

ТРАНСФОРМАЦИЯ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ СВИНЦА, ЦИНКА, МЕДИ  
В ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТАХ ОБОГАЩЕНИЯ СУЛЬФИДНО-  
ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД

**Смирнова О.К. (meta@gin.bscnet.ru), Дампилова Б.В.**

Бурятское отделение. ГИН СО РАН

TRANSFORMATION OF LEAD, ZINCUM AND COPPER MINERAL  
FORMS IN STALE TAILINGS AFTER DRESSING OF SULFIDE-  
TUNGSTEN ORES

**Smirnova O.C. (meta@gin.bscnet.ru), Dampilova B.V.**

Buryatia branch. GIN SB RAS

Отходы передела руд, особенно сульфидсодержащих, являются источниками опасного загрязнения окружающей среды. Окисление сульфидов под воздействием атмосферной влаги приводит к подкислению фильтрата в хвостохранилищах и вызывает трансформацию минеральных форм металлов, образование подвижных их соединений, поступающих в поверхностные и подземные воды, почвы. Как следствие, изменяется состояние растительности, нарушается микроэлементный баланс в трофических цепях экосистем прилегающих территорий.

Джидинский вольфрамово-молибденовый комбинат (Юго-Западное Забайкалье) с 1934 по 1997 гг. перерабатывал молибденитовые и сульфидно-гюбнеритовые руды месторождений Джидинского рудного поля. За этот период созданы хвостохранилища, в которых накоплено более 40 млн. т отходов обогащения руд. Установлено, что после консервации производства в пределах жилой застройки города Закаменска, непосредственно прилегающей к хвостохранилищам, расширились территории, значения суммарного показателя загрязнения почв которых соответствуют чрезвычайной ситуации и ситуации экологического бедствия (Смирнова и др., 2006).

В 2006 г. были отобраны пробы для изучения форм нахождения меди, цинка и свинца с поверхности наиболее крупного (бывшего намывного) хвостохранилища. Нами был использован метод селективной экстракции химических элементов, разработанный Тессье с соавторами (Tessier et al., 1979), позволяющий определить количество металлов в пяти геохимических фракциях: 1 – ионообменной, 2 – карбонатной, 3 – оксидов железа и марганца, 4 – органических веществ, 5 – силикатном остатке. Кроме того, по ГОСТам определено содержание подвижных форм меди и цинка. В результате установлена степень окисленности минералов изученных металлов –  $Pb > Zn > Cu$ . Показано, что содержание их подвижных форм превышает предельно допустимые концентрации.

Процессы окисления отходов обогащения молибденитовых и сульфидно-гюбнеритовых руд еще не закончились (Смирнова и др., 2010).

В 2009 г. нами были отобраны пробы материала отходов обогащения руд в тех же точках и в то же время года, что и в 2006 г. с целью выявления динамики содержания подвижных форм металлов. Анализы выполнены по той же методике. Оказалось, что баланс форм металлов в хвостохранилище изменился. Наиболее важные изменения отражены в таблице и сводятся к следующему: 1) увеличилась относительная доля подвижных форм меди и цинка; 2) для всех металлов увеличилась доля ионообменных форм; 3) уменьшилась доля карбонатной фракции меди и цинка; 4) существенно увеличилась доля меди, связанной с железо-марганцевыми оксидами, вероятно, за счет разрушения органоминеральных ее комплексов; 5) для свинца наблюдается обратная тенденция – часть этого металла, по-видимому, связывается органическим веществом.

Доля металлов, выделенных селективной экстракцией, % от валового содержания металла в пробе. Числитель – среднее по 9 пробам (2006 г.) и по 6 пробам (2009 г.), знаменатель – разброс значений.

Год опробования	Ионообменная фракция		Карбонатная фракция		Фракция оксидов Fe и Mn		Органические соединения		Подвижные формы	
	2006	2009	2006	2009	2006	2009	2006	2009	2006	2009
Cu	нет	<u>14.5</u> 9-20	<u>10.7</u> 7-17	<u>6.5</u> 3-11	<u>10.9</u> 6.3-15.5	<u>51.3</u> 45-60	<u>64.7</u> 54-71	<u>5.2</u> 4-6.7	<u>12.1</u> 9-18	<u>20</u> 14-27
Zn	<u>2.94</u> 2-6	<u>25.05</u> 14-42	<u>16.03</u> 5-40	<u>8.4</u> 4-13	<u>16.7</u> 8.5-22.3	<u>22.4</u> 14-44	<u>13.9</u> 7.8-26	<u>43.6</u> 37-49	<u>19.2</u> 7-40	<u>39.8</u> 21-60
Pb	<u>9.96</u> 4-25	<u>36.6</u> 27-61	<u>35.14</u> 24-54	<u>37</u> 28-45	<u>53.4</u> 35.4-65	<u>11.3</u> 8-15.8	<u>2.41</u> 1.2-4	<u>14.67</u> 10-16.5		

Приведенные данные свидетельствуют о том, что условия, существующие на поверхности хвостохранилища, в настоящее время способствуют формированию подвижных, легкорастворимых соединений меди, цинка и свинца, доля которых за три года увеличилась. Возможно, это связано с уменьшением количества (израсходованием) карбонатных соединений, которые являются эффективными буферами, удерживающими рН в хвостохранилище в области от нейтрального значения до 6.2 (Путилина и др., 2005). Для решения вопроса об объемах миграции образующихся подвижных форм металлов в окружающий ландшафт необходимо оценить количество и депонирующую способность гумусовых веществ в теле хвостохранилища. Наиболее радикальным способом предотвращения загрязнения окружающей среды может быть вторичная переработка отходов, содержание подвижных форм изученных металлов при этом уменьшается на порядок.

*Работа выполнена при поддержке интеграционного проекта СО РАН № 122 «Геохимические и биологические факторы миграции химических элементов в геосистемах» и проекта РФФИ 08-05-98042-р\_сибирь\_а «Формы нахождения и биодоступность тяжелых металлов в геотехногенных ландшафтах Байкальского региона»*

*Путилина В.С., Галицкая И.В., Юганова Т.И.* Влияние органического вещества на миграцию тяжелых металлов на участках складирования твердых бытовых отходов: Аналит. обзор // ГПНТБ СО РАН; ИГЭ РАН. Новосибирск, 2005. 100 с.

*Смирнова О.К., Ходанович П.Ю., Яценко Р.И.* Тяжелые металлы в техногенных ландшафтах района Джидинского горно-обогатительного комбината. // Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий. Современное минералообразование. Чита: ИПРЭК СО РАН, 2006. С. 82-87.

*Смирнова О.К., Саранулова А.Е., Цыренова А.А.* Особенности нахождения тяжелых металлов в геотехногенных ландшафтах Джидинского вольфрамо-молибденового комбината. // Геоэкология, 2010, No 4. С. 319-327.

*Tessier A., Campbell P.G., Bisson M.* // Anal. Chem., 1979, v. 51, No 7, p. 844.