

Слой, см	Элементы, мг/кг						
	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	Cr	Co
Элемент 2 – террикон № 1, не заросший – 1Подг-2012							
2–25	17,9	97,4	12,3	57,5	2,5	28,6	12,4
30–40	11,2	45,2	7,9	4,8	2,3	15,4	6,2
Элемент 4 – террикон № 2, зарастающий – 20Подг-2012							
3–30	314,4	329,6	23,3	12,1	0,6	11,6	10,3
Ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) тяжелых металлов в почвах, (5М HNO ₃)							
	33,0	55,0	20,0	32,0	0,5	3,0	–

их поверхности требуется допустимая не размывающая скорость водного потока, превышающая величину 0,312 м/с при силе сцепления 0,26 кг/см² и нормативной усталостной прочности на разрыв 0,0078 кг/см².

Химические свойства. Терриконы пустых горных пород – литостратов – это прежде всего геологические образования вмещающих осадочных горных пород на дневной поверхности. Но по условиям образования и физико-химическим параметрам среды угольные пласты резко отличаются от осадочных пород, представляя собой геохимические барьеры с восстановительными, сорбционными и другими свойствами. Благодаря этому, рассматриваемые техногенные системы угледобычи отличаются тем, что в них терриконы горных пород создаются из серии угленосных отложений, имеющих следующий состав сингенетических минеральных компонентов [Китаев, 1989]: каолинит, глинистый материал, обломочный кварц, реже пирит. Геохимический состав углей и вскрышных горных пород (литостратов) накладывает своеобразный отпечаток на прилегающие к отвалам почвы. Как показали исследования литостратов почвенно-техногенной катены, они содержат значительное количество химических элементов-загрязнителей (табл. 4).

Выявлено значительное превышение предельно допустимых концентраций по свинцу, цинку, меди, которое свидетельствует об угрозе загрязнения этими металлами геохимически сопряженных участков территории, поверхностных и грунтовых вод. Отмечается и то, что накапливаются они не только в

поверхностных слоях материала террикона, но и в нижележащих, причем в больших концентрациях. Следовательно, может идти речь о транзитном переносе этих химических токсикантов в пониженные элементы рельефа с последующим загрязнением поверхностных и грунтовых вод. Существенного загрязнения дернового слоя зарастающего террикона не обнаружено (за исключением цинка), хотя сам террикон расположен ниже по рельефу, в сфере влияния незадернованного террикона. Это связано с кислой реакцией среды, при которой металлы становятся подвижными и мигрируют в более глубокие слои материала террикона.

Установив факт наличия химических элементов-загрязнителей в составе литостратов, слабые противозерозионные свойства материала терриконов, можно с уверенностью говорить о техногенных потоках в районе угледобычи. Источники их – собственно отвалы вскрышных пород, фильтрационные (подотвальные) воды, пыль. В целом происходит занос окружающих угольный разрез территорий загрязняющими веществами, погребение и химическая трансформация почв, их деградация. Одновременно с развитием эрозионных процессов вокруг отвалов по линии стока возникают вторичные техногенные геохимические потоки. Под действием техногенных факторов на территории угледобычи, вблизи терриконов литостратов и происходит трансформация почвенного покрова. Образовавшиеся антропогенно-преобразованные почвы – хемоземы – диагностируются исключительно по химическим параметрам. При

**Содержание тяжелых металлов в почвах, сопряженных с терриконами литостратов, мг/кг
(в кислотной вытяжке 5 моль/дм³ HNO₃)**

Горизонт	Глубина отбора, см	Элементы по классам опасности, мг/кг						
		первый			второй			
		Cd	Pb	Zn	Co	Ni	Cu	Cr
Элемент 7 – темногумусовые подбелы глеевые “забученные” среднемелкие неглубокоосветленные – ЗПодгЗ-2013								
AU	0–4	0,1	22,3	98,7	8,4	13,4	21,1	18,2
ELnng+BTg	4–52	–	19,3	44,4	2,0	6,9	10,5	22,6
ОДК тяжелых металлов		Валовые формы в 5М HNO ₃						
		0,5–2,0	32–130	55–220	–	20–80	33–132	–

этом степень химического загрязнения (тяжелыми металлами) оценивается как чрезвычайно опасная по принятым нормативам. Сильное химическое загрязнение вызывает резкое изменение состава почвенных мигрантов и почвенного поглощающего комплекса и влияет на состав почвенной биоты, вплоть до ее частичного или полного уничтожения. Однако эти трансформации вещественного состава почв могут на протяжении длительного времени не вызывать изменение морфологического профиля и не нарушать систему генетических горизонтов. Прямая диагностика возможна только химическими методами. Разделение хемоземов на типы произведено в каждой изученной техногенно-промышленной системе по виду загрязнения с сохранением в названии условно эталонного типа (подтипа) почвы. С учетом активного эрозионного сноса материала терриконов и образования ореолов распространения загрязнения почвенного покрова на многие метры и даже километры проведено исследование загрязнения почв, прилегающих к терриконам (табл. 5).

Исходя из результатов аналитических работ можно утверждать, что в техногенно-промышленной системе Подгороденского угольного месторождения сформировались: хемоземы, загрязненные Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Co по темногумусовым подбелам глеевым типичным среднемелким сверхглубокоосветленным; хемоземы, загрязненные Zn, Pb, Cu, Sn по темногумусово-глеевым типичным забученным мелким поверхностно оглееным почвам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования свойств почв и материала литостратов, входящих в природно-техногенную почвенную катену территории промышленного комплекса, показали следующее.

1. В связи с тем, что терриконы литостратов отсыпаны на поверхность почвенного покрова, в межтерриконном пространстве образуются “забученные” почвы, морфологический профиль которых отличается от типичного перемешанными слоями (из генетических горизонтов) за счет движения к поверхности шахтных вод и газов.

2. Данные гранулометрического и микроагрегатного составов материала литостратов позволяют утверждать, что в их слоях преобладает фракция мелкого песка, которая делает их слабо устойчивыми к эрозионным процессам.

3. В темногумусовых подбелах глеевых “забученных” среднемелких неглубокоосветленных отмечено приблизительно равное количество гранулометрических фракций всех размеров по всем генетическим горизонтам, что, безусловно, связано со спецификой преобразования почвенного профиля под влиянием процесса забучивания.

4. Темногумусово-глеевые типичные забученные мелкие поверхностно оглеенные почвы отличаются от естественных необычным распределением илистой фракции: без соблюдения закономерностей, присущих данному типу почв, не подверженному процессу забучивания.

5. Результаты по эрозионным свойствам изученных элементов катены выявили такие закономерности: низкую противоэрозионную стойкость имеют буроземы типичные мелкие и материал литостратов, для стартового состояния эрозионного стока которых требуется допустимая неразмывающая скорость, превышающая интервал 0,228–0,236 м/с; среднюю противоэрозионную устойчивость имеют темногумусовые подбелы глеевые типичные среднемелкие сверхглубокоосветленные (и их “забученные” разности), а также темногумусово-глеевые типичные забученные, у которых стартовое состояние эрозии начинается при допустимой неразмывающей скорости водного потока, превышающей значение 0,302–0,313 м/с. Отметим, что по нашим исследованиям, темногумусово-глеевые типичные “не забученные” разности имеют скорость до 0,390 м/с, т. е. этот тип почв в целом имеет высокую противоэрозионную устойчивость.

6. Низкая противоэрозионная устойчивость материала литостратов и наличие в нем химических элементов-загрязнителей, превышающих ПДК, привело к возникновению в составе Подгороденской природно-техногенной почвенной катены антропогенно-преобразованных почв – хемоземов.

7. В связи с полученными неординарными результатами по морфологическим, физико-механическим и химическим свойствам элементов катены, развитой в зоне техногенно-промышленного комплекса, возникает необходимость дальнейшего фундаментального изучения описанных явлений и процессов, проведения многолетних режимных наблюдений или почвенно-экологического мониторинга.

ЛИТЕРАТУРА

- Андроханов В. А. Почвы и почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов Кузбасса // Ноосферные изменения в почвенном покрове: мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2007. С. 183–186.
- Арефьева О. Д., Земнухова Л. А., Язынина Е. В. Токсичные металлы в шахтных водах ликвидированных угольных шахт г. Партизанска // Вестн. ДВО РАН. 2011. № 5 (159). С. 119–122.
- Воронин А. Д., Кузнецов М. С. Опыт оценки противоэрозионной стойкости почв // Эрозия почв и русловые процессы. М., 1970. Вып. 1. М. 99–115.
- ГН 2.1.5.1315-03. Гигиенические нормативы: Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Введ. 01.07.2003. 248 с.
- ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве.
- Дербенцева А. М., Назаркина А. В., Арефьева О. Д., Зверева В. П., Крупская Л. Т., Трегуובה В. Г., Реутов В. А., Бубнова М. Б., Волобуева Н. Г. Специфика изменения почв при угледобыче. Владивосток: Изд. дом Дальневост. фед. ун-та, 2012. 88 с.
- Зверева В. П. Экологические последствия гипергенных процессов на оловосульфидных месторождениях Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2008. 166 с.
- Ивлев А. М., Дербенцева А. М. Техногенез и почвы. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. 84 с.
- Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 192 с.
- Китаев И. В. Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1989. 138 с.
- Классификация и диагностика почв России / авт. и сост.: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Костенков Н. М., Нестерова О. В., Пуртова Л. Н., Крупская Л. Т., Дербенцева А. М., Назаркина А. В., Пилипушка В. Н., Семаль В. А., Старожилов В. Т. Почвы ландшафтов (рабочая классификация): учеб.-метод. пособие. Владивосток: Изд-во Дальневост. фед. ун-та, 2011. 112 с.
- Крупская Л. Т. Охрана и рациональное использование земель на горных предприятиях Приамурья и Приморья. Хабаровск: ДВО РАН. Приамурское географическое общество, 1992. 175 с.
- Мирицхулава Ц. Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии. М.: Колос, 1970. 240 с.
- Назаркина А. В., Дербенцева А. М., Реутов В. А., Черенцова А. А., Майорова Л. П., Матвеев Т. И., Арефьева О. Д., Старожилов В. Т., Степанова А. И. Физико-механические свойства техногенных поверхностных образований и оценка их противоэрозионной стойкости. Владивосток: Изд-во Дальневост. фед. ун-та. 2012. 217 с.
- ПНД Ф 16.3.24-2000. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовых долей металлов (железо, кадмий, алюминий, магний, марганец, медь, никель, кальций, хром, цинк) в пробах промышленных отходов (шлаков, шламов металлургического производства) атомно-абсорбционным методом. М., 2000. 20 с.
- Тарасенко И. А. О состоянии окружающей природной среды в районах ликвидированных угольных шахт (на примере Партизанского района Приморского края) // Вестн. ДВО РАН. 2010. № 3. С. 113–118.
- Тарасенко И. А., Чепкая Н. А., Елистафенко Т. Н., Зиньков А. В., Катаева И. В., Садардинов И. В. Экологические последствия закрытия угольных шахт и меры по предотвращению их отрицательного воздействия на регион // Там же. 2004. № 1. С. 87–93.
- Теории и методы физики почв / под ред. Е. В. Шеина, Л. О. Карпачевского. М.: Изд-во Гриф и К, 2007. 616 с.
- Цытович Н. А. Механика грунтов. 2-е изд. М.: Выш. ш. к., 1973. 280 с.

Derbentseva A., Krupskaya L., Arefieva O., Nazarkina A., Orlov A., Morin V., Volobueva N. Analysis and Assessment of the Environment in the Area of Abandoned Coal Mines in Primorsky Region // *Appl. Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 260–261. P. 872–875. 10.4028 / www.scientific.net/AAM.260-261/872

Krupskaya L. T., Zvereva V. P., Nazarkina A. V., Derbentseva A. M., Rastanina N. R. Assessment of public risk connected with tin-processing waste environment pollution in the south Far East // *International Biomedicine & Chemistry Forum*. April 26–27. 2012. Montreal, Canada. P. 13–17.

Podgorodenskaya Natural-Technogenic Soil Catena: Morphological, Physical-Mechanical and Chemical Properties

A. M. DERBENTSEVA¹, A. V. CHERNOVALOVA¹, M. M. SURZHIK², O. V. NESTEROVA¹,
N. A. RIBACHUK¹, V. A. SEMAL¹, L. P. MAYOROVA³

¹ *Far Eastern Federal University
690000, Vladivostok, Okeanskaya str., 28
E-mail: derbentseva@mail.ru*

² *Mountain-Taiga Station Named after V. L. Komarov
692533, Primorskiy region, Ussuriyskiy district, Gornotayozhnoye village
E-mail: mariams2003@mail.ru*

³ *Pacific Ocean State University
680035, Khabarovsk, Tikhookeanskaya str., 136
E-mail: mayorova@mail.ru*

Building of man-made industrial complexes in natural landscapes created the necessity to study the changes of the properties of soils, which lost their natural state. The most productive way of monitoring these changes is to study natural-technogenic soil catenas. The article reflects the results of a regional research made by the authors. It provides the characteristics of a representative catena, formed in conditions of technogenesis. The estimation of morphological, physical-mechanical and chemical properties of technogenic surface formations created due to underground coal mining, natural soils and man-made chemozems was given.

Key words: catena, terricones, litostrats, granulometric composition, microaggregate composition, heavy metals.