

УДК 631.48

## ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВ НА ОТВАЛЬНЫХ ПОРОДАХ РЕТТИХОВСКОГО И ЛИПОВЕЦКОГО УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИМОРЬЯ

© 2014 И.В. Комачкова, Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

Поступила в редакцию 05.05.2014

Исследованы почвы техногенных ландшафтов, формирующиеся на самозарастающих отвальных породах угольных месторождений Приморского края. В зависимости от развития растительности и особенностей рельефа отвалов, выявленных четыре типа эмбриоземов: инициальный, органо-аккумулятивный, дерновый и гумусово-аккумулятивный. Наиболее благоприятные условия для развития растительности и гумусообразования складываются на пологих склонах отвалов и плоских вершинах. На склонах отвалов с крутизной 10-15° эмбриоземы долгое время могут пребывать на инициальной стадии. Приведены рекомендации по рекультивации отвалов.

Ключевые слова: эмбриозем, отвал, гумус, рекультивация

Процесс освоения минерального сырья на юге Дальнего Востока способствует возникновению техногенных, в частности, карьерно-отвальных ландшафтов, занимающих обширные площади. Эта проблема остро касается Приморского края, где общий объем вскрышных пород только от ежегодной угледобычи составляет около 80 тыс. тонн. В крае зарегистрировано 63 отвала вскрышных и вмещающих пород, 17 хвостохранилищ, 7 крупных золоотвалов, общей площадью более 7 тыс. га [4]. Поэтому проблема рекультивации промышленных отвалов, то есть устранение их вредоносного воздействия и возвращение землям, занятым отвалами, утраченной биологической продуктивности приобретает важное народно-хозяйственное и социальное значение. При технико-экономическом обосновании проведения рекультивационных работ необходимо учитывать специфику почвообразовательных процессов на отвальных породах, что можно использовать для ускорения формирования почвенного покрова. В связи с этим, исследование закономерностей формирования почв в условиях техногенных ландшафтов приобретает большую значимость и актуальность.

*Комачкова Ирина Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора органического вещества почв. E-mail: komachkova@mail.ru*

*Пуртова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, заведующая сектором органического вещества почв. E-mail: purtova@ibss.dvo.ru*

*Костенков Николай Максимович, доктор биологических наук, профессор, заведующий сектором почвоведения и экологии почв. E-mail: kostenkov@ibss.dvo.ru*

**Цель работы:** исследование особенностей формирования почвенного покрова на отвальных породах Липовецкого и Реттиховского угольных месторождений.

**Объекты и методы.** Объект исследований – почвы и растительность, формирующиеся на отвальных породах.

Липовецкое месторождение каменного угля расположено в 50 км от г. Уссурийска, в Октябрьском районе Приморского края, в 4-6 км к юго-востоку от поселка Липовцы. Реттиховское месторождение находится в Черниговском районе Приморского края к северу от поселка Реттиховка. Породы, слагающие отвалы, представлены рыхлыми покровными отложениями преимущественно суглинистого и глинистого состава с примесью скелетной фракции (до 10 мм) 5-10%. Изученные отвалы имели возраст 30-45 лет.

Определение содержания гумуса проводили мокрым сжиганием по методу Тюрина, pH водной суспензии определяли потенциометрически, в соотношении почва: раствор 1:2. Плотность почвы определяли объемно-весовым методом, влажность – путем высушивания почвенных проб при 105° до постоянной массы [1]. Запасы фитомассы и мортмассы определяли методом учетных площадок размером 1 м<sup>2</sup> в 2-3-х кратной повторности по методике, разработанной Н.И. Базилевич, А.А. Титляновой с соавторами [2]. Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты и обсуждение.** Растительность на отвале Липовецкого месторождения, отсыпанного около 30 лет назад (Л-1),

разнотравно-вейниковая, проективное покрытие не превышает 40%. Видовой состав растительности на пробных площадках представлен в табл. 1. Общие запасы фитомассы составляют в среднем 510 г/м<sup>2</sup>. Разрез заложен на очень пологом склоне 1-2°. Поверхностный горизонт, мощностью 0-3 см имеет суглинистый состав, обильно пронизан корнями, образуя дернину. Формирующиеся здесь почвы относятся к эмбриоземам дерновым. [3] Профиль имеет вид Ad (0-3 см) – AC (3-8 см) – C<sub>1</sub> (8-27 см) – C<sub>2</sub> (27-70 см). Содержание гумуса по всему профилю низкое и уменьшается с глубиной от 1,4% до 0,3%. Согласно данным рН водной суспензии, реакция среды варьирует от нейтральной в верхней и нижней частях профиля до слабокислой в средней части. Гидролитическая кислотность изменяется по профилю от 3,3 до 5,0 мг экв/100 г почвы. Плотность почвы по всему профилю оптимальная (0,9-1,2 г/см<sup>3</sup>). Естественная

влажность в поверхностном горизонте характеризуется как резко недостаточная (21,3%), в нижележащем горизонте возрастает до 32,1%. На глубине ниже 8 см влажность снижается до 28,1 и 24,3 %. Капиллярная и наименьшая влагоемкость почв высокая по всему профилю и увеличивается с глубиной. Полная влагоемкость выше средней (50-60 %) во всем профиле почв.

На выположенной вершине отвала, отсыпанного около 40 лет назад (Л-2), под разнотравно-вейниковой растительностью с присутствием тополя, леспедецы и березы, сформировался гумусово-аккумулятивный эмбриозем. Профиль имеет вид A0 (0-1 см) - A (1-6 см) – AC (6-11 см) – C<sub>1</sub> (11-35 см) – C<sub>2</sub> (35-80 см). Исследованный участок отвала имеет холмисто-ямистый рельеф. Проективное покрытие растительности здесь достигает 90 %. Общие запасы растительного органического вещества составляют 250 г/м<sup>2</sup>.

**Таблица 1.** Видовой состав растительности на исследованных участках отвалов Липовецкого и Ретиховского месторождений

| Отвал | Растительность               |  |
|-------|------------------------------|--|
| Л-1   | полюнь красноножковая        | <i>Artemisia rubripes</i> Nakai                    |
|       | полюнь маньчжурская          | <i>Artemisia mandshurica</i> (Kom.) Kom.           |
|       | вейник Лангедорфа            | <i>Calamagrostis langsdorffii</i> (Link) Trin.     |
|       | бодяк Власова                | <i>Cirsium vlassovianum</i> Fisch.                 |
|       | полевичка шероховатая        | <i>Agrostis scabra</i> Willd.                      |
|       | зюзник блестящий             | <i>Lycopus lucidus</i> Turcz. Ex Benth.            |
|       | василистник амурский         | <i>Thalictrum amurense</i> Maxim.                  |
|       | вика амурская                | <i>Vicia amurensis</i> Oett.                       |
| Л-2   | чихотник альпийский          | <i>Ptarmica alpine</i> (L.) DC                     |
|       | полюнь Арги                  | <i>Artemisia Argyi</i> Levl et Vaniot              |
|       | вейник наземный              | <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.           |
|       | тополь дрожащий              | <i>Populus tremula</i> L.                          |
|       | леспедеца двуцветная         | <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz.                    |
| Р-3   | шиповник даурский            | <i>Rosa davurica</i> Pall.                         |
|       | полевичка шероховатая        | <i>Agrostis scabra</i> Willd.                      |
|       | горчак японский              | <i>Picris japonica</i> Thunb.                      |
|       | ястребинка зонтичная         | <i>Hieracium umbellatum</i> L.                     |
| Р-4   | золотарник тихоокеанский     | <i>Solidago pacifica</i> Juz.                      |
|       | тростник японский            | <i>Phragmites japonicus</i> Steud.                 |
|       | полевичка шероховатая        | <i>Agrostis scabra</i> Willd.                      |
|       | бодяк щетинистый             | <i>Cirsium setosum</i> (Willd.) Bieb.              |
|       | полюнь побегоносная          | <i>Artemisia stolonifera</i> (Maxim.) Kom.         |
|       | кульбаба осенняя             | <i>Leontodon autumnalis</i> L.                     |
|       | ястребиночка обильноцветущая | <i>Pilosella floribunda</i> (Wimm. et Grab.) Fries |
| Р-6   | ежовник обыкновенный         | <i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv            |
|       | ястребинка зонтичная         | <i>Hieracium umbellatum</i> L.                     |
|       | ястребиночка обильноцветущая | <i>Pilosella floribunda</i> (Wimm. et Grab.) Fries |
|       | хвощ полевой                 | <i>Equisetum arvense</i> L.                        |
|       | чихотник альпийский          | <i>Ptarmica alpine</i> (L.) DC                     |
|       | спорыш птичий                | <i>Polygonum aviculare</i> L.                      |
|       | осока грязная                | <i>Carex sordida</i> Heurck et Muell. Arg.         |

В горизонте А зафиксировано наибольшее содержание гумуса (3,9%) и наиболее высокие показатели  $pH_{вод.}$  (6,21). Вниз по профилю содержание гумуса постепенно уменьшается (3,2-1,6-0,8%). Показатели  $pH_{вод.}$  снижаются до 5,0 в горизонте С3 (35-80 см). Гидролитическая кислотность в поверхностном горизонте составляет 4,0 мг экв/100 г почвы и возрастает до 7,8 в нижележащих горизонтах профиля. Почва характеризуется как рыхлая в поверхностном горизонте, ниже по профилю отмечается оптимальная плотность. Естественная влажность почвы в 2 раза ниже, чем в дерновом эмбриоземе и характеризуется как резко недостаточная по всему профилю. Капиллярная и наименьшая влагоемкость почвы достигает высоких значений по всему профилю ( $> 24\%$ ). Полная влагоемкость высокая в поверхностном горизонте ( $> 60\%$ ), вниз по профилю отмечается ее снижение до 59,3-44,2%.

На отвалах Реттиховского месторождения в зависимости от особенностей рельефа и развития растительности формируются различные типы эмбриоземов. Так, на отвале, отсыпанном 30 лет назад (Р-4), на сильно эродированных склоновых поверхностях (10-15°) с разреженным растительным покровом эмбриоземы находятся в инициальной стадии. Выбранный для исследования участок имеет эродированную поверхность с линейными струйчатыми канавами. Запасы фитомассы не превышают 60 г/м<sup>2</sup>. Формирование каких-либо органогенных горизонтов в данном случае не наблюдается. Содержание гумуса в поверхностном 10-см слое очень низкое – 0,3-0,5%. Согласно  $pH_{вод.}$ , реакция среды в поверхностных горизонтах слабокислая, в нижележащих – нейтральная. Гидролитическая кислотность низкая по всему профилю (2,3-2,5 мг экв/100 г почвы). Для эмбриоземов характерна высокая капиллярная влагоемкость (33,4%) и средняя полная влагоемкость (40,7%). Эмбриоземы имеют оптимальную плотность почвы в поверхностном горизонте (1,1 г/см<sup>3</sup>) и характеризуются резко недостаточной естественной влажностью.

Поверхность другого отвала (Р-3), ориентировочно того же времени отсыпки (30 лет назад) так же сильно эродирована, промоины 40-50 см (иногда до 1 метра). Однако, судя по растительности (посадки сосны, березы) на этом отвале ранее проводились рекультивационные работы. Не смотря на это, попытка рекультивации отвальных пород оказалась не эффективной в силу того, что не был выполнен первый этап горнотехнической рекультивации, включающий планировку поверхности. Тем не менее растительный покров на этом отвале более развит, проективное покрытие на некоторых участках достигает 80-90%. Запасы растительного

органического вещества составляют 480 г/м<sup>2</sup>. Разрез заложен на северном склоне (10°) под зарослями тростника, в окружении посадок березы. Выбранный участок без сильных промоин, имеет слегка ямисто-холмистый рельеф. На поверхности отмечается маломощная подстилка. Формирующиеся здесь эмбриоземы относятся к органо-аккумулятивным, для которых характерно наличие подстилки без формирования четко выраженного гумусового горизонта. Профиль имеет вид А0 (0-1 см) – АС1 (0-3 см) – С1 (3-8 см) – С2 (8-35 см) – С3 (35-80 см). Содержание гумуса в поверхностном горизонте составляет 2,4%. В нижней части профиля содержание гумуса несколько выше (до 2,6-2,8 %). Реакция среды по всему профилю – кислая. Гидролитическая кислотность высокая и возрастает с глубиной с 7,5 до 9,4 мг экв/100 г почвы. Формирующиеся здесь почвы слабо уплотнены (1,2-1,4 г/см<sup>3</sup>). Естественная влажность резко недостаточная в верхнем 10-см слое ( $< 30\%$ ), вниз по профилю влажность несколько возрастает и характеризуется как недостаточная. Для поверхностного 10 см слоя характерна капиллярная и наименьшая влагоемкость выше средних значений (до 20-24%), ниже 10 см эти показатели характеризуются как высокие. Полная влагоемкость близкая к средней (30-40%) по всему профилю.

На более «старом» отвале Реттиховского месторождения (Р-6), отсыпанного около 40-45 лет назад, для исследования выбран ровный участок, практически без уклона в самой верхней части отвала, для сравнения с Липовецким отвалом того же возраста. Проективное покрытие растительности на выбранном участке достигает 60 %. В составе растительности преобладают осока и хвощ полевой, из древесной растительности – тополь, сосна, береза. Общие запасы фитомассы составляют 360 г/м<sup>2</sup>. Содержание гумуса в поверхностном горизонте близко к таковому на отвале Липовецкого месторождения и составляет 3,6%. Вниз по профилю отмечается снижение содержания гумуса до 1,3%. По показателям  $pH_{вод.}$  поверхностные горизонт А (0-2 см) характеризуется как слабокислый ( $pH$  5,6), вниз по профилю значения  $pH$  уменьшаются, реакция среды – кислая. Гидролитическая кислотность в горизонтах А (0-2 см) и АС (2-9 см) достигает средних показателей (4,9-4,4 мг экв/100 г почвы), с глубиной отмечается ее увеличение до 5,8-6,4 мг экв/100 г почвы. Поверхностный горизонт характеризуется оптимальной плотностью почвы (1 г/см<sup>3</sup>), нижележащие слабо уплотнены. Естественная влажность резко недостаточная, и составляет в среднем 24,8% в поверхностном и 19,4% в самом нижнем горизонте. Капиллярная и наименьшая влагоемкость достигают высоких значений ( $> 24\%$ ) в поверхностном горизонте,

ниже – выше средних значений (20-24%). Полная влагоемкость – выше средних значений в верхней части профиля, до глубины 40 см – близка к средней и в самом нижнем горизонте (40-50см) – крайне низкая.

**Выводы и рекомендации:** сложившаяся естественная влажность практически на всех рассмотренных отвалах не превышает 30%. Такое содержание влаги считается резко недостаточным и во многом зависит от сезонных погодных особенностей. Отвальные породы представляют собой покровные отложения суглинистого и глинистого состава, которые обладают высокой полной влагоемкостью. Наибольшие значения полной влагоемкости характерны для поверхностных горизонтов. Капиллярная и наименьшая влагоемкость во всех рассмотренных эмбриоземах так же достигают высоких значений. Все это указывает на хорошую вододерживающую способность отвальных пород, слагающих отвалы. Оптимальные значения плотности почв свидетельствуют о благоприятном водном, тепловом и воздушном режиме почв, при котором создаются наиболее благоприятные условия для корневых систем. Из-за низкого содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия (содержание фосфора не превышает 1 мг/100 г почвы, калия – 4 мг/100 г почвы), создается резкая недостаточность питательных элементов, что может служить сдерживающим фактором при формировании растительного покрова на отвалах.

Таким образом, судя по изменениям физико-химических показателей почв и направленности процессов гумусообразования, наиболее благоприятные условия для развития растительности складываются на пологих склонах отвалов и их выположенных вершинах, где формируются дерновые и гумусово-аккумулятивные эмбриоземы. На склонах отвалов,

имеющих уклон 10-15°, отмечаются сильные эрозионные процессы в виде промоин, размывов. Растительность здесь развита слабо и в таких условиях эмбриоземы долгое время могут пребывать на инициальной стадии. Все это указывает на необходимость проведения рекультивационных работ связанных, в первую очередь, с планировкой поверхности отвалов. На втором этапе рекультивации необходимо применение фитомелиоративных приемов с использованием посевов многолетних трав при одновременном внесении гумусосодержащей суспензии. Это ускорит формирование растительности и задернованного слоя на поверхности отвала и активизирует гумусообразовательный процесс. Посев трав в смеси с семенами березы и леспедецы будет способствовать последующему зарастанию травами и подростом древесных пород. При этом, наиболее успешно работы по биологической рекультивации будут проходить в том случае, если они аналогичны процессам естественного самозарастания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. 436 с.
2. *Базилевич, Н.И.* Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / *Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова, В.В. Смирнов* и др. – М.: Наука, 1978. 183 с.
3. *Гаджиев, И.М.* Генетические и экологические аспекты исследования и классификации почв техногенных ландшафтов / *И.М. Гаджиев, В.М. Курачев* // Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. 305 с.
4. Закон Приморского края от 17.03.2005 № 230-КЗ о краевой целевой программе «отходы на 2005-2011 годы // <http://pravo.levonevsky.org/bazazru/zakon1057/index.htm>.

## SOILS FORMATION ON DUMP BREEDS OF RETTIKHOVSKIY AND LIPOVETSKIY COAL FIELDS IN PRIMOTYE

© 2014 I.V. Komachkova, L.N. Purtova, N. M. Kostenkov

Biological and Soils Institute FEB RAS, Vladivostok

The soils of technogenic landscapes which are forming on self-growing dump breeds of coal fields in Primorsky Krai are investigated. Depending on development of vegetation and features of dumps relief, there was revealed four types of embryosoils: initial, organo-accumulative, cespitose and humic-accumulative. Optimum conditions for development the vegetation and humus formation are develop on gentle slopes of dumps and flat tops. On slopes of dumps with the steepness 10-15° embryosoils for a long time can stay at initial stage. Recommendations about dumps recultivation are provided.

Key words: *embryosoils, dump, humus, recultivation*

*Irina Komachkova, Candidate of Biology, Research Fellow at the Organic Substance of Soils Sector. E-mail: komachkova@mail.ru; Lyudmila Purtova, Doctor of Biology, Chief of the Organic Substance of Soils. E-mail: purtova@ibss.dvo.ru; Nikolay Kostenkov, Doctor of Biology, Professor, Chief of the Soil Sciences and Soils Ecology Sector. E-mail: kostenkov@ibss.dvo.ru*