

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛИН АЛЕКСАНДРОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В.А. Муфтахов^{1,2}, А.М. Юминов^{1,2}, В.В. Зайков^{1,2}

На вскрытых канавами участках Александровского золоторудного поля определен минеральный состав глин коры выветривания и их геохимические особенности. Глинистый материал представлен низко упорядоченной смесью минералов каолинит-галлуазитового ряда и смешаннослойными смектитами при подчиненном количестве хлорита монтмориллонита. Выделены три ассоциации элементов, характеризующие разные этапы геологических процессов. Первая связана с основным и ультраосновным субстратом подстилающих кору выветривания пород. Второй и третий ассоциативные ряды связаны с поздними метасоматическими изменениями – высокотемпературными и низкотемпературными соответственно.

Ключевые слова: Александровское золоторудное поле, золотое оруденение, глинистые минералы, геохимия.

Геологическое строение участка. Александровское золоторудное поле расположено в 1–3 км северо-западнее одноименного поселка (Кизильский район, Челябинской обл.) и приурочено к крупной антиклинальной структуре, ядро которой сложено вулканогенно-осадочными отложениями гумбейской свиты (D_{2gm}), а крылья и периклиналильное замыкание складки – осадочными отложениями новобуранной свиты (D_{2nb}). Авторами в пределах рудного поля выделены три линзовидные золотоносные зоны северо-восточного простирания, большей частью перекрытые четвертичными отложениями [1, 2].

¹ Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миасс.

² Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс.

В центральных частях золотоносных зон фиксируются продукты окисления прожилково-вкрапленных сульфидных руд, представленные бурыми железняками, охрами и сыпучками. Бурые железняки в основном сложены гетитом, значительно реже встречаются гематит и барит. Данные анализов показали, что в продуктах окисления содержания золота достигает 8 г/т. На периферии зон преобладают в разной степени лимонитизированные породы.

В золотоносных зонах присутствуют кварцевые жилы. Среди жил выделены два типа. Первый представлен относительно крупные (мощность 2–7 см, в отдельных случаях до 30 см) крутопадающие (аз. падения 285°, угол падения 80°) образованиями, сопровождаемые хлорит-серицит-кварцевыми метасоматитами. Жил второго типа характеризуются меньшей мощностью 0,5–1 см и иными элементами залегания (аз. падения 305°, угол падения 70°). Жилы группируются в отдельные рои, находящихся на удалении 5–15 м друг от друга, реже представлены одиночными телами.

Коренные выходы в подавляющем большинстве случаев перекрыты делювиальными и элювиальными отложениями. Структурный элювий, как правило, характеризуется плохо диагностируемым субстратом. Материал представлен рыхлой желтовато-серой суглинистой массой, содержащей редкие обломки выветренных андезибазальтов. Местами в суглинках встречаются выделения кристаллов гипса размером 2–3 мм. Концентрация золота и серебра составляет 0,18 и 0,50 г/т соответственно [3].

Верхняя часть золотоносных зон, сложена красно- и пестроцветными суглинистыми продуктами нередко несущее гетитовое, гематитовое и тодорокитовое обохривание. Для глинистых минералов характерно тонкодисперсные размеры, слоистое строение, неупорядоченное состояние, смешаннослойность, совместное нахождение, широкие пределы изоморфизма в структуре. Основным минеральным компонентом глин являются слоистые силикаты. Рентгено-структурный анализ выявил присутствие в материале проб следующих компонентов.

Красноцветные суглинки имеют широкое распространение на участке. Основа глинистой составляющей представлена смесью минералов ряда каолинит-галлуазит, причем для последнего характерно преимущественное распространение. Дифрактограммы характеризуются уширенными рефлексами, что указывает на низкую упорядоченность минерала. Суглинки пронизаны сетью прожилков и содержат гнездовую вкрапленность гематита черного цвета. Возможно, эти прожилки наследуют черты прожилковой сульфидной минерализации. Ориентировка прожилков хаотическая. Кроме того, в суглинках отмечено присутствие небольшого количества кварца, полевого шпата, иногда гипса и кальцита.

Пестроцветные суглинки в основном приурочены к зонам выхода крупных скоплений бурых железняков и местам сосредоточения кварце-

вых жил. Они образуют отдельные тела мощностью 10–25 м, разделенные нерудными интервалами, и фиксируются на протяжении 250–300 м. На отдельных участках в глинах присутствует обломки бурых железняков размером от первых см до 10–15 см в поперечнике. Бурые железняки в основном сложены гетитом, значительно реже встречаются гематит и барит. Последний образует пленчатые и прожилковидные выделения. По своему строению и минеральному составу пестроцветные суглинки близки к красноцветным, отличаясь от последних наличием большого количества красящих оксидов и гидроокислов железа.

Охристые суглинки встречаются в ограниченном количестве. В составе материала также преобладают минералы каолинит-галлуазитового ряда, а также хлорит и небольшое количество монтмориллонита. Обломочная часть представлена зернами плагиоклаза и кварцем.

Зеленовато-серые суглинки и близкие к ним *серовато-фисташковые суглинки* являются наиболее распространенными на изучаемой территории, они покрывают значительные площади в местах выходов вулканогенно-осадочных пород гумбейской свиты. Для данных пород характерно присутствие большого количества смешаннослойных смектитов, при подчиненном количестве галлуазита и, особенно, хлорита. В отдельных местах галлуазит «пропитывает» глины и образует фиброзные нарастания на трещинах. В фисташковых суглинках отмечен монтмориллонит. Глинистая масса содержит включения кварца, полевого шпата, иногда гипса и кальцита.

Отдельного рассмотрения заслуживают *серовато-зеленые суглинки*, получившие развитие по серпентинитам. Они слагают небольшое линзообразное тело поперечником до 10 м на северо-восточной выклинке участка. В составе глинистого материала смешаннослойных фаз, гидрослюд и галлуазита.

Геохимические особенности коры выветривания. Спектральный полуколичественный анализ глин в комплексной лаборатории АО «Челябинскгеосъемка» (аналитик Храмов В.В.) показал следующее: Cd, Bi, La, Li, Nb, Ta – не обнаружены; содержание As – ниже предела обнаружения; Pb, Mo, Sr, W, Be, Zr, Ga, Sc, Y – в пределах кларковых значений.

Никель (Ni). Содержание никеля в пробах глин и суглинков в среднем варьирует в пределах от $20,24 \times 10^{-3} \%$ для пестроцветных глин до $27,72 \times 10^{-3} \%$ для красноцветов. Пониженные содержания никеля ($12,33 \times 10^{-3} \%$) характерны для бурых железняков, а повышенные ($29,42 \times 10^{-3} \%$) – для участков глин с остатками кварцевых жил. Максимальные средние содержания Ni отмечаются в зеленовато-серых глинах с остатками серпентинита ($90,00 \times 10^{-3} \%$).

Кобальт (Co). Повышенные средние значения кобальта связаны с красноцветными, пестроцветными глинами ($16,70 \times 10^{-3} \%$ и $11,69 \times 10^{-3} \%$ соот-

ветственно), развивающихся по базальтам (встречены реликты неизмененных пород). Максимальные средние содержания Со отмечаются в зеленовато-серых глинах с остатками серпентинита ($22,50 \times 10^{-3} \%$).

Хром (Cr). Средние содержания хрома в рассматриваемых породах $10\text{--}13 \times 10^{-3} \%$. Несколько повышенные значения (до $15 \times 10^{-3} \%$) отмечаются в пестроцветных и красноцветных глинах. Максимальные значения хрома (до $50 \times 10^{-3} \%$) связаны с зеленовато-серыми суглинками.

Марганец (Mn). Марганец имеет среднее значения, по встреченным типам глин, от $122 \times 10^{-3} \%$ в серовато-охристых глинах, до $200 \times 10^{-3} \%$ в красноцветных. Фоновые значения – $154 \times 10^{-3} \%$. Экстремально низкими средними значениями ($57 \times 10^{-3} \%$) характеризуются пробы, содержащие цебень бурых железняков.

Ванадий (V). Содержание ванадия выше кларковых. Средние значения красноцветных глин $16,0 \times 10^{-3} \%$, пестроцветных и охристых – около $15,0 \times 10^{-3} \%$. Максимальные значения ($18,33 \times 10^{-3} \%$) отмечены в пробах, содержащих обломки бурых железняков.

Титан (Ti). Отмечаются только единичные пробы с содержанием Ti $700 \times 10^{-3} \%$, связанные с выветрелыми плитчатыми базальтами.

Медь (Cu). Средний уровень содержания Cu в породах в целом не превышает кларковых содержаний ($4,7 \times 10^{-3} \%$, по Виноградову).

Цинк (Zn). Средние содержания цинка колеблются от $8 \times 10^{-3} \%$ для щебня бурых железняков до $23 \times 10^{-3} \%$ для зеленовато-серых суглинков. В остальных типах глин средние содержания цинка соответствуют $12 \times 10^{-3} \%$.

Свинец (Pb). В целом, содержание свинца в районе исследования понижено – при кларковых содержаниях $1,6 \times 10^{-3} \%$ (по Виноградову, 1962), Средние содержания свинца по типам глин в разрезе не имеет большой вариативности (от $0,6 \times 10^{-3} \%$ до $0,8 \times 10^{-3} \%$). Минимальные значения ($0,43 \times 10^{-3} \%$) наблюдаются у проб бурых железняков.

Серебро (Ag). Серебро отмечено только в нескольких пробах (до $0,1 \times 10^{-3} \%$), где оно связано с прослоем лимонитовых «бобовин».

Барий (Ba). Различные типы глин, слагающие кору выветривания, дифференцируются по средним содержаниям бария: минимальные значения характерны для бурых железняков и красноцветных глин – $13,33 \times 10^{-3} \%$ и $28,78 \times 10^{-3} \%$ соответственно; для серовато-охристых глин – $57,86 \times 10^{-3} \%$; для пестроцветных – $74,57 \times 10^{-3} \%$; серо-зеленых – $89,0 \times 10^{-3} \%$.

Олово (Sn). Средние содержания олова колеблются от $0,1 \times 10^{-3} \%$ в бурых железняках до $0,3 \times 10^{-3} \%$, при кларковых содержаниях $0,25 \times 10^{-3} \%$ (Виноградов, 1962), что соответствует рассчитанным фоновым содержаниям. Максимальные значения ($0,5\text{--}0,6 \times 10^{-3} \%$) Sn содержится в зеленовато-серых суглинках с сажистыми вкраплениями.

Сурьма (Sb). Содержание сурьмы в целом невысокое, ниже кларковых значений ($0,05 \times 10^{-3} \%$ по Виноградову).

Скандий Sc. Средние содержания скандия по типам глин находятся в пределах кларковых содержаний. И лишь незначительно повышаются в зеленовато-серых глинах с реликтами серпентинита ($2,25 \times 10^{-3} \%$), красноцветных ($1,84 \times 10^{-3} \%$) и охристых глинах ($1,93 \times 10^{-3} \%$).

Иттрий (Y), иттербий (Yb). Иттрий и иттербий в пробах ведут себя одинаково. В целом среднее содержание иттрия в глинах $2,0 \times 10^{-3} \%$ (иттербия – $0,2 \times 10^{-3} \%$); в серо-зеленых глинах с обломки серпентинита – Y $5,0 \times 10^{-3} \%$ (Yb – $0,5 \times 10^{-3} \%$).

Золото (Au) анализировалось отдельно методом атомно-абсорбционного анализа в лаборатории Башкирской золотодобывающей компании, и в качестве контроля, в Комплексной лаборатории АО «Челябинскгеосъемка». Данный анализ не показал наличия в глинистом материале каких-либо значимых содержаний золота.

Результаты исследований. В целом, изучаемый разрез характеризуется неравномерным распределением рудных элементов и незначительным уровнем их накопления. Ореолы аномальных концентраций практически всех рудных элементов распределяются в породах всех формаций и имеют узколокальный и точечный характер. По всей видимости, при гидротермальном воздействии, происходило перераспределение элементов. Такие элементы, как марганец, цинк, свинец, медь, никель, хром, кобальт, имеют средние содержания близкларковые и вышекларковые в породах всех комплексов. Остальные, в основном, имеют пониженные средние содержания, а серебра – резко пониженные.

Анализируя характер распределения элементов, можно выделить три основные ассоциации:

1. Ряд Ni – Co – Cr – Zn.
2. Ряд Pb – Mn – Sc – Mo – Ag.
3. Ряд Ba – Sr – Sb – Sn – Be.

Очень хорошо коррелируют между собой Cu и Ge.

Первый ряд связан с основным и ультраосновным субстратом подстилающих кору выветривания пород и никакой специфической нагрузки не несут.

Второй и третий ассоциативные ряды связаны с метасоматическими изменениями. Так, ряд Pb – Mn – Sc – Mo – Ag, судя по повышенным средним содержаниям этих элементов в пробах с реликтами кварцевых жил, возможно, связан с кварц-сульфидной минерализацией, потенциально золотоносной. Здесь важную роль играют сульфиды (пирит, халькопирит, галенит) – носители золота и серебра.

Третий ряд, вероятно, связан с еще более поздними низкотемпературными гидротермальными процессами, результатом которого является образование барита, галенита и халькопирита. О наложенном характере такой минерализации могут говорить относительно высокие содержания

элементов этого ряда практически во всех типах глин изученного разреза (с некоторыми вариациями), а также хорошая коррелируемость их с кварцевыми жилами. Это возможно в том случае, когда происходит телескопирование поздних растворов по имеющимся каналам транспортировки.

Медь – элемент, который, по-видимому, относится к обеим ассоциациям. Встречается в виде халькопирита и малахита, замещающего его.

Результаты атомно-абсорбционного анализа данных проб не показали каких-либо значимых содержаний золота. Видимо, это связано с тем, что золото находится в рассеянной форме в сульфидах и в процессе окисления последних выносится и переотлагается в зонах развития бурых железняков, лимонитовых «бобовин» и пр.

Основанием для подобных выводов является наличие на Урале месторождений, образованных в аналогичной геологической обстановке.

Библиографический список

1. Зайков, В.В. Александровское золоторудное поле (Южный Урал) / В.В. Зайков, А.М. Юминов, В.А. Муфтахов, М.Е. Романенко // Наука ЮУрГУ: материалы 67-й научной конференции. Секции естественных наук. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. – С. 425–429.
2. Перспективы золотоносности Южно-Амамбайского участка: отчет по хозяйственной теме / Институт минералогии УрО РАН; рук. В.В. Зайков; исп. А.М. Юминов [и др.]. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2004ф. – 134 с.
3. Информационный отчет о результатах работ по договору с ООО «Геонивация» «Минералого-петрографическое изучение руд и вмещающих пород лицензионного участка «Амамбайский» / отв. исп. В.А. Муфтахов, исп. А.М. Юминов, В.В. Зайков. – Миасс, 2015. – 91 с.

[К содержанию](#)