

УДК 556.5+550.461+550.424+549(571.63)

М.Н. Безроднова, И.А. Тарасенко

БЕЗРОДНОВА МАРИЯ НИКОЛАЕВНА – аспирант (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток).

E-mail: mafa777@bk.ru

ТАРАСЕНКО ИРИНА АНДРЕЕВНА – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток).

E-mail: tarasenko_irina@mail.ru

О ВЛИЯНИИ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ КОМБИНАТА «СИНАНЧАОЛОВО» НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В результате исследований составов вод, формирующихся в Черемшанском хвостохранилище, определен их ионный тип и минеральный состав твердой фазы. Показано, что рассматриваемые воды насыщены рядом компонентов и формируют вторичные, преимущественно карбонатные и сульфатные, минеральные образования. Рассмотрено влияние техногенных вод на окружающую среду.

Ключевые слова: хвостохранилище, лежалые пески, гидрохимия, вторичное минералообразование.

On the action of the stale tailings of the processing plant *Sinanchaolovo* on the environment. Mariya N. Bezrodnova, post-graduate student, Irina A. Tarasenko, Ph D, Senior scientific employee, Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok.

As a result of testing the waters originating in the Cheremshanskoye Tailings, their ionic type and mineral structure of the firm phase has been determined. The tested waters are demonstrated to be laden with a number of components and originate secondary mineral formations, which are mainly carbonatic and sulphatic ones. The impact of technogenic waters on the environment has been considered as well.

Key words: tailings, stale sands, hydrochemistry, secondary mineral formation.

Горнопромышленная деятельность сопровождается загрязнением окружающей природной среды. Наибольшее влияние на экологию оказывают хвостохранилища, в которые складываются существенные количества неизвлеченных сульфидных минералов.

Объектом настоящих исследований является хвостохранилище бывшего комбината «Синанчаолово», расположенное в долине р. Черемуховая, рядом с пос. Черемшаны Дальнегорского района Приморского края (рис. 1). После прекращения в 1956 г. работы рудника и обогатительной фабрики хвостохранилище не эксплуатировалось, однако в нем

происходило активное преобразование минерального состава накопленных отходов обогащения, формирование высокоминерализованных вод, которые оказывают отрицательное воздействие на окружающую природную среду. В связи с этим представлялось весьма актуальным и целесообразным определить химический состав вод, формирующихся в хвостохранилище, выявить основные экологически опасные компоненты, поступающие из хвостохранилища в поверхностные водотоки.

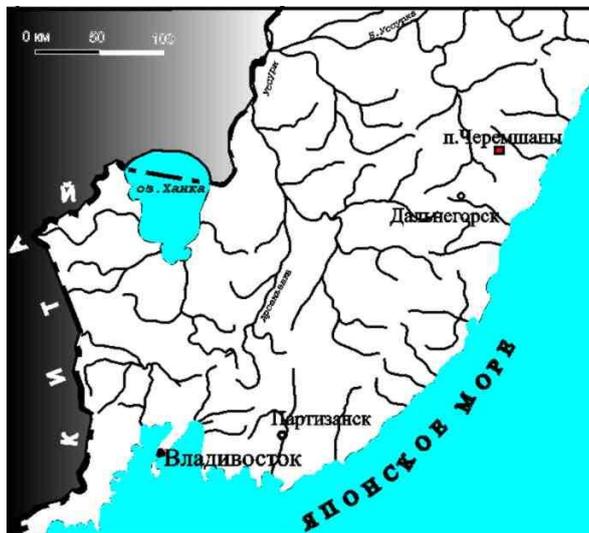


Рис. 1. Местоположение объекта исследований

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- определение химического состава водных образцов и выявление основных загрязняющих компонентов в водах;
- установление состава вторичных минералообразований;
- оценка воздействия основных загрязняющих компонентов на окружающую среду.

Методы исследований

Для решения поставленных задач были проведены полевые исследования, в ходе которых отобраны гидрохимические и минералогические пробы на территории хвостохранилища. Пробы консервировались азотной кислотой. Методом кислотного титрования проведено определение рН среды и гидрокарбонат-иона. Остальные аналитические исследования водных проб были выполнены в Аналитическом центре ДВГИ ДВО РАН методами ИСП-АЭС, ИСП-МС, ионной ВЭЖХ и ТОС. В результате получены количественные оценки 53 элементов. Методом порошковой рентгеновской дифрактометрии (медное излучение) определены вторичные минеральные фазы, образующиеся в хвостохранилищах. Микроморфология вторичных минеральных образований определена на сканирующем электронном микроскопе EVO-50XVP. Оценка степени загрязнения поверхностных водотоков осуществлялась путем сравнения содержаний компонентов в гидрохимических пробах с предельно-допустимыми концентрациями, установленными ГОСТ 17.1.2.04-77 для рыбохозяйственных водных объектов [2].

Геологические особенности района исследований

Интенсивные геологические работы в районе исследований проводились еще в 1920–1930-е годы. Тогда были открыты первые в Приморье месторождения олова Черемуховое и Смирновское [1].

В хвостохранилище складировались продукты обогащения Черемухового месторождения, руды которого локализованы в риолитах, заключенных между сближенными

параллельными дайками андезитов. Рудные линзы и дайки приурочены к одному и тому же тектоническому шву северо-западного направления. Основные рудные минералы месторождения – сфалерит, галенит, касситерит, магнетит, в подчиненном количестве присутствуют пирротин, пирит и марказит. Из жильных минералов основными являются кварц, полевой шпат, олигонит, родохрозит. Второстепенные минералы – халькопирит, станнин, арсенопирит, блеклая руда, джемсонит, вюртцит, серицит и хлорит [4, 5].

В настоящее время Черемуховое месторождение законсервировано, но в нем еще остались огромные количества компонентов (запасы/ресурсы): олово – 2,5/13,2 тыс. т, свинец – 19/60 тыс. т, цинк – 22/130 тыс. т, серебро – 51/374 т [1].

На исследуемой территории распространены воды зоны трещиноватости осадочных (аргиллиты, алевролиты, песчаники, гравелиты) и вулканогенных (туфы, игнимбриты, игниспумиты риолитов, вулканические стекла, туфобрекчии, туффиты в значительной степени измененные) пород [1]. Трещиноватость в зоне выветривания скальных пород (до 100 м) и малая мощность рыхлых склоновых образований обеспечивают инфильтрацию осадков, а сильная расчлененность рельефа (300–700 м) – их быстрый дренаж. По химическому составу подземные воды зоны трещиноватости преимущественно гидрокарбонатные кальциевые, пресные с минерализацией до 1 г/дм³.

К долине р. Черемуховая, расположенной в районе исследований, приурочен водоносный горизонт четвертичных аллювиальных отложений, выполненный галечниками, песками, суглинками и супесями (до 5–15 м). Глубина залегания аллювиальных вод в пойме и на низких террасах составляет 0,3–0,5 м, на высоких – 3–10 м. Воды пресные с минерализацией 0,05–0,1 г/дм³, мягкие (общая жесткость 0,2–3,0 мг-экв/ дм³), слабокислые или нейтральные (рН до 6,3), по ионному составу гидрокарбонатные кальциевые [2].

Результаты и их обсуждение

Анализ отобранных на территории хвостохранилища гидрохимических проб показал, что формирующиеся там воды по ионному составу являются в основном сульфатно-гидрокарбонатными и сульфатными кальциевыми (рис. 2).

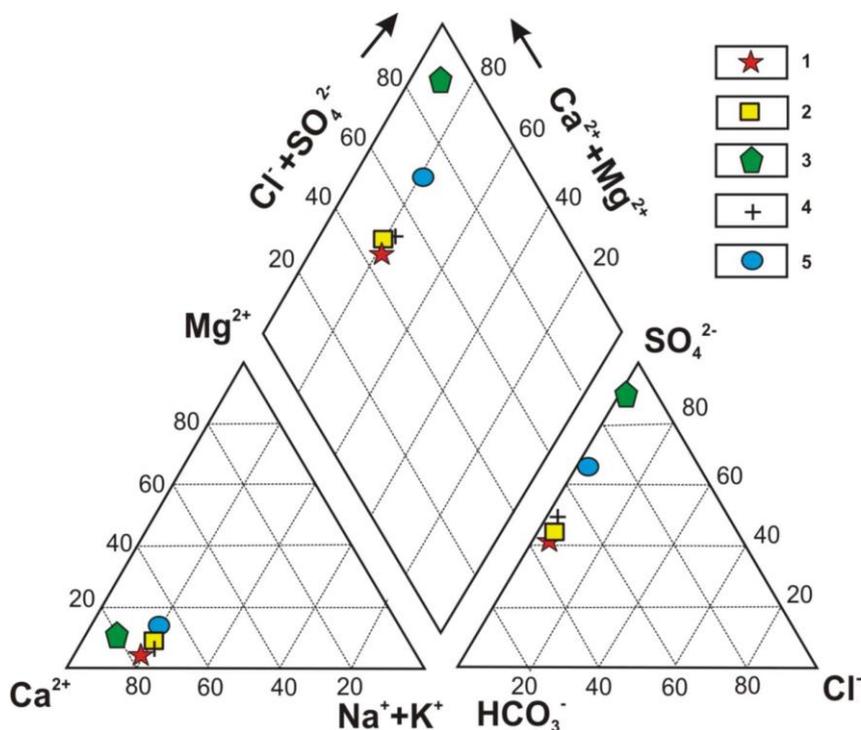
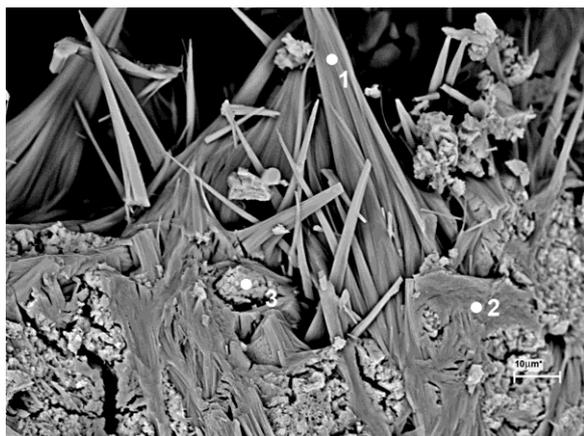


Рис. 2. Соотношение основных компонентов в водах района Черемшанского хвостохранилища: 1 – из ручья выше хвостохранилища; 2 – из ручья в чаше хвостохранилища; 3 – из массива техногенных песков; 4 – из ручья ниже хвостохранилища; 5 – из ручья перед его впадением в р. Черемуховая

Воды, протекающие через хвостохранилище, интенсивно насыщаются компонентами, вымываемыми из лежалых песков хвостохранилища, что при изменении физико-химической обстановки приводит к вторичному минералообразованию. Изучение новообразованных минералов необходимо для понимания процессов, проходящих на данной территории. В результате проведенных исследований установлено, что воды, формирующиеся в чаше хвостохранилища, насыщены такими компонентами, как HCO_3 , SO_4 , Ca, Zn, Cu, Mg, Mn, Al и др. Это способствует формированию вторичной минеральной фазы, изучение которой позволило выявить такие минералы, как ганингит ($\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), кальцит (CaCO_3), антлерит ($\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$), старкеит ($\text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), смикит ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), таканелит (рансьеит) ($(\text{Mn}, \text{Ca})\text{Mn}_4\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), брошантит ($\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$), бойлеит ($(\text{Zn}, \text{Mg})\text{SO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), илезит ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), апджонит ($\text{MnAl}(\text{SO}_4) \cdot 22\text{H}_2\text{O}$) и каолинит. Их образование связано, по всей видимости, с окислением эндогенных сульфидных минералов и растворением алюмосиликатных пород, слагающих чашу хвостохранилища.

Необходимо отметить, что высокая растворимость в воде обнаруженных сульфатов обуславливает такие их морфологические черты, как образование в виде выцветов и корочек [6, 8]. Микроморфология новообразованных минералов многообразна. Так, установлено, что форма кристаллов апджонита, антлерита и брошантита игольчатая, бойлеит, представитель группы леонгардита, имеет лучеобразную форму, а илезит формирует агрегаты неправильной формы (рис. 3).

А



Б

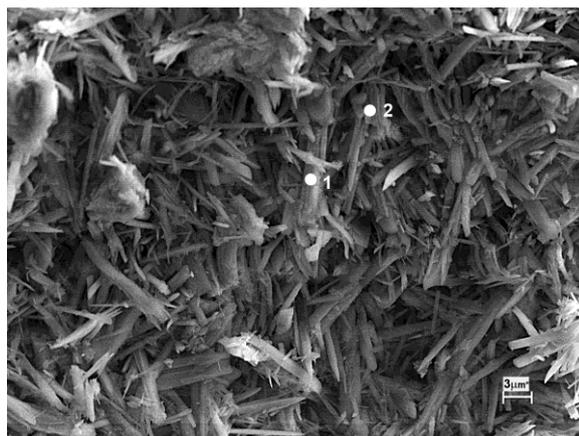


Рис. 3. Морфология вторичных минеральных образований. А: 1 – апджонит, 2 – бойлеит, 3 – илезит; Б: 1 – антлерит, 2 – брошантит

Анализ гидрохимических проб показал, что в водах, формирующихся в рассматриваемом хвостохранилище, многие компоненты содержатся в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов: Mn (47 ПДК), Cd (40 ПДК), Fe (24 ПДК), Zn (19 ПДК), Pb (7 ПДК) и Al (1,5 ПДК). Эти элементы являются экологически токсичными. Кадмий – политропный яд, хроническая интоксикация которым приводит к потере обоняния, головным болям и носовым кровотечениям. Отмечается его воздействие на желудочно-кишечный тракт, центральную и периферическую нервную систему [3]. Марганец в повышенных количествах также негативно влияет на нервную систему [7]. Цинк относится к мутагенным, гонадо- и эмбриотоксическим элементам [3]. Однако исследования показали, что за пределами хвостохранилища, перед впадением в р. Черемуховая, концентрации компонентов в воде заметно снижаются: Cd (до 5 ПДК), Zn (до 3 ПДК) и Mn (до 3 ПДК), содержания остальных компонентов не превышают ПДК (рис. 4). Это связано с наличием геохимических барьеров на пути миграции техногенно обогащенных вод.

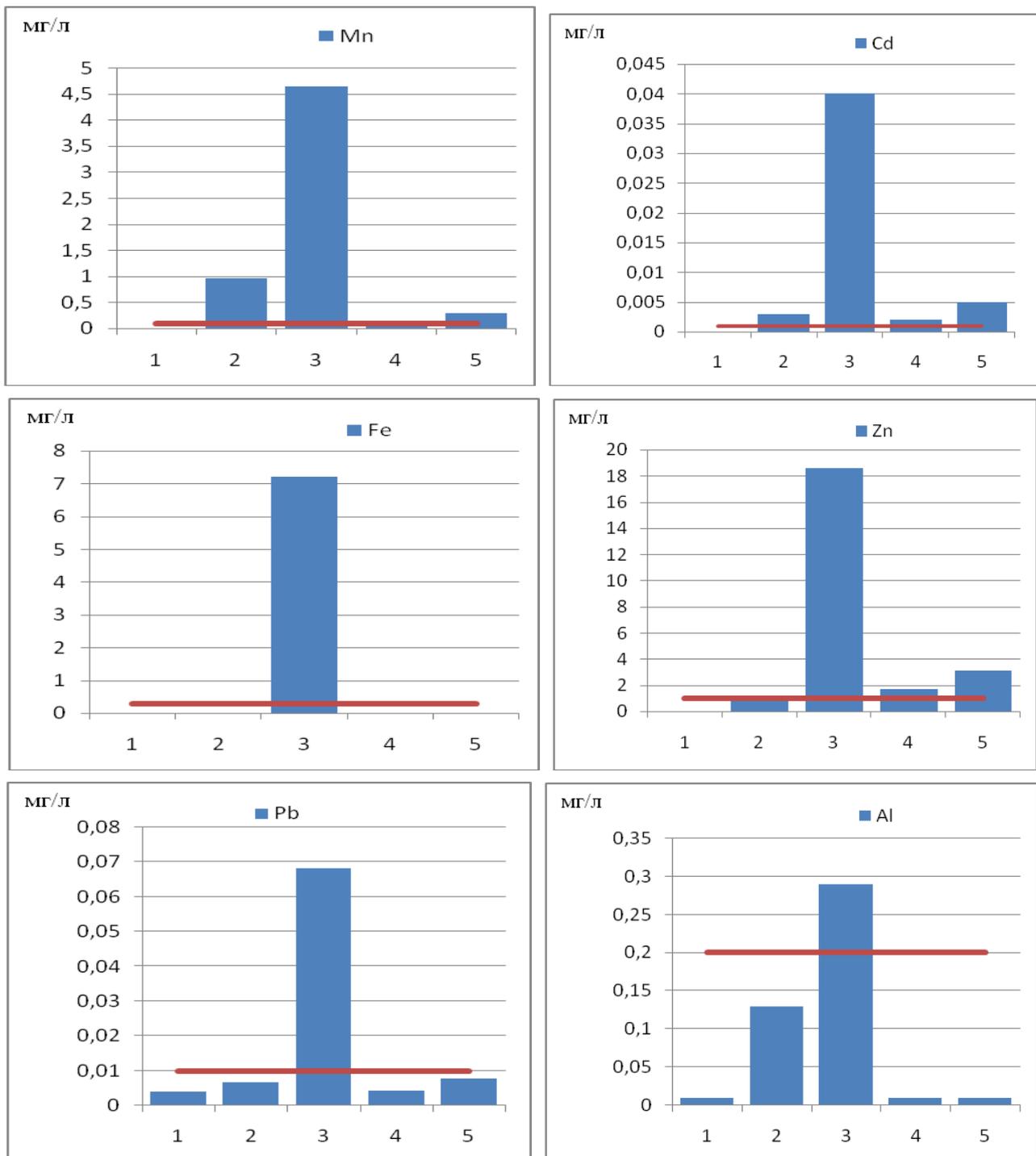


Рис. 4. Графики концентрации элементов в местах отбора проб: 1 – из ручья выше хвостохранилища; 2 – из ручья в чаше хвостохранилища; 3 – из массива техногенных песков; 4 – из ручья ниже хвостохранилища; 5 – из ручья перед его впадением в р. Черемуховая. Красной горизонтальной чертой указан уровень ПДК по ГОСТ 17.1.2.04-77

Проведенные исследования хвостохранилища бывшего комбината «Синанчаолово» позволили установить основные макро- и микроэлементы в формирующихся водах, определить минеральный состав образующейся вторичной твердой фазы. Показано, что в рассматриваемом хвостохранилище формируются воды с повышенными концентрациями ионов марганца, кадмия, железа, цинка, свинца и алюминия. Однако благодаря наличию геохимических барьеров на пути миграции техногенно обогащенных вод за пределами

хвостохранилища, перед впадением в р. Черемуховая, концентрации компонентов в воде заметно снижаются, что существенно уменьшает негативное воздействие техногенных вод на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200000 и объяснительная записка. Сер. Сихотэ-Алинская, лист L-53-XXVIII (Черемшаны). СПб.: Изд-во СПб. картограф. фабрики ВСЕГЕИ, 2006. 80 с.
2. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. (Принят и введен в действие постановлением Госстандарта РФ от 1 июля 2000).
3. Емлин Э.Ф. Техногенез колчеданных месторождений Урала. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 156 с.
4. Радкевич Е.А. Геология свинцово-цинковых месторождений Приморья. М.: АН СССР, 1960. 328 с.
5. Радкевич Е.А. О сульфостаннатах в касситерит-сульфидном Синанчинском месторождении Южного Приморья // Геология и рудные месторождения Дальнего Востока. 1959. № 18. С. 30–45.
6. Тарасенко И.А., Зиньков А.В. Экологические последствия минералого-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn–Ag–Pb–Zn руд (Приморье, Дальнегорский район). Владивосток: Дальнаука, 2001. 194 с.
7. Щербатюк Т.А. Доочистка подземных вод от марганца // Тез. докл. Дальневост. конф. молодых ученых. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1997. С. 271–272.
8. Яхонтова Л.К. Минералы зоны гипергенеза. Владивосток: Дальнаука, 2007. 164 с.