

Рис. 2. Глубины залегания подошвы литосферы под Украинским щитом.

Штриховыми линиями обозначена сетка разломов

В пределах УЩ современные температуры в верхней мантии до глубин 250-300 км не достигают солидусных значений для сухих основных пород. Максимально они приближаются к ним на глубинах 180-250 км (разница не превышает 100-150 °С) и составляют 1300-1400 °С. Столь высокие температуры должны существенно влиять на физические параметры горных пород. В частности, уменьшение вязкости при таких температурах может достигать двух порядков. Очевидно, этот интервал верхней мантии не может быть отнесен к упругой литосфере. Поэтому на схеме, представленной на рис. 2, мощность литосферы ограничена этим интервалом.

Полученные по геотермическим данным мощность литосферы и региональные закономерности ее изменения согласуются с сейсмотомографическими построениями [3], однако по отдельным блокам существуют заметные отличия, причину которых следует искать в особенностях развития этих блоков и вариациях их состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутас Р.И., Цвященко В.А., Корчагин И.Н. Моделирование теплового поля континентальной литосферы. Киев : Наук. Думка, 1989. 191 с.
2. Кутас Р.І., Корчагін І.М., Цвященко О.В., Зубаль С.Д. Технологія моделювання теплового поля в складних однорідних та неоднорідних середовищах: програмне забезпечення, методичні принципи, практичні результати // Геоінформатика. 2003. № 2. С.35-45.
3. Гейко В.С., Шумлянская А.А., Бугаенко И.В., Заяц А.Н., Цветкова Т.А. Трехмерная модель верхней мантии Украины по времени прихода Р-волн // Геофиз. журн. 2006. Т.23. 1. С.3-16.

МИНЕРАГЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО СЕГМЕНТА ЗЕМНОЙ КОРЫ

Кутинов Ю.Г.

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, г. Архангельск, dgsdl@yandex.ru

Север России – это не только основная территория государства, но и глобальный экологический и стратегический ресурс всей планеты. На территории Крайнего Севера и приравненных к нему местностей РФ приходится почти 80% запасов всех полезных ископаемых России. Здесь добывается почти 100% алмазов, платиноидов, кобальта; более 90% природного газа; 90% меди, никеля и апатитов; 75% нефти и газового конденсата; более 60% золота; 50% рыбы и морепродуктов; 50% товарного леса. Т.е. – это основная ресурсная, в т.ч. и минерагеническая, база России.

Специфику пространственных закономерностей минерагении Арктического сегмента определяет наличие центральной симметрии в строении Арктической геодинамической системы. Эта специфика выражается в наличии

циркумполярных поясов полезных ископаемых. О правомерности выделения благородно-металльного циркумполярного пояса, помимо планетарных геолого-структурных построений, свидетельствуют и прямые данные мелко- и среднемасштабного минерагенического районирования (рис.): наличие в пределах пояса Алдано-Становой, Таймыро-Норильской и Восточно-Гренландской платинометалльных провинций; Прибайкальской, Ангаро-Патомской, Енисейского кряжа, Таймыро-Североземельской, Восточно-Гренландской золоторудных провинций.

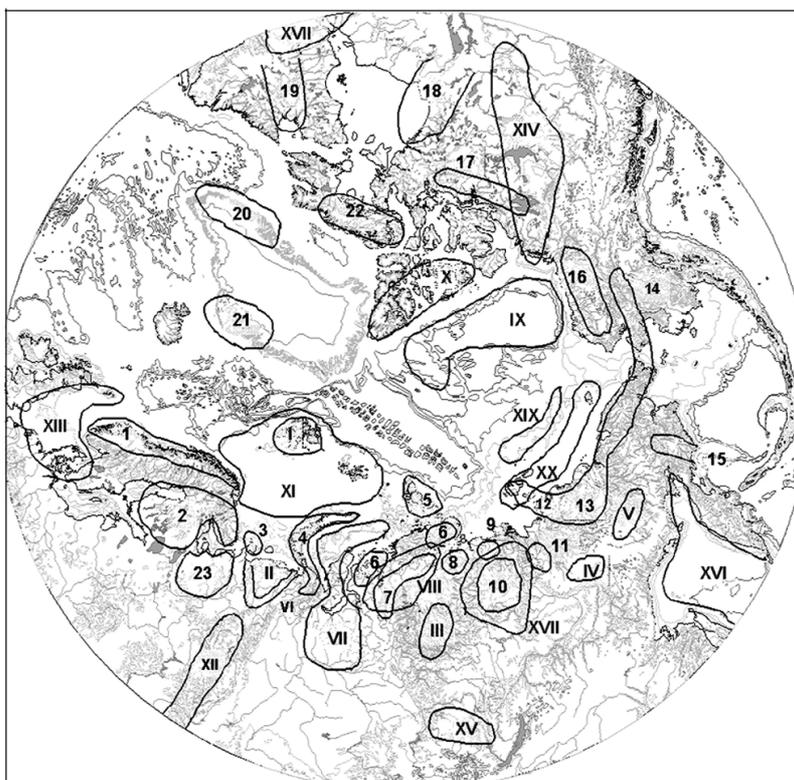


Схема размещения минерагенических и нефтегазоносных провинций

Минерагенические провинции: 1 – Сканданавская железнорудно-полиметаллическая; 2 – Карело-Кольская апатит-платино-никеленозная; 3 – Канино-Тиманская боксито- алмазоносная; 4 – Пайхойско-Новоземельская флюорит-марганец-полиметаллическая; 5 – Североземельско-Таймырская золотоносная; 6 – Быррангская (Западно- и Восточно- Таймырская) полиметаллическая; 7 – Таймыро-Норильская платино-никеленозная; 8 – Котуй-Маймеченская железнорудно-апатитноносная; 9 – Анабарская редкометельно-железородная; 10 – Якутская алмазоносная; 11 – Верхоянская хрусталеносно-полиметаллическая; 12-14 – Яно-Чукотско-Аляскинская олово-платино-золотоносная; 15 – Корякско-Камчатская платино-ртутноносная; 16 – Юконская полиметаллическая; 17 – Большого Невольничьего озера редкометельно-золоторудная; 18 – Черчилл никеленозная; 19 – Лабрадорская железнорудная; 20 – Западно-Гренландская (алмазоносно)-редкометельноносная; 21 – Восточно- Гренландская полиметаллически-платиноносная; 22 – Баффинова полиметаллическая; 23 – Архангельская алмазоносная.

Нефтегазоносные и перспективные на нефть и газ провинции: VI – Тимано-Печорская; VII – Западно-Сибирская; VIII – Енисей-Хатангская (Енисей-Анабарская); IX – Аляскинская; X – Северо-Канадская; XI – Баренцево-Карская; XII – Волго-Уральская; XIII – Центрально-Европейская; XIV – Западно-Канадская; XVI – Охотская; XVII – Преаппалачская; XVIII – Ленно-Тунгусская; XIX – Восточно-Арктическая; XX – Новосибирско-Чукотская; XXI – Восточно-Гренландская.

Угленосные бассейны: I – Шпицбергенский; II – Печорский; III – Тунгусский; IV – Ленский; V – Зыряновский; XV – Канско-Ачинский

Учитывая: перспективы Карело-Кольской провинции на обнаружение месторождений никеля, связанных с коматиитами и золота австралийского типа, платинометалльного оруденения стиллуотерского типа [2]; наличие на приполярных территориях Канады и Северной Америки значительного количества месторождений благородных и цветных металлов, сосредоточенных в рамках Садберийской медно-никеленозной, Стиллуотерской платиноидной и других провинций; месторождения одной из крупнейших Яно-Чукотско-Аляскинской олово-платиносно-золотоносной провинции можно сделать вывод о наличии благородно-металльно-го циркумполярного пояса.

Аналогичная ситуация наблюдается и для алмазных месторождений (с запада на восток): Архангельская алмазоносная провинция на севере Русской плиты; проявления траппового и алмазоносного кимберлитового магматизма в пределах Канино-Тиманской провинции; кайнозойские трубки взрыва, сложенные потенциально алмазоносными щелочными базальтоидами на восточном побережье архипелага Новая Земля; алмазоносные туффзиты («рыбалиты») Полюдова Кряжа Урала [8]; Якутская алмазоносная провинция; на шель-

фе по категории P₃ оценены перспективы прибрежных зон Белого (Беломорский россыпной район) и Баренцева (Канино-Тиманский россыпной район) и южной части моря Лаптевых (Анабаро-Хатангский район) [1]. Единичные зерна алмазов выявлены в современных донных осадках и морских отложениях Восточной Чукотки и в районе пролива Лаврентия; промышленные месторождения коренных источников алмазов на территории Канады [5]; наличие трубок и даек лампроитов и кимберлитов в Гренландии [2]. В районе Якобсхавн известна небольшая лампроитовая трубка среднепротерозойского возраста, близкая по составу к алмазоносным лампроитам, а также ультрамафические лампрофиры в роях даек. Отмечается наличие трех «роев» кимберлитов в Западной Гренландии [3]: в районе Хольстейнборг – Сарфартог, на северной окраине архейского кратона (возраст 600 млн. лет); в районе Суккертоппен, в центральной части архейского кратона (возраст 600 млн. лет); в районе Пирамидфельд – Мидтернас-Нигердликасик, на южной окраине архейского кратона (возраст 120 млн. лет). Из проб кимберлитов первого и третьего «роев» получено несколько микроалмазов, кимберлиты второго «роя» на алмазы не изучались. Таким образом, можно говорить и об алмазоносном циркумполярном Арктическом поясе.

Открытия последних лет позволяют говорить о нефтегазовом поясе. Уникальность Северного Ледовитого океана, обусловленная историей его развития, в ряду других океанов планеты заключается в наличии достаточно мощного осадочного слоя не только на шельфе и смежных прибрежных территориях, но и в собственно глубоководных, зашельфовых областях океанской акватории. Такая особенность строения территории вкпе с современной циркумполярной структурой Арктики позволила И. С. Грамбергу еще в 1983 г. на Мировом нефтяном конгрессе в Лондоне [9] высказать предположение, что Арктическая циркумполярная геодинамическая система представляет собой гигантский супербассейн. Автору представляется более корректным исключить из рассмотрения зону спрединга (Срединный Арктический хребет) и говорить о циркумполярном нефтегазовом поясе.

Таким образом, практически не вызывает сомнения наличие нефтегазоносного, благороднометалльного и алмазоносного циркумполярных поясов. С большей или меньшей долей достоверности можно выделять полиметаллический, редкометалльный и редкоземельный пояса. Таким образом, мы имеем дело с **Арктическим циркумполярным минерагеническим поясом**, конформным с циркумполярной геологической зональностью Арктического сегмента земной коры (рис.). Для пояса характерны пространственно сближенные полигенные, полихронные и полиметаллические минерагенические провинции, располагающиеся на стыке Арктического циркумполярного планетарного и субмеридиональных поясов, а также крупные области нефтегазонакопления. На базе основных рудоносных провинций функционируют все горнодобывающие комплексы, являющиеся, как правило, градообразующими, что не может не сказаться на экологической ситуации региона. Поэтому с полным правом можно говорить и о глобальном эколого-геохимическом поясе.

В целом, в пределах Евразийской ветви Арктической окраинно-континентальной зоны выделяются следующие минерагенические провинции, нефтегазоносные и угольные бассейны (рис.) [2, 1, 4]: Скандинавская железнорудно-полиметаллическая, Карело-Кольская апатит-платино-никеленоносная; Архангельская алмазоносная; Канино-Тиманская боксито-алмазоносная; Пайхойско-Новоземельская флюорит-марганец – полиметаллическая; Североземельско-Таймырская золотоносная; Быррангская (Западно- и Восточно-Таймырская) полиметаллическая; Таймыро-Норильская платино-никеленоносная; Котуй-Маймеченская железнорудно-(платино)- апатитонносная; Анабарская редкоземельно-железородная; Якутская алмазоносная; Верхоянская хрусталоносно-полиметаллическая; Яно-Чукотско-Аляскинская олово-платино- золотоносная; Корьяско-Камчатская платино-ртутоносная; нефтегазоносные провинции – Тимано-Печорская, Западно-Сибирская, Енисей-Хатангская, Баренцево-Карская; угленосные бассейны: Печорский, Тунгусский, Ленский, Зырянский, Канско-Ачинский. В Арктике выявлены и разрабатываются гигантские месторождения нефти и газа (Саматлорское, Приразломное, Штокмановское, Уренгойское и др.); черных металлов (Ковдорское, Аллард-Лейк, Кирунавваара и др.), меди и никеля (Норильск-1, Талнахское, Октябрьское, Садбери и др.); полиметаллов (Ред-Дог, Поларис и др.); олова и ртути (Иуильгинское, Депутатское и др.); редких и редкоземельных металлов (Томторское, Ковдорское, Ловозеро); платиноидов; золота и серебра; алмазов (Айхал, Мир, Ломоносовское, им. В.П.Гриба и др.). К тому же в российской Арктике представлен практически полный набор известных на настоящий момент типов тектонических структур земной коры и следовательно ожидается широкий комплекс полезных ископаемых, сконцентрированных в крупных месторождениях.

Общими природными условиями для вышеперечисленных провинций являются: 1) наличие многолетне мерзлых пород; 2) расположение в непосредственной близости от геодинамически активных систем разных рангов; 3) сочетание денудационных и аккумулятивных форм рельефа с преобладанием последних; 4) единая область стока и переувлажнение почв; 5) питание вод суши преимущественно снеговое.

Несмотря разнообразие минерагенических провинций, преобладают щелочно-ультраосновные образования и, как следствие, щелочно-ультраосновная специализация рудно-породной составляющей Арктических регионов, которая характеризуется очень высокими содержаниями Ni, Cu, Co, S, Se, Te, P, Fe, U, Th, Cr, Ti,

металлов платиновой группы, Au, Sn, As (до 3 %), Sb, (до 1 %), Zn, Pb, Mn, Be, Mo, V, Cd, Hg (десятые доли г/т) [1]. Агентством по охране окружающей среды выделено 8 приоритетных токсичных элементов: Cd, Cu, As, Ni, Hg, Pb, Zn, Cr. Все они установлены в рудах и породах передела месторождений Евразийской ветви Арктической окраинно- континентальной зоны. Достаточно высоким содержанием характеризуются и нефтегазовые бассейны, относящиеся к классу нефтей, обогащенных микроэлементами (содержание «биогенных» элементов – Fe, V, Ni более 10 г/т: в г/т: Fe – 330; V – 250; Ni – 170; Zn – 12; Ti – 22; Cu – 6; As-2) [6]. Причем наблюдаются определенные различия: нефти Тимано-Печорской провинции относятся к никелево-ванадиевому типу, а Западной Сибири – к цинковому (там же). Учитывая, что большинство морских нефтегазовых бассейнов являются продолжением Тимано-Печорской и Западно-Сибирской нефтегазовых провинций следует ожидать, что они относятся к ванадий-никелевому и цинковому типу.

Сходная специализация микроэлементов наблюдается и для угленосных бассейнов. Анализ содержания микроэлементов в атмосфере рабочей зоны Воркутинского угольного бассейна показал следующие значения, в г/т: Ni –80-100 мг/м³; Co – 13.6 – 48 мг/м³; V – 46-310 мг/м³; Cr – 63-400 мг/м³; Cu – 30 -150 мг/м³; Pb – 5-35 мг/м³; Zn – 40-400 мг/м³; Mn – 170-1000 мг/м³; Ba – 56-600 мг/м³; As – 0.65- 1-10.2 мг/м³ [7].

Таким образом, арктические минерагенические провинции являются не только основным богатством мирового сообщества, но и возможным источником экологических катастроф.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 08-05-99816_p_север_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арктика на пороге третьего тысячелетия (ресурсный потенциал и проблемы экологии / Под ред. И. С. Грамберга и Н. П. Лаврова – СПб.: Наука, 2000. 247 с.
2. Додин Д. А., Вишневецкий А. Н., Гулин С. А., Кавардин Г. И. Проблемы минерагении Арктики // Геология и геофизика. 1994. Т. 35. № 9. С.78-90.
3. Илупин И. П., Ваганов В. И., Прокопчук Б. И. Кимберлиты: Справочник. М.: Недра, 1990. 248 с.
4. Кутинов Ю.Г. Экогеодинамика Арктического сегмента земной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 388 с.
5. Лехи К., Тэйлор Р. Влияние глубинной структуры региона Гленни на алмазы в кимберлитах Саскачевана // Геология и геофизика, 1997. Т. 38. № 2. С. 451-460.
6. Нукунов Д. Н., Пунанова С. А., Агафонова З. Г. Металлы в нефтях, их концентрации и методы извлечения. М.: изд-во ГЕОС, 2001. 77 с.
7. Рубцов А. И. Эколого-геохимическая характеристика воздуха угольной шахты Воркутинского месторождения (Республика Коми) // Город в Заполярье и окружающая среда. Труды II междунар. конфер. Сыктывкар, 1998. С. 117-119.
8. Чайковский И. И. Специфика алмазоносных образований Западного Урала // Матер. всеросс. конфер. «Золото, платина и алмазы Республики Коми и сопредельных регионов». Сыктывкар: изд-во Коми НЦ УрО РАН, 1998. С. 150-152.
9. Gramberg I. S., Kulakov Yu. N., Pogrebitsky Yu. E., Sorokov D. S. Arctic Oil and Gas Superbassin // X World Petroleum Congress. London, 1983. P. 93-99.

ПОЛЕ ДЕФОРМАЦИЙ АФТЕРШОКОВОГО ПРОЦЕССА АЛТАЙСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 2003 ГОДА

Кучай О.А.

ИНГТ СО РАН, г. Новосибирск, KuchayOA@ipgg.nsc.ru

В данной работе анализируются сеймотектонические деформации земной коры полученные по данным механизмов очагов землетрясений и афтершоков, до и после Алтайского (27сентября 2003г., $M=7.3$ ($\varphi =50.04^\circ$, $\lambda =87.97^\circ$) землетрясения произошедшего в Алтае-Саянской области.

Расчет сеймотектонической деформации (СТД) по данным о механизмах очагов землетрясений производится в соответствии с представлениями Ю.В.Ризниченко, Б.В.Кострова, С.Л. Юнги [1,2,3]. Площадки осреднения при расчете СТД до сильного события брались равными $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ с шагом 0.25° при мощности сейсмоактивного слоя в 30км. Непосредственно для афтершокового процесса площадки осреднения соответствовали $0.2^\circ \times 0.2^\circ$ с шагом 0.1° при той же мощности слоя.

Для территории Алтае-Саянской области определения механизмов очагов землетрясений ведутся на основе наблюдений за знаками первых вступлений в продольных волнах. С 1992 года все построения решений механизмов очагов землетрясений в Алтае-Саянской области осуществляются по программе С.Л.Юнги, позволяющей учитывать качество знака первого вступления. Экспериментальными данными для них служат записи землетрясений на сейсмических станциях Алтае-Саянской сейсмологической экспедиции, экспедиции при ИЗК СО РАН, Казах-