

---

УДК 551.21 (571.5)  
ББК 26.321 (253.5)  
В 67

**Волкодав И.Г.**

*Доктор геолого-минералогических наук, доцент, профессор кафедры географии факультета естественных наук Адыгейского государственного университета, зав. Геолого-минералогическим музеем Адыгейского государственного университета, тел. (8772) 59-38-24, e-mail: geomuz@rambler.ru*

**Крупнейшие в Восточной Сибири субвулканы кислого состава и их рудоносность. К проблеме выделения субвулканического класса магматических формаций**  
(Рецензирована)

**Аннотация**

*В статье охарактеризованы крупнейшие изученные автором субвулканические массивы умереннокислого и кислого состава, их геологические, петрографические и геохимические особенности, взаимоотношения породных разновидностей и рудоносность.*

**Ключевые слова:** субвулканический класс, магматические и рудные формации, комплексы, гранит- и гранодиорит-порфиры, дациты, риолиты.

**Volkodav I.G.**

*Doctor of Geology and Mineralogy, Assistant Professor, Professor of Geography Department of Natural Science Faculty of Adyghe State University, Director of Geological-Mineralogical Museum of Adyghe State University, ph. (8772) 59-38-24, e-mail: geomuz@rambler.ru*

**The Eastern Siberian largest subvolcanoes of acid composition and their ore-bearing nature. On distinguishing a subvolcanic class of magma formations**

**Abstract**

*The paper discusses the largest subvolcanic massifs of moderate-acid and acid composition studied by the author, their geological, petrographic and geochemical features, mutual relations of rock types and the ore-bearing nature.*

**Key words:** a subvolcanic class, magma and ore formations, complexes, granite- and granodiorite-porphyrines, dacites, rhyolites.

Выделение субвулканического класса магматических формаций впервые предпринято автором в 1980 г. при составлении Структурно-формационной карты магматических формаций Восточной Якутии и затем было отражено в ряде публикаций [1-3].

Несмотря на то, что субвулканические образования с давних пор обособляются геологами от вулканических и плутонических, ни в одной из существующих классификаций и действующих легенд о госгеокартах этот класс формаций не нашел отражения. Субвулканические проявления обычно причленяют то к вулканическим и при этом на картах обозначают одним с ними цветом возраста стратиграфических подразделений, то к плутоническим с окраской, отражающей состав плутонов.

Автор полагает необходимым выделить в качестве субвулканических формаций устойчиво повторяющихся в геологическом пространстве и времени ассоциаций неполнокристаллических пород вулканического облика, находящихся в интрузивном залегании, а также подчиненных им и связанных с ними взаимопереходами полнокристаллических, главным образом порфировых пород. При этом оказывается, что так называемые формации малых интрузий по указанным структурно-вещественным свойствам и соотношению с окружающей средой (которые только и могут объективно характеризовать формацию) идентичны субвулканическим: сложенные стекловатыми, не-

---

полнокристаллическими порфиоровыми и афировыми породами, они имеют интрузивные формы залегания.

В природе субвулканические комплексы, как правило, структурно отделены и от вулканических, и от плутонических. Вот примеры.

В океанском типе земной коры четко обособлены сверху вниз: слой вулканических базальтов; слой субвулканического шит-комплекса или комплекса «дайка в дайке» и слой плутонических габбро.

В трапповых полях в низах вулканических толщ базальтов и под ними распространены субвулканические силлы диабазов и долеритов.

В местах широкого проявления магматитов кислого и среднего состава (Верхоянье, Приморье) распространены и вулканы, и субвулканы (от малых даек и силлов до гигантских в сотни кв. км тел стекловатых и неполнокристаллических пород), и плутонические гранитоиды.

Выделение трех (а не двух) формационных классов магматитов подтверждают также расчеты, выполненные В.С. Шкодзинским, которые показали наличие трех температурных типов магм (любого состава): высокотемпературных, достигающих поверхности и изливающихся, среднетемпературных – почти доходящих до поверхности, но не изливающихся, и низкотемпературных, кристаллизующихся на глубине [4].

*Гранодиорит-дацитовая формация.* Эта формация выделена автором впервые, несмотря на огромные масштабы и повсеместное распространение составляющих ее объектов и обилие литературы, им посвященной. Субвулканы, сложенные умереннокислыми породами, часто гигантских размеров широко распространены в Верхояно-Колымской складчатой системе, достаточно хорошо изучены и многократно описаны (Рудич, 1959, 1966, 1975, 1978; Ичетовкин, 1962, 1963; Гельман, Ичетовкин, 1970 и др.). Эта информация, а также материалы автора приводятся ниже [2, 3].

Помимо крупных и среднего размера субвулканических тел в гранодиорит-дацитовую формацию включены многочисленные штоки, дайки и силлы, присутствующие всюду, где есть какие-либо проявления умереннокислого магматизма иных формационных типов.

Магматические тела этой формации входят в состав абкитского силурийско-раннедевонского, кедонского и сибеганского средне-позднедевонских комплексов, салтагатасского, нера-бахапчинского и др. позднеюрских комплексов, тарынского, верхнеаллахского, частей полоусненского и кигилляхского и др. меловых комплексов.

Масса даек умереннокислых пород (дацитов и гранодиорит-порфиров) входит в состав дайковых свит Яно-Индибирской синклиналиной зоны. Они сплошь и рядом оказываются добатолитовыми, вмещают синтектоническое золотое оруденение, развитое в них в виде множества лестничных жил. Предшествование этого оруденения батолитам также установлено многими наблюдениями. Все эти данные вынуждают согласиться с предположениями предшественников о позднеюрском возрасте этих образований, также входящих в состав нера-бахапчинского комплекса.

Самыми распространенными проявлениями гранодиорит-дацитовой формации являются субвулканические тела и дайки позднеюрского и мелового возраста, отнесенные автором к тарынскому и верхнеаллахскому комплексам, названных так по наименованиям наиболее крупных территориально разобобщенных массивов. Возраст их принимается такой же, как у сопутствующих им вулкаников.

Субвулканы верхнеаллахского и тарынского комплексов располагаются в обрамлении и в пределах Охотского массива, Сунтар-Лабынкырского и Эльгинского блоков. Там же располагается множество даек и мелких штоков, тяготеющих к рудномагматическим узлам и зонам, рассекающим Яно-Индибирскую синклиналиную зону и Южно-Верхоянский синклинорий.

---

Тарынский и Верхне-Аллахский субвулканы, расположенные в Тас-Кыстабытской и Юдомской зонах соответственно, являются наиболее типичными представителями формации.

Общими чертами крупных субвулканов являются:

- однотипные вещественные составы и структурно-морфологические особенности массивов и слагающих их монопородных тел;
- приуроченность к мульдам брахиформных синклиналей (овальных, треугольных, крестообразных в плане) в пределах жестких блоков, обычно внутри мегасинклиорий;
- пространственное совпадение с ними крупнейших отрицательных гравитационных аномалий;
- приуроченность к центральным частям вулкано-тектонических депрессий, оконтуренных дуговыми и кольцевыми разломами и дайками;
- однотипная последовательность становления вулкано-плутонических ассоциаций: шток, дайка-покров-субвулкан-гипабиссальная интрузия-мезоабиссальная интрузия.

*Верхне-Аллахский субвулкан* представляет собой крупное, площадью 600 кв. км чечевицеобразное тело, расположенное в южной половине Юдомской вулканотектонической депрессии; подстилается и окаймляется по краям раннемеловыми андезитами и ранне-позднемеловыми риолито-дацитами авлинской и дюстачанской свит. Покровы и нижняя контактовая поверхность субвулкана наклонены к его центральным частям. Северный край массива перекрывается агломератами с глыбами дацитов и пестрыми риолит-дацитовыми игнимбритами и туфами верхнекогарской свиты сеномана. По геологическому положению, времени образования и вещественному составу Верхне-Аллахский субвулкан коррелируется с нижнекогарской свитой дупироксеновых андезитов нижнесенманского возраста. Радиологический возраст пород субвулкана 98-85 млн. лет. Сложен субвулкан серыми внешне однородными дацитами главной фации и черными гиалодацитами краевой и апикальной фаций.

Неотъемлемой составной частью субвулкана являются проникающие в него по пологим и крутым контракционным трещинам пластовые и жильные тела адамеллит-порфиров, гранодиорит-порфиров, мелко-равномернозернистых и порфировидных кварцевых диоритов, гранодиоритов и адамеллитов. Отсутствие зон закалки и однотипность состава свидетельствуют о кристаллизации полнокристаллических пород в гипабиссальных условиях среди неостывших дацитов.

Дациты главной фации представляют собой серые и светло-серые порфировые породы и характеризуются небольшим (1,5-3 мм) размером многочисленных вкрапленников, погруженных в аллотриаморфнозернистую основную массу. Дациты апикальной и краевой фаций слагают зоны закалки субвулкана мощностью от 50 до 150 м и часто постепенно, а иногда и резко сменяются породами центральных частей массива. Для дацитов внешних зон характерна микрофельзитовая до витрофировой у контактов структура основной массы, содержащейся в несколько большем количестве, чем в дацитах главной фации. Для краевых гиалодацитов типичны флюидалность основной массы и обломочно-оскольчатый характер значительной части вкрапленников. Дайковые (жильные) члены комплекса представлены породами типа андезито-дацитов.

Среди дацитов главной фации выделяются биотит-роговообманковые и пироксен-роговообманково-биотитовые породы с большим (11%) или меньшим (8%) содержанием калишпата. Плагиоклаз вкрапленников (23-36%) № 40 часто имеет битовнитовые ядра, лабрадорную промежуточную зону и тонкую внешнюю кайму кислого андезина; калишпат (6-11%) – ортоклаз; цветные минералы: маложелезистый биотит, амфибол – бурая роговая обманка (0-8%), клинопироксен (салит) и ортопироксен (магнезиальный гиперстен), – в сумме составляют до 2% объема породы. Акцессорные минералы представлены циркон-апатит-ильменитовой ассоциацией [5].

Гранодиорит-порфиры, кварцевые монцонит-порфиры и адамеллит-порфиры силов и даек обычно связаны взаимопереходами, с одной стороны, с дацитами главной фации, с другой, – спорфировидными и равномернозернистыми гранодиоритами, кварцевыми монцонитами и адамеллитами. Отличительной чертой пород этой группы является крупнопорфировая структура с вкрапленниками полевых шпатов размером до 1,5-2 см и дымчатого кварца размером 3-5 мм. На долю зернистой основной массы (микрогранитовой, микроаплитовой, микрографической) приходится не более 50-55% объема породы. Плагноклаз – андезин № 40-45 с лабрадором (до № 62) в ядрах, калишпат – ортоклаз, биотит и амфибол – более железистые, чем в дацитах, клинопироксен – только во включениях в плагноклазе, акцессории – циркон-ортит-апатит-ильменитового спектра. Иногда отмечается альмандин.

Гранодиориты состава\* : ПЛ – 45,2%; КПШ – 18,7%; КВ – 27,3%; БИ – 6,6%; АМФ – 2,0%, – среднезернистые порфировидные породы. Плагноклаз содержит 34-44% анортита, амфибол – близок к магнезиогастингситу, акцессории: ильменит, циркон апатит.

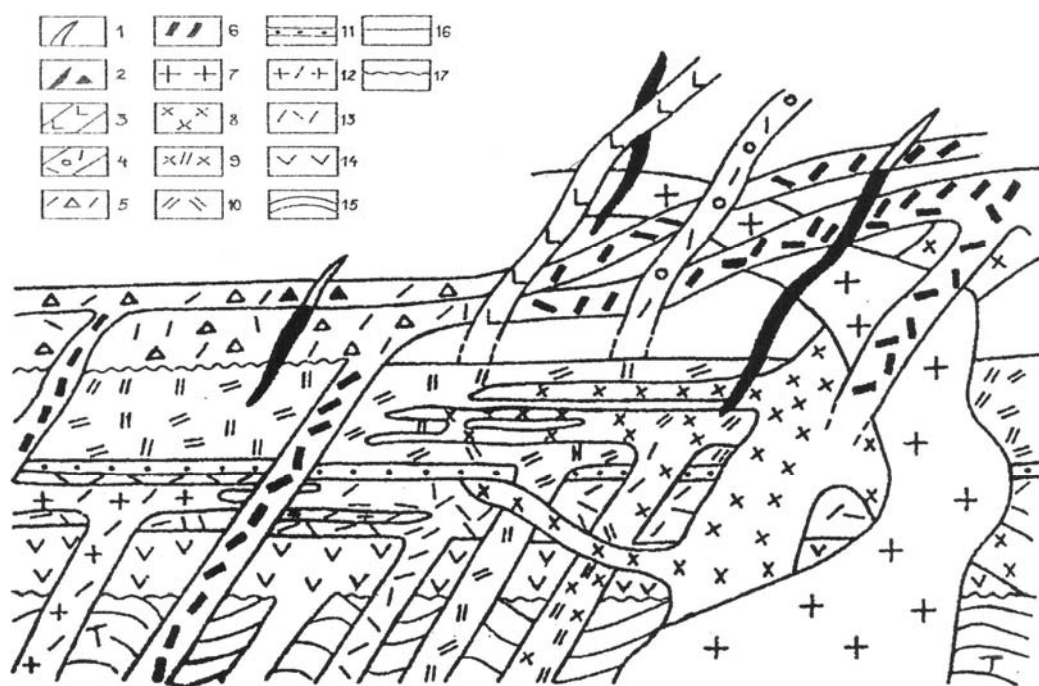


Схема взаимоотношений магматических и гидротермальных образований районов Верхнее-Аллахского и Винто-Халыинского субвулканов

1 - кальцит-эпидот-цеолитовые жилы; 2 - хлорит-кальциевые жилы с касситеритом и их обломки; 3 - дайки диабазов; 4 - дайки ортофиоров и кварцевых каратофиоров; 5 - кислые туфоингнимбриты верхнее-когарской свиты; 6 - дайки риолитов и гранит-порфиоров (их корни); 7 - крупно- и среднезернистые лайкократовые и субщелочные граниты; 8 - пластовые, жильные тела и массивы гранитоидов повышенной основности; 9 - гранодиорит-порфиры Верхне-Аллахского субвулкана; 10 - дациты Верхне-Аллахского субвулкана; 11 - кислые туфы, лагунно-континентальные отложения; 12 - риолиты и гранит-порфиры Винто-Халыинского субвулкана; 13 - кислые игнимбриты и туфы дюстачанской свиты; 14 - андезиты авлинской свиты; 15 - триасовые песчано-сланцевые отложения; 16 - геологические границы согласные и секущие; 17 - геологические границы несогласные

Тарынский субвулкан, расположенный в пределах хребта Сарычева, при всей своей огромности (1800 кв. км, врез до 1,5 км) сложен на 90% однородными гиперстено-

\* В статье приняты сокращения: АМФ – амфиболит, БИ – биотит, КВ – кварц, КПШ – калиевый полевой шпат, ПИР – пироксен, ПЛ – плагноклаз, ЦВ – цветные минералы.

---

выми дацитами с примесью не более 1% биотитовых дацитов. Гранодиорит-порфиры, по данным К.Н. Рудича, имеют резкие контакты и постепенные переходы с дацитами, среди которых слагают пологие плитные тела: резкие с зонами закалки контакты характерны для апикальных, постепенные переходы – для внутренних частей [6].

Гиперстеновые дациты – внешне сходны с верхнеаллахскими. Микрофельзитовая основная масса цементирует вкрапленники преобладающего среди них плагиоклаза N 35-45, реже N 53, калишпата, кварца, гиперстена с 42-44% железистого компонента и биотита. Средний состав: ПЛ – 31,6%; КПШ – 2%; КВ – 0,7%; БИ – 1,8%; ПИР – 4,1%, рудные и акцессорные минералы – 2%, основная масса – 57,6%. Среди акцессориев (апатит, циркон, ильменит, пирротин) важное место занимают кристаллы альмандина и пироп-альмандина, часто являющихся пороодообразующими [6].

Гранодиорит-порфиры – крупнопорфировые породы с микропегматитовой основной массой имеют средний состав: ПЛ – 39,8%; КПШ – 21,0%; КВ – 17,1%; цветные минералы (биотит, амфибол, реликты пироксена) – 6,5%, микропегматит – 13,3%, акцессорные и рудные минералы (циркон, апатит, сфен, магнетит, иногда обильный альмандин) – 1,3% [7]. По наблюдениям автора содержание альмандина в иных телах гранодиорит-порфиров, как и в дацитах, таково, что он может считаться пороодообразующим минералом.

Андезито-дациты в виде силло- и дайкообразных тел встреченные в окружении массива отличаются от дацитов главной фации большей основностью плагиоклаза и большим содержанием гиперстена, ассоциирующего с пироп-альмандиновым гранатом.

Ассоциации маложелезистого гиперстена с пироп-альмандином и двух пироксенов с калишпатом, как известно, типичны для сухих чарнокитовых магм, формирующихся в зонах гранулитового метаморфизма. Первая присуща Тарынскому, вторая – Верхне-Аллахскому субвулканам.

Важным отличием минеральных парагенезисов субвулканов является частичное (местами полное) замещение гиперстена роговой обманкой в дацитах Верхне-Аллахского массива и отсутствие роговой обманки в Тарынских дацитах, свидетельствующие о различиях в эволюции магматического расплава в зонах зарождения чарнокитоидного расплава или на его пути к поверхности: в первом случае с гидратацией в исходной или промежуточной камере в условиях амфиболитового метаморфизма, во втором – без гидратации. В гранулитовой зоне, видимо, сформирован и парагенезис вкраплений альмандина и маложелезистого кордиерита, зафиксированный автором в вулканических андезито-дацитах, непосредственно подстилающих Верхне-Аллахский субвулкан. Становление чарнокитоидных комплексов соответствует, очевидно, максимуму развития прогрессивного позднемезозойского метаморфизма.

Показательно, что наиболее яркие следы этого максимума проявились в геантиклинальных частях геосинклинальных трогов, и поэтому постоянно совпадающие с ареалами чарнокитоидного магматизма региональные поля гравитационных минимумов, вероятнее всего, отвечают ареалам гранитизации и разуплотнения, а не прогибам в рельефе поверхности консолидированной коры, как считают многие геофизики и тектонисты [8].

Дациты Верхне-Аллахского и Тарынского субвулканов пересыщены кремнекислотой и умеренно обогащены щелочами и в большинстве случаев пересыщены глиноземом. Адамелит- и гранодиорит-порфиры и их равномернокристаллические аналоги отличаются преобладанием нормальных пород, умеренно богатых щелочами и наличием щелочных разновидностей с коэффициентом щелочности до 1,14. В целом породы комплексов близки к средним типам, отличаясь от них несколько повышенной щелочностью калиево-натриевого типа и известковистостью.

По геохимии пород формации наиболее полные сведения получены автором при изучении Верхне-Аллахского массива и В.Г. Суховерковым – при картировании Та-

---

рынского. Породы первого обогащены серебром, оловом и мышьяком, цинком и молибденом. Эти данные согласуются с материалами по рудоносности массивов, несущих золото-серебряное, олово-серебряное, олово-серебро-полиметаллическое оруденение.

*Гранит-риолитовая* субвулканическая формация, также впервые выделенная автором, представлена крупными массивами, штоками и дайками.

Среди многочисленных меловых риолитовых субвулканов наилучшим образом изучены субвулканы винтохальинского и буордахского комплексов.

*Винтохальинский комплекс.* Из южноверхоянских риолитовых субвулканов наибольшей известностью пользуется *Винто-Хальинский*, изученный Н.В. Ичетовкиным и автором. Форма массива – вытянутая с юга на север линза площадью – более 200 кв. км, вертикальным врезом – до 1,5 км. Контактные поверхности и подстилающие породы наклонены внутрь массива. Здесь, в северной переклинали близмеридиональной Юдомской вулcano-тектонической депрессии, после извержений лав среднего, а затем кислого состава, происшедших в конце альба начале сеномана, в центральную часть депрессии без ощутимого перерыва в магматической деятельности внедрилась огромная масса кислой магмы, в процессе быстрой кристаллизации которой почти у поверхности сформировался крупный риолитовый субвулканический массив. Сложное по форме решетчато-этажное интрузивное образование гранит-порфиорового состава, пронизавшее риолиты, выкристаллизовано из той же порции магмы, затвердевшей в гипабиссальных условиях. Радиологический возраст риолитов 95 млн. лет. Перекрываются породы этого и подобных ему субвулканов свитой пестроцветных игнимбритов кислого состава с остатками позднемеловых хвойных. В соседней Нитканской впадине в низах свиты О.П. Разгонов и автор описали глыбы гранит-порфиров и риолитов.

Массивные риолиты – среднепорфировые, полифировые, близкие к невадитам породы имеют состав: ПЛ – 13,0%; КПШ – 22,7%; КВ – 14,6%; ЦВ – 2,9%; рудн. – 0,4%; осн. масса – 46,5%. Плагноклаз внутренних зон имеет – N 32-37 и внешний – N 28. Цветные – роговая обманка и биотит. Основная масса – фельзит с участками микрогранитового строения. Гранит-порфиры – крупнопорфировые породы состава: ПЛ – 14,4%; КПШ – 29,6%; КВ – 10,4%; БИ – 1,0%; осн. масса – 45,5%, имеет микрогранитовое строение. Спектр аксессуарных минералов у риолитов и гранит-порфиров сходен: циркон, апатит, ильменит, гранат, реже ортит, флюорит и др.

Породы могут быть отнесены к типу пород пересыщенных кремнекислотой, умеренно богатых щелочами, существенно калиевых с равным долевым участием нормальных и пересыщенных алюминием. Последние характеризуются относительно меньшим содержанием щелочей и полевошпатовой извести и большим количеством железомagneзиальных компонентов в сравнении с более щелочными и лейкократовыми нормальными породами. Коэффициент щелочности последних обычно больше единицы.

*Буордахский комплекс* представлен одноименным и серией других кислых субвулканов в составе Уяндино-Ясачненского пояса в пределах хребта Черского. *Буордахский* субвулкан крупнейший из них и наиболее типичный, изученный К.Н. Рудичем [9]. Его породами сложена наивысшая в Верхояно-Колымской складчатой системе вершина – пик Победы высотой 3147 м. Массив представляет собой огромное каплевидное в плане тело с расширенной северной и утоненной южной частями, ориентированное длинной осью под углом 45° к Дарпирскому разлому и на этом основании связывается с его оперением, отвечающим этапу правобоковых перемещений. Площадь массива без учета его южного фланга, рассматриваемого как самостоятельный Кыгыл-Хаинский субвулкан, составляет 675 кв. км, т.е. по размерам он не уступает средним батолитам Главного пояса. В поперечном разрезе субвулкан имеет на юге клинообразную, на севере чашеобразную форму. Контакты массива в первом случае секущие, во втором – согласные с напластованием осадочных и вулканогенных пород, падающих к центру

---

массива. Ответвления в виде межслоевых инъекций, секущих штоков и даек проникают на расстояния до 1,5 км от контакта. В сложении субвулкана участвуют субщелочные и лейкократовые риолиты, реже трахириолиты, т.е. субвулканы в смысле состава идентичны не гранитовой, как считалось, а лейкогранитовой и лейгранит-граносиенитовой формациям. Риолиты образуют главную фацию. Комплекс пронизывающих силлов представлен гранит-порфирами.

Наличие в риолитах обломков гранитов типа эриakitских одноименного батолита и данные калий-аргоновых датировок побудили считать Право-Интаxский и сходный с ним Буордахский субвулканы позднемеловыми образованиями.

Химизм пород субвулканов позволяет относить их к группе пород умеренно богатых и богатых щелочами (7,5–8,5% щелочных окислов).

Геохимические особенности риолитов и гранит-порфиров меловых комплексов охарактеризованы автором на материалах массовых анализов пород Винто-Хальинского субвулкана. В них в надкларковых количествах находятся олово – 3-8%; свинец – 0,7-3,3%; серебро – 6,4%; золото – 1,4%; бор – 0,5-1,5%; никель – 1,2%; ванадий – 1,6% кларка кислых пород.

Рудоносность риолитовых субвулканов обильна и разнообразна: в Винто-Хальинском локализованы месторождения касситерит-сульфидной формации и редкометальные проявления; в уяндино-ясанченских субвулканах – золото-серебряное и золото-барит-полиметаллическое оруденение. Особое внимание привлекает концентрированное в малых субвулканических телах олово-порфировое и редкометально-оловянное оруденение Полоусненского района и Чохчуро-Чокурдахской зоны.

Ниже приводится описание некоторых наиболее характерных рудных формаций, образующих месторождения в телах крупных кислых субвулканов.

*Касситерит-силикатная формация* представлена двумя минеральными типами: хлорит-кварцевым и турмалин-кварцевым. Первый образует значительные месторождения, такие как Хаардахское непосредственно в теле субвулкана, второй ассоциирует с малыми телами субвулканических пород.

*Хаардахское месторождение* открыто, в течение ряда лет изучалось автором и детально описано им в статьях [10]. Локализовано оно на восточном фланге Юдомской вулканической депрессии. Вмещают его породы Верхне-Аллахского субвулкана, погружающиеся под него вулканиты мела и породы терригенного (пермь–триас) комплекса. Четковидные оловорудные тела локализованы в субвертикальных зонах разломов двух направлений: северо-западного и северо-восточного. Многокилометровые зоны пересекают разнообразные изверженные и осадочные породы, сохраняя при этом постоянный минеральный состав и облик. Это свидетельствует о генерации оруденения крупным глубоко залегающим источником, видимо, гранитоидным массивом. На это указывает и состав внутрирудных даек (гранит- и гранодиорит-порфиры), и необычный для месторождений субвулканического типа более чем километровый вертикальный размах оруденения. Рудные тела представлены касситерит-хлорит-кварцевыми жилами, касситеритоносными зонами метасоматической хлоритизации и прожилково-метасоматического окварцевания и минерализованными зонами дробления. Изучение трещиноватости пород показало, что рудовмещающие разрывы в момент минералообразования представляли собой сдвиги. Вертикальное падение и меридиональное простирание кварцевых прожилков в зонах показывает, что северо-западные зоны функционировали как правые сдвиги, а северо-восточные – как левые, что подразумевает близмеридиональное сжатие в момент рудоотложения.

Рудоотложение протекало на фоне непрекращающейся вулканической деятельности. Главный рудный этап по рудным обломкам в игнимбритах фиксирован во времени между первыми эруптивными выбросами вулканических аппаратов и последующими

---

извержениями игнимбритов верхнекогарской свиты, что позволяет считать оруденение сеноманским.

Минералогическими особенностями месторождения являются дисперсный характер касситерита, наличие колломорфных хлорит-касситеритовых агрегатов, широкое развитие железистого хлорита, присутствие гематита и флюорита, незначительная роль сульфидов и отсутствие минералов бора. В отдельных пробах содержание золота превышает 10 г/т, что требует специального изучения. Образование месторождения происходило в три стадии, из которых последняя отделена внедрением кислых даек и образованием горизонта игнимбритов. Касситерит отложился, в основном, в первую стадию. Рудоотложение предварялось и сопровождалось интенсивным метасоматизмом вмещающих алюмосиликатных пород, главным образом их хлоритизацией.

*К турмалиновому типу касситерит-силикатной формации* отнесено *Хороньское месторождение* и ряд рудопроявлений. Месторождение характеризуется по материалам Н.Г. Андриянова и др. [9]. Расположено оно в раме Нитканской вулканотектонической депрессии и относится к группе жильно-стратиформных. Основные рудные тела представляют собой пластовые залежи турмалин-сульфидно-кварцевого состава, локализованные в ороговикованной флишеидной толще менкеченской свиты, прорванной штоками, силлами и дайками гранодиорит-порфиров, среди которых различаются дорудные и пострудные. В пределах рудного поля интенсивно проявлено площадное метасоматическое преобразование пород: грейзенизация, сопряженная с турмалинизацией, и пропилитизация. Характерны пликативные формы – брахиантиклинали и флексуры. Состав руд меняется от существенно кварцевого до полисульфидного. Разведано несколько протяженных залежей в стратиграфическом интервале около 200 м. В секущих жилах и пластовых залежах состав руд сходен. Оруденение Хороньского поля многостадийное, но касситерит отложился почти целиком в одну касситерит-кварцевую стадию [9].

*Касситерит-сульфидные месторождения* принадлежат к двум минеральным типам: хлорит-арсенопирит-пирротиновому и галенит-сфалеритовому. К первому относятся многочисленные месторождения, приуроченные к сульфидизированным полям роговиков над скрытыми гранитоидными массивами небольшого размера, ассоциированные с пучками даек кислого и среднего составов. Таковы Имтачанское, Угамытское, Эрикагское и другие месторождения, представленные сериями кварцево-полисульфидных, существенно пирротиновых жил. На флангах роговиковых полей состав сульфидного выполнения меняется и происходит смена первого минерального типа вторым, галенит-сфалеритовым.

На *Имтачанском месторождении*, наиболее изученном, разведанное главное рудное тело представляет собой протяженную жилу сложной конфигурации в близвертикальной минерализованной зоне регионального Имтачанского разлома северо-восточной сунтарской системы. Это сравнительно небольшое месторождение разведывалось как фланг крупного серебро-свинцового галенит-сульфоантимонитового Верхне-Менкеченского месторождения. По данным автора руды этих объектов разновозрастны, причем относительно низкотемпературные серебро-свинцовые руды предшествуют не только касситерит-сульфидным, но и массиву, с которым связаны последние. Олово в данном минеральном типе отложено в раннюю касситерит-хлорит-кварцевую стадию (часто совместно с вольфрамитом) и меньших количествах в последующую кварц-арсенопирит-пирротиновую.

*Галенит-сфалеритовый тип касситерит-сульфидной формации и галенит-марматит-пирротиновый минеральный тип свинцово-цинковых месторождений* в минералогическом и генетическом отношении тождественны (месторождения Подвешенное, Кутинское, Ниванджинское, Зарницинское, Джатонское и др.) и поэтому рассмат-



---

риваются совместно. Их особенности характеризуются по данным Д.А. Дорофеева на примере наиболее значительных объектов, сосредоточенных в породах Юдомской вулканотектонической депрессии, в основном в телах Вино-Халыинского и Верхне-Аллахского субвулканов.

Рудовмещающие протяженные крутопадающие нарушения имеют северо-западное, реже меридиональное и еще реже – северо-восточное направление. Морфология рудных тел изменчива: жилы выполнения, минерализованные зоны дробления, пояса сетчато-прожилковых и вкрапленных руд. Широко развиты зоны гидротермального изменения пород. Вертикальная зональность, выраженная в тяготении пирротина к нижним частям, сфалерита к средним и галенита к верхним горизонтам, проявлена довольно отчетливо, при этом на всех уровнях первым отлагался доминирующий минерал, последним – подчиненный. Образование минералов олова начиналось с окисной формы в раннюю стадию и достигало максимума в главную сульфидную стадию, когда отлагались тиостаннаты меди и свинца. Последующее окварцевание сопровождалось распадом тиостаннатов и образованием позднего дисперсного касситерита. Преимущественное развитие одностадийных руд с элементами телескопирования предполагает небольшую глубину источника оруденения. Тесное ассоциирование с гранитоидными массивами и субвулканами позволяет относить данные минеральные типы месторождений к плутоногенному и субвулканическому классам.

Уникальный *сфалерит-альмандин-сидерофиллитовый* минеральный тип выделен автором на примере рудных тел Астрочанского проявления в контактовом ореоле Эмкырчанского лейкогранитового массива. В биотитовых роговиках по терригенным и кислым субвулканическим породам локализованы жилы и залежи, своеобразных руд сложного сульфидно-силикатного состава. Сульфиды, гранат, биотит и цинковая шпинель (ганит) образуют парагенетическую ассоциацию: сфалерит пропитывает биотитовый агрегат без каких-либо реакционных взаимоотношений между ними; цементируя гранат, сфалерит одновременно наблюдается в виде включений в зонах роста гранатовых кристаллов; октаэдри синего ганита рассеяны в биотите. До исследований автора эти руды относились к скарнам, гранат считался гроссуляром – андрадитом, зеленоватый биотит – хлоритом. Между тем химический анализ граната показал следующие содержания компонентов: альмандин – 91,6%, пироп – 3,0%, спессартин – 5,4% – биотит оказался сидерофиллитом. Другие типы минерализации, в том числе молибденит- и касситерит-кварцевые, накладываются на гранат-биотит-сульфидные руды, изменяя их состав, замещая, в частности, биотит мусковитом.

Природа этих руд автору не вполне понятна. Высказанное им ранее предположение о том, что руды представляют собой высокотемпературные контактовые метаморфиты по хлорит-полиметаллическим рудам предшествующих лейкогранитам магматического и рудного этапов, остается в силе.

*Графитовая рудная формация* также тесно ассоциирует с кислыми субвулканами. Линзы графитоносных пород мощностью до 10 м и длиной в сотни метров с содержанием графита до 50% давно обнаружены среди пород Тарынского субвулкана (месторождение Аид и Бастаки-Тутура и др.) [11].

В вулканосубвулканической толще, примыкающей с юга к телам Верхне-Халыинского гранодиоритового массива и ассоциированного с ним Джотысканского дацит-гранодиорит-порфирикового субвулкана, автор в 1966 г. наблюдал дайки крупнопорфировых кислых пород, насыщенных вкрапленностью графита. Причем графит присутствовал не только в основной массе, но и во вкраплениях полевого шпата, в которых зоны роста крупных кристаллов чередовались с зонами роста графита, что доказывало их совместную кристаллизацию из расплава. Позднее в этой толще были обнаружены залежи графита промышленных масштабов.

---

В Верхоянско-Колымской складчатой системе известны и другие графитовые проявления, ассоциированные с малоглубинной и субвулканической гранитоидными ассоциациями, которые даже при ограниченных запасах заслуживают оценки как местный источник графита в развивающемся золотоплавильном производстве.

В «Опыте описательной минералогии», в томе I «Самородные элементы», В.И. Вернадский впервые свел воедино информацию обо всех известных генетических типах графита, среди которых охарактеризованы и магматические. Он приводит данные опытов Люци (1891), который доказал легкую растворимость графита в расплавленных силикатах и выделение его при остывании расплавов в кристаллическом виде. Как следует из многочисленных приведенных В.И. Вернадским примеров, кристаллический графит выделяется из гранитов, пегматитов, сиенитов, кварцевых порфиров, диоритов, диабазов, базальтов и кимберлитов. В.И. Вернадский предполагает, что выделение графита происходило не столько в результате прямой экстракции углерода из остывающей магмы, сколько в результате разложения летучих магматогенных соединений. Так, считает он, сформировались многие крупнейшие месторождения в Европе, разрабатывающиеся в течение столетий [12].

Таким образом, для Верхояно-Колымской части Восточной Сибири весьма характерны малые и чрезвычайно крупные батолитовой размерности магматические тела кислого и умереннокислого состава, принадлежащие к гранит-риолитовой, гранодиорит-дацитовой формациям субвулканического класса и обладающие не только специфическими наборами структурно-вещественных характеристик, но и типичными для них рудными формациями промышленных масштабов.

#### Примечания:

1. Волкодав И.Г. Магматические формации и цикличность геологических процессов Верхояно-Чукотской складчатой области // Геология полезных ископаемых Верхояно-Колымской складчатой системы. Якутск: Якут. кн. изд-во, 1984. С. 57-73.
2. Волкодав И.Г. Субвулканический класс магматических формаций // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы: материалы 3 Междунар. конф., г. Туапсе. Майкоп: Изд-во Адыг. гос. ун-та, 2005. С. 40-41.
3. Волкодав И.Г. Вулканно-субвулканические комплексы (Южное Верхоянье) // Вулканизм, биосфера и экологические проблемы: материалы 5 Междунар. конф., г. Туапсе. Майкоп: Изд-во Адыг. гос. ун-та, 2009. С. 31-32.
4. Шкодзинский В.С. Фазовая эволюция магм и петрогенезис. М.: Наука, 1985. 283 с.
5. Ичетовкин Н.В. Состав и условия образования Верхне-Аллахского субвулканического комплекса (Южное Верхоянье) // Палеовулканология и проблемы вулканических формаций. Алма-Ата: Изд-во Каз. ССР, 1963. С. 117-128.
6. Рудич К.Н. Магматизм хребта Сарычева. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 104 с.
7. Структура и эволюция земной коры Якутии / под ред. В.В. Ковальского. М.: Наука, 1985. 248 с.
8. Рудич К.Н. Вулкано-плутонические формации цепи Черского. М.: Наука, 1966. 97 с.
9. Волкодав И.Г. Субвулканическое Хаардахское месторождение касситерит-силикатной формации // Новые данные по геологии рудных месторождений Якутии. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1978. С. 5-34.
10. Андриянов Н.Г., Наумов Г.Г., Осипов В.Н. Геологическое строение и эндогенная минерализация Хороньского месторождения (Восточная Якутия) // Геология и минералогия рудных узлов Яно-Колымской складчатой системы. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1984. С. 50-60.
11. Геология СССР. Т. XVIII. Якутская АССР. Полезные ископаемые. М.: Недра, 1979, 319 с.
12. Вернадский В.И. Избранные сочинения: в 2 т. Т. 2. М.: Изд-во. АН СССР, 1955. 363 с.