

МИНЕРАЛО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ЮЖНО-ГАЙСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Черняхов В.Б., Щеглова Е.Г.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Южно-Гайское месторождение (V рудная залежь) является частью уникального по запасам Гайского медноколчеданного месторождения, вскрытого скважиной № 15 в сентябре 1950 года [1]. С тех пор это месторождение снабжает рудой целый ряд комбинатов Урала.

В этой статье рассматривается один из основных компонентов геологического разреза месторождения - кора выветривания.

Кора выветривания этого месторождения имеет среднетриасовый возраст, площадной характер и среднюю мощность порядка 20 метров [2]. Вдоль зон разломов развит линейно-трещинный тип коры выветривания мощностью до 100 и более метров [3]. Рудная залежь характеризуется мощной зоной окисления. На коре выветривания лежат верхнетриасовые образования, представленные переотложенными продуктами выветривания мощностью 8-10 м [6]. Выше залегают нижнеюрские озерно-болотные образования мощностью до 70 м [7]. Их перекрывают верхнеолигоценые песчано-гравийно-галечные отложения с маломощными прослоями глин [4]. Неогеновые образования представлены горизонтами пестроцветных и зеленоцветных глин нижне-среднемиоценового возраста и плиоценовыми красновато-бурыми глинами [5]. Венчают разрез желто-бурые четвертичные суглинки и почвенный покров [8].

Над рудными телами развит рудный карст - просадки воронкообразной формы, выполненные кайнозойскими отложениями.

По различию минералого-геохимических свойств, строению профиля и другим данным кора выветривания подразделяется на следующие группы: кора выветривания пород кислого состава, кора выветривания пород основного состава, зона окисления рудных тел, линейно-трещинный тип коры выветривания.

В районе месторождения в формировании коры большую роль сыграли сернокислые растворы, образующиеся при окислении сульфидов. Поэтому кора выветривания различных по составу пород сходна и представлена каолиновыми глинами пестрой окраски, сохраняющими структуру тех пород, продуктами выветривания которых они являются.

Кора выветривания на породах кислого состава имеет ограниченное развитие, так как эти породы большей частью залегают на возвышенных участках, что способствовало сносу продуктов выветривания в прилегающие депрессии. Породы кислого состава представлены кварцевыми порфиритами, кварцевыми и серицит-кварцевыми породами, которые слагают Гайскую гряду. Кора выветривания по ним представлена щебенкой или маломощными выщелочными породами с нацело каолинизированными полевыми шпатами,

разложенными темноцветными минералами. Пирит или нацело окислен до гидроокислов железа, или полностью выщелочен. В результате процессов кислотного выщелачивания в профиле выветривания образовались зоны ярозитированных, алунитизированных и сульфатизированных пород. Результат действия кислых растворов затрудняет выделение минералогических зон в профиле выветривания кислых пород. В общем виде можно выделить две зоны: дезинтеграции и глинистую пестроцветную (в пределах месторождения обеленную). Более широкое развитие имеет зона дезинтеграции, а глинистая в основном приурочена к району месторождения. Мощность коры выветривания по породам кислого состава составляет 15-25 метров. В минералогическом составе тяжелой фракции зоны дезинтеграции преобладает гетит-гидрогетит и лимонит (99 %), а также присутствует барит (1 %). Легкая фракция представлена плагиоклазами (до 98 %) и кварцем (до 3 %). Рудные минералы составляют около 10%.

Результаты термического анализа образцов из коры выветривания серицит-кварцевых пород показывают, что основными глинистыми минералами в ней являются гидрослюда, серицит и каолинит, что подтверждается также результатами рентгеноструктурного анализа и электронномикроскопических исследований. Судя по соотношению эндозффектов (140° , 220° , 590° , 1000° , II, $2A^{\circ}$), преобладает гидрослюда. Химический состав пород щебенистой зоны характеризуется высоким содержанием калия и натрия.

Содержание рудных элементов в этих корах незначительно отличается от содержаний в неизмененных породах. Медь, цинк, кобальт характеризуются более низкими концентрациями в коре выветривания относительно неизмененных пород, а содержания бария и молибдена несколько повышаются в коре выветривания.

В целом, кора выветривания пород кислого состава характеризуется довольно равномерным распределением рудных элементов. Около рудной залежи кора выветривания пород кислого состава имеет четко выраженные черты кислотного выщелачивания.

Кора выветривания пород основного состава имеет широкое распространение как в районе рудной залежи, так и в пределах депрессии, выполненной мезокайнозойскими образованиями. Она развита по диабазам, диабазовым порфирирам и их туфам. В нижних частях кора выветривания сохраняет структуру материнских пород, несмотря на интенсивную каолинизацию основной массы и порфирировых выделений плагиоклазов. Продукты выветривания представлены трещиноватыми породами светлой окраски. По трещинам наблюдаются вторичные образования гидроокислов железа и марганца, гипса. Эта часть коры относится к зоне дезинтеграции и выщелачивания.

Вышележащие продукты выветривания представлены пестроцветными глинами с пятнистым обохриванием. Структурные и текстурные особенности материнских пород часто выражены четко. По трещинам развиты гидроокислы железа, марганца и прожилки гипса. Описываемая часть профиля выветривания

относится к гидрослюдисто-каолининовой зоне. В районе рудной залежи кора выветривания пород основного состава под действием кислых растворов приобретает иной облик. Она представлена каолиновыми глинами и имеет сходство с корой кислых пород. Мощность коры выветривания пород основного состава достигает 40-50 м, средняя - 20 м.

Более полными аналитическими данными охарактеризована пестроцветная глинистая зона (гидрослюдисто-каолининовая). В минералогическом составе тяжелой фракции преобладают сидерит (до 90 %) и марказит (до 10 %). Содержатся в единичных знаках пирит, халькопирит, окислы железа и марганца. Легкая фракция имеет следующий минералогический состав: кварц (50 %), полевые шпаты (30 %), хлорит (до 80 %), гидроокислы железа (до 5 %). По данным термического и рентгеноструктурного анализов проб, основным глинистым минералом зоны является каолинит (эндоэффекты - 585° , 600° , $7,2A^{\circ}$, $4,46A^{\circ}$, $4,37A^{\circ}$, $4,17A^{\circ}$, $2,57A^{\circ}$; экзо- 915° , 945°). Кроме того, присутствует и монтмориллонит, на что указывает эндоэффект при 130° (монтмориллонит отдает воду при такой температуре) и сдвиг эффектов каолинита в сторону низких температур. На преобладание каолинита в глинистой зоне указывает и электронномикроскопия. Силикатный анализ продуктов зоны показывает довольно высокое содержание закисного железа. Пестроцветная глинистая зона характеризуется относительно низким объемным весом ($1,4 \text{ г/см}^3$) и высокими значениями пористости (42 %). Емкость поглощения коры по основным породам 31,3 мг/экв на 100 г. навески.

Уровни содержаний рудных элементов в коре выветривания этого типа незначительно отличаются от их содержаний в неизменных породах. Накапливаются в коре медь, барий и молибден, а выносятся цинк и кобальт. Содержание рудных элементов в коре выветривания пород основного состава района месторождения мало отличается от содержаний в коре выветривания аналогичных пород за пределами месторождения. Распределение рудных элементов в коре выветривания пород основного состава довольно равномерное и колеблется в пределах фона.

Судя по вышеизложенным материалам, в верхних горизонтах коры выветривания содержание солевых и органических новообразований, свободных гидроокислов железа ограничивается первыми процентами. Величина pH около 7. В силу этого содержание подвижной части рудных элементов также не велико и достигает 2 %. Большая часть элементов прочно закреплена в различных компонентах коры. Значительная доля принадлежит закрепленным формам, прочно связанным с глинистыми минералами. Гидрослюдисто-каолининовый состав последних в силу малой емкости поглощения связывает до 20 % валового содержания меди, цинка и др. рудных элементов. С карбонатными минералами, преимущественно железистыми, содержание которых достигает в отдельных фракциях 45 %, связано до 30 %, 4 % цинка, 1,6 % свинца, 1,0 % кобальта. Большая доля меди, благодаря хемосорбции, входит в состав минералов группы железа (глауконит, сидерит, магнетит, пирит и другие), широко развитыми в коре. С соединениями железа

связана и значительная доля молибдена. В частности, около 8 % подвижного молибдена связано со свободными гидроокислами железа. Корреляционная связь между молибденом и железом равна + 0,47 при критическом значении 0,38 (0,1 % доверительный уровень). Глинистые минералы, раскристаллизованные соединения железа содержат значительную долю остальных рассматриваемых элементов: свинца, бария, мышьяка, серебра, кобальта. С солевыми и другими вторичными образованиями связана такая группа элементов-мигрантов, как стронций и другие. С железом хорошо коррелирует кобальт (+0,35), марганец (+0,40), ванадий (+0,56), скандий (+0,33) при критическом значении 0,32.

Широкое развитие тектонических нарушений в районе исследований, и в особенности рудоконтролирующих разломов (Гайская зона разломов), обусловило формирование мощной коры выветривания линейно-трещинного типа. Мощность ее достигает первых сотен метров, а протяженность - до 1 км.

Трещинные коры выветривания месторождения характеризуются вертикальной и горизонтальной зональностью и специфическим сульфатно-глинистым, кремнисто-сульфатно-глинистым и глинистым составом. В верхней части трещинной коры выветривания горизонтальная зональность "срезается" зоной развития глинистых и кремнисто-глинистых пород, часто интенсивно лимонитизированных. Горизонтальная зональность в трещинной коре пород основного состава подчеркивается следующими типоморфными ассоциациями минералов (от периферии к рудному телу): 1) галлуазит-каолиновая; 2) алунит-галлуазитовая; 3) ярозитовая; 4) вторичные кварциты. В трещинной коре пород кислого состава центральная зона представлена кварцево-гидрослюдистыми породами и кварцевыми губками.

На профиль выветривания трещинной коры в более позднее время наложилось новообразования минералов меди, ассоциации которых размещены в следующей последовательности (снизу вверх): 1) ассоциация самородной меди-куприта-нантокита и паратакамита (50-70 м от древней поверхности); 2) ассоциация гипса-самородной меди-куприта-делафоссита-паратакамита (нижние горизонты коры); 3) ассоциация алюминита-делафоссита-куприта (50 м от древней поверхности); 4) ассоциация брошантита-атакамита-диоптаза (40 м от поверхности); 5) ассоциация малахита-азурита.

Проявление геохимической зональности отмечается в средней части коры, т.е. там, где наиболее четко проявлена минералогическая зональность. Наблюдается обогащение зоны ярозитизированных пород свинцом, молибденом, серебром. Алунитизированные породы обогащаются медью, а галлуатизированные - медью, цинком, барием.

В верхних частях трещинной коры выветривания наблюдается снижение содержаний рудных элементов по сравнению со средними частями. Верхний горизонт является зоной выщелачивания трещинной коры выветривания.

Список литературы

1. Прокин, В.А. Гайский ГОК / В.А. Прокин. - Екатеринбург: ИГиГУрО РАН, 2004. - 148 с.
2. Прокин, В.А. Закономерности размещения и геодинамические условия формирования медноколчеданных месторождений Урала / В.А. Прокин // Геология и перспективы размещения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий. - Т. 1-2. - Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 2001. - С. 32-35
3. Черняхов, В.Б. Особенности распределения тяжелых металлов в мезозойских отложениях на Южно-Гайском месторождении / В.Б. Черняхов // Природный и социально-экономический потенциал Оренбургской области: материалы научно-практической конференции института естествознания и экономики ОГПУ. - Оренбург, ОГПУ, 2005. - С. 48-52.
4. Черняхов, В.Б. Минералого-геохимические особенности палеогеновых отложений на Южно-Гайском месторождении / В.Б. Черняхов // Теории, содержание и технологии высшего образования в условиях глобализации образовательного процесса: материалы XXVII преподавательской научно-практической конференции. - Оренбург. - ОГПУ, 2006. - С. 244-248.
5. Черняхов В.Б. Минералого-геохимические особенности неогеновых отложений на Южно-Гайском месторождении / В.Б. Черняхов // Проблемы геологии, охраны окружающей среды и управления качеством экосистем: материалы Всероссийской научно-практической конференции. - Оренбург. - ОГПУ, 2006. - С. 430-433.
6. Черняхов В.Б. Минералого-геохимические особенности верхнетриасовых отложений на Южно-Гайском месторождении / В.Б. Черняхов // Современные факторы повышения качества профессионального образования: материалы XXVIII преподавательской научно-практической конференции. - Оренбург. - ОГПУ, 2007. - С. 306-310.
7. Черняхов В.Б. Минералого-геохимические особенности нижнеюрских отложений на Южно-Гайском месторождении / В.Б. Черняхов // Современные факторы повышения качества профессионального образования: материалы XXVIII преподавательской научно-практической конференции. - Оренбург. - ОГПУ, 2007. - С. 310-315.