

КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ АКАТУЕВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Б. Н. Абрамов

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Россия

Поступила в редакцию 17 февраля 2018 г.

Аннотация: Для оценки потенциальной опасности техногенных образований Акатуевского полиметаллического месторождения рассчитаны данные содержания тяжелых металлов различных классов токсичности в рудных телах, хвостохранилище, в почве, в водных объектах района, ранее действовавшего полиметаллического рудника. Установлено, что в селитебной зоне поселка Новый Акатуй наличие тяжелых металлов в почве и воде реки Акатуй, протекающей через поселок, в несколько десятков раз превышает предельно допустимые концентрации.

Ключевые слова: Акатуевское полиметаллическое месторождение, тяжелые металлы, хвостохранилище, предельно-допустимые концентрации.

Abstract: To assess the potential danger of technogenic formations of the Akatuyevskoye polymetallic deposit, data on the content of the heavy metals of various classes of toxicity in ore bodies, tailing dump, in the soil, in the water bodies of the district, previously operating polymetallic mine have been calculated. It is established that in the residential area of the village of Novy Akatuy the presence of heavy metals in the soil and water of the river Akatuy flowing through the village is several tens of times higher than the maximum permissible concentrations.

Key words: Akatuyevskoye polymetallic deposit, heavy metals, tailing dump, the maximum allowable concentrations.

Восточное Забайкалье относится к числу старейших горнодобывающих регионов России. Акатуевское полиметаллическое месторождение открыто в 1815 году. Разработка месторождения в последние десятилетия, до 2002 года, проводилась Нерчинским полиметаллическим комбинатом. Отработка месторождения проводилась подземным способом. За время работы комбината добыто 64402 т руды. В 2002 году комбинат был закрыт. В результате деятельности обогатительной фабрики образованы хвосты обогащения, находящиеся в непосредственной близости от поселка Новый Акатуй. Хвостохранилище рудника, являющееся основным источником загрязнения окружающей среды, не рекультивировалось. К тяжелым металлам относятся химические элементы большим удельным весом (Pb, Zn, Cd и другие). Они обычно главные токсиканты загрязнители окружающей среды. Как правило, горнодобывающие предприятия ориентированы на извлечение 1-2, редко 3-4 компонентов. Вот почему в отвалах и

хвостах скапливаются значительные количества Pb, Zn, Cd, As, Mo и других компонентов. Не извлеченные в процессе обогащения компоненты, в силу резкого изменения физико-химической обстановки становятся весьма подвижными, и в результате воздействия водной и ветровой эрозии оказывают негативное воздействие на пограничные ландшафты. Основная задача нашего исследования – эколого-геохимическая оценка потенциальной опасности техногенных образований, возникших при отработке Акатуевского месторождения.

Для оценки потенциальной опасности использованы данные по содержаниям тяжелых металлов в рудных телах, в хвостохранилище, в почве, в водных объектах района ранее действовавшего полиметаллического рудника Акатуевского месторождения. Сведения по концентрациям элементов получены при проведении исследований по базовым проектам Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН (г. Чита). Кроме того, использованы опубликованные данные и сведения территориального геологического фонда по Забайкальскому краю. Для определения элемент-

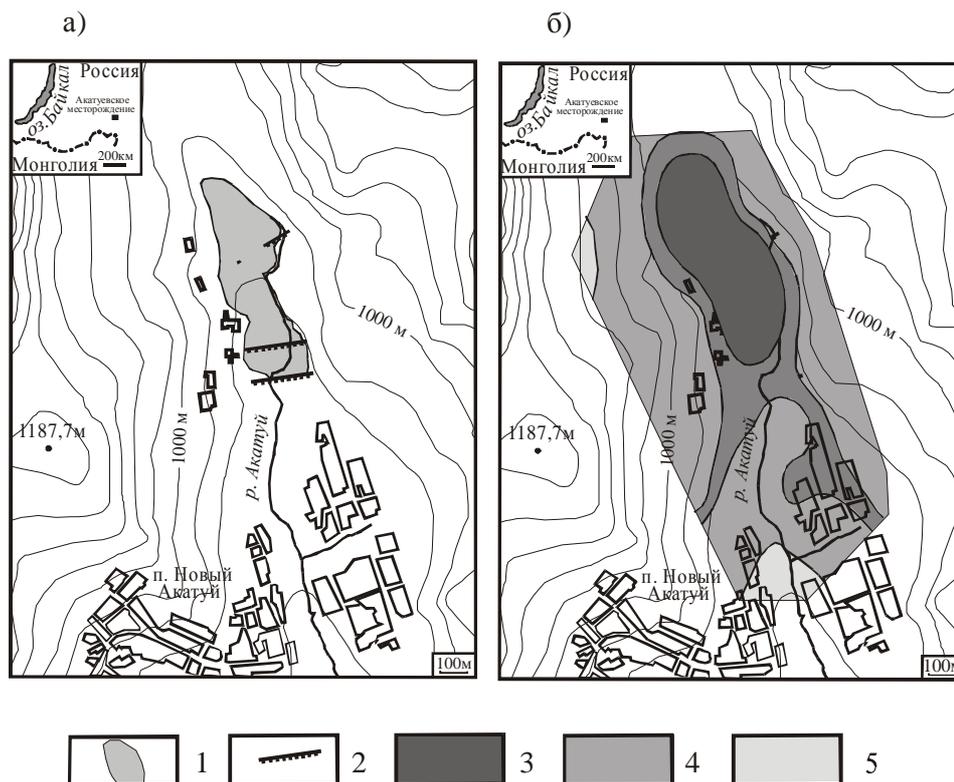


Рис. а) Схема размещения техногенных образований Акатуевского полиметаллического месторождения, б) ореолы распространения Pb в почвенных и донных отложениях рудника Акатуй

Условные обозначения: 1 – хвостохранилище; 2 – дамбы; ореолы концентрации Pb (г/т): 3 – 2000-7000; 4 – 1000-2000; 5 – < 1000.

ного состава в пробах использован рентгенфлуоресцентный метод исследования в аналитических лабораториях Геологического института СО РАН (г. Улан-Удэ). Часть анализов заимствована из опубликованных данных и материалов территориального геологического фонда (г. Чита).

Рельеф в районе месторождения представлен низкоргорными массивами с абсолютными отметками 1220,7-1270,3 метра. Речная долина реки Акатуй расположена на уровне абсолютных отметок от 940-1000 метров. Водоразделы и склоны среднегорья покрыты таежной растительностью. В низкоргорной части территории развиты лесостепные сообщества растений. Длина водотока составляет 15 км. В верховье реки Акатуй расположены объекты бывшего одноименного рудника: штольни, шахты, хвостохранилище (рис.).

Рудное поле Акатуевского месторождения представлено нижнепалеозойскими (нижнекембрийскими) осадочными и метаморфическими породами, позднепалеозойскими гранитами и гранодиоритами, перекрывающимися их кластическими отложениями нижней юры и средне-верхнеюрскими эффузивно-кластическими и эффузивными по-

родами. Основную часть рудного поля составляют сланцевые и карбонатные отложения, протягивающиеся с юго-запада на северо-восток в виде полосы шириной от 0,6 до 1,2 км. Всего известно 12 рудных тел: 10 имеют жиллообразную форму длиной 150-400 м и мощностью 0,5-15 м, и 2 – трубообразную. Трубообразные тела характеризуются средней мощностью до 25 м и включают около 60 % подсчитанных запасов. Руды месторождения сильно окислены до глубины 100-240 м. Главные рудные минералы: англезит, церуссит, галенит, смитсонит и сфалерит.

В геоморфологическом отношении поселок приурочен к нижней части лево- и правобережных склонов реки Акатуй.

Объекты рудника Акатуй находятся в долине верховья одноименной реки. Хвостохранилище состоит из 3 прудов-накопителей общей протяженностью 850 м при максимальной ширине 250 м. Объем хвостохранилищ составляет 20 тысяч м³. Хвосты обогащения не затоплены, наблюдается интенсивное золотое развевание и вынос хвостов по эрозионным промоинам. Высота дамбы нижнего пруда-накопителя составляет 7-9 м.

Таблица
Содержание химических элементов в рудах, отвалах хвостохранилищ, почве (г/т), водотоках (мг/л) Акагуевского полиметаллического месторождения

| Элементы | I | | | | | II | | | | | III | | | | |
|---|--------------------|-------|-------|--------|-------|------|------|------|------|----|------|-----|-----|-------|-----|
| | Hg | As | Pb | Zn | Cd | Co | Ni | Mo | Cu | Sn | Cr | Ba | V | W | Sr |
| Свинцово-цинковые руды (n = 13) ГЭр = 38814 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x*[4] | 0,4 | 1 | 20 | 57 | 6,5 | 20 | 95 | 20 | 57 | 10 | 100 | 800 | 130 | 2 | 450 |
| x | – | 30575 | 62889 | 122265 | 1007 | – | 94 | 6 | 798 | 10 | – | – | – | 40000 | 35 |
| s | – | 46747 | 72289 | 136047 | 829 | – | 65 | 3 | 558 | 14 | – | – | – | 14142 | 22 |
| Хвостохранилище (n = 7) ГЭр = 13491 | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | 0,15 | 2891 | 2155 | 9826 | 53 | 5 | 15 | 2 | 130 | 4 | 17 | 151 | 20 | 2 | 462 |
| s | 0,09 | 2556 | 1793 | 10977 | 48 | 3 | 9 | 1 | 91 | 3 | 21 | 221 | 25 | 1 | 368 |
| Почва (n = 13) ГЭр = 951 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПДК[5] | 2,1 | 2 | 32 | 23 | 2 | 5 | 4 | – | 3 | – | – | – | 150 | – | – |
| x | 0,08 | 414 | 280 | 495 | 2,2 | 11 | 23 | 2,3 | 26 | 4 | 42 | 663 | 77 | 3 | 216 |
| s | 0,05 | 891 | 516 | 503 | 2,5 | 5 | 11 | 1,5 | 13 | 2 | 20 | 249 | 36 | 1 | 95 |
| Водные потоки, мг/л [3] | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сток из штольни | | | | | | | | | | | | | | | |
| ПДК[1] | 5×10^{-3} | 0,01 | 0,01 | 1,0 | 0,006 | 0,1 | 0,01 | 0,25 | 1,0 | – | – | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 7,0 |
| x | – | <0,5 | 0,16 | 20,7 | 8,58 | 0,54 | – | – | 8,28 | – | 2,13 | – | – | – | – |
| Ниже Акагуевского хвостохранилища [4] | | | | | | | | | | | | | | | |
| x | – | 56,5 | 0,14 | 18,8 | 8,82 | 0,21 | 10,2 | – | 3,02 | – | 0,42 | – | – | – | – |

Примечание: x* – кларки концентраций элементов в осадочных породах [2], ПДК – предельно допустимые концентрации, x – среднее арифметическое, s – стандартное отклонение, n – число анализов, – – нет данных. I-III – классы токсичности элементов.

К основным видам воздействия на окружающую среду относятся: изменение рельефа, загрязнения атмосферы, речного стока, почвенного покрова. Согласно ГОСТ 17.4.1.02-83 по классу опасности химические элементы подразделяются на три класса: I класс – As, Cd, Hg, Pb, Zn; II класс – Co, Ni, Mo, Cu, Sn, Sb, Cr; III класс – Ba, V, W, Mn, Sr.

Определение потенциальной опасности рудных месторождений рассчитывается разными способами. Один из них предложен коллективом авторов ВИМС [5]. В их варианте учитываются кларки концентраций элементов и концентрации токсиканта в рудном месторождении. Оценка потенциальной экологической опасности месторождений производится на основе литотоксичности ($Tл$) элементов, которые сгруппированы по нескольким классам в зависимости от токсичности. Потенциальная токсичность месторождений ($ГЭр$) рассчитывается по сумме концентраций токсичных элементов. При расчете учитывается класс токсичности элементов и фоновые концентрации элементов в окружающей среде [3]. Расчет «потенциальной токсичности рудного месторождения» рассчитывается по формуле:

$$ГЭр = \sum_{i=1}^n (Tл + B)_i + \dots (Tл + B)_n,$$

где $ГЭр$ – потенциальная токсичность рудного месторождения; $Tл$ – коэффициент литотоксичности элемента; $B = X/Q$, где X – концентрации элемента, Q – содержание элемента в окружающей среде.

В нашем случае использованы средние содержания элементов в осадочных отложениях земной коры [4]. Расчеты показывают, что потенциальная токсичность руд Акатуевского месторождения соответствует показателям месторождений свинцово-цинковых руд, где $ГЭр$ колеблется от 10^3 до 10^4 (таблица) [5].

Анализ концентраций элементов взятых ниже хвостохранилища и стока из штольни, показывает превышение предельно допустимых концентраций элементов для питьевого водоснабжения: Pb в – 14-16 раз, Zn в – 19-21, Cd в – 1430-1470. По химическому составу вода реки Акатуй – гидрокарбонатно-сульфатная магниевая-кальциевая с минерализацией 0,57-1,07 г/дм³.

На исследуемой территории ореолы концентраций токсичных элементов, превышающие на один-два порядка фоновые содержания, прослеживаются ниже хвостохранилища вниз по долине реки Акатуй, захватывая жилые районы поселка Новый Акатуй (таблица). Конфигурации ореолов

тяжелых металлов в целом идентичны, они – поликомпонентны (рис. б).

Наиболее высокие содержания тяжелых элементов отмечаются в пределах хвостохранилища. В селитебной зоне поселка Новый Акатуй концентрации элементов в почве достигают следующих концентраций (г/т): Pb – 200-500, As – 1000-2000, Cd – 5-20.

Таким образом, в селитебной зоне поселка Новый Акатуй, ранее являющимся градообразующим поселением для полиметаллического комбината, отмечаются повышенные концентрации токсичных элементов в почве и в воде, превышающие на один-два порядка предельно допустимые концентрации. Территория промышленных зон рудников, включая и жилые районы пос. Новый Акатуй, находится в контуре очень сильного химического загрязнения почвы элементами I класса опасности: As, Cd, Pb, Zn.

Материалы исследований можно использовать при разработке комплексных природоохранных мероприятий, направленных на ослабление процессов накопления токсичных элементов для жизнедеятельности населения поселка Нижний Акатуй.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замана Л. В. Гидрогеохимические особенности зоны техногенеза полиметаллических месторождений Юго-Восточного Забайкалья / Л. В. Замана, Л. П. Чечель // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-1. – С. 33-38.
2. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы 2.1.5.1315-03. – Москва : Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2003.
3. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве : Гигиенические нормативы. – Москва : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.
4. Краткий справочник по геохимии / под ред. Г. В. Войткевич. – Москва : Недра, 1977. – 184 с.
5. Экологическая оценка потенциальной токсичности рудных месторождений (методические рекомендации) / Р. В. Голева [и др.]. – Москва : РИЦ ВИМС, 2001. – 53 с.

REFERENCES

1. Zamana L. V. Gidrogeokhimiicheskiye osobennosti zony tekhnogeneza polimetallicheskikh mestorozhdeniy YUgo-Vostochnogo Zabaiyal'ya / L. V. Zamana, L. P. Shechel // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. – 2015. – № 1-1. – S. 33-38.

2. Predel'no dopustimyye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh ob"yektov khozyaystvenno-pit'yevogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya. Gigiyenicheskiye normativy 2.1.5.1315-03. – Moskva : Rossiyskiy registr potentsial'no opasnykh khimicheskikh i biologicheskikh veshchestv Ministerstva zdravookhraneniya Rossiyskoy Federatsii, 2003.

3. Predel'no dopustimyye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve : Gigiyenicheskiye norma-

tivy. – Moskva : Federal'nyy tsentr gigiyeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2006. – 15 s.

4. Kratkiy spravochnik po geokhimii / pod red. G. V. Voytkevich. – Moskva : Nedra, 1977. – 184 s.

5. Ekologicheskaya otsenka potentsial'noy toksichnosti rudnykh mestorozhdeniy (metodicheskiye rekomendatsii) / R. V. Goleva [i dr.]. – Moskva : RITS VIMS, 2001. – 53 s.

Абрамов Баир Намжилович

доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии и рудогенеза Института природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН, г. Чита, E-mail: b_abramov@mail.ru

Abramov Bair Namzhilovitch

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Leading researcher of the laboratory of Geochemistry and Ore Genesis of the Institute of natural resources, ecology and cryology of the Siberian branch of RAS, Chita, E-mail: b_abramov@mail.ru