

## **ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ В СИБИРСКИХ ТРАППАХ КАК ОБЛАСТИ НАКОПЛЕНИЯ И РАЗГРУЗКИ ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ В ПРОЦЕССЕ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ РЕГИОНА**

**В.В. Рябов, А.А. Лапковский**

Институт Геологии и Минералогии СО РАН, г. Новосибирск, e-mail: rapp@uiggm.nsc.ru

На территории сравнительно однородного по структуре базальтового поля Сибирской платформы выделяются локальные области со сложной вулcano-тектонической структурой. Размер этих структур варьирует от десятков километров до 100-150 км и более. Наиболее крупные из них располагаются в краевых частях базальтового поля платформы в зонах пересечения региональных долгоживущих глубинных разломов. К вулcano-тектоническим структурам приурочены проявления различных по составу рудопоявлений и месторождений, поэтому они отождествляются с рудными узлами [Кавардин, 1976; и др.]. Наиболее крупными рудными узлами являются: Норильский, Талнахский, Южно-Норильский, Веткинский, Курейско-Горбиачинский, Кулюмбинский, Нижнекурейский, Тальминский, Микчандинский, Северореченский и др. Информация об этих рудных узлах имеется в геологической литературе. В настоящем сообщении основное внимание акцентируется на трёх элементах вулcano-тектонических структур: на особенностях проявления, строения и состава вулcano-плутонов, а также на аномальных по составу кальдерах проседания и диатремах. Эти элементы вулcano-тектонических структур имеют большое значение для оценки физико-химических условий эволюции рудно-магматических систем в траппах. Они указывают на то, что вулcano-тектонические структуры являлись областями декомпрессионного стягивания и разгрузки пластовых флюидов в период тектоно-магматической активизации региона. Указанные элементы структур ярко проявились в Курейско-Горбиачинской, Веткинской и Южно-Норильской вулcano-тектонических структурах, на примере которых они здесь рассматриваются.

Курейско-Горбиачинская вулcano-тектоническая структура является одной из крупнейших в регионе [Струнин, 1983]. Она располагается в зоне пересечения Имангдино-Летнинского разлома с оперяющими – Кулюмбинским, Горбиачинским, Курейским и др. В современном плане Курейско-Горбиачинская вулcano-тектоническая структура представляет вытянутую полукольцевую структуру размером 120x300км, которая вскрыла корневые части Кулюмбинского, Джалтульского и Пелядкинского (Нижнекурейского) вулcano-плутонов. Вулcano-плутоны образуют кольцевые ансамбли интрузий (типа конус в конусе) в сочетании с линейно вытянутыми вдоль разлома дайкоподобными телами.

Характерная особенность вулcano-тектонических структур заключается в проявлении: 1 – дифференцированных интрузий, 2 – магнезиальных интрузий, 3 – интрузий повышенной мощности, 4 – вкрапленных сульфидных руд в различных по составу интрузиях, 5 – в широком развитии метасоматитов, 6 – рудопоявлений с различной геохимической специализацией (колчеданных, магнетитовых, шпатоносных, бороносных и др.).

В Курейско-Горбиачинской вулcano-плутонической структуре насыщенность разреза осадочных пород интрузиями достигает 70%, а суммарная мощность интрузий составляет около 1000 метров. Образующие вулcano-плутон интрузии имеют широкие вариации состава и степени дифференциации. В пределах структуры концентрируются интрузии повышенной магнезиальности. За пределами структуры они практически отсутствуют. Среди интрузий вулcano-плутона отмечаются недифференцированные, слабодифференцированные от оливиновых до кварцсодержащих или от троктолитовых до оливинсодержащих габбродолеритов. Кроме того, выделяются глубоко дифференцированные интрузии: от оливиновых габбродолеритов до гранодиоритов (Кулюмбинская) [Виленский и др., 1964] и от пикритовых и троктолитовых до кварцевых монзонитов и гранитов (Среднегорбиачинская) [Лапковский, 2008]. В габбродолеритах Джалтульского вулcano-плутона установлены Pt-Fe-металльные, Pt-Cu-Ni сульфидные и магнетитовые руды. На Сибирской платформе все расслоенные рудоносные трапповые интрузии располагаются в зонах глубинных разломов. Существует представление, что дифференциация базальтового расплава обусловлена участием летучих и происходит в процессе его внедрения и взаимодействия с пластовыми флюидами в магмовыводящих каналах [Ryabov, 2006]. Подтверждением участия пластовых флюидов в

дифференциации расплава и рудообразования являются изотопные данные. В Среднегорбиачинской интрузии отмечаются широкие вариации изотопного состава стронция и высокая доля «коровых» его значений,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  изменяется от 0,7057 до 0,7110 ‰ [Королева, Олейников, 1998]. Сульфидная вкрапленность в габбродолеритах имеет  $\delta^{34}\text{S}$  10,0-11,3‰, а пирротин из сульфидных жил на контакте с габбродолеритом в Галельской и Кулюмбинской интрузиях (Кулюмбинский рудный узел)  $\delta^{34}\text{S}$  составляет 16,8-17,9‰.

Изотопные исследования гелия ( $^4\text{He}/^3\text{He}$ ) в породах и рудах самородного железа интрузии горы Озерной (массив Джалтул) показали, что максимально возможная доля в них мантийного гелия ( $^3\text{He}/^4\text{He}=3\cdot 10^{-5}$ ) не превышает 1-3% [Щуколюков и др., 1981]. Типичные «коровые», а не мантийные изотопные, отношения  $^4\text{He}/^3\text{He}$ ,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  и  $\delta^{34}\text{S}$  указывают на участие в петрогенезисе и рудообразовании летучих из осадочных пород платформенного чехла [Щуколюков и др., 1981; Рыбов, 2006; и др.].

На территории вулcano-тектонических структур широко распространены площадные и приразломные метасоматиты [Голубков, 1970; и др.]. Они замещают различные по составу осадочные и магматические породы, в том числе интрузий вулcano-плутонов. Мощность метасоматитов достигает 300м. Они не имеют определённой связи с каким-либо магматическим телом. Наиболее широкий температурный спектр изменённых пород приурочен к приразломным метасоматитам [Голубков, 1962; и др.]. В Пелядкинской вулcano-тектонической структуре отмечаются приразломные гранат-скаполитовые скарны с сульфидной вкрапленностью ( $\delta^{34}\text{S}$  18,2-21,0‰) и жилами сплошных пирротиновых руд ( $\delta^{34}\text{S}$  10,8 - 22,5‰). Предполагается, что метасоматиты, сульфидные руды и трапповые интрузии в зонах разломов и в вулcano-тектонических структурах имеют не генетическую, а парагенетическую связь [Голубков, 1970; и др.]. Это обусловлено тем, что базальтовые расплавы, метасоматизирующие растворы и рудообразующие флюиды связаны между собой только пространственно, поскольку использовали одни и те же пути миграции – тектонически ослабленные зоны.

Кальдеры проседания отмечаются в верхних частях разреза туфолавовой толщи от моронговской до самоедской свиты включительно, что соответствует мощности лав более 800м. Кальдеры проявляются в виде различных по размеру одиночных образований, либо системы пространственно сближенных котловин нанизанных на разломы. Они обычно тяготеют к зонам растяжения – к разломам и валам. Примером являются зоны вдоль Курейского глубинного разлома и Кыстыктах-Аяно-Амбардахского вала. Кальдеры имеют круглую или вытянутую овальную форму, размер по длинной оси варьирует от сотен метров до 7-10 км. Они обычно заполнены туфами и туфобрекчиями, реже известняками, в единичных случаях – ангидритами. Мощность карбонатных и сульфатных пород достигает 20-30м.

Заполненные известняками кальдеры отмечаются в разных частях базальтового поля платформы [Рыбов и др., 2005]. В разрезе наиболее долгоживущих кальдер отмечаются мощные горизонты обломочных пирокластических и карбонатных пород, которые переслаиваются с туфами и массивными известняками. В других случаях наблюдаются только известняки и примесь туфогенного материала. Особенность состава некоторых кальдер сложенных карбонатными породами заключается в проявлениях в них самородной меди и битумов, вплоть до образования месторождения самородной меди. Изотопный состав углеродсодержащих фаз в диатремах: в битумах  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  (орг.) от -19,4 до -27,6 ‰, в кальцитах  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  (неорг.) от -5,8 до -8,4 ‰,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$  от -13,9 до -15,7‰ [Рыбов и др., 2006].

На северо-западе платформы в туфолавовой толще известны только две кальдеры заполненные гипсом и ангидритом: Хурючи и Эндэ. [Государственная..., 1985]. Кальдера Хурючи находится вблизи устья одноимённого ручья впадающего в р. Тутончану. В поперечнике она имеет размер 100м. Кальдера заполнена однородной гипсовой породой с примесью доломита (2%) и кальцита (2%). Видимая мощность пласт гипса 10м. Пласт гипса лежит на туфах корвунчанской свиты нижнего триаса и перекрывается базальтами хоннамакитс-кой свиты.

Кальдера Эндэ (или Курейская) располагается на левом берегу р. Курейка в 17км от устья ближайшей крупной р. Эндэ, впадающей в р. Курейку. Кальдера располагается в зоне Курейского глубинного разлома и приурочена к туфам двурогинской свиты на границе с лавами хоннамакитской свиты нижнего триаса. Видимая мощность пласта ангидрита достигает 25м. Он прослеживается единым телом на 0,5 км, а по отдельным выходам – на 6км. В современном срезе обнажаются крутые стенки южного борта кальдеры, северный борт выходит в долину р. Курейки. В центральной части располагаются круглые глубокие впадины размером несколько десятков-сотен метров в поперечнике, часть из которых заполнена водой. В северной

бортовой части кальдеры обнажаются брекчированные ангидриты с прожилками гранатовых скарнов и дайка микродолеритов. Дайка сечёт туфы и вышележащие ангидриты и даёт апофиз вдоль их границы. Вертикальная стенка южного борта высотой около 20м в верхней части сложена свежими белыми и светло-серыми ангидритами, в нижней – серыми ангидритами с чёрными маломощными (доли мм) прослоями тонкодисперсной магнетитовой сыпи. На пологих склонах ангидрит гидротирован и по его трещинам наблюдаются натёчные формы вторичного гипса. Изотопный состав: ангидрит  $\delta^{34}\text{S}$  23,2-23,7‰,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  0,70824-0,70882 ‰,  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  0,00169‰; гипс –  $\delta^{34}\text{S}$  25,2‰,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  0,70891 ‰,  $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  0,00265‰.

Можно предполагать, что фумаролы и сольфатары выносили карбонатный и сульфатный материал из отложений девона, который находится на глубине около 1 км.

Основная масса мелких вулканических аппаратов (более 500) сложена туфами и туфобрекчиями. Среди вулканических аппаратов в Южно-Норильской и Курейско-Горбиачинской вулcano-тектонических структур выделяются диатремы, которые содержат различные по составу руды: магнетитовые, сульфидно-магнетитовые, пирротиновые (колчеданные) и самородного железа.

Диатремы выполненные богатыми сульфидными рудами на Сибирской платформе встречаются сравнительно редко. Примером близких по происхождению образований этого типа являются трубка взрыва «Пирротиновая», ручья Каньонного (приток р. Малая Типтур-Орокта) и рудопоявление горы Логанчи (оз. Хантайское). Диатрема «Пирротиновая» представляет собой расширяющееся вверх конусовидное образование, заполненное орудененной и метасоматически изменённой туфобрекчией. Пирротиновую трубку сечёт пластовая интрузия далдыканского комплекса, что свидетельствует о формировании диатремы и сульфидных руд в додалдыканское время тектоно-магматической активизации региона. Сульфиды в этих диатремах представлены пирротинном и троилитом, в небольших количествах отмечаются кубанит, тетрагональный халькопирит, пирит, реже сфалерит и галенит. Изотопный состав серы сплошных сульфидов  $\delta^{34}\text{S}$ : диатрема руч. Каньонного 16,3-16,4‰, г. Логанчи 19,7-21,5‰.

Магнетитовые руды известны в связи с трубками взрыва руч. Хичкале и р. Ветка. Кроме того, сплошные магнетит-пирротиновые руды отмечаются в приразломных метасоматитах Курейско-Горбиачинской структуры. Веткинское месторождение магнетита (трубка «Магнетитовая») находится в Южно-Норильской вулcano-тектонической структуре. По морфологии она имеет большое сходство с Ангаро-Илимскими магнетитовыми месторождениями в диатремах юга Сибирской платформы [Юдина и др., 1977]. В плане трубка имеет эллиптическое сечение размером 400X800м, на глубину она разбурена на 732м. Диатрема сложена туфобрекчией и мелкообломочным материалом в различной степени раскристаллизованных микродолеритов и долеритов, вкрапленными, штокверковыми и сплошными магнетитовыми рудами и метасоматитами. Диатрему пересекает силл габбродолеритов моронговского комплекса. В ближнем экзоконтакте диатремы отмечается мощный ореол метасоматитов. По мере удаления от жерловой зоны происходит последовательная смена клинопироксенитовых метасоматитов клинопироксен-скаполитовыми, скаполитовыми и альбититовыми. По альбититам и скаполититам, а также габбродолеритам, развиваются гранаты андрадит-гроссулярового состава, эпидот и кальцит. Одно из существенных различий руд ангаро-илимских и веткинского месторождений заключается в том, что в первых одной из главных рудных фаз является магномагнетит, а во втором – практически стерильный магнетит. Предполагается, что основным фактором, определившим состав руд, является глубина заложения вулканического аппарата, которая для Веткинского месторождения была меньше, чем у Ангаро-Илимских. Глубина эрозионного среза трубки составляет около 800м [Юдина и др., 1977]. Источником железа для магнетитовых руд была базальтовая магма. Экстракция железа из расплава, его перенос и накопление осуществлялось при участии хлорсодержащих флюидов, которые возникали при разложении галита эвапоритов девона. На поздних стадиях рудообразующего процесса хлор фиксировался в скаполитах, а натрий – в альбититах.

Диатрема с самородным железом проявляется на г. Озёрной (Джалтульский вулcano-плутон). Она сложена эксплозивной брекчией микродолеритов, которые содержат мелкую вкрапленность самородного железа и обособления углеродистого вещества. Самородное железо представлено ферритом и когенимом, в ассоциации с которыми отмечаются ильменит, рутил, реже армалколит, шрейберзит [Самородное..., 1985]. Другим примером проявления самородного железа в вулканических аппаратах являются находки металлических шариков в

ассоциации с муассанитом и алмазом (?) в туфах палеовулканов Сибирской платформы [Горяинов и др., 1976]. Проявления указанных минеральных фаз свидетельствуют о высоко восстановительной обстановке, которую создавали углеводородные пластовые флюиды в зонах вулканических аппаратов. Изотопный состав углеродистого вещества  $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$  (орг.) -24,1 ‰ [Рябов и др., 2006].

Резюмируя вышеизложенное, можно с уверенностью предполагать, что морфология вулкано-плутонов и высокая флюидонасыщенность вулкано-тектонических структур обусловлены структурно-тектонической обстановкой в зонах сочленения глубинных разломов.

Источником флюидов были осадочные породы платформенного чехла, которые предопределили широкие вариации состава и окислительно-восстановительного потенциала флюидов. В процессе тектоно-магматической активизации региона происходило декомпрессионное стягивание пластовых флюидов в разуплотнённые породы долгоживущих глубинных разломов. Базальтовые расплавы при внедрении использовали тектонически ослабленные зоны. Взаимодействие базальтовых расплавов с пластовыми флюидами приводило к флюидно-магматической дифференциации расплава, формированию магматогенных руд и перерождению пластовых флюидов в рудообразующие и метасоматизирующие [Ryabov, 2007]. Участием флюидов объясняются проявления в вулкано-тектонических структурах дифференцированных интрузий, полей метасоматитов и минерализованных кальдер и диатрем.

### Список литературы

**Виленский А.М., Кавардин Г.И., Кравцова Л.И., Старицина Г.Н.** Петрология трапповых интрузий правобережья нижнего течения Енисея. М.: Наука, 1964. 237 с.

**Голубков В.С.** Мезозойская группа формаций приразломного метасоматоза Енисейской рудной провинции // Геологи и полезные ископаемые северо-запада Сибирской платформы. Л.: Недра, 1970. Тр.НИИГА. Т. 162. С.23-49.

**Горяинов И.Н., Митрошин М.И., Леонова Т.С., Невская А.В.** «Метеоритный» парагенезис – муассанит, самородное железо, (алмаз?) в траппах северо-запада Сибирской платформы. // Докл. АН СССР, 1976. Т. 228. № 2. С. 453-455.

**Государственная геологическая карта Российской Федерации** М-б 1:1 000 000 (новая серия). Лист R-(45)-47-Норильск. Объяснительная записка. СПб.Изд. ВСЕГЕИ, 2000. 479 с. + 11 вкл.

**Кавардин Г.И.** Металлогения северо-запада Сибирской платформы. Л.: Недра 1976. 159 с.

**Королева О.В., Олейников Б.В.** Геохимия и генезис монцитонитовидов Джалтульского траппового интрузива // Геология и геофизика, 1998. Т. 39. № 2. С. 178-189.

**Лапковский А.А.** Химический состав пород и минералов интрузивного массива Джалтул, как показатель дифференциации базальтового расплава (Северо-Запад Сибирской платформы) // Четвертая Сибирская международная конференция молодых ученых по наукам о Земле. Новосибирск, 2008. С. 168-170.

**Рябов В.В., Пономарчук В.А., Талибова А.Г.** Битумы, графит, и углеродистое вещество в породах и рудах северо-запада Сибирской платформы: особенности проявления, изотопный состав углерода // Актуальные проблемы рудообразования и металлогении. Тезисы докладов Международного совещания, посвященного 100-летию со дня рождения академика В.А.Кузнецова. Новосибирск, Академгородок. 10-12 апреля 2006 г. Новосибирск: ГЕО, 2006. С.189-190.

**Рябов В. В., Шевко А. Я., Затева С. Н.** «Аномальные образования» в траппах Сибирской платформы – показатели геодинамической обстановки формирования платобазальтов // Литосфера, № 4, Екатеринбург, 2005. С.165-177.

**Олейников Б.В., Округин А.В., Томшин М.Д.** и др Самородное металлообразование в платформенных базитах. Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1985. 188 с.

**Струнин Б.М.** Курейско-Горбиачинская вулкано-плутоническая структура // Трапп. Магматизм Сиб. Платф. В связи с тектоникой и поисками полезн. ископ.. Тез. докл., четвёртая трапп. конф. (16-18 ноября 1983 г.). Красноярск, 1983. С. 68-69.

**Юдина В.В., Люлько В.А., Немененок Т.И.** Трубка взрыва «Магнетитовая» в Норильском районе // Геология и геофизика, 1977. № 6. С. 87-98.

**Ryabov V. V.** Geodynamic control of trap magmatism and ore-formation (Siberian platform) // Large igneous provinces of Asia, mantle plumes and metallogeny. International symposium. Novosibirsk, 13-16 August 2007. 2007. P. 190-192.