

УДК 551.311.231 (571.61)

**СОСТАВ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ ВЕРХНЕГО ПРИАМУРЬЯ**

© 2011 г. В. А. Степанов, академик В. Г. Моисеенко, А. В. Мельников

Поступило 13.12.2010 г.

Под корами выветривания (КВ) традиционно понимается комплекс горных пород, возникших в верхней части литосферы в результате преобразования в континентальных условиях магматических, метаморфических, осадочных пород и руд под воздействием различных факторов выветривания. По форме залегания различают площадную КВ, перекрывающую плащом коренные породы при мощности от десятков сантиметров до первых десятков и сотен метров, и линейную, вытянутую в одном направлении и проникающую в коренную породу по трещинам на глубину в десятки и сотни метров. На территории Верхнего Приамурья развиты коры выветривания обоих морфологических типов. Наиболее хорошо изучены широко развитые площадные КВ. Для большинства их разрезов характерны каолиновые продукты гипергенеза. По породам основного и реже среднего состава формируются хлорит-монтмориллонитовые (бейделлитовые) профили выветривания, а по кислым и средним — гидрослюдистые и гидрослюдисто-каолиновые. Линейные коры изучены слабее. Они развиты вдоль зон разломов по породам минерализованных даек кислого, среднего и основного состава, а также над интрузиями гипербазитов с медно-никелевым оруденением. Возраст кор выветривания предположительно плиоцен-раннеплейстоценовый [1].

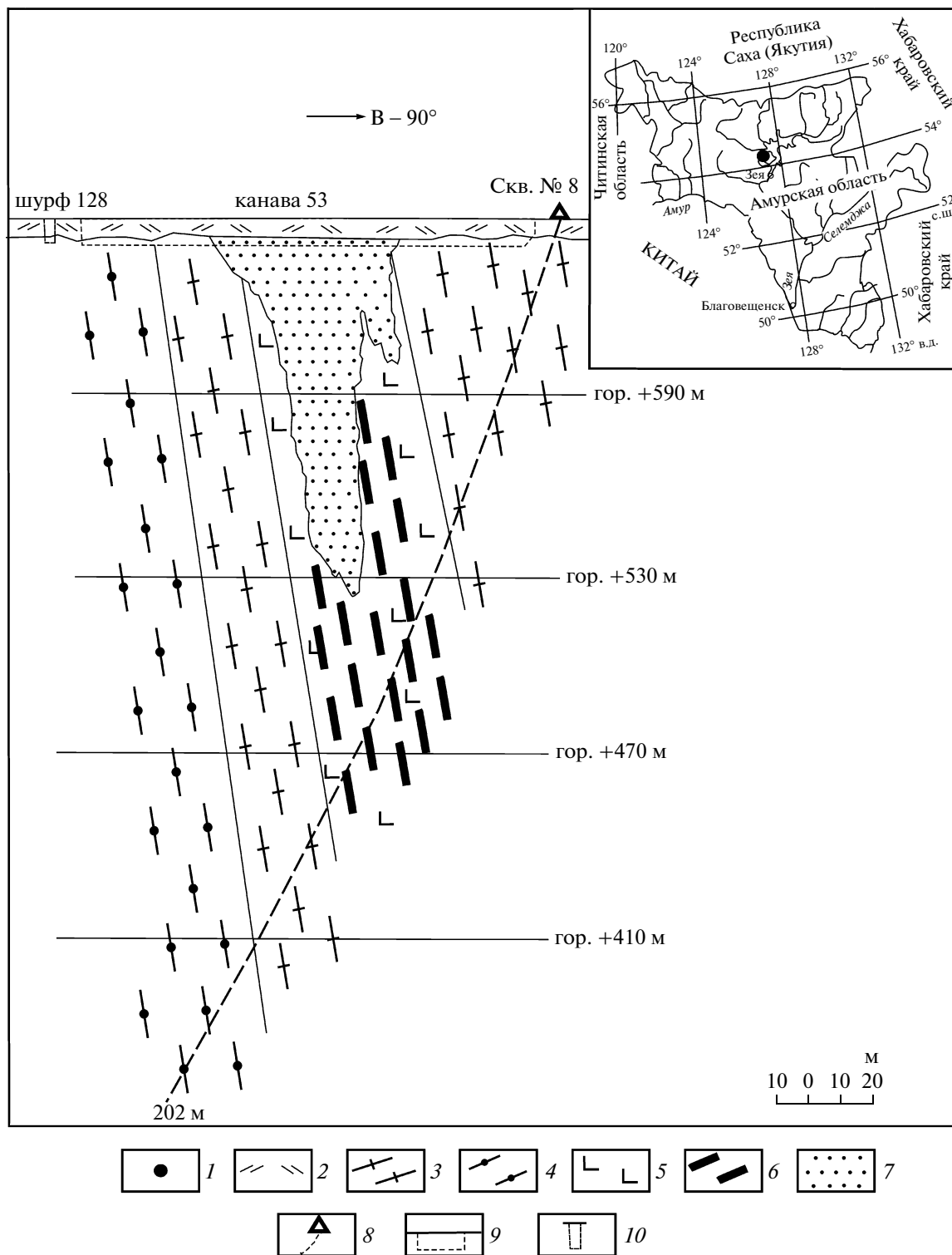
Наличие линейных кор выветривания, мощность которых достигает первых сотен метров, над сульфидными медно-никелевыми рудами значительно затрудняет их поиски в коренном залегании. Поэтому возникла необходимость разработки критериев отличия состава линейных кор выветривания, образованных по сульфидным медно-никелевым рудам, от кор, сформированных по геологическим объектам другого типа

(дайки базитов и гипербазитов без сульфидной минерализации, зоны разломов по породам различного состава и др.).

Для решения поставленной задачи нами изучен состав кор выветривания по объектам трех типов: 1) сульфидные медно-никелевые руды, 2) дайки пироксенитов без видимой сульфидной минерализации и 3) породы в зоне разлома. Они расположены в пределах Джалтинского никеленосного узла Становой никеленосной провинции [2]. Джалтинский никеленосный узел сложен преимущественно раннеархейскими метаморфическими образованиями дамбукинской серии. В ее составе преобладают биотитовые и амфиболовые гнейсы, нередко графитсодержащие, а также кристаллосланцы с прослоями и линзами амфиболитов, кальцифиров и железистых кварцитов. Породы рассечены крупными разрывными нарушениями и прорваны сериями небольших интрузивов (силлы и дайки кортландитов, горнблендитов, пироксенитов и габбро-норитов) джалтинского комплекса раннемелового возраста [3]. Опробованные породы комплекса постоянно содержат сингенетичную вкрапленность сульфидов — пирротина, халькопирита и пентландита до 1–5%, а также примесь самородного золота.

Рудопроявление Стрелка расположено в верховье р. Ульдегит. Оно представлено дайками кортландитов и роговообманковых пироксенитов с сульфидным медно-никелевым оруденением. Одна из даек прослежена канавами на 1000 м и скважинами колонкового бурения на глубину 200 м (рис. 1). Сульфиды образуют в дайке рассеянную вкрапленность, прожилки и жилы массивных медно-никелевых руд. Минеральный состав руд постоянный, %: пирротин (90–95), халькопирит (до 3–5) и пентландит (1–3) с примесью пирита, сфалерита, арсенопирита, галенита и самородного золота. Содержание никеля, по данным штучного опробования кернa скважин, достигает 1%, меди — 6%. С поверхности по рудам развита линейная кора выветривания, достигающая глубины 100 м. Кора выветривания представлена рыхлым глинистым материалом буроватого цвета (85–90%) с мелкими блоками слабо выветрелых гнейсов, сланцев, реже порфиридных пород кислого состава. Породы в блоках осветлены, ка-

*Научно-исследовательский геотехнологический центр  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук,  
Петропавловск-Камчатский  
Институт геологии и природопользования  
Дальневосточного отделения  
Российской Академии наук,  
Благовещенск Амурской обл.*



**Рис. 1.** Разрез рудопоявления Стрелка по данным В.М. Тихонова (1965 г.) с упрощениями и дополнениями авторов по результатам осмотра керна скважины № 8. 1 – положение рудопоявления Стрелка в Амурской области (на врезке), 2 – почвенно-растительный слой, 3 – гнейсы графит-биотитовые, рассланцованные и брекчированные с вкрапленностью сульфидов, 4 – амфиболиты, 5 – пироксениты крупнозернистые, местами брекчированные с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией, 6 – сплошные (массивные) сульфидные руды, 7 – зона окисления гематит-графит-каолинового состава, 8 – скважина, 9 – канавка, 10 – шурф.

**Таблица 1.** Состав фракции 1–2 мкм материала кор выветривания по данным рентгеноструктурного анализа

Проба	Кора выветривания	Минералы
С-113	По никеленосным кортландитам	Ярозит (около 90%), монтмориллонит (до 5%), кварц, кристобалит (следы)
С-114		Ярозит (более 90%), кварц, кристобалит (1–2%)
К-18-1-5	По зоне разлома	Кварц (много), монтмориллонит, плагиоклаз, тремолит, слюда
К-18-2-32		Кварц, плагиоклаз, тремолит
К-21-16	По пироксенитам	Монтмориллонит (85–90%), хлорит (до 5%), слюда, тремолит
К-22-80		Монтмориллонит (около 90%), хлорит (1–5%), серпентин, тремолит

Примечание. Анализ выполнен на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.0 в лаборатории ДВГИ ДВО РАН. Аналитик Н.В. Груда.

олинизированы, местами окремнены и лимонизированы.

Кора выветривания по дайке пироксенитов вскрыта и прослежена по простиранию канавами на правом борту ручья Горациевский. Мощность дайки меняется от 3 до 11 м. Вмещающими породами служат амфибол-биотитовые гнейсы. Кора выветривания представлена рыхлым материалом зеленого цвета, состоящим из монтмориллонита с примесью полуразложившихся кристаллов пироксена и полевого шпата, а также гётита. Среди выветрелых рыхлых пород встречаются мелкие блоки слабо выветрелых пироксенитов и гнейсов.

Линейная кора выветривания по метаморфическим породам в зоне разлома вскрыта канавами на водоразделе ручьев Горациевский и Радостный. Мощность ее достигает первых десятков метров. Она представлена пестрой по окраске бурой и желтой до зеленоватой грубополосчатой глинистой породой. Полосы ориентированы субвертикально. Глинистый материал включает большое количество блоков слабо выветрелых гнейсов и амфиболитов. Они рыхлые, нередко ожелезненные.

Из кор выветривания каждого объекта по стенкам канав с глубины 1.5–2 м отобрано по две бороздовые пробы, весом 15–20 кг каждая. Химический состав проб определен рентгенофлуоресцентной спектрометрией на приборе S4-PIONEER. Набор глинистых и других минералов тонкодисперсного размера проанализирован на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3.0 (монохроматизированное медное излучение, напряжение 25 кВ, сила тока 20 мА, скорость счетчика 1 град/мин). Из фракции 1–2 мкм готовили ориентированные препараты методом капли. Каждый образец снимали в трех состояниях: воздушно-сухом, насыщенном этиленгликолем и прокаленном. Диагностика минералов подтверждена рентгеновскими анализами. Кроме того, выполнен минералогический анализ шлиха, полученного при промывке части проб на лотке.

По составу порообразующих оксидов наблюдается сходство материала кор, образованных

по безрудной дайке пироксенита и никеленосной дайке кортландитового состава. Это выражено в одинаково низкой концентрации кремнезема (43.8–46.9 и 43.51–46.4% соответственно) и высокой – оксида магния (20.41–23.16 и 13.11–22.16% соответственно), свидетельствующих об образовании кор выветривания обоих объектов по ультраосновным породам. Примерно одинаковы в обеих корах выветривания количества натрия и калия, а также оксидов марганца и титана. В то же время в материале коры выветривания по дайке пироксенита гораздо больше оксидов железа и кальция, но гораздо меньше – алюминия. Обращает на себя внимание и большее количество серы в коре выветривания, образованной по дайке кортландитов с медно-никелевым оруденением. По содержанию основных рудных элементов (никель, медь, кобальт, свинец, цинк) материал кор выветривания по никеленосной и безрудной дайкам существенно не различается. Состав линейной коры выветривания по метаморфическим породам в зоне разлома существенно отличается от двух предыдущих. В ней значительно больше кремнезема, оксидов алюминия и натрия, несколько больше титана, но значительно меньше магния. Меньше, хотя и ненамного, кальция и железа.

Наиболее существенны различия в составе новообразованных и реликтовых минералов в корах выветривания рассматриваемых объектов (табл. 1). В составе новообразованных минералов коры над никеленосной дайкой преобладает ярозит, в небольшом количестве отмечаются монтмориллонит и кристобалит. В отличие от никеленосной, в коре над безрудной дайкой пироксенитового состава среди минералов преобладает монтмориллонит, встречаются хлорит, тремолит и серпентин. Состав минералов коры выветривания по метаморфическим породам в зоне разлома значительно отличается от первых двух типов. В ней преобладает монтмориллонит, кроме того, встречаются реликты кварца, плагиоклаза и тремолита.

Изучение состава тяжелой фракции шлиховых проб показало следующее. В составе шлиха из ко-

ры выветривания по никеленосным кортландитам главную долю составляют минералы электромагнитной фракции, среди которых преобладает ярозит, встречаются реликты сфена и амфибола, в гораздо меньших количествах присутствуют гранат и ильменит, в одной пробе кварц. Кроме того, установлены знаковые количества пирита, циркона, монацита и рутила. Основу немагнитной фракции составляет сфен, в меньшем количестве отмечаются циркон и амфибол. Обнаружены единичные зерна пирита, галенита и самородного золота. В магнитной фракции преобладает магнетит, но количество его в шлихе менее 1 мас. %.

Набор шлиховых минералов из коры выветривания по безрудным пироксенитам значительно отличается от описанного выше. Основная доля приходится на магнитную фракцию (до 80% и более), представленную только магнетитом. Вторая по весу электромагнитная фракция представлена преобладающими пироксеном и амфиболом. Немагнитную фракцию представляют апатит и циркон.

В шлихе из коры выветривания по зоне разлома преобладает электромагнитная фракция. Она состоит главным образом из амфибола и ильменита с примесью рутила. Магнитная фракция, доля которой составляет не более 2%, состоит из мартита и магнетита с незначительной примесью гематита. В немагнитной фракции, доля которой менее 1% шлиха, встречаются циркон, рутил и апатит.

Таким образом, установлены значительные различия в составе изученных кор выветривания. Кора выветривания по никеленосным кортландитам характеризуется высоким содержанием магния и низким кремнезема, что указывает на происхождение ее за счет ультраосновных пород. В составе новообразованных минералов преобладает ярозит (более 90%), происхождение которого, несомненно, связано с окислением первичных сульфидов, отмечаются монтмориллонит (до 5%) и кристобалит (1–2%). Ярозит в значительных количествах (7.2–15.6%) обнаружен также в шлиховой пробе. На наличие сульфидов в неизменной породе указывает повышенное содержание в коре выветривания серы, а также присутствие в немагнитной фракции шлиха сульфидов – пирита и галенита. Находка в шлихах самородного золота также является признаком образования ко-

ры выветривания по золотосодержащим медно-никелевым рудам.

По безрудной дайке пироксенитов образуется кора выветривания, по валовому составу мало отличающаяся от состава коры по никеленосным кортландитам. Но состав новообразованных минералов резко отличается. В нем преобладает монтмориллонит (85–90%) с примесью хлорита (до 5%), серпентина и тремолита. Отличается и состав шлиха, в котором преобладает магнетит.

В зоне разлома по гнейсам образуется кора выветривания, которая по составу существенно отличается от двух предыдущих. В ней значительно больше кремнезема и оксида алюминия. В составе искусственного шлиха преобладают амфиболы, ильменит, мартит по магнетиту и рутил. Среди глинистых минералов преобладает монтмориллонит (90–95%). Реликтовые минералы – кварц, плагиоклаз и тремолит. Признаков первичной сульфидной минерализации не отмечается.

Проведенное исследование показало, что состав линейных кор выветривания на изученной территории меняется в зависимости от состава исходных пород. В составе глинистых минералов кор выветривания по гнейсам и амфиболитам в зоне разлома, а также в коре выветривания по дайке пироксенита преобладает монтмориллонит. В отличие от них характерными признаками коры выветривания по никеленосным дайкам и малым интрузиям является наличие в составе новообразованных минералов значительного количества ярозита с незначительной примесью монтмориллонита и кристобалита, а в шлихе – ярозита, реликтовых сульфидов (пирит и галенит) и самородного золота. Химический состав пород этой коры выветривания отличается повышенной концентрацией серы. Указанные признаки могут быть использованы при проведении поисковых работ на сульфидное медно-никелевое оруденение в условиях Верхнего Приамурья и в сходных с ним регионах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлова Н.И., Воропаева Н.П., Васильев И.А., Дербенко И.М. // Отеч. геология. 1996. № 4. С. 37–40.
2. Степанов В.А., Мельников А.В., Стриха В.Е. // Вестн. СВНЦ. 2008. № 2. С. 13–21.
3. Стриха В.Е., Степанов В.А., Родионов Н.И. // ДАН. 2006. Т. 407. № 5. С. 664–668.