

Литература

1. Звягинцев Д.Г. Некоторые концепции строения и функционирования комплекса микроорганизмов // Вестник МГУ. Сер.17. Почвоведение. – 1978. – № 4. – С. 48–56.
2. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 445 с.
3. Краснобрыжая М.А., Фомина Н.В. Оценка активности гидролитических ферментов агрогенно-преобразованных почв // Вклад молодых ученых в аграрную науку: мат-лы Междунар. науч.-практ. конфер. – Самара, 2013. – С. 47–51.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.
5. Семиколенных А.А. Каталазная активность почв северной тайги (Архангельская область) // Почвоведение. – 2001. – № 1. – С. 90–96.
6. Славнина Т.П., Инишева Л.И. Биологическая активность почв Томской области. – Томск: Изд-во ТГУ, 1987. – 216 с.
7. Сорокина О.А., Сорокин Н.Д. Влияние сосновых культур на биологические свойства старопашотных почв // Лесоведение. – 2006. – № 3. – С. 24–30.
8. Сорокина О.А., Сорокин Н.Д., Фомина Н.В. Изменение гумусового состояния и биологической активности при вовлечении серых почв из-под леса в пашню // Вестник КрасГАУ. – 2006. – № 12. – С. 72–78.
9. Фомина Н.В. Микробиологическая диагностика почв лесных питомников Красноярского края. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2008. – 144 с.
10. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 203 с.
11. Щербакова Т.А. Почвенные ферменты, их выделение, свойства и связи с компонентами почвы // Почвоведение. – 1980. – № 5. – С. 85–92.
12. Microflora / J. Bloem et al. // Breure. – 2003. – Т. 1. – Р. 55.



УДК 631.45

А.Ф. Литвиненко

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВОПОДОБНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ НАЗАРОВСКОЙ КОТЛОВИНЫ

Приводятся результаты исследований на нарушенных угольными разработками территориях Назаровской котловины. Анализ морфологических, физико-химических признаков и микроэлементного состава реплантозёмов даёт представление об их постепенном преобразовании.

Ключевые слова: реплантозёмы, плодородие, техногенный ландшафт, почвоподобные образования, гумус, микроэлемент, коэффициент техногенной концентрации, суммарный показатель загрязнения.

A.F. Litvinenko

THE CHARACTERISTICS OF SOIL-LIKE FORMATIONS IN THE TECHNOGENIC LANDSCAPES OF NAZAROVO HOLLOW

The research results on the areas disturbed by coal mining of Nazarovo hollow are presented. The analysis of morphological, physical and chemical characteristics and microelement composition of replantozems gives an idea of their gradual transformation.

Key words: replantozems, fertility, technogenic landscape, soil-like formations, humus, microelement, technological concentration coefficient, total pollution index.

Введение. В результате разработки угольных месторождений современной высокопроизводительной техникой естественные ландшафтные системы на огромных пространствах уничтожаются или коренным образом преобразуются [14, 20, 21]. Показателем специфичности таких ландшафтов является восстанавливающийся почвенный покров. Его формирование и состояние определяются технологией рекультивации. Почвы техногенных ландшафтов не являются результатом почвенных процессов. Они состоят из насыпных слоев [8], выделяются в техногенные поверхностные образования (ТПО), которые недостаточно изучены.

Цель работы. Выявление особенностей морфологического строения, физико-химических свойств и плодородия почвоподобных образований на техногенных ландшафтах Назаровской котловины.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на техногенных ландшафтах угольного разреза «Назаровский», расположенного в лесостепной зоне Назаровской котловины Средней Сибири. В настоящее время разрез ориентирован на единственного потребителя – Назаровскую ГРЭС и добывает столько угля, сколько требуется станции. В среднем это 4,5 млн т в год.

Климатические условия Назаровской котловины отличаются значительной континентальностью и большой изменчивостью их показателей во времени [1,12,17]. В почвенном покрове сельскохозяйственных угодий преобладают черноземы выщелоченные высоко- и среднегумусовые среднемощные тяжелосуглинистые [5]. Угольными разработками здесь нарушено более 3 тыс. гектаров сельскохозяйственных и лесных угодий, из них восстановлено около 1,5 тыс. га, в том числе под сельскохозяйственные угодья – 700 га [2].

Объектами исследований служили техногенные поверхностные образования, сформированные в результате сельскохозяйственной рекультивации нанесением на технически спланированные отвалы вскрышных пород гумусово-аккумулятивного горизонта, снятого и складированного перед началом разработки угольного разреза, расположенные на Восточном (2 п.п.) и Сереженском (4 п.п.) гидроотвалах и Бестранспортном отвале (3 п.п.) Назаровского угольного разреза [23]. В качестве контроля – агрочернозем глинисто-иллювиальный (чернозем выщелоченный) (5 п.п.). Породы, слагающие отвалы, представлены хаотичной смесью песчаников, алевролитов, серо-желтых опесчаненных суглинков и глин, углистых аргиллитов, палево-лессовидных карбонатных пород глинистого и суглинистого состава [18, 23, 24].

Техногенные поверхностные образования вначале были отнесены [22] к технозёмам, затем, используя классификацию [9], – к группе квазизёмов, подгруппе реплантозёмов [25]. В почвенных разрезах на каждой пробной площади описаны макроморфологические признаки [19] и отобраны пробы сплошной колонкой до глубины 100–130 см. Показатели химических и физико-химических свойств в отобранных пробах определялись по [3]. Концентрация микроэлементов определялась спектрометрическим методом с помощью компьютеризированной аналитической системы PSCO/IS1 IBM - PC 4250 [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Реплантозёмы – ТПО в настоящий период используются под пашню и пастбище. Они имеют следующий морфологический профиль: PU – AU – С (табл. 1). Мощность искусственно созданного аккумулятивного горизонта реплантозёмов очень варьирует (25–64 %), что является специфической особенностью почвенного покрова техногенных ландшафтов [22]. По морфологическим признакам эта часть профиля аналогична гумусовому горизонту черноземов, являющихся зональными почвами в Назаровской котловине.

Таблица 1

Морфологические признаки реплантозёмов [22]

Пробная площадь	Горизонт	Глубина, см	Морфология
1	2	3	4
2-я	PU	0 - 30	Легкий суглинок черной окраски, комковато-зернистой структуры, рыхлый, тонкопористый. Много тонких корней и соломистых остатков. Встречаются корневины
	AU	30 - 70	Темно-серый легкий суглинок, мелкоореховато-зернистой структуры, плотнее предыдущего, крупнопористый. Много тонких корней в верхней части горизонта. Корневины – полые или заполнены хорошо разложившейся растительной массой
	C1	70 - 113	Средний суглинок с глубокими черно-серыми гумусовыми язычками среди бурых пятен. Структура непрочно призмовидно-ореховатая с глянцевой лакировкой стенок агрегатов. Плотный. Встречаются тонкие корни и укие полые корневины
	C2	113 - 150	Коричневато-бурый средний суглинок ореховато-призмовидной структуры с отчетливой глянцевой лакировкой граней структурных отдельностей, плотный многотонкопористый. Встречаются горизонтальные потемнения хорошо выветрившегося бурого угля и углистого аргиллита, редко тонкие корни, ржавые точки и полоски оксида железа (III), корневины

1	2	3	4
3-я	О	0 - 2	Травяная подстилка (дернина)
	AU1	2 - 5	Средний суглинок темно-серой окраски, комковато-мелкоореховатой структуры, уплотненный. Отмечаются обильно корни, корневые волоски, полуразложившиеся растительные остатки. Встречаются галька, щебень. Полюе корневины образуют узоры на гранях структурных отдельностей, встречаются бурые вкрапления мелкозёма
	AU	5 - 80	Почти чёрный, с множеством буро-коричневых округлых пятен средний суглинок. Структура зернисто-комковатая, у буро-коричневых пятен – плитчатая. Уплотненный. Включения твердых и распадающихся угольных пластинок. Встречаются заполненные растительной трухой корневины, много ржавых точек и полосок
	C1	80 - 100	Очень пестрый средний суглинок. Структура непрочно комковато-плитчатая, встречаются отдельности с ореховатостью, уплотненный. Включения корневых волосков, гравия, почти разрушенных пластин угля или углистого аргиллита. Корневины – узкие, с гумусовой прокраской, много ржавчины за счёт Fe ₂ O ₃
	C2	100 - 120	Палево-сизый средний суглинок, непрочно плитчатой структуры, плотный. Включения оксидов железа. Встречаются корневины
4-я	О	0 - 3	Травяная подстилка с мелкими комочками почвы (дернина)
	AU	3 - 30	Буровато-темно-серый легкий суглинок, ореховато-комковатой структуры, плотный, пористый. Отмечается много тонких корней, щебень, дресва. Корневины, заполненные трухой, единичные ржавые точки Fe ₂ O ₃
	C1	30 - 58	Бурый легкий суглинок, комковато-ореховатой структуры, очень плотный, тонкопористый. Встречаются угольные пластинки, дресва. Много крупных ржаво-красных вытянутых полосок, имеются зеленовато-белесые пятнышки выветрившихся обломков алеволита
	C2	58 - 79	Средний суглинок с буровато-красной с темно-серыми пятнами окраской, глыбисто-комковато-ореховатой структурой, очень плотный. Много тонких корней, дресвы и щебня. Корневины, Fe ₂ O ₃
	C3	79 - 100	Средний суглинок зеленовато-белесый, с полосками и пятнами красно-бурого цвета, глыбисто-комковато-ореховатой структуры, менее плотный, крупнопористый. Включения тонких корней, дресвы. Корневины, красно-рыжие точки Fe ₂ O ₃
5-я	PU	0 - 23	Почти чёрный средний суглинок, комковато-зернистой структуры, рыхлый, тонкопористый, тонкотрещиноватый. Много тонких живых и мертвых корней, семена сорняков. Корневины с сохранившимися и полуразложившимися корнями, соломой
	AU	23 - 40	Темно-серый тяжелый суглинок, комковато-мелкоореховатой структуры, уплотненный, часто крупнопористый. Встречаются корневые волоски. Отмечаются узоры от гумуса и корней на гранях агрегатов, корневины с гумусированной прокраской стенок
	ВI	40 - 60	Буро-коричневый с желтым оттенком тяжелый суглинок с непрочно комковатой структурой, уплотненный, часто крупнопористый. Включения живых тонких корней. Отмечаются гумусовые язычки, полоски, на отдельных агрегатах глинистые или гумусово-глинистые кутаны
	В _{CA}	60 - 78	Желто-палевый средний суглинок, непрочно комковатой структуры, плотный, часто крупнопористый. Живые тонкие корни. Корневины, пятна оксидов железа, карбонаты в форме псевдомицелия
	В _{CCA}	78 - 100	Желто-палевый средний суглинок, непрочно ореховато-плитчатой структуры, плотный, часто крупнопористый. Карбонаты, оксиды железа, легкая сизоватость
	С _{CA}	100 - 120	Палево-желтый средний суглинок, ореховато-плитчатой структуры, плотный, часто пористый. Карбонаты, оксиды железа, легкая сизоватость

В строении профиля реплантоземов выделяется гумусово-аккумулятивный горизонт и горизонт С, который разделяется на подгорizontы по окраске. Общим морфологическим признаком горизонтов С на всех исследуемых участках является наличие в них крупнозема из плотных обломочных пород, плиток и пластинок алевролита, аргиллита и бурого угля. Отличия проявляются в разной мощности горизонтов, неоднородном гранулометрическом составе и окраске. Распространение корневых систем растительности до глубины 80–100 см указывает на протекающие почвообразовательные процессы.

Как видим (табл. 2), реплантозёмы по содержанию гумуса не уступают агрочернозёму глинисто-иллювиальному. Наибольшей гумусностью характеризуются почвоподобные образования на Бестранспортном отвале и Восточном гидроотвале, наименьшей – на Серезенском гидроотвале. Различия в распределении гумуса по профилю объясняются неодинаковым уровнем биологического освоения участков и качеством созданного корнеобитаемого слоя. По мнению [16], характер распределения гумуса в искусственных почвах обусловлен приемами сельскохозяйственной рекультивации.

Данные потенциметрического измерения показателя водородного потенциала демонстрируют несущественные различия рН в рекультивированных почвах и агрочерноземе. Почвенно-поглощающий комплекс насыщен Ca^{2+} и Mg^{2+} , что является характерным для зональных почв данного региона. Преобладающим катионом является Ca^{2+} . Наибольшим количеством обменного кальция в верхнем горизонте характеризуются почвоподобные образования Восточного гидроотвала (20–21 мг/экв), наименьшим содержанием – Бестранспортный отвал (9–11 мг/экв). Вниз по профилю содержание обменных кальция и магния однонаправленно и постепенно уменьшается.

Во всех почвенных профилях наблюдаются изменения в валовом содержании SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO (табл. 2), что объясняется неравномерным распределением илистых фракций. По мнению [13], изменения в валовом составе молодых почв в первую очередь могут быть связаны с перемещениями отдельных фракций мелкозема, которые происходят в процессе перемешивания и усадки пород после отсыпки отвалов. При этом слои с меньшим или большим содержанием разных элементов находятся на разной глубине.

Таблица 2

Химические и физико-химические показатели реплантозёмов

Генетический горизонт	Глубина, см	Валовые, %					Молекулярные отношения $SiO_2 : R_2O_3$	Гумус, %	рН _{КС}	Обменные катионы, м-экв/100 г		
		SiO_2	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO				Сумма	Ca^{2+}	Mg^{2+}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
2-я п.п. Восточный гидроотвал												
PU	0 – 10	75,62	4,69	13,22	6,30	3,16	4,22	7,65	5,73	31,37	20,10	11,27
	10 – 20	74,04	4,34	13,00	6,51	3,44	4,27	8,12	5,72	32,00	20,57	11,43
	20 – 30	74,66	4,28	12,85	6,69	3,53	4,36	7,96	5,90	32,34	20,86	11,48
AU	30 – 40	75,02	4,54	13,20	6,75	3,78	4,23	8,56	5,96	33,13	21,55	11,58
	40 – 50	76,26	4,52	13,34	6,31	3,77	5,72	8,44	5,70	32,93	21,42	11,51
	50 – 60	73,66	4,47	13,62	7,00	3,93	4,07	7,34	5,93	32,80	21,18	11,62
	60 – 70	74,65	4,73	14,35	6,03	3,89	3,91	7,22	6,00	32,53	20,99	11,54
C1	70 – 80	70,54	5,30	13,80	6,81	3,93	3,69	4,76	6,09	30,00	19,11	10,89
	80 – 90	68,19	6,26	14,23	7,15	3,63	3,33	3,14	5,95	26,76	16,82	9,94
	90 – 100	60,77	9,68	14,52	8,33	3,79	2,51	1,62	5,76	22,26	14,15	8,11
	100 – 110	61,65	10,16	14,96	8,44	3,78	2,45	1,51	5,79	22,54	14,32	8,22
C2	110 – 120	62,92	10,15	14,93	8,52	3,68	2,51	1,52	5,77	21,72	13,81	7,91
	120 – 130	61,88	9,95	15,04	8,06	3,65	2,47	1,34	5,63	20,66	12,95	7,71
3-я п.п. Бестранспортный отвал												
O	0 – 10	80,30	1,77	10,54	1,34	1,19	6,52	9,33	5,11	25,99	16,74	9,25
	10 – 20	73,00	2,95	9,78	1,83	2,66	5,73	12,24	5,40	36,47	24,77	11,70
AU	20 – 30	89,09	0,79	9,03	0,98	4,13	9,07	14,96	5,79	30,40	21,28	9,12
	30 – 40	73,74	1,42	9,88	2,22	3,73	6,53	13,63	5,13	26,54	18,11	8,43
	40 – 50	76,36	1,39	9,18	0,94	2,95	7,22	12,50	5,63	25,96	17,63	8,33
	50 – 60	89,57	1,31	9,37	0,50	3,42	8,39	11,50	5,30	22,93	15,51	7,42
	60 – 70	80,59	1,23	9,56	0,95	3,88	7,47	10,40	5,53	31,74	21,72	10,02
	70 – 80	80,59	1,52	8,53	0,31	3,31	8,02	9,85	5,64	25,84	17,14	8,70
	80 – 90	71,61	3,53	8,53	5,48	2,73	5,48	8,56	5,56	15,96	9,34	6,62
C1	90 – 100	71,21	2,94	8,53	4,21	1,67	6,21	5,90	5,10	15,19	8,65	6,54
	120 – 130	66,73	4,32	7,51	8,07	2,87	5,64	4,67	5,72	15,41	8,98	6,43

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4-я п.п. Серезенский гидроотвал												
О	0 – 10	67,47	4,44	14,28	7,26	2,33	3,60	7,63	5,63	30,80	19,14	11,66
AU	10 – 20	67,91	4,73	15,00	7,40	2,50	3,44	5,44	5,90	29,82	18,36	11,46
	20 – 30	68,54	5,25	15,11	7,20	2,68	3,37	5,00	6,07	29,97	18,61	11,36
C1	30 – 40	67,98	5,54	15,50	7,05	2,72	3,23	4,74	6,10	30,18	18,78	11,49
	40 – 50	67,73	5,58	15,64	7,25	2,85	3,19	4,37	6,26	29,35	18,35	11,09
	50 – 60	65,93	6,52	15,76	7,55	3,02	2,96	3,86	6,18	29,14	18,11	11,03
C2	60 – 70	63,87	6,77	17,08	7,05	2,88	2,68	3,71	6,17	28,07	17,34	10,73
	70 – 80	61,58	7,63	18,62	6,75	2,94	2,35	3,95	6,17	28,64	17,53	11,11
C3	80 – 90	59,08	6,60	18,34	9,62	3,99	2,37	3,84	6,39	30,49	18,34	12,15
	90 – 100	62,84	4,48	18,96	12,58	5,41	2,68	2,60	6,46	31,23	18,87	12,36
5-я п.п. Агрочернозём глинисто-иллювиальный												
PU	0 – 10	73,43	4,46	12,89	7,09	2,88	4,23	7,23	5,66	30,96	19,70	11,26
	10 – 20	73,43	4,61	13,11	7,65	2,98	4,14	6,38	5,78	30,63	19,46	11,17
AU	20 – 30	66,82	6,50	14,18	9,07	3,61	3,23	3,55	6,05	27,33	17,26	10,07
	30 – 40	62,20	7,80	14,93	9,45	3,63	2,74	2,34	6,26	23,30	14,93	8,37
B ₁	40 – 50	62,05	9,55	15,07	9,00	3,74	2,52	1,98	5,81	23,76	15,07	8,69
	50 – 60	60,57	8,28	15,67	10,38	4,59	2,53	1,63	5,94	24,65	15,67	8,98
B _{CA}	60 – 70	57,98	7,47	13,89	10,83	4,70	2,71	0,61	5,99	22,05	13,89	8,16
	70 – 80	60,84	7,22	13,17	10,45	4,44	3,00	0,67	5,88	21,33	13,17	8,16
C _{CA}	80 – 90	61,51	7,96	13,77	9,76	4,14	2,83	1,12	5,89	22,20	13,77	8,43
	90 – 100	61,22	6,90	13,51	9,32	3,92	2,99	1,05	5,99	21,73	13,51	8,22
В почвообразующей породе отвалов		63,99	7,2	16,98	9,63	3,98		2,90				

Для выявления процессов развития почв мы использовали коэффициент дифференциации (K_d), представляющий собой отношение содержания того или иного показателя (элемента, соединения) в горизонте накопления к таковому в почвообразующей породе (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент дифференциации K_d

Горизонт	Мощность, см	Гумус	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
2-я п.п. Восточный гидроотвал							
PU	0 – 30	2,73	1,20	0,77	0,63	0,67	0,85
AU	30 – 70	2,72	1,17	0,80	0,63	0,38	0,97
3-я п.п. Бестранспортный отвал							
AU1	0 – 5	3,22	1,25	0,62	0,25	0,14	0,30
AU2	5 – 80	4,19	1,26	0,55	0,21	0,11	0,86
4-я п.п. Серезенский гидроотвал							
AU	0 – 30	2,08	1,06	0,87	0,67	0,76	0,63
5-я п.п. Агрочернозём глинисто-иллювиальный							
PU	0 – 23	2,35	1,15	0,77	0,63	0,77	0,74
AU	23 – 40	1,02	1,01	0,86	1,00	0,96	0,91
B ₁	40 – 60	0,62	0,96	0,91	1,24	1,01	1,05

Известно научное положение [13], утверждающее, что по мере развития почв K_d по отдельным показателям в глубь по профилю уменьшается. Судя по характеру изменений K_d SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO в профиле реплантозёмов, мы предполагаем, что верхняя часть вскрышной породы, лежащей сразу же под гумусовым горизонтом, уже затронута почвообразовательными процессами.

Результаты проведенного геохимического исследования почвоподобных образований представлены в таблице 4. Наиболее неравномерное (скачкообразное) распределение микроэлементов характерно для Восточного и Бестранспортного отвалов. В агрочерноземе глинисто-иллювиальном таким распределением ха-

рактируется только медь. В профиле Восточного гидроотвала отмечается аккумулятивный тип распределения свинца, цинка, мышьяка. Наблюдаются лишь незначительные колебания концентрации элементов в отдельных слоях.

Таблица 4

Валовое содержание микроэлементов в реплантозёмах и зональной почве, мг/кг

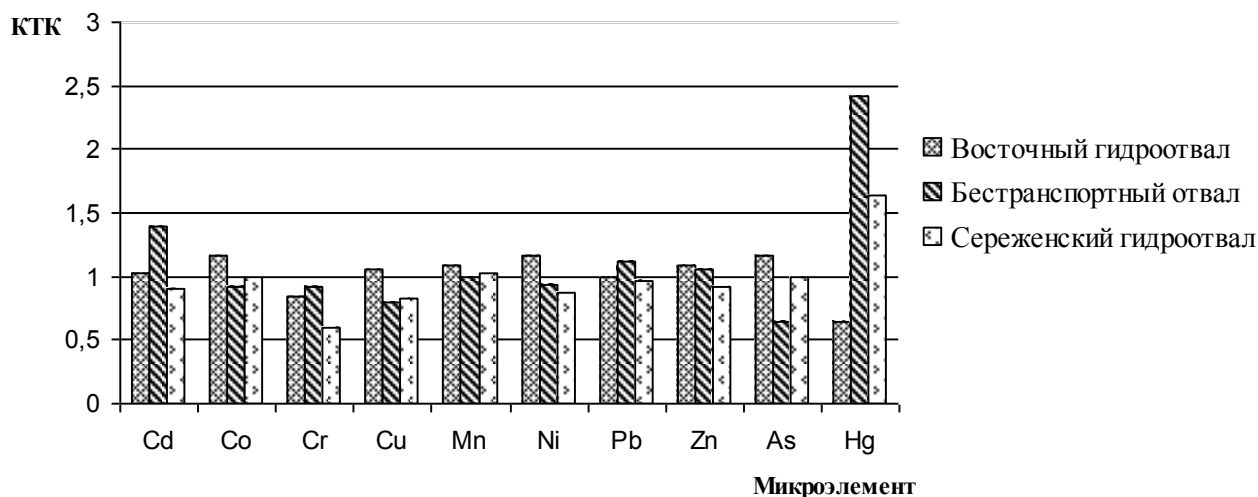
Генетический горизонт	Глубина, см	Элемент									
		Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	As	Hq
2-я п.п. Восточный гидроотвал											
PU	0 - 10	0,099	10,20	16,64	16,46	516,76	24,41	11,02	52,84	5,96	0,0083
	10 - 20	0,125	11,14	16,57	16,91	513,58	26,59	11,12	54,38	6,20	0,0099
	20 - 30	0,117	10,52	14,68	16,13	516,23	25,07	11,22	53,41	5,94	0,0118
AU	30 - 40	0,127	11,15	15,54	16,34	504,72	27,08	11,62	55,15	6,55	0,0126
	40 - 50	0,119	10,28	18,44	17,40	501,23	27,16	11,52	54,98	6,42	0,0078
	50 - 60	0,138	10,34	16,37	16,62	484,32	25,84	11,58	55,23	6,16	0,0115
	60 - 70	0,137	10,78	19,62	16,91	487,45	26,19	11,35	56,00	6,16	0,0119
C1	70 - 80	0,128	9,84	18,56	14,86	478,71	22,33	11,20	52,20	5,26	0,0108
	100 - 110	0,142	9,12	29,55	15,78	446,33	26,57	12,21	42,11	4,77	0,0251
C2	110 - 120	0,143	9,10	27,27	15,15	457,92	25,66	12,18	40,53	4,73	0,0234
	120 - 130	0,143	9,13	31,79	15,59	446,32	27,05	12,09	40,35	4,57	0,0252
3-я п.п. Бестранспортный отвал											
O	0 - 10	0,079	7,64	15,42	11,06	489,92	13,31	11,15	46,32	3,34	0,0407
AU	10 - 20	0,248	7,44	19,92	14,04	413,24	25,33	14,79	56,56	3,55	0,0401
	20 - 30	0,139	9,95	17,25	12,51	503,02	21,78	11,34	52,48	3,08	0,0308
	30 - 40	0,153	8,29	12,58	10,11	449,46	23,84	13,47	52,20	4,46	0,0442
	40 - 50	0,141	7,88	11,03	10,33	438,18	20,73	12,52	50,47	3,86	0,0437
	50 - 60	0,076	7,64	5,33	5,24	440,61	12,42	9,72	45,44	3,71	0,0116
	60 - 70	0,137	7,76	23,36	13,09	462,00	17,22	10,70	49,94	2,72	0,0384
	70 - 80	0,050	10,60	27,00	14,40	564,83	17,21	9,02	47,58	2,88	0,0293
C1	80 - 90	0,133	5,96	0,35	0,49	356,89	8,92	10,18	32,02	1,02	0,0050
	90 - 100	0,083	6,16	4,98	0,42	380,33	10,07	10,15	25,31	0,61	0,0056
C2	100 - 120	0,125	6,59	5,43	3,35	355,45	18,21	12,46	26,87	2,65	0,0135
4-я п.п. Серезенский гидроотвал											
O	0 - 10	0,101	8,58	10,98	12,44	476,24	17,07	10,46	46,76	4,94	0,0277
AU	10 - 20	0,099	8,85	10,54	12,72	483,69	19,07	11,00	44,46	5,11	0,0260
	20 - 30	0,102	9,50	12,68	13,81	489,34	21,01	10,93	45,60	5,36	0,0222
C1	30 - 40	0,103	9,95	13,62	14,22	493,34	23,04	11,23	44,96	5,66	0,0228
	40 - 50	0,099	9,76	14,17	14,04	500,65	22,66	11,17	44,25	5,46	0,0234
	50 - 60	0,116	9,62	17,18	14,37	474,61	23,76	11,27	43,64	5,29	0,0260
C2	60 - 70	0,103	9,48	13,76	13,41	475,61	22,94	11,48	40,51	5,24	0,0320
	70 - 80	0,114	9,33	8,63	12,11	465,67	22,22	11,80	39,14	5,30	0,0414
C3	80 - 90	0,192	8,76	4,04	10,59	436,55	23,56	13,22	37,13	5,25	0,0481
	90 - 100	0,184	8,08	0,60	8,24	456,45	19,76	14,96	35,54	4,77	0,0482
5-я п.п. Агрочернозём глинисто-иллювиальный											
PU	0 - 10	0,104	9,27	16,31	15,63	488,61	21,47	10,84	51,81	5,48	0,0128
	10 - 20	0,101	8,85	17,28	15,66	483,57	20,82	11,09	50,98	5,44	0,0114
AU	20 - 30	0,127	9,00	23,55	15,54	451,91	22,51	11,46	45,67	4,68	0,0219
	30 - 40	0,131	8,92	31,08	17,60	455,47	26,52	11,80	42,65	4,65	0,0273
	40 - 50	0,146	9,06	31,62	16,45	467,81	26,06	11,95	42,23	4,63	0,0241
	50 - 60	0,159	9,12	29,80	17,23	465,84	27,70	12,99	43,39	4,77	0,0270
B _{CA}	60 - 70	0,177	8,79	36,24	17,78	458,53	28,49	13,19	41,87	4,31	0,0337
	70 - 80	0,140	8,62	26,20	14,98	456,82	25,06	13,45	59,71	4,51	0,0254
	90 - 100	0,131	9,01	30,15	16,75	501,82	25,35	12,79	40,32	4,60	0,0241
Вскрышная порода отвалов		0,152	8,042	12,43	9,38	418,02	22,08	12,90	34,55	4,10	0,0287
Кларк в почвах мира[6]		0,5	8	200	20	850	40	10	50	5	

Сопоставление среднего содержания валовых форм микроэлементов в реплантозёмах Восточного и Серезенского гидроотвалов со средними мировыми значениями [6] показало превышение концентрации Co на 2,13 и 1,13 мг/кг, Pb – 1,56 и 1,82 мг/кг и As – 0,63 и 0,21 мг/кг соответственно. В реплантозёмах Бестранспортного отвала для большинства микроэлементов не обнаружено превышений кларковых значений за исключением свинца. Агрочернозем глинисто-иллювиальный характеризуется небольшим превышением кларковых значений Co (0,95 мг/кг) и Pb (2,20 мг/кг).

Содержание кобальта и свинца, превышающее мировые кларки, в почвоподобных образованиях и агрочернозёме глинисто-иллювиальном Назаровской котловины объясняется особенностями геохимии исследуемой территории. По данным [7], почвы Назаровской котловины характеризуются более высоким средним содержанием микроэлементов по сравнению с кларковыми значениями почв мира. Валовое содержание Cd, Cr, Cu, Mn, Ni и Zn на всех пробных площадях находится в пределах кларковых значений.

Для почвенно-геохимической оценки был рассчитан, по [11], коэффициент техногенной концентрации (КТК) микроэлементов, представляющий собой отношение среднего содержания элемента в верхних слоях ТПО к его среднему содержанию в гумусовом горизонте агрочернозёма глинисто-иллювиального.

Установлено, что средние концентрации марганца и мышьяка в поверхностном слое реплантозёмов Восточного гидроотвала превышают концентрации элементов в естественных почвах (рис.). Реплантозёмы Бестранспортного отвала характеризуются повышенными концентрациями элементов, относящихся к первому классу опасности, – Cd, Zn, Pb, Hg.



Кoeffициенты техногенной концентрации микроэлементов в ТПО

Анализ коэффициентов техногенной концентрации микроэлементов в поверхностном слое реплантозёмов позволил нам дать оценку совокупного действия микроэлементов с помощью суммарного показателя загрязнения (Z_c), который представляет собой сумму превышений коэффициентов техногенной концентрации химических элементов [10, 15]. Величина Z_c составила в ТПО Восточного и Серезенского гидроотвалов 1,73 и 1,64 соответственно, в ТПО Бестранспортного отвала – 2,99, что свидетельствует о минимальном допустимом уровне загрязнения реплантозёмов.

Заключение. Почвы, сформированные на отвалах вскрышных пород угольного разреза «Назаровский», отличаются высоким содержанием гумуса и суммы обменных оснований, нейтральной и слабокислой реакцией почвенного раствора. Закономерности концентрации и профильного распределения микроэлементов в реплантозёмах специфичны и определяются особенностями формирования и развития почв. Уровень содержания большинства микроэлементов, за исключением кобальта, свинца и мышьяка, в почвах и почвоподобных образованиях не превышает кларковых значений. Коэффициенты техногенной концентрации элементов и суммарный показатель загрязнения свидетельствуют, что содержание микроэлементов в реплантозёмах Назаровской котловины соответствует допустимому уровню.

Таким образом, почвоподобные образования Назаровской котловины обладают плодородием, не уступающим плодородию зональных почв, и являются пригодными для сельскохозяйственного использования.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Красноярскому краю и Тувинской автономной области. – М.: Гидрометеор. изд-во, 1961. – 284 с.
2. Андроханов В.А., Овсянникова С.В., Курачев В.М. Техноземы: свойства, режимы, функционирование. – Новосибирск: Наука, 2000. – 200 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
4. Борцов В.С. Использование автоматизированной системы на основе обратательной спектроскопии в исследовании агроценозов: автореф. дис.... канд. биол. наук. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2002. – 18 с.
5. Бугаков П.С., Горбачёва С.М., Чупрова В.В. Почвы Красноярского края. – Красноярск, 1981. – 128 с.
6. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 279 с.
7. Волошин Е.И. Содержание и распределение микроэлементов в почвах Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. – 2008. – № 4. – С. 28–37.
8. Гаджиев И.М., Курачев В.М. Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1992. – С. 6–15.
9. Классификация и диагностика почв России / Л.П. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.Н. Лебедева [и др.]. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
10. Лыков И.Н., Шестакова Г.А., Клименко Е.А. Результаты исследования загрязнения почв территории промышленных предприятий и селитебной зоны города Калуги тяжёлыми металлами // Биологические аспекты экологии человека: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участием (1–3 июля 2004 г., Архангельск). – Архангельск, 2004. – С. 233–235.
11. Лымарь О.А. Техногенные поверхностные образования зоны солеотвалов и адаптация к ним растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Пермь, 2007. – 22 с.
12. Макунина Н.И. Степи Минусинских котловин // Turczaninowia. – 2006. – № 4. – С. 112–144.
13. Махонина Г.И. Начальные процессы почвообразования в техногенных экосистемах Урала: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2004. – 40 с.
14. Моторина Л.В., Зайцев Г.А. Природные ландшафты и промышленность // Рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1970. – С. 71–80.
15. МУ 2.1.7.730-99. Федеральные санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы. Гигиенические требования к качеству почвы населенных мест. Введ. 1999-04-05. – М.: Минздрав России, 1999. – 39 с.
16. Прищепа Л.А. Оценка биологического состояния технозёмов Назаровской котловины // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 3. – С. 54–60.
17. Протопопов В.В. О возможных изменениях экологических функций лесов в Сибири // Трансформация лесными экосистемами факторов окружающей среды. – Красноярск, 1984. – С. 4–9.
18. Рагим-заде Ф.К. Техногенные элювии вскрышных пород угольных месторождений Сибири, оценка их потенциального плодородия и пригодности для восстановления почвенного покрова: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 1977. – 22 с.
19. Розанов Б.Г. Морфология почв. – М.: Изд-во МГУ, 1983. – 345 с.
20. Трофимов С.С., Овчинников В.А. Антропогенный рельеф Кузбасса // Рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1970. – С. 5–24.
21. Федосеева Т.П. Рекультивация земель. – М.: Наука, 1977. – 41 с.
22. Чупрова В.В., Шугалей Л.С. Особенности макроморфогенеза почв на отвалах угольных разрезов Назаровской котловины // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 1. – С. 61–70.
23. Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Дмитриенко В.К. Биологическая рекультивация нарушенных земель КАТЭКа. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1996. – 186 с.
24. Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Нефодина И.Л. Формирование лесных биогеоценозов на рекультивированных землях КАТЭКа // География и природные ресурсы. – Иркутск, 1984. – № 1. – С. 30–32.
25. Шугалей Л.С., Чупрова В.В. Почвообразование в техногенных ландшафтах лесостепи Назаровской котловины Средней Сибири // Почвоведение. – 2012. – № 3. – С. 287–298.