

УДК 502.75

Лебедев В.В.

Региональная горнорудная компания (г. Москва)

АККУМУЛЯЦИЯ МЕТАЛЛОВ В ХВОЕ ЛИСТВЕННИЦЫ НА ЗОЛОТОСЕРЕБРЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ «КЛЕН»

V.V. Lebedev

Limited Liability Company 'Regional Mining Company', Moscow

ACCUMULATION OF METALS IN LARCH NEEDLES ON THE 'KLYON' GOLD – SILVER DEPOSIT

Аннотация. По результатам полевых работ по отбору 26 проб хвои лиственницы на территории месторождения «Клен» (Билибинский район Чукотского автономного округа) и их лабораторных исследований выполнена эколого-геохимическая оценка аккумуляции металлов в хвое. Показано что уровень аккумуляции микроэлементов в хвое может служить индикатором экологического состояния территории. Установлено, что в целом по исследованной территории экологическое состояние растительности характеризуется минимальным уровнем загрязнения. Локальное загрязнение хвои в единственной пробе может быть обусловлено близким к земной поверхности расположением горных пород с высоким содержанием металлов, характерных для месторождения.

Ключевые слова: инженерные изыскания, окружающая среда, загрязнение, месторождение, хвоя, металл, микроэлемент, аккумуляция.

Abstract. As a result of field works, 26 samples of larch pine needles were selected on the territory of the Klyon deposit (Bilibinsky district of Chukotka Autonomous Okrug) and then examined at the laboratory. The results obtained allowed ecological and geochemical estimation of accumulation of metals in pine needles. It was found that the level of accumulation of microelements in pine needles may act as an indicator of the territory's ecological condition. It was established that generally the ecological condition of the examined territory is characterized by the minimal level of pollution. Local pollution of the pine needles in the sole sample may be due to the position of the geological materials with a high metal content typical for the minefield, close to the ground surface.

Key words: engineering surveying, natural environment, pollution, minefield, needles, metal, microelement, accumulation.

Месторождение «Клен» расположено в Билибинском районе Чукотского автономного округа в междуречье ручьев Клен и Алиса – левых притоков ручья Раковского, протекающего в бассейне р. Кричальской на левобережье р. Большой Анюй. Площадь месторождения составляет около 1,5 км². Расстояние от месторождения до г. Билибино по прямой составляет около 250 км. В настоящее время на месторождении проводятся предпроектные и проектные работы по его обустройству. Инженерные изыскания для обеспечения строительных работ на месторождении проводятся с 2011 г. Их завершение планируется в 2012 г. В период 1984-2010 гг. на ранее ненарушенной территории месторождения стали проводиться геологоразведочные работы (бурение скважин, проходка разведочных выработок, прокладка подъездных путей для автотранспорта, буровой и дорожной техники, обустройство временной жилой инфраструктуры), обусловившие значительное техногенное воздействие на территорию. В связи с техногенным воздействием на территорию происходят геохимические изменения в ландшафтных компонентах, в том числе и аккумуляция металлов в растительности. Их содержание в растениях, например, в хвое лиственницы является индикатором общего загрязнения окружающей среды [1; 3]. Поэтому исследование уровня накопления металлов в растительном покрове представляет интерес с точки зрения получения исходных данных для количественной оценки последующего загрязнения территории в процессе эксплуатации месторождения.

© Лебедев В.В., 2012.

Полевые работы и лабораторные исследования

В рамках инженерно-экологических изысканий в августе 2011 г. было выполнено опробование образцов хвои лиственницы в пределах естественных мест произрастания лиственницы, а также в пределах территории, нарушенной разведочными работами. Инженерно-экологические изыскания выполнялись в соответствии с требованиями [5; 6]. Всего было отобрано 26 проб хвои (16 – на техногенных участках и 10 – на фоновых). В пределах техногенной территории отбор проб проводился по равномерной сети с шагом 300-400 м, а за ее пределами – по радиально направленным от центра месторождения профилям с шагом 600-1000 м. Пробы отбирались методом конверта. Масса пробы составляла 300-500 г. Лабораторные химические исследования проводились в аттестованной лаборатории ФГУПП «Урангео» (г. Иркутск). Определение микроэлементного состава выполнено методом приближенно-количественного эмиссионного спектрального анализа по 32 химическим элементам на многоканальном спектрографе ДФС-8 методом просыпки.

Результаты и обсуждение

Для расчета средних значений концентраций используются средние значения содержания элементов в золе проб, выраженные в долях весовых процентов и в мг/кг золы. Локальный фон растительности определялся на основании химических анализов проб, отобранных с участков, не нарушенных техногенной деятельностью. Биогеохимическое опробование применяется для контроля загрязнения почв и грунтов и оценки качественного состояния растительных ассоциаций в естественном и нарушенном состоянии [7]. Известно, что поглощение и накопление микроэлементов растениями происходит через корневую систему из почвенно-грунтовых растворов и поглощением их из пыли через листья [2]. На исследуемой территории этот процесс связан в основном с первым из указанных механизмов поступления метал-

лов. Установлено, что фоновое содержание микрокомпонентов в золе растительности ниже кларковых. Исключение составляют Mn, Mo, В. Фоновые значения Sr чуть ниже кларковых, но близки к ним. Из результатов анализов следует, что на техногенном участке территории содержание металлов сходно с фоновым и отличается от последнего несколько более интенсивным накоплением. Наблюдаются также и различия. На техногенном участке повышен фон по Cr и V, но Mo намного ниже фонового (см. табл. 1, 2). Для эколого-геохимической оценки состояния хвои в табл. 1, 2 приведены коэффициенты концентрации K_k – отношения средних по пробам концентраций элементов в хвое к их кларкам.

Для растений одним из основных показателей аккумуляции химических элементов является коэффициент биологического накопления $K_{бн}$, представляющий собой отношение содержания определенного химического элемента в золе растений к содержанию этого же элемента в питающей среде. Эта величина отражает интенсивность питания растений, в котором первостепенную роль играют ионы. Сопоставление концентраций микроэлементов в хвое с соответствующими концентрациями в почве и грунтах показывает, что содержание Mo, Zr, Cu, Zn, Be, Sr и В в хвое на техногенном участке превышает их количество в почве и грунтах. Таким образом, для этих элементов характерны максимальные коэффициенты биологического накопления. В качестве показателя приспособленности растительных сообществ к геохимическим условиям местности может служить зольность листьев и хвои. Чем больше зольность, тем лучше приспособлено растение к условиям территории своего произрастания [1]. Необходимо отметить, что в данной работе рассматривается суммарная зольность, учитывающая также вклад механических частиц – пыли и аэрозолей, оседающих на поверхности хвои. Однако это обстоятельство не противоречит возможности интерпретации комплексного загрязнения растений как индикатора состояния ландшафтов. В нашем

случае на техногенном участке зольность хвой лиственницы варьирует в пределах 2,56-4,98 %. В естественных условиях растительность характеризуется меньшей зольностью.

При оценке степени химического загрязнения растительности микроэлементами использовался суммарный показатель Z_c и те же градации уровней загрязнения отдельных

Таблица 1

Содержание химических элементов в золе лиственницы на техногенном участке месторождения «Клен», мг/кг

Элементы	Кларки золы растений, мг/кг	Минимум	Максимум	Среднее значение	K_k
Fe	–	4000	30000	8940	–
Mn	4100	8000	50000	21800	5,3
Ni	40	1	80	7,1	0,2
Co	10	2	5	2,5	0,3
Ti	650	80	1000	258	0,4
V	30	10	40	25	0,8
Cr	35	10	400	66	1,9
Mo	12	1	10	3,1	0,3
Zr	150	30	100	69	0,5
Cu	160	50	80	60	0,4
Pb	50	3	4	3,4	0,1
Zn	600	60	200	102	0,2
Be	–	1	1	1	–
Sr	700	400	800	582	0,8
B	500	300	1000	820	1,6

Таблица 2

Содержание химических элементов в золе лиственницы на фоновом участке месторождения «Клен», мг/кг

Элементы	Кларки золы растений, мг/кг	Минимум	Максимум	Среднее значение	K_k
Fe	–	1000	5000	3900	–
Mn	4100	10000	40000	20000	4,9
Ni	40	3	5	3,6	0,1
Co	10	2	4	2,4	0,2
Ti	650	80	150	123	0,2
V	30	–	–	–	–
Cr	35	10	10	10	0,3
Mo	12	1	80	13,7	1,1
Zr	150	30	100	80	0,5
Cu	160	50	80	56	0,4
Pb	50	3	4	3,2	0,1
Zn	600	80	300	142	0,2
Be	–	–	–	–	–
Sr	700	300	600	480	0,7
B	500	500	1000	830	1,7

проб, что применяются для почв [4]:

- допустимый ($Z_c \leq 16$);
- умеренно опасный ($16 < Z_c \leq 32$);
- опасный ($32 \leq Z_c \leq 128$);
- чрезвычайно опасный ($Z_c > 128$).

Условность использования этих градаций заключается в том, что формально классы опасности для растительности не определены.

Анализ величин Z_c для отобранных проб показал, что в целом по исследованной территории экологическое состояние растительности, оцененное по аккумуляции микроэлементов в хвое лиственницы, характеризуется минимальным уровнем загрязнения ($Z_c \leq 16$). Исключение представляет единственная проба, отобранная на возвышенности, где планируется разработка месторождения. Суммарное загрязнение в этой пробе соответствует опасному уровню. Причина локального загрязнения хвои может быть обусловлена близким к земной поверхности расположением горных пород, характерных для месторождения, с высоким содержанием металлов.

Заключение

1. По результатам инженерно-экологических изысканий на золотосеребряном месторождении «Клен» выполнена эколого-геохимическая оценка состояния хвои лиственницы.

2. Показано, что уровень аккумуляции микроэлементов в хвое может служить индикатором

экологического состояния территории.

3. Установлено, что в целом по исследованной территории экологическое состояние растительности характеризуется минимальным уровнем загрязнения. Локальное загрязнение хвои в единственной пробе может быть обусловлено близким к земной поверхности расположением горных пород с высоким содержанием металлов, характерных для месторождения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л., Агропромиздат, 1987. – 140 с.
2. Груздев В.С. Биоиндикация состояния окружающей среды. – М.: ГУЗ, 2008. – 142 с.
3. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений: факторы его определяющие // Известия СО АН СССР. Серия биологических наук. – 1977. – № 10. – Вып. 2. – С. 3-14.
4. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. – М., Минздрав России, 2003.
5. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М., Минстрой России, 1997. – 44 с.
6. СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. – М., ПНИИИС, 1997. – 41 с.
7. Olsen S.R. Metals and the environment. Micro-nutrient interactions in Agriculture. // Report No 197. – Swedish Environmental Protection Agency, 1993. – 78 pp.