

ЭКОЛОГИЯ

УДК 631.422.423

ОЦЕНКА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕНЕЗА

Ф.Е. Козыбаева

Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр. аль-Фараби, 75в, Казахстан E-mail: farida_kozybaeva@mail.ru

Дана оценка почвенно-экологическим функциям в условиях техногенеза при разработке фосфоритового месторождения открытым способом. Исследованиями на отработанных промышленных отвалах установлены первичные процессы почвообразования в техногенных элювиях различного породного состава.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие человеческого общества рассматривается как часть эволюции природы, где действуют законы экологических пределов, необратимости и отбора. Возникновение проблем окружающей человека среды обусловлено не только ее загрязнением, но и антропогенным, т.е. порожденным самим человеком превышением порога выносливости биосферы, нарушением ее регуляторных функций. Прогресс цивилизации ограничивается экологическим императивом - безусловной зависимостью человека, человеческого общества от состояния живой природы, требованием подчинения ее законам. Акимов Т.А., Хаскин В.В. отмечают, что человек по отношению к живой природе выступает как типичный эксплуататор; круг его непосредственных жертв неизмеримо больше, чем у любого хищника. А разрушая и загрязняя окружающую среду, человек превращает большинство остальных видов в аменсалов т.е. подавляет существование другого вида, не испытывая противодействия [1].

Из 149 млн. км² площади суши на долю земель, в принципе пригодных для хозяйственного освоения и в значительной степени освоенных, приходится лишь около 60 млн. км². В настоящее время площадь занятых и возделанных земель около 25 млн. км², т. е. из них

около 10 млн. км² всецело относится к техногенным ландшафтам, исключаящим на этих землях биосферную регуляцию. Остальные 15 млн. км² заняты агроценозами, пашней, 25 млн. км² - пастбищами. Следовательно, под контролем человека находится около 50 млн. км² земель. По мнению экологов, эта площадь уже превышает допустимый предел земельных ресурсов, подлежащих хозяйственному использованию, в том числе и для интенсивного земледелия.

Не отрицая значимости почвы как основного средства сельхозпроизводства и необходимости дальнейшего развития агропочвенных работ, Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. подчеркивают, что экологическое значение почвы выходит далеко за сельскохозяйственные рамки [2]. В связи с этим необходимо серьезно переосмыслить роль почвоведения, что является одним из важных условий его фундаментализации. Экономя на развитии почвоведения как фундаментальной многоплановой науки и пренебрегая реальной охраной и восстановлением почв, государства и человечество в целом рискует остаться без почвы под ногами, что будет означать неуклонное угасание сложноорганизованной жизни на Земле. Необходимость всесторонних исследований воздействий факторов почвообразования во многом диктуется учением о почвенных экологических функциях, тес-

нейшим образом связанного с факторной экологией почв.

Функции почвы рассматриваются, как биогеоценотические куда относятся: физические, химические, биохимические, физико-химические, информационные и целостные. К глобальным функциям почв относятся: литосферные, гидросферные, влияние почв на атмосферу, и общебиосферные и этносферные.

По мере развития техногенеза происходят значительные нарушения целостности почвенного покрова вплоть до полного его уничтожения на значительных площадях, что нарушает экологические условия отдельных территорий. Особенно в больших масштабах уничтожение почвенного покрова происходит в районах добычи полезных ископаемых открытым, карьерным способом, на долю которого в настоящее время приходится почти 70 % всей добычи. Промышленные отвалы, образованные при карьерном способе добычи полезных ископаемых, представляют собой особые техногенные территории. промышленные пустыни, первоначально практически полностью лишены семенных зачатков, очень сильно каменистые, с повышенным содержанием микроэлементов (в том числе тяжелых металлов).

Изучение процессов почвообразования в условиях техногенеза является теоретической базой для рекультивации нарушенных земель и возврата их во вторичное использование в народном хозяйстве, а также в целом восстановления нарушенных ландшафтов. Следовательно, исследования направленные на изучение процессов почвообразования в условиях техногенеза являются актуальными.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являются промышленные отвалы, образованные в

результате разработки фосфоритового месторождения «Коксу» Каратау-Жамбылского промышленного комплекса Жамбылской области.

Для оценки почвенно-экологических функций и почвообразования в техногенно-нарушенных ландшафтах используются методы: картографический, сравнительно-географический, ландшафтно-динамический. Систематизация данных фактического материала исследований разных этапов выполняется с учетом временных изменений основных параметров техногенного элювия отвальных пород.

Определены отработанные разновозрастные участки, затронутые первичными процессами почвообразования, физические, физико-химические, химические и биологические свойства вскрышных пород.

Химические анализы почвогрунтов выполняются общепринятыми в почвоведении методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фосфоритная толща Каратау состоит из кремнистых, фосфатокремнистых и фосфоритовых пород. Она залегает на неровной поверхности подстилающих доломитов и покрывается прослоями железисто-марганцевых карбонатных пород. Серия сложена пластовыми фосфоритами, переслаивающимися с кремнистыми и карбообогащенными фосфорными веществами. Разработка фосфоритового месторождения производится открытым способом, при котором образуются карьеры различных форм и размеров (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Сложение горных пород карьера



Рисунок 2 – Карьер

Отвал месторождения «Коксу» имеет трапециевидную аккумулятивную форму неорельефа с уклоном $5-7^{\circ}$ на север и северо-восток. Слагается отвал из смеси горных пород различного генези-

са. По краям отвалов располагаются насыпные отвальные породы, образующие цепь в виде небольших холмистогрядовых насыпей (рисунок 3).



Рисунок 3 – Общий вид отвала № 8

Овалы сложены из карбонатных, карбонатно-глинистых сланцев и грубообломочных доломитовых пород. Отработанный отвал условно был разделен на 3 участка по степени естественного зарастания (рисунок 4). Исследования показали, что на отвале проявляется прямое и косвенное влияние техногенного рельефа на процессы почвообразования. Функции почвы рассматриваются в группировках:

1) входные функции – поглощение (отражение, рассеивание) поступающих в систему веществ и энергии;

2) внутренние функции – удержание, преобразование;

3) выходные функции – выделение или потеря веществ и энергии из системы.

В почвогрунтах отвала отмечаются все перечисленные функции, присущие почве. На поверхности отвала проявляются входные функции, т.е. перемещение массы почвогрунтов и перераспределение техногенного породного элювия под влиянием техногенного рельефа, осадков в виде дождя и талых вод. Ярко проявляются процессы водной эрозии и лессиважа. Отмечается распределение тонкой фракции элювия по профилю почвогрунтов.

Определение полевой влажности показало её незначительное содержание в почвогрунтах. При этом следует отметить, что распределение влаги по профилю имеет определенную закономерность, т.е. в нижнем слое ее больше, чем на поверхности (таблица 1).

Таблица 1 – Полевая влажность почвогрунтов

№ разреза	Глубина взятия образца в см	% полевой влаги	Коэффициент гигроскопической влаги	Коэффициент влажности
1а	0-1	1,36	1,014	0,9864
	1-36	3,36	1,037	0,9637
2а	0-2	1,71	1,017	0,9829
	2-26	4,81	1,036	0,9519
3а	0-2	0,84	1,012	0,9883
	2-28	2,94	1,030	0,9706

Такое распределение влаги связано со многими факторами и, в первую очередь, с рельефом. Так разрезы 1, 1а, 2, 2а находятся на более выположенных участках рельефа. На данных участках отмечается увеличение более тонких фракций, которые, возможно, скапливаются вследствие водных эрозионных процессов и выветривания поверхностных

отвальных пород. Тонкие фракции поглощают и удерживают незначительное количество влаги.

Ситовой анализ показал преобладание грубообломочно-каменистых фракций в составе почвогрунтов отвала. На долю мелкоземистых фракций приходится 20 – 40 % (таблица 2).

Таблица 2 – Гранулометрический состав отвальных пород, %, ситовой анализ (сухое просеивание)

№ разреза	Глубина взятия образцов, см	Фракции, %						
		10	7	5	3	2	1	<1
1	0-1	13,6	12,6	12,9	15,4	7,6	8,9	29,0
	1-36	38,6	8,3	6,1	7,8	4,6	6,9	27,7
1а	0-1	16,2	8,3	7,6	11,8	6,7	10,8	38,6
	1-28	22,2	6,6	6,3	9,4	5,5	10,9	39,1
2	0-3	19,5	6,3	7,3	11,1	6,7	10,3	38,4
	3-28	30,0	6,5	6,7	9,9	6,1	18,3	22,5
2а	0-2	17,8	4,2	4,5	5,7	6,2	23,2	29,7
	2-26	25,6	8,1	6,4	7,0	6,0	18,6	28,3
3	0-2	21,7	7,4	6,6	9,6	5,1	22,9	26,7
	2-28	39,5	8,2	8,2	8,6	4,4	9,8	21,3
3а	0-2	27,6	7,6	7,9	10,8	6,9	13,6	25,6
	2-29	22,0	6,6	7,5	9,7	4,7	11,2	38,3

Результаты химических анализов почвогрунтов отвала (таблица 3) показали, что по содержанию гумуса на отвалах идет еле заметный процесс почвообразования. На разрезах 1, 1а, 2, 2а, 3, 3а в верхних выделенных горизонтах: 0-1; 0-3; 0-2 см содержание гумуса больше, чем в нижних слоях почвогрунтов. Следует отметить очень яркую связь содержания гумуса с распределением растительности в условиях самозарастания. Так, разре-

зы 1, 1а были заложены на участке с проективным покрытием 0-10 %, содержание гумуса в 0-1 см слое больше на 0,04-0,15 %, чем в нижележащем слое почвогрунтов. Разрезы 2, 2а были заложены на участке с проективным покровом растений 10-15 %, содержание гумуса на 0,43-0,58 % больше в слоях 0-3, 0-2 см по сравнению с нижним слоем почвогрунтов. Разрезы 3, 3а были заложены на участке с растительным покровом до 20 %, что отра-

жается и на содержании гумуса. Так, его на 0,47-0,70 % больше в слое 0-2 см по сравнению с нижним горизонтом. Результаты по содержанию гумуса свидетельствуют, что процессами почвообразо-

вания затронуты верхние слои почвогрунтов отвала. В нижних горизонтах содержание гумуса колеблется от 0,1 до 0,36 %, что соответствует содержанию в породных отвалах вскрыши.

Таблица 3 – Химическая и агрохимическая характеристика почвогрунтов отвала месторождения Коксу

№ разреза	Глубина образца см	Гумус, %	Общий азот, %	Гидролиз. азот, мг/кг	CO ₂ , %	Фосфор		Калий	
						Валовой, %	Подв. P ₂ O ₅ , мг/кг	Валовой, %	Подв. K ₂ O, мг/кг
1	0-1	0,45	0,056	36,4	6,88	6,225	19	1,29	100
	1-36	0,30	0,028	30,8	6,81	3,3	9	1,41	90
1a	0-1	0,30	0,056	280,	7,2	4,98	35	1,21	150
	1-28	0,26	0,042	25,2	2,72	3,725	10	2,33	130
2	0-3	0,63	0,056	19,6	5,21	1,68	11	1,33	150
	3-28	0,20	0,028	28,0	0,96	0,29	2	1,04	90
2a	0-2	0,84	0,084	39,2	4,83	2,98	50	1,88	300
	2-26	0,26	0,028	33,6	7,68	0,285	7	1,68	180
3	0-2	0,93	0,042	44,8	5,95	2,38	48	1,33	230
	2-28	0,46	0,028	22,4	5,34	0,98	10	1,04	220
3a	0-2	0,93	0,056	47,6	4,76			1,88	
	2-29	0,23	0,014	19,6	4,8			1,94	

Содержание и распределение углекислоты карбонатов по почвенному профилю количественно характеризует карбонатность почвогрунтов, так как отвалы сложены из карбонатных пород. В их содержании по профилю нет определенной закономерности.

Валовое содержание азота характеризует почву со стороны запаса этого элемента, но не говорит об обеспеченности почвы доступными для питания растений соединениями азота. Содержание общего азота в почвогрунтах отвалов невысокое. Количество общего азота ярко коррелирует с содержанием общего гумуса. Наибольшее содержание азота, как и гумуса, отмечается в верхних слоях почвогрунтов.

Содержание гидролизуемого азота в почвогрунтах отвалов незначительно и колеблется от очень низких (16,8-19,6-30,8 мг/кг), до средних величин (33,6-47,6 мг/кг).

Валового фосфора больше всего в верхних горизонтах разрезов, а в нижних

меньше. Возможно, это связано с внутригрунтовыми химическими процессами, образованием новых соединений фосфора с минералами пород.

Доступного фосфора в почвогрунтах отвалов можно считать достаточным, но, несмотря на то, что это фосфоритовое месторождение следует отметить пестроту в обеспеченности почвогрунтов фосфорным элементом. Это объясняется разнородностью надрудных и вмещающих пород фосфоритового месторождения.

Обеспеченность исследуемых почвогрунтов подвижным калием также разная. Его содержание колеблется от низких значений к средним величинам в большинстве образцов (100-180) и до повышенных (300 мг/кг).

Почвогрунты отвала насыщены катионами Ca⁺⁺, Mg⁺⁺. В распределении поглощенных оснований прослеживается закономерность по горизонтам. Так, поглощенные Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ увеличиваются в нижних горизонтах и это свидетельству-

ет о содержании в почвогрунтах минеральных коллоидов, а в разрезах 3, 3а поглощенного кальция больше в верхнем горизонте, возможно, это объясняется появлением органических коллоидов в связи с образованием гумусовых веществ в верхнем горизонте, вследствие самозарастания отвалов и проявлениями первичных процессов почвообразования. Происходит распределение более тонких элементарных фракции во

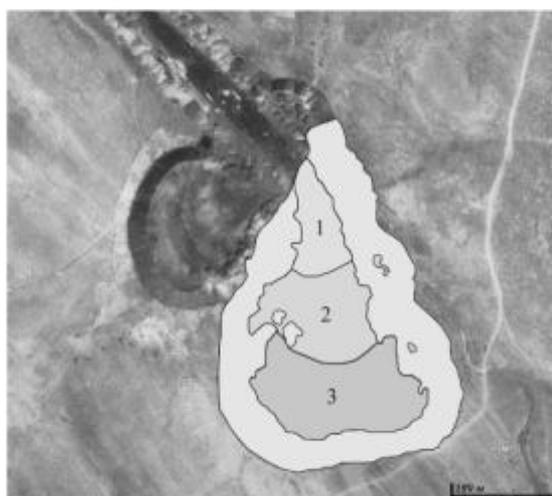
втором горизонте. Не исключается процесс водной эрозии, т.е. тонкие фракции выносятся из повышенных элементов рельефа отвалов, вследствие чего происходит накопление минеральных коллоидов. На долю поглощенного кальция приходится от 80 до 95 % в верхних горизонтах, в нижних слоях от 50 до 60 % (таблица 4). Такая закономерность наблюдается и в содержании поглощенного магния.

Таблица 4 – Поглощенные основания почвогрунтов отвала

№ разреза	Глубина взятия образца, см	Поглощенные основания								
		Ca ++		Mg ++		K+		Na+		Сумма поглощенных оснований
		мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв
1	0-1	6.75	82,61	1.0	12,24	0,13	1,59	0,29	3,55	8,17
	1-36	12.5	69,98	5.0	27,99	0,10	0,559	0,26	1,455	17,86
1a	0-1	6.75	61,75	3.75	34,31	0,16	1,463	0,27	2,47	10,93
	1-28	10.0	55,99	7.5	41,99	0,11	0,615	0,25	1,399	17,86
2	0-3	14.75	87,123	1.75	10,34	0,18	1,063	0,25	1,476	16,93
	3-28	17.5	67,672	8.0	30,95	0,11	0,425	0,25	0,966	25,86
2a	0-2	28.0	92,56	1.75	5,78	0,23	0,760	0,27	0,892	30,25
	2-26	9.5	50,45	8.75	46,46	0,30	1,59	0,28	1,486	18,83
3	0-2	26.5	95,529	0.75	2,70	0,22	0,793	0,27	0,973	27,74
	2-28	11.5	59,989	7.0	36,55	0,33	1,72	0,28	1,460	19,17
3a	0-2	10.5	82,677	1.75	13,78	0,16	1,259	0,29	2,283	12,7
	2-29	9.0	51,963	7.75	44,75	0,30	1,732	0,27	1,559	17,32

На поверхности отвала естественное зарастание идет неравномерно. Исследования показали, что растения поселяются отдельными группировками, зачастую из популяции одного вида (полыни, ковыля и т.д.). Поверхность отвала была условно разделена на 3 участка по степени зарастания естественной растительностью (рисунок 4). При этом это разделение по зарастанию отвала находится в тесной взаимосвязи со средой обитания. В данном случае проявляются экологические функции взаимодействия условий почвогрунтов со сложным комплексом абиогенных и биогенных факторов. По Шенникову А.П., знание абиогенной основы среды фитоценоза и сравнение ее с фактической биогенной средой дают представление о том, что именно внесено в мертвую среду данным фитоцено-

зом (и его предшественниками) и дает возможность определить степень изменения среды [3].



Условные обозначения
Степень естественного зарастания отвала
□ – 0 % □ 1 – До 10 % □ 2 – 10-15 % □ 3 – До 20 %

Рисунок 4 – Карта-схема естественного зарастания породного отвала

Изучение почвогрунтов отвала по естественно-заросшим участкам показали тесную взаимосвязь растительных сообществ с почвогрунтами. Так, произошли изменения в морфологических признаках почвогрунтов заложенных разрезов. В почвогрунтах, отобранных на участках с различным проективным покрытием содержание гумуса находилось в тесной взаимосвязи от количественного соотношения фитоценозов. Наиболее гумусированными были почвогрунты разрезов, заложенных на участках с 20 % проективным покрытием растениями. В данном случае в почвогрунтах отвалов проявляются внутренние функции, присущие почвам (удержание, преобразование). Растительный опад подвергается разложению, вследствие чего образуются гумусовые вещества, что приводит к изменению почвогрунтов и среды обитания биоценозов. В обеспечении почвогрунтов отвала питательными веществами нет определенной закономерности. Почвогрунты неравномерно обеспечены фосфором и калием. Но в количественном отношении прослеживается закономерное распределение элементов питания. На участках почвогрунты с большим содержанием гумуса соответственно более обеспечены фосфором и калием.

Образование техногенных экосистем вызвано влиянием техногенеза на естественные биоценозы. В ходе гипергенеза возникает техногенный элювий, не имеющий ничего общего с зональными почвами. Он представлен стерильными неокотопами, которые осваиваются организмами с нуля. Возникает первичный экотоп, на котором поселяются пионерные растения, идут сингенетические сукцессии. Первичные сукцессии фитоценозов формируются там, где возникают субстраты, пригодные для заселения расте-

ний. Первичные сукцессии – это не только возникновение пионерных фитоценозов, но и формирование определенных экосистем, в которых наряду с воздействием внешних факторов решающее значение имеет средообразующее влияние организмов. Различаются следующие процессы, происходящие при сингенетических сукцессиях: образование субстрата, миграция растений, их приживание, взаимодействие растений; изменение среды, влекущие смену одного фитоценоза другим [4].

Экологические функции проявляются в тесной взаимосвязи биоты с внутренними условиями почвогрунтов (температура, влажность, наличие элементов питания). Так, в почвогрунтах отвала методом стекол обрастания (педоскопы) обнаружили кокковые формы бактерий (р. *Micrococcus*), реже встречаются бактериальные клетки и бациллярные формы (р. *Bacillus*), а также встречаются мицелиальные грибы. Основными представителями микрозоофауны являются микроартроподы и коллемболы. В разрезах, заложенных на слабозаросших и незаросших отвалах, встречаются единичные экземпляры микрозоофауны. Это связано с гидротермическим режимом почвогрунтов. Влажность не является устойчивым признаком какой-либо почвы или почвенного горизонта. Она зависит от многих факторов: метеорологических условий, уровня грунтовых вод, механического состава почвы, характера растительности и т. д. В этом регионе осадки выпадают очень редко. Днем температура воздуха составляет 30-38⁰С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На отвале месторождения «Коксу» в почвогрунтах проявляются почвенно-экологические функции так же, как и в почвах ненарушенных ландшафтов.

2. Взаимосвязанные функции (входные, внутренние и выходные) в почвах техногенно-нарушенных экосистемах несут инициальный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. Москва. 2000. 566 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Наука. Москва. 2006. 362 с.
3. Шенников А.П. Введение в геоботанику. Изд-во Ленинградского Университета. 1964. 446 с.
4. Трофимов С.С., Таранов С.А. и др. Проблемы сибирского почвоведения. Новосибирск. Наука. 1977. С. 52-73.

ТҮЙІН

Фосфорит кен орнын ашық жолмен қазбалаған кезде техногенез жағдайында топырақ-экологиялық функцияларына баға берілген. Зерттеу нәтижесінде қазбаланың өнеркәсіптік үйінділер анықталған және жыныстық құрамы әр түрлі техногендік элювийде топырақ түзілудің бастапқы үрдісі анықталды.

RESUME

The assessment of soil-ecological functions under technogenesis conditions at the phosphorite deposit opencast development is given in the article. Waste industrial dumps and initial processes of soil formation have been determined in technogenic eluvium of different rock composition.