

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ДРЕВНЕМ МЕДЕПЛАВИЛЬНОМ ШЛАКЕ

© 2012 г. В. Ф. Рябинин

Для целей исследования геохимической специфики почвенного слоя на субстрате древних медеплавильных шлаков избран отвал шлаков, оставшийся после демидовского медеплавильного завода, с возрастом около 200 лет. В качестве руд перерабатывалась зона окисления скарнового месторождения. Технология получения меди – метод шахтной плавки.

Отвал сохранился в виде крутой возвышенности. Опробование выполнено на сравнительно пологом террасоподобном участке подошвы северного склона отвала. У подножия склона почвенный слой достигает 10 см и выглядит как слой преимущественно мелкозернистого на вид материала, покрывающего плотно утрамбованный крупнокусовой щебень отвального литого шлака – материнской породы. Почва обеспечивает развитие густой разнотравной растительности. Трава прорастает плотную корку мха, и ее корни развиваются в пределах мохового субстрата.

В качестве пробы с площади 20×20 см и до глубины 10–15 см отбирался блок почвы вместе с растительностью, на нем произрастающей, до материнской породы.

Материал пробы разделен на фракции:

– щебень и дресва – обломки шлака крупностью более 5 мм;

– крупный песок – обломки шлака крупностью 1–5 мм;

– пыль и мелкий песок – минеральный материал крупностью меньше 1 мм;

– мхи и корневая часть растений – стебли отрезались у основания;

– растения – надземная часть растений, разнотравье.

В блоке почвенного слоя основная масса – 37.55%, это мелкий песок и алевритовый материал. Видимое обилие тонкого материала у подошвы, сравнительно с его количеством на склоне, позволяет предполагать, что имело место не только проседание материала тонкой фракции в более глубокие горизонты шлакового щебня, но и частичный смыв, и накопление тонкого материала в подошве склона. Щебень и крупный песок в пробе представляют 32.63% и 21.98% массы соответственно. Растительная биомасса в воздушно-сухом виде представляет 7.8% массы пробы, из них 6.41% – надземная часть растений – стебли травы.

Методом ICP-MS выполнено определение валового содержания ряда элементов (табл. 1). Пробоподготовка выполнена путем кислотного разложения, с последующей автоклавной минерализацией в СВЧ печи.

Принимая химический состав дресвяно-щебнистого материала из блока почвы отвечающим

Таблица 1. Распределение химических элементов по фракциям (валовое, г/т)

Элемент	Щебень	Крупный песок	Песок и пыль	Корни и мох	Стебли растений
B	7.191	10.025	1031.528	24.252	6.327
Mg	8347.00	12159.00	351666.00	9838.00	674.00
Al	11271	10619	765271	26779	853.00
P	1840	2215	78628	1691	656.00
K	2167	3661	197295	5060	3632
Ca	3158.00	5989.00	568731.00	15688.00	4620.00
V	115.535	84.056	2210.323	44.411	1.190
Cr	830.177	753.748	11144.838	186.785	3.333
Mn	6038.00	5178.00	101630.00	1924.00	55.00
Co	46.363	66.253	2281.977	33.621	0.984
Ni	219.970	507.642	19035.069	233.274	4.787
Cu	200.540	242.987	21391.061	497.459	17.998
Zn	37.629	77.973	9136.618	162.814	53.819
As	9.618	13.983	998.962	11.575	0.555
Se	19.972	н/о	984.184	49.953	206.897
Mo	2.033	1.868	67.145	1.472	0.394
Cd	0.062	0.217	56.117	1.425	0.393
Sb	1.077	1.794	170.393	2.655	0.178
Hg	1.053	1.370	118.551	2.141	0.396
Pb	13.427	103.322	14623.659	139.899	12.967
Bi	0.038	0.104	27.458	0.449	0.089

среднему составу почвообразующего щебня, можно отметить, что по сравнению с современным отвальным шлаком отражательной плавки [2, 3] его отличает более низкое содержание Са и на 1–2 порядка более низкие содержания Cu, Zn, Pb, As, Sb, Cd, Mo. Тем не менее, во всех минеральных фракциях почвы превышены пороговые для почв содержания Co и Cu [1].

За исключением Al, V, Cr, Mn, Se, Mn все рассматриваемые элементы обнаруживают очевидные признаки накопления на почвенных геохимических барьерах в минеральных фракциях уже на первой стадии дезинтеграции щебня – крупном песке. Содержание для части элементов здесь заметно выше.

Наиболее богата всеми элементами тонкая минеральная фракция – “пыль и мелкий песок”. Фракция доминирует по этому показателю относительно всех иных. Аномально высокое содержание металлов здесь может объясняться только тем, что происходил смыв части растворенных компонентов шлака вниз, по склону, с сорбированием из раствора в подошвенной части склона. Особенно высока доля депонированных здесь Pb, Cd и Bi. Их количество здесь в 700–1000 раз превышает содержание в щебне. В меньшей степени Zn, Sb, As, Cu, Hg, V, и Ca, во фракции их в 100–200 раз больше, чем в исходном щебне. Интересно отметить, что подвижные формы Se, не задержанные во фракции крупного песка, избирательно осаждаются только тонкой фракцией.

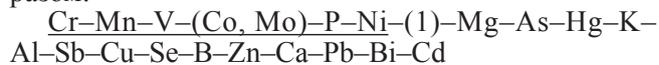
В материале фракции корней и мхов часть элементов: V, Al, K, Ca, Cu, Zn, Se, Cd, Sb, Hg, Pb, Bi – имеет содержания выше, чем в шлаке, но значительно ниже, чем в тонкой минеральной фракции. То есть достигнуто равновесие – верхний порог накопления этих элементов в корнях и мхах. Несмотря на изобилие доступных форм металлов, дальнейшее поступление этих элементов не происходит. Другая группа элементов: V, Cr, Mn, Co, Mo – имеет содержания ниже, чем в шлаке, что отражает их меньшую биофильность и более низкий порог накопления.

Сравнительно с корнями стебли имеют более низкий порог накопления по всем компонентам. Тем не менее, содержания халькофильных (Se, Zn, Cd и Bi) превышают таковые в шлаке. Особенно сильно стеблей является накопление Se: по его содержанию они уступает только тонкой минеральной фракции. Содержания K и Ca в стеблях травы не уступают таковым в исходном шлаке, но Mg и P находятся в количествах меньших, чем в шлаке, несмотря на признанно высокую биофильность. Избыток их остается невостребованным.

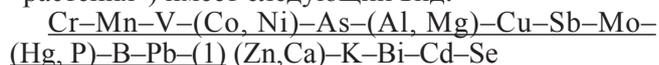
Величина коэффициента концентрации (КК): содержание элемента относительно щебня, позво-

ляет выстроить элементы в ряд, в порядке нарастания величины КК.

В корнях и мхах ряд выглядит следующим образом:



Аналогичный ряд КК для растений (фракция “растения”) имеет следующий вид:



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За время развития почвы на отвале литого медеплавильного шлака сформирована тонкая фракция, слагающая более трети от массы почвенного блока. Фракция является сорбционным геохимическим барьером и депонирует мобилизованные из шлака халькофильные компоненты. Для большинства элементов содержание депонированного элемента в пылевой фракции на 1–2 порядка превышает его содержание в щебне шлака или крупном песке шлака. То есть в тонкой и мелкой фракции почвы остается значительный запас сорбированных, но потенциально подвижных соединений металлов. Особенно эффективно на сорбционном барьере этой фракции задерживаются Pb, Cd, Bi.

Несмотря на превышения пороговых для почвы концентраций по ряду элементов, на неопочве по шлаку успешно развивается травяная растительность и слой мхов. В условиях неограниченного запаса подвижных форм высвобождаемых из шлака элементов у растительности, произрастающей на шлаках, существует верхний порог накопления мобилизуемых халькофильных металлов. При этом в стеблях травы содержания стабилизированы на более низком уровне содержаний и для меньшего круга элементов, чем для корневой части и мхов. Стебли отличает также и способность к накоплению особенно высоких количеств селена.

Мхи и корни депонируют практически весь круг элементов, характерных для медеплавильного шлака, с коэффициентом концентрации относительно исходного шлака 50 и выше. Особенно высок порог накопления для Zn–Pb–Bi–Cd.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 300 с.
2. Купряков Ю.П., Захаров В.А., и др. Минеральный состав шлаков медеплавильного производства. // Цветные металлы. 1984. № 12. С. 17–19.
3. Смирнов В.И. Отражательная плавка (теория и практика). Свердловск: Metallurgizdat, 1952. 326 с.