

**О.Н. Торохова, И.В. Агурова**

## **ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ПОРОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА ДЛЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ**

порода, промышленные отвалы, поглощённые основания, элементы минерального питания

Большая часть современных территорий представлена техногенными ландшафтами, площадь которых постоянно возрастает. Только в Донецкой и Луганской областях в результате промышленной деятельности человека располагается около 40% нарушенных земель Украины. Среди техногенных ландшафтов по распространенности и негативному воздействию на окружающую среду особое место занимают так называемые «промышленные отвалы» [1, 3, 9, 10]. Это отвалы вскрышных пород, отходов добычи стройматериалов, отвалы, образованные при добыче угля и других полезных ископаемых.

На месте техногенных ландшафтов в естественных условиях находилось множество почв, характеризующихся многофункциональностью [2]. Наиболее интегральной функцией почв является почвенное плодородие, которое определяется взаимодействием всех свойств почвы и ее функций [6,7]. Это такие свойства, как: поглотительная способность почвы, реакция среды почвы, наличие элементов минерального питания растений, органического вещества, водно-воздушные свойства и многие другие.

Техногенные экотопы характеризуются предельной степенью нарушения взаимосвязей этих свойств и относятся к специфическим объектам, на которых поселение и произрастание растений зависит от многих факторов, одним из которых является состояние эдафотопы. Скорость зарастания и почвообразования на скальных породах зависит от климатических факторов, от свойств горных пород и от характера растительности [12].

Одной из основных функций почв, определяющих почвенное плодородие, является функция источника питательных элементов и соединений [6]. Горные породы имеют большой запас элементов минерального питания растений. Об этом свидетельствует и валовой химический состав породы отвалов угольных шахт: калия 1,0 – 5,5%, фосфора – 0,1 – 0,5%, азота – 0,3 – 0,6%. Но не все эти элементы доступны для растений. Доступные формы образуются в процессе выветривания горных пород [13].

Важным свойством, как почв, так и техногенных эдафотопов, является их обменная поглотительная способность [6]. Среди положительных эффектов сорбционной (поглотительной) функции следует назвать удержание элементов питания, поступающих в неё и высвобождающихся в ходе выветривания минералов почвообразующей породы [11].

Обменные катионы – одни из непосредственных источников элементов минерального питания [8]. Состав обменных катионов оказывает большое влияние на свойства почвы и условия произрастания растений. Содержание обменных катионов в субстрате, а также их состав считаются важными показателями химических свойств почвы.

Изучение поглотительной способности субстратов и содержания элементов минерального питания в породе имеет значение для определения условий произрастания растений в техногенных экотопах.

Целью настоящих исследований является анализ содержания поглощенных оснований и основных элементов минерального питания в субстратах промышленных отвалов.

Исследования проводили на наиболее распространенных в регионе промышленных отвалах. Это аккумулятивно-отвальные новообразования, на которых после прекращения накопления отходов дальнейшее техногенное воздействие не оказывалось: породные отвалы угольных шахт № 6-14 (г.Макеевка), «Заперевальная» (г.Донецк), отвалы вскрышных пород карьеров открытой добычи минерального сырья в районе посёлка Раздольное; отвалы отходов производства строительных материалов (щебня) в районе г. Докучаевска; золоотвал Кураховской ТЭС. Определения свойств породы проводили с использованием классических методик, применяемых в агрохимии и экологии [1,4,5]. В породе промышленных отвалов нами было изучено содержание поглощенных оснований и элементов минерального питания. Для сравнения взят образец почвы с участка степных растений на территории Донецкого ботанического сада НАН Украины (контроль). Почва на этом участке относится к чернозему обыкновенному среднегумусному на лесовидном суглинке.

Сумма поглощенных оснований породы отвалов угольных шахт изменяется в пределах 2,70 – 13,75 мг-экв/100 г, отвалов вскрыши – 4,25 – 17,25 мг-экв/100 г, отходов производства строительных материалов – 9,25–11,25 мг-экв/100 г. (табл.1). Во всех породах в поглощающем комплексе преобладают катионы  $Ca^{2+}$ , меньше  $Mg^{2+}$  и совсем небольшое количество одновалентных катионов ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $H^+$ ). Исключение составляет зола, сумма поглощенных оснований которой составляет 28,75 мг-экв/100 г и в поглощающем комплексе содержится более 26 % катионов  $Mg^{2+}$  и 19 % – одновалентных катионов. Кроме того, в породе золоотвала отсутствует гидролитическая кислотность, что связано, очевидно, со щелочной реакцией золы. В почве почти в два раза выше емкость поглощения, чем в породе угольных шахт, вскрыши и отходов производства строительных материалов. Соотношение поглощенных оснований в почве также отличается от их соотношения в изучаемых техногенных субстратах. Катионы кальция в почве в 7 раз превышают катионы магния и в 34 раза – одновалентные катионы. На отвалах угольных шахт это соотношение варьирует в широких пределах ( $Ca^{2+}$  превышает  $Mg^{2+}$  от 1,5 до 12,9 раз), что свидетельствует о неоднородности химических свойств техногенных субстратов.

При изучении элементов минерального питания было показано, что в породе изучаемых отвалов в настоящее время подвижный фосфор содержится в количестве от 1,3 до 32,8 мг/100 г породы. Это соответствует очень низкой и очень высокой их обеспеченности этим элементом. Причем наименьшее его количество (1,25; 1,45; 4,25 мг/100 г) отмечено в породе, на которой растения отсутствуют или их очень мало (табл.2). Увеличение подвижных форм фосфора, по мнению Г.И.Махониной, в «молодых» почвах, формирующихся на промышленных отвалах, указывает на идущий процесс почвообразования [10].

Содержание подвижного калия в породах варьирует в пределах 8,1 – 22,70 мг/100 г, что соответствует средней и высокой обеспеченности. Наибольшее его количество наблюдалось в породе золоотвала, наименьшее – в породе отвалов угольных шахт. Минеральный азот содержится в пределах 0,2 – 1,1 мг/100 г породы, то есть азот в субстратах отвалов встречается в минимальных количествах. Шламы золоотвала отличаются очень высоким содержанием фосфора и калия, а также отсутствием азота. Контроль характеризуется высоким содержанием минерального азота (2,8 мг/100 г), средним – фосфора (8,5 мг/100 г) и повышенным – калия (9,45 мг/100 г).

Таблица 1. Содержание поглощенных оснований в породе некоторых промышленных отвалов Донбасса

Отвалы, место отбора образца	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100г	Поглощенные основания, мг-экв/100г/ % от суммы			Гидролитическая кислотность, мг-экв/100г
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> +Na <sup>+</sup>	
Отвалы угольных шахт:					
« Заперевальная», нижняя часть	9,50	<u>7,00</u> 73,6	<u>1,75</u> 18,4	<u>0,52</u> 5,5	<u>0,23</u> 2,4
« Заперевальная», средняя часть	7,75	<u>5,00</u> 64,5	<u>2,25</u> 29,0	следы	<u>0,26</u> 3,4
«Заперевальная», вершина	5,75	<u>3,25</u> 56,5	<u>1,50</u> 26,1	<u>0,48</u> 8,3	<u>0,52</u> 9,0
«6-14», нижняя часть	13,75	<u>8,75</u> 63,6	<u>3,50</u> 25,5	<u>1,15</u> 8,4	<u>0,35</u> 2,5
«.6-14», средняя часть	11,50	<u>8,25</u> 71,7	<u>2,75</u> 23,9	<u>0,20</u> 1,7	<u>0,30</u> 2,6
« 6-14», вершина	2,70	<u>2,00</u> 74,0	следы	<u>0,35</u> 13,0	<u>0,35</u> 13,0
Отвалы вскрыши:					
вершина, заросли донника	6,50	<u>3,25</u> 50,0	<u>1,75</u> 26,9	<u>1,35</u> 20,4	<u>0,17</u> 2,6
вершина, разнотравье	9,75	<u>6,25</u> 64,0	<u>1,75</u> 17,9	<u>1,54</u> 15,8	<u>0,21</u> 3,2
вершина, дернина	15,20	<u>13,00</u> 85,5	<u>1,40</u> 9,2	<u>0,63</u> 4,1	<u>0,17</u> 1,1
средняя часть, заросли донника	11,40	<u>5,75</u> 50,4	<u>1,75</u> 15,4	<u>3,73</u> 32,9	<u>0,17</u> 1,5
средняя часть, отсутствие растений	4,25	<u>2,25</u> 52,9	<u>1,50</u> 35,3	<u>0,33</u> 7,8	<u>0,17</u> 4,0
средняя часть, мать-и-мачеха	11,50	<u>9,75</u> 84,8	<u>0,75</u> 6,5	<u>0,83</u> 7,2	<u>0,17</u> 1,5
средняя часть, начало зарастания	7,50	<u>4,75</u> 63,3	<u>1,75</u> 23,3	<u>0,83</u> 11,0	<u>0,17</u> 2,3
нижняя часть, почвопокровные растения	17,25	<u>13,75</u> 76,8	<u>2,25</u> 13,0	<u>0,99</u> 5,7	<u>0,26</u> 1,5
нижняя часть, разнотравье	14,25	<u>11,00</u> 77,2	<u>2,25</u> 15,8	<u>0,79</u> 5,5	<u>0,21</u> 1,5
нижняя часть, мать-и-мачеха	10,25	<u>6,75</u> 65,9	<u>2,50</u> 24,4	<u>0,83</u> 8,1	<u>0,17</u> 1,6
вершина, отсутствие растений	7,00	<u>4,00</u> 57,1	<u>2,50</u> 35,7	<u>0,33</u> 9,3	<u>0,17</u> 4,7
Отвалы отходов производства стройматериалов:					
большой отвал, северный склон	10,75	<u>7,25</u> 67,4	<u>1,25</u> 11,6	<u>1,9</u> 17,7	<u>0,35</u> 3,3
большой отвал, южный склон	11,25	<u>6,50</u> 57,8	<u>1,75</u> 15,6	<u>2,70</u> 24,0	<u>0,30</u> 2,7
малый отвал, северный склон	9,25	<u>6,75</u> 73,0	<u>2,00</u> 11,6	<u>0,29</u> 3,1	<u>0,21</u> 2,3
золоотвал Кураховской ГРЭС	28,75	<u>15,75</u> 54,8	<u>7,50</u> 26,1	<u>5,50</u> 19,1	–
Контроль	26,25	<u>21,35</u> 81,3	<u>3,10</u> 11,8	<u>0,63</u> 2,4	<u>1,17</u> 4,5

Таблица 2. Элементы минерального питания растений в породе некоторых промышленных отвалов Донбасса

Отвалы, место отбора образца	Содержание элементов питания растений, мг/100 г		
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Отвалы угольных шахт:			
« Заперевальная», средняя часть	0,25	22,60	8,15
« Заперевальная», вершина	следы	20,00	9,25
«6-14», нижняя часть	0,90	2,85	14,40
«6-14», средняя часть	1,10	1,25	13,75
Отвалы вскрыши:			
вершина, отсутствие растений	0,75	9,80	12,30
вершина, заросли донника	следы	1,45	18,00
вершина, разнотравье	0,50	15,10	9,25
вершина, дернина	0,60	25,00	10,35
средняя часть, заросли донника	0,45	14,75	8,50
средняя часть, отсутствие растений	0,55	12,25	9,45
средняя часть, мать-и-мачеха	0,40	27,00	12,45
средняя часть, начало зарастания	0,35	12,20	14,00
нижняя часть, почвопокровные растения	0,45	10,05	12,50
нижняя часть, разнотравье	0,40	5,25	9,10
нижняя часть, мать-и-мачеха	следы	4,25	15,45
Отвалы отходов производства стройматериалов:			
большой отвал, северный склон	0,25	5,45	9,50
большой отвал, южный склон	0,40	7,30	8,45
малый отвал, северный склон	0,30	10,20	12,75
золоотвал Кураховской ГРЭС	следы	32,76	22,70
Контроль	2,80	8,50	9,45

Таким образом, сумма поглощенных оснований в породе отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов производства стройматериалов варьирует в широких пределах – от 2,7 до 17,3 мг-экв/100 г, в контроле этот показатель составляет 26,3 мг-экв/100 г. Шламы золоотвалов отличаются более высокой емкостью поглощения (28,8 мг-экв/100 г) и отсутствием гидролитической кислотности. В субстрате всех изучаемых промышленных отвалов в поглощающем комплексе преобладают катионы Ca<sup>2+</sup> (53 – 86 %). Породы отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов производства стройматериалов, золоотвалов в той или иной степени обеспечены элементами минерального питания (NO<sub>3</sub> – 0,2 – 1,1 мг/100 г породы; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1,3 – 32,8 мг/100 г породы; K<sub>2</sub>O – 8,1 – 22,7 мг/100 г породы), что свидетельствует о происходящих процессах выветривания. Наименьшее количество элементов минерального питания нами было зафиксировано в местах либо полного отсутствия растений, либо их единичной встречаемости.

1. Андроханов В.А., Клековкин С.Ю., Госсен И.Н. Техноземы как антропогенно-природные образования // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С. 6 – 15.
2. Андроханов В.А., Кулягина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. – Новосибирск: Наука, 2004. – 154 с.
3. Глебова О.И. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов лесостепной зоны Кузбасса // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2007. – С.168 – 178

4. *Почвы*. – Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Чирикова в модификации ЦИНАО : ГОСТ 26201 – 901. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.
5. *Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО : ГОСТ 26483-85 – 26490-85*. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 46 с.
6. *Добровольский Г.В., Никитин Е.Д.* Экологические функции почв. – М.: Изд-во Московск.гос.ун-та, 1986. – 136 с.
7. *Качинский Н.А.* Почва, ее свойства и жизнь. . – М.: Наука, 1975. – 290 с.
8. *Ковда В.А.* Биогеохимия почвенного покрова. – М.: Наука, 1985. – 263 с.
9. *Колесников Б.П., Пикалова Г.М.* К вопросу о классификации промышленных отвалов как компонентов техногенных ландшафтов // *Растения и промышленная среда*. – Свердловск: Изд-во Урал.гос.ун-та, 1974. – С. 3 –29
10. *Махонина Г.И., Чибрик Т.С.* Агрохимическая и геоботаническая характеристика терриконов угольных шахт Урала // *Растения и промышленная среда*. – Свердловск: Изд-во Урал.гос.ун-та, 1978. – Вып.5. – С.93 – 126.
11. *Орлов Д.С.* Химия почв: учебник для вузов. – М.: Изд-во Московск.гос.ун-та, 1992. – 400 с.
12. *Полынов Б.Б.* Избранные сочинения. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 316 с.
13. *Промышленная ботаника* / Е.Н.Кондратюк, В.П.Тарабрин, В.И.Бакланов и др. – Киев: Наук. думка, 1980. – 260 с.

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Получено 7.04.2008

УДК 581.5: 632.122 (477.60)

#### ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ПОРОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛОВ ДОНБАССА ДЛЯ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ

О.Н.Торохова, И.В.Агурова

Донецкий ботанический сад НАН Украины

Показано, что сумма поглощенных оснований в породе отвалов угольных шахт, вскрыши, отходов производства стройматериалов варьирует в широких пределах – от 2,7 до 17,3 мг-экв/100 г. Шламы золоотвалов отличаются более высокой емкостью поглощения (28,8 мг-экв/100 г) и отсутствием гидролитической кислотности. В субстратах всех обследованных отвалов в поглощающем комплексе преобладают катионы  $Ca^{2+}$  (53 – 86 %). Породы изучаемых отвалов в той или иной степени обеспечены элементами минерального питания ( $NO_3 - 0,2 - 1,1$ ;  $P_2O_5 - 1,3 - 32,8$ ;  $K_2O - 8,1 - 22,7$  мг/100 г породы).

UDC 581.5: 632.122 (477.60)

#### ESTIMATION OF SUITABILITY OF DUMP ROCK IN DONBASS FOR PLANT GROWTH

O.N.Torokhova, I.V.Agurova

Donetsk Botanical Gardens, Nat.Acad.Sci.of Ukraine

It is shown, that the sum of absorbed bases in the rock of coal mine dumps, overburdened rock, waste of building materials production varies within a wide range from 2.7 to 17.3 mg-eq/100 g. Slimes of the ash-dumps are characterized by a higher exchange capacity (28,8 mg-eq/100 g) and absence of the hydrolytic acidity. In all substrates under investigation  $Ca^{2+}$  cations dominate (53 to 86%) in the absorbing complex. Rock of the studied dumps contain to one or another degree the elements of mineral nutrition ( $NO_3 - 0,2$  to  $1,1$  mg/100 g;  $P_2O_5 - 1,3$  to  $32,8$  mg/100 g;  $K_2O - 8,1$  to  $22,7$  mg-eq/100 g).