Мы полагаем, что Слободский тектоно-геодинамический узел, как тектоническая структура в центре Восточно-Европейской платформы, сформировался примерно 1,7 млрд лет назад в результате сочленения Фенноскандинавской, Сарматской и Волго-Уральской плит. Геологическое развитие этого узла оказало влияние на возникновение и развитие сходящихся в нем авлакогенов в виде «ромашки».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И., Астапенко В.Н., Данкевич И.В. Полоцко-Курземский пояс разломов // Докл. НАН Беларуси. 2002. Т. 46, № 6. С. 85-89.

2. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И., Астапенко В.Н., Данкевич И.В. Геолого-геофизическая характеристика Полоцко-Курземского пояса разломов // Літасфера. 2004. №2(21). С.10-27.

3.Гарецкий Р.Г. Особенности тектоники и геодинамики Восточно-Европейской платформы // Литосфера. 2007. №2(27). С. 3-13.

4. Bogdanova, S. Segments of the East European Craton // EUROPROBE in Jablonna 1991. Institute of Geophysics, Polish Academy of Sciences – European Science Foundation: Warszawa, 1993. P. 33-38.

5. Булин Н.К., Егоркин А.В.. Колесник Н.Н., Солодилов Л.Н., Эринчек Ю.М. Латеральная скоростная неоднородность верхов мантии Восточно-Европейской платформы // Третьи геофизические чтения им. В.В.Федынского. М., 2001. С.33-37.

6. Гейко В.С., Цветова Т.А., Шумлянская Л.А., Бугаенко И.В., Заец Л.Н., Региональная 3-D P-скоростная модель мантии Сарматии (юго-запад Восточно-Европейской платформы) // Геофизический журнал. 2005. Т.27, №6. С. 927-939.

7. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И., Астапенко В.Н., Данкевич И.В. Геофизические поля и динасмика тектоносферы Беларуси. Мн., Институт геохимии и геофизики НАН Беларуси. 2002. 166 с.

8. Кудрявец И.Д., Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Грибик Я.Г., Старчик Т.А.. Шкуратов В.И. Региональное сейсмопрофилирование методом общей глубинной точки в Оршанской впадине // Доклады НАН Беларуси. 2003.Т.47. № 6. С. 108-112.

9. Айзберг Р.Е., Гарецкий Р.Г., Кудрявец И.Д., Старчик Т.А. О тектонике Оршанской впадины и её соотношении со структурами фундамента // Доклады НАН Беларуси. 2004. Т.48. № 1. С. 88-92.

10. Гарецкий Р.Г., Каратаев Г.И., Нагорный М.А. Слободский тектоно-геодинамический узел // Геология, поиски и освоение месторождений полезных ископаемых Беларуси. БелГЕО: Минск, 2007. С.156-174.

11. Оровецкий Ю.П. Мантийный диапиризм. Киев: Наукова думка, 1990. 170 с.

12. Чекунов А.В. Эволюция тектоносферы Юго-Восточной Европы // Тектоносфера Украины. Сб. научн. тр. Ин-та геофизики АН УССР: Киев, Наукова думка. 1989. С. 4-17.

СРЕДИННО-ОКЕАНИЧЕСКИЕ ХРЕБТЫ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ УРАЛА

Глаголев Е.В

ОАО «Экология», г. Екатеринбург, krim@rambler.ru

Крупнейшие древние региональные тектонические разломы (РТР) на Урале, к которым относятся, в частности, Главный Уральский геологический разлом (ГУГР) и Серовско – Маукский (СМРТР), и современные Срединно-Атлантический хребет (САХ), Восточно-Тихоокеанский, Индо – Красноморский имеют очень много сходных черт. К ним относятся гео – динамические, структурно-тектонические, геологические, геохимические, минерагенические и др. особенности, изучение и сравнение которых помогает в определении генезиса древних РТР во времени и пространстве, а также познании условий образования тех или иных месторождений полезных ископаемых (МПИ), в том числе нефти и газа, пространственно и генетически связанных с ними.

Наиболее хорошо из современных исследован САХ. В настоящее время изучены не только его морфология, геологические и генетические особенности, но и закономерности распределения различных рудных и нерудных МПИ. САХ простирается от северного побережья Исландии на севере до трёхмерной точки сочленения Родригес на юге. Непосредственно в САХ и в пределах зон его влияния обнаружены месторождения золото- и серебросодержащих медно-колчеданных руд, железо – марганцевых образований (донных и гайотовых) с TR и ЭПГ минерализацией, а также современные карбонатные строматолитовые постройки и серпентиниты, приуроченные, главным образом, к активным гидротермальным полям (АГП). К основным АГП САХ относятся (с севера на юг): Крафла и Намафьолла (север Исландии), Паркьюпайн (Ирландия), Лаки Страйк (39° с.ш.), Рейнбоу (36° с.ш.) [6], Лост-Сити (30° с.ш.), Брокен Спур (27°30' с.ш.), ТАГ (24°30' с.ш.), Снейк Пит (21° 15' с.ш.), Логачёв (14°45' с.ш.); разломные зоны Архангельского, Вернадского, Долдраме; разлом Богданова 7°10', Сьерра Леоне (5-7° с.ш.), впадина Маркова (5°50' с.ш., 33°10' з.д.), разлом Страхова и др.

Трубообразные (chimneys) постройки и шпилевидные сульфидные образования Брокен Спур представлены преимущественно халькопирит – изокубанит – пирротин – ангидритовой минеральной ассоциацией и относятся к субмаринному вулканогенно (30%)-гидротермальному генетическому типу. Массивные сульфиды этого АГП состоят из пирита и сфалерита. Сульфидные руды и сульфидсодержащие породы, слагающие рудный холм ТАГ, час-

тично образовались в результате преобразования сульфатных минералов (гипса, ангидрита и др.) не без помощи Rimicaris exoculata с тиотрофным типом питания, но, в основном, благодаря глубоководной вулканической деятельности и принадлежат к сложному биогенно(15%)-вулканогенно(30%)-гидротермальному генетическому типу [3]. Сульфидные руды часто имеют колломорфные, оолитовые, кокардовые текстуры, микро- и тонкозернистые структуры.

В АГП Рейнбоу изучен аномальный халькопирит из молодых сульфидных трубок чёрных курильщиков. В отличие от обычного халькопирита минерал в полированных шлифах быстро тускнеет, переходит в окисленную плёнку, состоящую из высокомедистых сульфидов халькозин – дигенитового (Cu_9S_5) ряда. Интервал значений микротвёрдости превышает таковой у обычного халькопирита (до 235 против 181-203 кгс/мм^2). По этим характеристикам минерал сходен с двумя кубическими легкоокисляющимися сульфидами халькопиритовой группы – талнахитом $Cu_9(Fe,Ni)S_8$ и путоранитом $Cu_{16-18}(Fe,Ni)_{18-19}S_{32}$. В химическом составе отмечается превышение содержания меди над железом в пределах выраженных эмпирической формулой $Cu_{1-x}(Fe,Co,Ni)_{1+x}S_2$, где x меняется приблизительно от 0 до 0,09 при сохранении отношения Me/S=1. Если рефлексы, отвечающие маленькой чисто «кубической» ячейке с a=6,25 Å, острые, то многие добавочные «халькопиритовые» отражения широкие, что свидетельствует о нарушениях в правильном распределении атомов Cu и Fe по халькопиритовым кристаллографическим позициям [6]. Кроме того, Рейнбоу является одним из известных в настоящее время АГП, связанным с современными процессами серпентинизации ультрабазитов, при которых формируются океанические серпентиниты и растворы с высокой концентрацией водорода и CH_4 по известным реакциям: оливин $6[(Mg_{1,5}Fe_{0,5})SiO_4]+7H_2O=3[Mg_3Si_2O_5(OH)_4]$серпентин + Fe_3O_4 магнетит+H_2 и $CO_2+4H_2=CH_4+2H_2O$. Часть метана в гидротермальных растворах СОХ вообще и САХ, в частности, образовалась в результате процесса Фишера – Тропша, т.е. в условиях высокотемпературного (≥400°C) синтеза водорода и CO: $nCO+(2n+1)H_2\rightarrow C_nH_{2n+2}+nH_2O$ или $2nCO+(n+1)H_2\rightarrow C_nH_{2n+2}+nCO_2$. Другая часть метана – результат мантийной деятельности АГП.

Анализ расплавленных включений разлома (discontinuty) Сьерра-Леоне показал, что магматические комплексы формировались из высокотемпературных (1210-1255°C) низкокалиевых расплавов типа N-MORB. В результате исследования флюидных включений было выяснено, что r-doler и doler формировались под влиянием активно действовавшей гидротермальной системы с температурой 205-226°C.

СМРТР на Урале является по своей значимости вторым после ГУГР. К последнему приурочен Платиноносный пояс, протягивающийся субмеридионально более чем на 900км и являющийся трещинной серией мантийных плюмов. СМРТР хотя и называется Серовско-Маукским, протягивается как далеко на север от г. Серова (до Харасюртского гипербазитового массива на Приполярном Урале и далее), так и на юг от ст. Маук (г. Сугомак – п. Кацбах на Южном Урале) и имеет длину почти 1400км. Изучение автором СМРТР и зон его влияния (сопровождающих апофизных и сателлитных тектонических разломов: Мурзинского, Верхисетского и др.) связано с исследованием месторождений кварца [1], слюд и различных руд, пространственно и генетически связанных ними [2,3,4].

К кварцевому сырью относятся месторождения молочно-белого кварца Гора Хрустальная, Светлая Речка (Верхисетский) [1]; прозрачного (Сакмарский или Максютовский); гранулированного (Сысертский, Уфалейский, Увильдинско-Аргазинский и Ильменогорский); пьезокварца, горного хрусталя и цветных его разностей (Ляпинский, Мурзинско-Адуйский, Белорецкий и др. гнейсо – мигматитовые комплексы). Это сырьё относится к особо чистому кварцу ОЧКв, который используется для производства стекло – волоконной оптики и связи, магнитных носителей, а в последнее время – солнечных батарей.

Довольно полно изучен Уфалейский гнейсово – мигматитовый блок, к которому приурочена Кыштымская группа месторождений гранулированного кварца (с севера на юг): Уфалейское, Маукское, Кузнечихинское, непосредственно Кыштымское (Теплогорское) с Центральным жильным полем (ЦЖП), Острогорское, Беркутинское, Аргаяшское и др. С запада этот блок ограничен ГУГР, с востока – СМРТР. Параллельно СМРТР, в 5-10км восточнее его, исследована вторая полоса месторождений гранулированного кварца: Иткульское, Аракульское, Вязовское, Увильдинское, Аргазинское, Кундравинское, Еланчикское и др.

В районе ЦЖП восточную часть Уфалейского блока можно разделить на пять зон. I (самая западная) зона сложена, в основном, мусковит(4-5%) – биотитовыми(8-12%) мелко-, среднезернистыми среднепротерозойскими (MP_3) грубо рассланцованными гранито – гнейсами с подчинённым количеством амфиболитов, редких эклогитов и фенитов. Зона содержит в себе жилы мелко- и микрозернистого гранулированного кварца и постепенно переходит во II зону. Возраст пород по биотиту 1100-1215, по циркону – 990-1180 млн. лет. Здесь разрабатываются крупные (1500х10-15м) жилы гетерогранобластового повышенной прозрачности и чистоты ОЧКв (№№ 171-175, 179). II зона представлена анатектическими массивными или с рудиментарной гнейсовидностью мусковитовыми гнейсо – гранитами, образовавшимися за счёт гранито – гнейсов при очередной активизации СМРТР. К этой зоне приурочены многочисленные жилы пегматитов Слюдяногорского мусковитового месторождения с редкоземельной минерализацией (иттрий содержащий эпидот, фергюссонит). В жилах гранулированного кварца и пегматитах обеих зон встречены редкие обособления метасоматических карбонатитов (кальцитовых, кальцит – доломитовых, доломитовых, анкеритовых), распределение РЗЭ в которых характеризуется, по сравнению со «стандартными» карбонатита-

ми, обратным трендом (иттриевая специализация). На жильный кварц накладываются также щелочные метасоматиты (эгирин – салит – микроклиновые, эгирин – салит – аннитовые, альбитовые). Радиологический возраст субщелочных гранитов 540-510 млн. лет – ε_1-ε_2 (K – Ar – метод по породе) и карбонатитов 350-340 млн. лет – C_1 (Pb^{207}/Pb^{206}, Pb^{206}/U^{235} по фергюссониту). III зона расположена восточнее, сложена мусковит(20-25%) – кварцевыми, альмандин(5-8%) – мусковит(12-16%) – кварцевыми сланцами и углерод(1-5%) содержащими тёмно-серыми и серыми кварцитами. Далее на восток, в зоне IV гранат в сланцах исчезает полностью, а на контакте с породами СМРТР появляются жилы гигантозернистого гранулированного кварца с редкими (до 0,1-0,5%) мелкими (0,01-0,03мм в поперечнике) сферолитами графита радиально – лучистого строения. Зона V находится непосредственно в СМРТР и сложена сильно изменёнными океаническими серпентинитами, преобразованными в гигантозернистые хлорит – цоизитовые и – клиноцоизитовые породы; тальк – карбонатными породами и кварц-серицитовыми сланцами, преобразованными в почти мономинеральные мелко- и среднезернистые хлорититы с вкрапленностью крупных, до 10-12мм по L_4, октаэдрических кристаллов магнетита. Восточнее залегают неизменённые породы зеленосланцевой толщи карабашской свиты.

К рудным относятся месторождения: медно-колчеданные золото- и сереброносные (Лёвиха, Кировград, Дегтярск, Гумёшки, Маук, Северная Кузнечиха, Карабаш, Учалы, Сибай, Гай, Яман-Касы и др.), золота (Новоалексеевка, Крылатовский, Берёзовск, Верхотурка и др.), силикатного никеля (Кунгурка, Осиновка, Северск и др. Полевской группы; Рогожинское и др. Уфалейской группы), молибдена (Первомайка), титана (Кузнечиха); редких и рассеянных элементов, связанных с карбонатитами. Все эти месторождения исследовались автором с целью кучного (КВ) или подземного (ПВ) выщелачивания тех или иных полезных ископаемых. Дегтярское медно-колчеданное месторождение субмаринного вулканогенного генезиса, зажатое между гипербазитами Ревдинского массива ГУГР на западе и силурийскими порфиритами на востоке, занимает почти всё пространство СМРТР. Вмещающие его океанические эффузивы превращены в настоящее время в различные зелёные сланцы.

Сульфидные трубы «чёрных курильщиков», аналогичные АГП СОХ и Манус (Тихий океан), и оруденелая фауна обнаружены и изучены на силурийском неметаморфизованном медно – цинко -колчеданном месторождении Яман-Касы. Во флюидных включениях простого состава преобладает NaCl с незначительной примесью $MgCl_2$ и низким содержанием солей (3-8 мас. %). Это указывает, что основой рудообразующих гидротерм в изученных трубах «курильщиков» являлась морская вода. Преобладающие температуры гидротермальных растворов составили 100-200°C. Для образцов, в которых исследовался кварц, характерно небольшое повышение солёности в интервале температур 100-200°C; для образца с баритом, наоборот, отчётливо выражена тенденция повышения солёности с повышением температуры гомогенизации [5].

В районе Кунгурского, Осиновского и Уфалейских месторождений силикатного никеля, изучавшихся автором в 2005-2007гг с целью добычи железа, никеля и кобальта методом подземного выщелачивания и Вязовского карьера строматолитовых известняков, океанические серпентиниты СМРТР залегают совместно с известняками, имеют суммарную мощность 0,6-0,8км и строение вулканогенных конгломератов, где в среднезернистой основной серпентинитовой массе флюидальной текстуры заключены овальные тела размером 0,2-15см с коркой гидроокислов железа. Внутренняя часть «галек» состоит из аморфного вещества, стекла или серпофита, а периферия – из антигоритового серпентинита перекрещенно – игольчатой текстуры. «Цементом» галек служит антигорит радиально-лучистого строения с примесью талька.

На Рогожинском месторождении силикатного никеля обнаружены две разновидности серпентинитов: первичные Уфалейского гипербазитового массива и вторичные океанические, глинистая кора выветривания по которым слагает собственно месторождение. Серпентиниты-1 имеют занозистый излом и мелко-, среднезернистый антигоритовый состав. Серпентиниты-2 с бугорчатой поверхностью излома сложены, в основном, радиально-лучистым антигоритом. В плане рудное тело имеет крабовидную форму, вытянутую с юго-запада на северо-восток, размеры 380х190м и продолжения по простиранию в обе стороны в виде конского хвоста. В разрезе оно представляет собой субвертикальное вулканическое жерло с трещинными подводящими каналами на глубине 200-250м, увеличением мощности тела до 120м и форму излившейся на восток лавы на поверхности. Здесь в настоящее время по проекту автора ведётся добыча Ni и Co методом ПВ.

Таким образом:

1)СОХ и СМРТР имеют большое количество идентичных месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых: вулканогенно – гидротермально-биогенные колчеданные руды; океанические серпентиниты, строматолитовые известняки. Эти месторождения распределены неравномерно. Если в СМРТР расстояние между ближайшими месторождениями того или иного полезного ископаемого составляет несколько десятков (на севере – до 100), то в СОХ – несколько сотен километров и более.

2)Разница в количестве и качестве исследованных месторождений различных полезных ископаемых САХ и уральских РТР является следствием степени их изученности. Средний масштаб геологических работ уральских РТР – 1:50 000, СОХ – 1:1 000 000. Необходимо учитывать и возможности техники: на океаническом дне фиксируются только достаточно крупные объекты, расположенные на большом расстоянии друг от друга.

3)ГУГР и СМРТР являются долгоживущими. Приблизительный возраст становления первого – дорифейский PP_2-PP_4 по возрасту гранитизации 2,1-1,7 млрд. лет пород Тараташского комплекса (2,6 млрд. лет). Последнее время его активизации – T_3-J_1, когда образовались кристаллическое золото в глинистой линейной коре выветривания Пашийско-Промысловского разлома и Au-Pt-Pd минерализация в молодых джаспероидах Кокуйского месторождения (Северный Урал). Начальный возраст СМРТР – S_2, когда «всплыли» Салдинский, Мурзинско – Адуйский, Верхисетский, Сысертский, Уфалейский и др. гнейсо – мигматитовые комплексы. В последующий период он являлся основным уральским рифтом с медленным спредингом, где, как и сейчас в СОХ, изливались эффузивы, частично или полностью превращавшиеся в океанические серпентиниты; при участии белых «курильщиков» и теплолюбивой микробиоты образовывались строматолитовые известняки, а чёрные и коричневые «курильщики» являлись источником колчеданного рудообразования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глаголев Е.В. – Месторождение кварца Гора Хрустальная, Минеральное сырьё Урала, №2(5), 2006, с. 40.
2. Глаголев Е.В. – Особенности образования Верхотурского месторождения золота, Проблемы минералогии, петрографии и металлогении, Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского, вып. 10, изд. ПГУ, г. Пермь, 2007.
3. Глаголев Н.Е., Глаголев Е.В. – Современное образование сульфидов, Проблемы минералогии, петрографии и металлогении, Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского, вып. 9, изд. ПГУ, г. Пермь, 2006, 76-85.
4. Шмачкова В.М., Глаголев Е.В. – Современное образование золота, Проблемы минералогии, петрографии и металлогении, Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского, вып. 10, изд. ПГУ, г. Пермь, 2007.
5. Симонова В.А. и др. – Результаты термометрического и криометрического изучения флюидных включений в сульфидных трубах палеозойских колчеданных месторождений Урала в сравнении с данными по современным «чёрным курильщикам», Рудные м-ия: вопросы происхождения и эволюции. Мат. 4 Уральского металлогенического совещания, Миасс, изд. ИМ УрО РАН, 2005, 121-124.
6. Фардуст Ф. и др. – Легкоокисляющийся халькопирит из чёрных курильщиков гидротермального поля Рейнбоу, Новые данные о минералах, 2005, №40, 44-50.

СТРОЕНИЕ ГИГАНТСКИХ ЩЕЛОЧНЫХ МАССИВОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Глазнев В.Н., Жирова А.М.

[1]Геологический институт Кольского НЦ РАН, г. Апатиты, glaznev@geoksc.apatity.ru, anzhelaz@geoksc.apatity.ru

Хибинский и Ловозерский массивы Кольского полуострова – гигантские щелочные массивы, с которыми связаны основные месторождения апатитовых руд региона и редкометальные месторождения. Изучение их глубинного строения является актуальной задачей для региона и представляет интерес для формирования концепций образования и динамики развития этих магматических систем. Выяснение глубинного строения базируется на геофизических данных в виде объемных сейсмоплотностных моделей. Поэтому основной задачей исследования является создание трехмерной комплексной геофизической модели строения Хибинского и Ловозерского плутонов, а также выяснение взаимоотношений этих плутонов с прилегающими геологическими структурами. Построение комплексной модели земной коры основано на согласованной интерпретации наблюденных геофизических полей и максимально возможном учете априорной геологической информации о поверхностных образованиях региона. Область моделирования, исходя из особенностей решения обратных задач, охватывает центральную часть Кольского региона (рис. 1).

В качестве исходных сейсмических данных использованы первые вступления рефрагированных волн по материалам региональных исследований ГСЗ и детальных работ МОВ, выполненных на территории Хибинского массива и его обрамления. Всего использовано свыше 500 лучей ГСЗ и свыше 700 лучей МОВ. Результаты детальных сейсмотомографических расчетов [1], основанные на данных МОВ в количестве свыше 1800 лучей, использованы в качестве фиксируемых граничных условий, неизменных в ходе основного этапа скоростного моделирования. Исходными гравиметрическими данными явились результаты гравиметрических съёмок в крупных масштабах, а также петроплотностные материалы по региону.

Построение объемных геофизических моделей изучаемых объектов требует решения ряда проблем, которые связаны с: а) разнородным и недостаточно качественным, с точки зрения сейсмической томографии, исходным сейсмическим материалом; б) сложной формой сводного годографа первых вступлений сейсмических волн; в) пересеченным рельефом района исследования; г) необходимостью учета влияния термодинамических условий на физические свойства пород, а также с использованием априорных ограничений в задаче сейсмической томографии. Для построения объемных моделей в этих условиях разработана технология интерпретации сейсмических наблюдений (рис. 2).