

Есть мнение

УДК 551.2

Павленко Юрий Васильевич
Yurij Pavlenko

К ВОПРОСУ ОКЕАНИЗАЦИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ (ЧАСТЬ I)

ON OCEANIZATION OF EARTH CRUST OF EASTERN TRANSBAIKALIE (PART I)



Для выяснения влияния процесса океанизации континентальной коры на формирование полезных ископаемых рассмотрены пространственные, временные и генетические связи эндогенного оруденения Восточного Забайкалья с глубинным строением земной коры. Методами предметного и знакового моделирования впервые воспроизведены геометрические, физические, динамические, функциональные характеристики глубинного объекта, недоступного для прямого изучения. Выявленные особенности, тенденции в его структуре использованы в гипотезе строения земной коры, как методическом приеме, обеспечивающем научную ориентацию в исследовании непознанного явления. Глобальные, региональные факторы и критерии процесса океанизации, элементы «объемной» минерализации региона являются основанием предположить, что основным продуктом океанизации земной коры является слой (комплекс) базальтов в её основании мощностью 14 км. Эти данные позволяют в составе земной коры выделять её континентальную и океаническую составляющие. Поскольку позднемезозойское время формирования океанической коры, смена геосинклинального режима платформенным, проявление мощной тектономагматической активизации, рифто-тафрогенеза и наиболее продуктивного эндогенного оруденения региона совпадают, предполагается, что рудная минерализация прямо связана с обильными флюидами, высвобождающимися при непосредственном участии активной мантии в процессе перехода эцлогита мантии в базальт. Перспективными на углеводородное сырье являются крупные поднадвиговые структуры

To determine the influence of oceanization process of continental crust to form minerals, spatial, temporal and genetic relationships of endogenous mineralization of the Eastern Transbaikalie to the deep structure of the crust were examined. By objective methods and modeling for the first time geometric, physical, dynamic, functional characteristics of the deep object, inaccessible for direct study were created. These features, used in the hypothesis of the Earth's crust as instructional techniques ensure scientific orientation in the study of the unknown phenomenon. Global, regional factors and criteria of oceanization process, the elements of «bulk» minerals geniuses of the region are the basis to assume that the main product of oceanization crust is a layer of (complex) basalts at the base capacity of 14 km. These data allow to define continental and oceanic components in the earth's crust. Since the formation of the Late Mesozoic oceanic crust, geosynclinal regime change into platform, a powerful manifestation of tectonic and magmatic activity, rift tafrogenez and the most productive endogenous mineralization of the region are the same, it is assumed that the mineralization is directly related to the abundant fluids released by the direct involvement of active mantle in the transition of eclogite into the mantle basalt. Perspective as to hydrocarbon feedstocks large subthrust structures are considered to be

Ключевые слова: океанизация континентальной коры, «объемная» минерагения, физико-геологические модели, тектономагматическая активизация, рифто-тафрогенез, эндогенные месторождения, Восточное Забайкалье

Key words: oceanization continental crust, «volume» minerageny, physico-geological model of tectonic-magmatic activation, rift tafrogenez, endogenous deposit, Eastern Transbaikalie

Термин «океанизация» предложен В.В. Белоусовым как процесс «...разрушения гранитной коры и замещения её базальтовой корой» [3] или «...утонения континентальной коры и, в конечном счете, её полного замещения корой океанической» [4].

Для территории Восточного Забайкалья этот вопрос, а точнее — научная проблема, остается открытой, хотя представляет огромный научный интерес с точки зрения «объемной» минерагении, выяснения минерагенического своеобразия и оценки перспектив этого крупного горнорудного региона России. Отдельные косвенные данные для рассмотрения этой проблемы получены при наземном геологическом картировании и при региональных (обзорных) геофизических исследованиях. Однако геофизические данные расходятся в интерпретации глубинного строения региона в основном по причинам различной глубины исследования недр и мелких (обзорных) масштабов экспериментов. В связи с этим для рассмотрения вопроса привлечены гипотезы о геотектонике планеты, внутреннем строении земного шара, многосторонних процессах развития его геосфер, вызванные внутренними и внешними силами. М.М. Тетяев еще в 1934 г. свел типы тектонических движений в единый процесс геотектогенеза, связав их с развитием Земли, как космическим телом [19, 20]. Выделенные им «колебательная», складчатая и магматическая формы тектогенеза ещё в XIX в. становятся базовыми в геологии, особенно в учении о полезных ископаемых, поскольку общие закономерности планеты находят свое отражение в строении отдельных её регионов.

Предметом и целью исследований являются пространственные, временные и генетические связи эндогенного оруденения Восточного Забайкалья с глубинным строением земной коры, выяснение влия-

ния широко развитого на планете процесса океанизации на формирование полезных ископаемых региона в условиях континентальной коры.

1. Методология исследований. Выполнен анализ преимущественно мелкомасштабных геологических карт Забайкалья и прилегающих территорий, трех геолого-геофизических моделей строения земной коры и данных по «объемной» минерагении региона. Поскольку геолого-геофизические модели характеризуют земную кору чаще не глубже 20 км, история её развития и становления восстанавливались путем сравнительного изучения структур отдельных регионов и планеты в целом.

Поскольку недра представляют плохо организованную сложную природную систему, на состояние и свойства которой влияют множество факторов различной природы, для исследования её применены методы предметного и знакового моделирования. Путем замены объекта изучения упрощенными моделями эти методы позволяют воспроизвести определенные геометрические, физические, динамические, функциональные характеристики объекта, установить отдельные закономерности, тенденции в его структуре и создать новые обобщенные модели строения и развития земной коры.

2. Состояние разработки проблемы. Основная задача геотектоники (тектоники) — «выяснение строения и развития земной коры, форм и структур, слагающих её, а также движений, в результате которых возникли и развивались структурные особенности Земли» [11]. Она рассматривается применительно к задаче исследований на глобальном и региональном уровнях.

2.1. Сведения о глобальной тектонике и геодинамике, использованные в качестве критериев и факторов при обосновании гипотезы проявления процесса оке-

анизации материковой коры Забайкалья и связи с ней объемной минерации.

2.1.1. Земля с её оболочками является сложной самоорганизующейся гиперсистемой. Более 4 млрд лет в режиме пульсации из недр планеты к поверхности поступает тепловая энергия, производными которой являются продукты магматизма, вулканизма, метаморфизма, гранитизации, рудообразования. Концепции пульсации, сопровождаемой фазами расширения, раскрытия, разрастания океанских впадин и сжатия (орогенеза) Земли, противопоставляется теория вертикальных движений В.В. Белоусова, некоторые ученые (Ф. Дакиль, С.В.М. Клюб и У.М. Напье, Л.С. Майерс и др.) главную роль в геологической истории формирования планеты отводят аккреции метеоритов и астероидов. Предположение о вековом увеличении массы планеты, впервые высказанное в России (Ярославский, 1889 г.), развивалось его последователями Кирилловым, Нейманом, Блиновым, Б.И. Веселовым. Многие авторы из США, Канады, Австралии, Венгрии, Великобритании, Германии, России связывают процесс пульсации с превращением метастабильного сверхплотного вещества ядра планеты в «нормальный» материал, сопровождаемый существенным расширением её размеров [25]. Физики Дирак, Йордан, Дикке, Д.Д. Иваненко, Р.М. Сагитов главную причину расширения усматривают в уменьшении «гравитационной постоянной», обусловленной фазовыми переходами метатвердого вещества в метажидкое и, затем – в «обычное». Сегодня ускоряющееся расширение Земли признано многими отечественными и зарубежными исследователями (В.Е. Хаин, П.Н. Кропоткин, Е.Е. Милановский, В.В. Белоусов, Шнейдеров, Стайнер и др.); считается, что за геологическую историю при практически постоянной массе диаметр Земли увеличился примерно в 1,4 раза, площадь – в 2 раза, объем – в 2,8 раза [21], а по другим данным даже в 3,5 раза и более [24]. Практически все они признают, что интенсивные преобразования планеты связаны с юрско-меловым тектономагматическим циклом. А

вот причины этого глобального процесса, взгляды на представления о расширении и преобразовании Земли приводятся далеко неоднозначные.

Интересны в этом отношении взгляды У. Кэри [25]. Проблему расширения Земли он рассматривает через некую космологическую причину и, прежде всего, через открытое более полувека назад расширение Вселенной (закон Хаббла) и закон Хильгенберга. Последний свидетельствует, что всегда с возрастающей скоростью увеличиваются и объем Земли, и ее масса. Ссылаясь на закон Ньютона-Хаббла, У. Кэри утверждает, что во Вселенной масса и энергия – взаимно уничтожающиеся противоположности; начиная от нулевой пустоты, масса и энергия добавляются равными порциями – их сумма остается равной нулю в любой момент времени. Поскольку в центре Земли ускорение силы тяжести равно нулю, энергетический барьер в нем минимальный, здесь материя возрастает сильнее, чем увеличивается концентрация массы. В связи с требованием «нулевой» Вселенной о противоположности друг другу массы и энергии, а также их взаимному уравниванию, гравитационное притяжение Ньютона непременно сопровождается отталкиванием Хаббла, положительная энергия материи постоянно уравнивается соответствующим количеством отрицательной гравитационной энергии. Эти законы подобны двум сторонам одной монеты: ни одна не может существовать без другой так же, как частица в пустоте не может обладать инерцией, потому что не может быть инерции материи относительно пространства, она возникает только относительно другой материи.

Представления о «нулевой» Вселенной можно толковать как неизбежную и равновеликую энергетическую реакцию планеты Земля на изменение гравитационной составляющей, действующей в поле планеты. Причиной многих процессов, происходящих в недрах планеты, являются первичная неоднородность планетезималий (железоникелевые, хондритовые, углесто-хондритовые), гравитационное воздей-

твие нашей (Млечный Путь) и соседних (Большие и Малые Магелановы Облака) Галактик. Пространственно перемещаясь во времени, они периодически нарушают гравитационное равновесие слоев Земли, на которое очень чутко реагирует, согласно гипотезе нулевой Вселенной, расплавленное ядро, реализуя закон Ньютона-Хаббла.

2.1.2. Согласно концепции геопульсации в эволюции Земли [14], периодичность геологических процессов, структурообразующих циклов земной коры разных порядков имеет в основном эндогенную природу. Она определяется процессами в глубоких недрах Земли (вплоть до её ядра) и связана с деятельностью систем Земля-Луна, Земля + Луна – Солнце, Земля – Солнечная система и Земля – ближний Космос. Геопульсационные циклы разных порядков лежат в основе возвратно-поступательного развития Земли, которые выражаются в горизонтальных растяжениях земной коры в начале циклов интенсификации геологических процессов и в горизонтальном сжатии – в конце структурообразующих циклов. В суперконтинентальном фанерозойском мегацикле Вильсона (650 млн лет) выделяется мезозойско-кайнозойский цикл Бертрана, в котором проявлены киммерийский (мезозойский) тектономагматический цикл с древнекиммерийской (раннекиммерийской, T_3), новокиммерийской (позднекиммерийской, J_3), колымской (альпийской, K_1) и ларамийской (постальпийской, K_2) фазами (эпохами) складчатости, продолжительностью около 30 млн лет каждой [8, 14]. Л.И. Красный и др. [7] рекомендуют киммерийские, тихоокеанские, колымские, невадийские, яньшаньские мезозойские движения в Приамурском регионе именовать ранне- (180...170 млн лет), средние- (160...140) и поздне-яньшаньскими (130...120), поскольку они здесь проявлены очень контрастно.

Для циклов М. Бертрана «спредингового» периода мезозоя характерно раскрытие зон новообразованной океанической коры Атлантического, Индийского, Тихого, Северного Ледовитого океанов на месте континентальных рифтовых систем,

продолжающееся и в настоящее время, и структурно связанных с ними межконтинентальных рифтово-спрединговых зон (Красноморской, Аденской, Лабрадорской и др.). Первые достоверные проявления спрединга в океанах относятся к поздней юре (150 млн лет), наибольшей же интенсивности спрединг достиг на границе раннего-позднего мела (100 млн лет) [14]. С формированием океанической коры прямо связаны извержения базальтов во внутриокеанических рифтовых поясах, а также на дне океанов вне поясов. Поскольку этот новый интенсивный процесс охватил огромные территории планеты (не менее 2/3 всей поверхности Земли), сопровождался общим увеличением площади и объема планеты, он проявился и на рифтогенноподготовленных участках других региональных структур. На протяжении всего мезозойско-кайнозойского мегацикла, несмотря на фазы сжатия в конце циклов и фаз, в целом преобладали процессы растяжения и «пульсационно-экспансивного» расширения земной коры [14].

2.1.3. Движущим механизмом геодинамических процессов, причиной многих процессов, происходящих в неоднородных недрах планеты, является гравитационная неустойчивость, вызываемая внешним воздействием. Согласно закону Ньютона-Хаббла, восстановление гравитационного равновесия планеты и её геосфер может осуществлять только «тепловая машина» ядра. Мощность этой машины складывается из энергии фазового перехода земного вещества применительно к РТ-условиям, энергии расщепления радиоактивного калия, кристаллизации металлов в ядре, трения ядра о мантию в процессе несогласующегося их вращения, энергии изменения химических связей элементов, соединений, стремящихся к устойчивому минимуму, соответствующему окружающей гравитационной среде. Сумма этих составляющих должна компенсировать количество энергии внешнего воздействия для выполнения условий «нулевой» Вселенной.

В глобальном масштабе для постепенного восстановления гравитационного равно-

весия геологической среды массивную транспортировку элементов и соединений в недрах может обеспечить только флюидное состояние вещества. Флюид – среда и реагент, активизирующие многообразные геохимические и физические процессы [6], а по существу – это напряженный поток энергии (квантов), видоизменяющий физические (включая сейсмоупругие) и химические свойства геологической среды на электронном уровне. Определяющую роль в таких изменениях играют разнообразные газы (CO_2 , H_2 , N_2 , горючие соединения С), паро-жидкие фазы воды и различные газо-магматические расплавы, которые могут находиться во флюидном состоянии при определенных термодинамических и физико-химических условиях.

2.1.4. Главным продуктом тепловой машины являются суперплюмы – глубинные очаговые структуры разуплотнения и разогрева мантийного вещества, формирующие «аномальную мантию» и важнейшие структурные элементы геологического развития и минерагении регионов. Согласно Ч.Б. Бурукаеву [5], корни их находятся в нижней мантии (не глубже 2900 км). По мере приближения к поверхности суперплюмы разветвляются на более мелкие струи, образуя в верхней мантии (не глубже 670 км) глубинные очаговые структуры (плюмы и более мелкие структуры). Эти восходящие столбообразные потоки горячего мантийного вещества (мантийные струи) формируют обширные области аномальной мантии, восстанавливают гравитационное равновесие в верхней мантии и земной коре. С ними связаны процессы дифференциации минерального вещества, тектономагматической активизации, продуктами которых являются вулканоплутонические комплексы, значительные массы базальта и эндогенная минерализация.

Глубина залегания и мощность зоны плавления базальта возможно соответствует зоне, переходной от верхней мантии к средней (410...670 км) и верхней части средней мантии (670...1000 км). Эта зона, по В.В. Белоусову [3], обладает значительной долей термической автономии. В ней

предполагается изменение типа кристаллической решетки вещества при неизменном его химическом составе, изменение соотношения между форстеритовой (Mg_2SiO_4) и фаялитовой (Fe_2SiO_4) молекулами, частичная аморфизация материала. Допускается также смена ионных химических связей на ковалентную, фазовый переход от эклогита высоких давлений к базальтам (или габбро) малых давлений; эти преобразования сопровождаются выделением большого количества энергии. В интервале 670...1000 км отмечается пониженная вязкость, до глубины 720 км распространяются очаги землетрясений, а граница 660...670 км рассматривается как полупроницаемый барьер для слэбов и плюмов. Процесс плавления эклогита, вероятно, начинался в очагах верхней части этого слоя, со временем он опускался и расширялся и вглубь, и вширь.

2.1.5. При дифференциации вещества в мантии и корневых частях литосферы главными являются высокотемпературные (термохимические) процессы и региональный метаморфизм. Они обеспечивают массивную транспортировку элементов и соединений. Различают три сложные флюидофизические зоны: плутоно-, метаморфо- и гидросферу [6].

Плутоносфера (верхняя мантия и, возможно, нижняя кромка литосферы) генерирует главную массу основных и ультраосновных магм и огромные объемы летучих компонентов (H_2O , CO_2 , H_2 , He и др.). На характер тепловых превращений влияет неравномерный нагрев поверхности верхней мантии теплом, поступающим к поверхности планеты от внешнего жидкого ядра. При превышении скапливающимися газами предела прочности флюидоупора интенсивность выплавки жидкой магмы в этом месте вначале возрастает, а затем замедляется до новой потери газовых компонентов.

В метаморфосфере (большая часть литосферы) термохимические реакции разложения и синтеза вещества уже господствуют. При этом за счет метаморфогенной жидкой и газообразной составляющих возрастают объемы выделяющихся флюидов. Здесь появляются первые кислые

расплавы, а у границы с гидросферой при температуре 640...374 °С развивается зона высоконапорных парогазовых флюидов, формируются сильно минерализованные флюидные воды, которые могут находиться в жидкой фазе до температуры 450 °С [16]. Выше этой температуры существуют крайне агрессивные газовые растворы, в которых мигрируют многие элементы (чаще хлориды, фториды металлов, С, Н₂). Более глубокие углеродсодержащие флюиды в результате эволюции образуют карбонаты, кимберлиты, щелочные породы с высоким содержанием карбонатов, углеводов и графита, а также алмазы, минералы Та, Nb, Zr, TR. С водородсодержащими флюидами ассоциируют магматические породы от основного до кислого состава и различные рудные месторождения.

Граница метаморфосферы и гидрогеосферы проходит по разноглубинной изотерме 374 °С, являющейся термобарогидрозатвором для экзогенной жидкой воды. Нижняя граница гидросферы одновременно является границей распространения остатков летучих (He, Н₂, Ra и др.) и жидких продуктов, неиспользованных ранее плутонометаморфическими реакциями. Она является важным генетическим и геолого-геохимическим рубежом в эволюции вышележащих толщ и накоплении минерального вещества. Средняя глубина распространения изотермы 374 °С составляет около 12 км [6], однако в нашем регионе она, вероятно, находится на глубине около 9 км и отвечает гранитогнейсовому слою [15].

Ближе к поверхности процессы преобразования вещества в пространстве и времени, связанные с внутренними и внешними факторами существования природных систем, многократно усложняются. Мерой химической активности металлов является их восстановительная способность. Наиболее подвижные щелочные Li, Na, K, Rb, Cs, другие металлы окисляются, но или медленно или только при нагревании, образуя оксиды, или вообще не окисляются (Au, Ag, Pt). При определенных условиях металлы взаимодействуют со всеми неметаллами (Н₂, S, N₂, H, C, Si и т.д.), кислотами

и солями, активные щелочные и щелочно-земельные металлы реагируют с водой. При изменении окислительно-восстановительных условий концентрация многих элементов с переменной валентностью происходит на геохимических и термодинамических барьерах. На окислительных барьерах концентрируются Fe, Mn, Co, S, Se, на восстановительных – Cu, Au, Ag, S, Se, U, Mo, V и т.д.

Миграцию вещества существенно ускоряют газы воздушного, биохимического, химического и радиоактивного происхождения, формирующиеся в результате дегазации мантии и обменных процессов в земной коре, а также вода, изменения pH и Eh. Многими учеными ведущее значение в формировании гидротермальных растворов придается магматическим очагам, метаморфизму осадочных пород и выщелачиванию вадозными термальными водами рудных элементов из вмещающих пород.

2.1.6. К группе тектонических явлений, связанных с движениями платформенной стадии, В.В. Белоусов относит тектоническую активизацию, излияние базальтов, базификацию и океанизацию коры [3]. В основе этих процессов лежит «подъем базальтов из глубоких зон мантии к поверхности» [3]. «Базальтовая стадия», как самостоятельный этап развития земной коры [4], значимо проявилась с конца палеозоя-начала мезозоя в Сибири, с начала мезозоя – в Южной Америке, с конца мезозоя – в Индии, в кайнозой – в Гренландии, Шотландии, на Колумбийском плато. Эта стадия, начавшаяся значительно позже гранитовой, отвечает смене геосинклинального режима платформенным.

В Центральной Азии с этими процессами связано увеличение мощности земной коры, которое обусловлено расширением объема верхней оболочки, усилением циркуляции базальтовых магм на глубине, поднятием их к поверхности [4]. По данным сейсмического зондирования Северного Тянь-Шаня, Восточных Саян, Прибайкалья, установлено увеличение мощности земной коры не за счет гранитных, а базальтовых «корней», а также формирования ба-

зальтового слоя, прилипающего к земной коре снизу. Базальтовые лавы характерны и для байкальской, восточно-африканской систем грабенов, грабена Красного моря, траппового вулканизма Сибирской платформы.

На Китайской платформе эти процессы сопровождались растрескиванием верхней части коры, образованием новых глубинных разломов, обновлением их сети. В юре здесь образовалось огромное количество опущенных и поднятых блоков, глыб, сундучных складок, грабенов, горстов, проявился интенсивный основной и даже необычный для платформ гранитный магматизм. Расположение зон поднятий и опусканий чаще определялось ранее заложенными глубинными разломами. Одновременно с Китайской платформой интенсивной автономной тектонической дифференциации подверглась земная кора Забайкалья, сопровождаемая процессами рифтообразования – тафрогенеза.

А.Д. Щеглов [23] различает две стадии тектонической активизации:

1) формирования пологих изометричных прогибов, выполненных континентальными вулканогенно-обломочными формациями, слабодислоцированными, трещинными, субвулканическими интрузиями различного состава;

2) формирования наложенных терригенных впадин, выполненных грубообломочными континентальными угленосными отложениями, ограниченных крупными зонами долгоживущих разломов, вдоль которых иногда возникают гирлянды впадин, характерны небольшие сложные по составу щелочные основные интрузии. Иногда в завершающие периоды активной жизни впадин происходит значительные излияния базальтов.

2.1.7. По Е.В. Артюшкову [1], тафрогенез отличается от рифтогенеза относительно небольшим растяжением поверхности (5...15 % объема), т.е. режимы различаются степенью проявления последствий одного и того же тектонического процесса. Тафрогенный геодинамический режим свойственен завершающему этапу

развития подвижных поясов, этапу, предшествующему переходу к платформенному периоду [39]. Тафрогенез сочетает куполообразующие вертикальные движения с горизонтальными растяжениями вершинных частей континентальных сводов, характеризуется трещино-, разломо- и грабенообразованием [22]. Тафрогенные впадины представляют структуры оседания в участках незначительного растяжения (фазового перехода пород) земной поверхности, а рифтогенные грабены – структуры активного провала (поднятия) смежных блоков по системе разрывов земной коры или по системе сброс-флексур (односторонний грабен) в участках значительного её расширения. Характерными чертами тафрогенеза является «проявление субщелочнобазитового магматизма и накопление грубой молассы грабеновой фации [22]. В Забайкалье тафрогенез – это сочетание унаследованных и наложенных протяженных мульд-впадин с угленосно-молассовыми и основными магматическими отложениями, тяготеющими к межблоковым шовным зонам, региональным зонам растяжения, разломам с дайковыми поясами, плутонам монцитонитов и аляскитам центрального типа.

В.В. Белоусов [2] связывает тафрогенез с деструкцией континентальной коры, в отличие от орогенеза, характеризующего её наращивание. При этом оба процесса обусловлены интенсивным привнесом глубинного тепла, являются показателями возбужденных режимов эндогенной активности, в т.ч. сейсмичности. В интенсивной стадии тафрогенез проявляется образованием глубоких и морских, и наземных впадин. Однако другие гипотезы связывают деструкцию земной коры с метаморфизмом, дегидратацией горных пород под воздействием тепла астеносферного диапира, с внедрением в кору базитовых и гипербазитовых магм, с механизмом магматического замещения континентальной коры базит-ультрабазитовым расплавом при подъеме мантийного диапира. В данном случае тафрогенез рассматривается как крайняя (слабая) степень проявления спрединга, характерного в «чистом виде» окраинным морям.

Таким образом, тафрогенез сочетает остаточное от орогенеза куполообразование, сопровождаемое субщелочным риолит-гранитовым магматизмом, и горизонтальные напряжения, которые картируются в виде дайковых поясов, магмоподводящих глубинных разломов, рифтоподобных грабенообразных форм, проявлений субщелочного магматизма, накоплений грубой молассы грабеновой фации.

2.1.8. Тафрогенез сопровождается вертикальной аккрецией, андерплейтингом, разобщением в вертикальной магматической колонне магматических и коровых очагов, углублением мантийных очагов в более высокотемпературные области, всплытием коровых расплавов в жесткие слои земной коры. Вертикальная аккреция – процесс нелинейной геодинамики [17], проявляющийся на глобальном, региональном и локальном уровнях как результат энергетической нестабильности геосфер, воздействия энергетических импульсов глубин, внеземных факторов на обмен веществ и энергии между геосферами. Он отражает взаимодействие различных оболочек Земли [13], представляет совокупность геологических процессов, вызывающих увеличение мощности литосферы, автохтонное прогрессивное наращивание консолидированной коры, изменение её внутренних свойств в сторону кратонизации. По мнению А.Ф. Грачева [9], увеличение мощности земной коры, скоростей сейсмических волн в нижней части коры может быть следствием магматической активности, результатом деятельности мантийных плюмов, плюмового андерплейтинга – подслаивания земной коры снизу.

Вертикальная аккреция имеет место в корах континентального, океанического и переходного типов и осуществляется за счет комплекса структурно-вещественных (физико-химических) трансформаций горных пород в зоне взаимодействия литосферных слоев, в том числе верхней мантии и нижней коры. При интенсивности преобразования, превосходящей некоторые пороговые значения, возникает радикальное изменение петрофизических и риологичес-

ких свойств горных пород. В противном случае вертикальная аккреция протекает без перехода пород из одной оболочки в другую, путем увеличения общего объема породной массы. К этой категории процессов могут быть отнесены базальтовый и более кислый вулканизм. В результате основного вулканизма в некоторых внутриплитных обстановках происходит существенное (в 2...3 раза) утолщение базальтового слоя, что само по себе является признаком вертикальной аккреции [12]. Л.Н. Шарпенюк и др. [22] в гипотетическом разрезе областей подвижных поясов с проявлением тафрогенеза выделяют на границе верхней мантии и гранит-метаморфического слоя базальтовый слой мощностью 10...13 км.

В результате вертикальной аккреции нарушается естественная последовательность событий на верхней границе консолидированного слоя, происходит омоложение основных петроструктурно-реологических разделов земной коры, изменяется последовательность временных позиций в разрезе земной коры и оболочек. Подобные радикальные отклонения от последовательности (линейности) в развитии геодинамических систем, порождающие неупорядоченность, разного рода нерегулярности и бифуркации в геологических процессах, присущи Земле как неравновесной открытой системе. На платформах эти процессы касаются траппового вулканизма, в подвижных поясах – радикальной смены тектонических планов поясов или их сегментов.

2.1.9. На платформах (и не только) для платобазальтовых излияний верхнего палеозоя, нижнего мезозоя и верхнего мела – эоцена характерен огромный объем лав устойчивого химического состава. Эта группа явлений приводит к расширению платформ, насыщению их коры гранитом, к формированию складчатости.

Несмотря на значительную проницаемость земной коры в эпохи горообразования, закупоривание сквозных каналов застывающей магмой ещё в начале инверсии уменьшает интенсивность излияния магмы на поверхность, постепенно снижает проницаемость коры. Этот процесс сопровож-

дается уплотнением вязкой магмы и одновременно сдавливанием перекрывающих её образований. В кору по глубоким разрывам из активной магмы просачиваются только наиболее подвижные летучие и магматические компоненты, возбуждающие процессы гранитизации пород, формирования интрузий, рудообразования и пр. Основная же часть вязкой магмы, растекаясь и накапливаясь вдоль поверхностей напластования преимущественно у границы Мохо, частично или полностью ассимилирует ранее сформированные образования, в том числе и континентальные.

Согласно волновой гипотезе ван-Бемелена [3], в процессе дифференциации перидотитовой мантии в верхней её части скапливается выплавленный разогретый базальт. Базальт, насыщенный газами, всплывает, внедряется, приподнимает земную кору, принижая и утолщая её снизу. По отдельным разрывам в коре базальт может прорваться на поверхность, образовать платобазальтовые излияния или сложные по форме тела. В результате последующего охлаждения и застывания базальта, отдачи им летучих компонентов отдельные участки земной коры в условиях значительного растяжения под действием сил гравитации проваливаются, образуя грабены. При этом гранитный слой коры подвергается расплавлению, растворению, базификации, частично или полностью теряя свою индивидуальность.

Этот процесс обеспечивает изменение первоначального положения раздела Мохо, физическая природа которого может быть полигенетической. Он, по мнению В.В. Белоусова [3], свидетельствует «об особой, новой линии развития земной коры», отличной от геосинклинального или платформенного. При этом «вторичные» океаны и внутренние моря рассматриваются как «новые образования, начавшие развиваться не раньше мезозоя», характер проявления которых под материками и океанами различен. Процессы гравитационной дифференциации расплавленного базальта в кровле легкого слоя плавления мантии приводит к формированию услов-

но слоистого разреза, в котором тяжелый материал участками оказывается поверх более легкого, стимулируя начало дополнительного процесса перемешивания масс. Приуроченность глубинных разломов к участкам коры повышенной мощности свидетельствует о существенном влиянии глубинных разломов на интенсификацию сложных физико-химических процессов (изменение температуры, давления, дифференциации, интенсификации выноса тепла к поверхности и пр.). Подобные процессы на значительной территории Забайкалья обеспечивают переход от геосинклинальной обстановки в начале юры к платформенной в начале мела, который связывается с охлаждением верхней части мантии, усилением вертикальных циркуляций преобразованного мантийного материала и флюидов.

2.1.10. Особенности тафро - рифтогенеза В.В. Белоусов [2] связывает с превращением отдельных частей континентальной коры окраинных морей в океаническую (тектоническая деструкция). Океаны, существовавшие до мезозойской эры, либо закрылись (например, океан Тетис), либо обновились на океаническую мезозойскую и кайнозойскую (Тихий океан). Полное обновление океанической коры на планете, формирование «вторичных» океанов в мезозое связано с несколькими циклами расширения-сжатия.

Гипотеза о «вторичности» океанов, их росте за счет материков предполагает многократное развитие глубинных процессов. Развиваемое мировой наукой направление преобразования материковой коры в океаническую относится прежде всего к зонам спрединга, в меньшей степени – к жестким континентальным блокам и лишь частично – к мезозойско-кайнозойским геосинклинальным поясам. Из 13 выделяемых на Земле последовательно усиливающихся циклов сжатия (в геосинклиналях) и растяжения (во внутриконтинентальных рифтовых зонах), мезозойский цикл закладывался как в новых, так и в регенерированных рифтовых зонах, затем охватывал внутриокеанические рифтовые пояса.

При этом установлено, что «пульсации контролировались процессами во внешнем жидком ядре и вблизи его границы с мантией» [10].

Океанизация осуществляется за счет поступления базальтовой магмы, продукты которой генерируют новую литосферу. Локально она может происходить в зонах скучивания пород океанического дна и внутриплитного магматизма, приводящего к образованию океанических плато с корой повышенной мощности. Перегретые глубинные базальты оказывают на верхнюю часть мантии и земную кору физико-химическое и термическое воздействие. Потоки эндогенного тепла способствуют выплавлению и подъему легкого материала мантии и коры. Активизация процессов гранитообразования может быть связана с тем же термическим воздействием восходящего потока глубинных базальтов. В процессе океанизации вовлекаются все более глубокие слои мантии, сложенные основным материалом, который по своему химическому составу остается, однако, в пределах базальта.

Глубинный перегретый базальт вызывает поднятие коры до тех пор, пока не преодолеет ее сопротивление. Сделать это ему удастся далеко не всегда, поскольку материнская кора сложена кристаллическими минералами с чрезвычайно прочными энергетическими связями химических элементов на электронном уровне. Если же он прорывается на поверхность или замещает гранитный слой, то после выделения летучих компонентов и остывания утяжеляет кору, генерируя опускание поверхности твердой Земли. С этой точки зрения закономерны поднятия, предшествующие обрушениям (образование грабена, морского бассейна). Однако в «ослабленных» зонах восходящий базальтовый поток может и сразу прорваться внутрь земной коры или пройти сквозь её, как это установлено в Красном море. Неполное замещение базальтовой океанической корой материковой коры ведет к уменьшению мощности последней (в среднем до 20...25 км).

Раздел Мохо следует рассматривать как границу фазового перехода от базальта (или габбро) малых давлений к эклогиту высоких давлений. Такой переход является обратимым при противоположной направленности изменения давления и температуры. Поверхность Мохо приобретает при этом новый уровень, определяемый глубиной перехода базальта в эклогит, соответствующий новым условиям температуры и давления. В процессе преобразования эклогита в базальт химический состав минеральных веществ остается неизменным, а объемная масса базальта увеличивается примерно на 15 % [3].

Приток базальта снизу ведет, с одной стороны, к утолщению коры в целом, с другой – к дифференциации ее на вновь образованную океаническую и материковую (континентальную) составляющие. Разогретый базальт, разрушая и замещая гранитный слой, стимулирует процессы вулканизма, формирования преимущественно андезитовых лав, отвечающих среднему составу материковой коры. Как опускание поверхности Мохо под океаническим Средне-Атлантическим валом свидетельствует о значительном утолщении базальтового слоя, так и опускание поверхности Мохо на континенте свидетельствует о подъеме выплавленных на глубине базальтов, выносе дополнительного тепла, что приводит к более глубокому залеганию границы перехода эклогита в базальт.

Таким образом, рассмотренные основные планетарные факторы и критерии характеризуют геометрические, физические, динамические, функциональные характеристики земных недр, недоступные для прямого изучения, они в общих чертах описывают процесс океанизации земной коры. В качестве методического приема выявленные особенности, тенденции в структуре планеты применимы для создания гипотезы строения земной коры, обеспечивая научную ориентацию в исследовании непознанного явления.

Literatura

Literature

1. Artyushkov E.V. Fizicheskaya tektonika. M.: Nauka, 1993. 455 s.
2. Belousov V.V. Osnovy geotektoniki. M.: Nauka, 1975. 262 s.
3. Belousov V.V. Osnovnye voprosy geotektoniki, izd. 2, pererab. M.: Gosgeoltekhizdat, 1962. 608 s.
4. Belousov V.V. Osnovy geotektoniki. M.: Nedra, 1989. 382 s.
5. Burukaev Ch.B. Slovar-spravochnik po sovremennoj tektonicheskoy terminologii. No-vosibirsk: Izd-vo SO RAN, NIC OIGGM, 1999. 70 s.
6. Vartanyan G.S. Flyuidosfery Zemli // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jen-cikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 144-148.
7. Geologicheskaya karta Priamuriya i sopredelnyh territorij. Masshtab 1:2 500 000. Obyasnitelnaya zapiska. SPb. — Blagoveshensk — Harbin, 1999. 135 s.
8. Gordienko I.V. Istoriya razvitiya Zemli: ucheb. posobie dlya vuzov. Novosibirsk: Geo, 2008. 293 s.
9. Grachev A.F. Anderplejting pljumovyy // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jen-cikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 443-444.
10. Kagarmenov A.H. Gipoteza pulsacii i rasshireniya Zemli // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 365-367.
11. Krasnyj L.I. Tektonika // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2004. S. 616.
12. Leonov M.G. Vertikalnaya akkreциya zemnoj kory // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 59-67.
13. Leonov M.G. Tektonika kontinentalnogo fundamenta i vertikalnaya akkreциya kon-solidirovannoj zemnoj kory // Fundamentalnye problemy obshhej geotektoniki. M.: Nauchnyj mir, 2001. S. 91-154.
14. Milanovskij E.E. Geopulsacii v jevoljucii zemnoj kory // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravochnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 41-55.
15. Pavlenko Ju.V. Glubinnoe stroenie i mineragenija Jugo-Vostochnogo Zabajkal'ja. Chita, ChitGU, 2009. 200 s.
16. Perelman A.I. Geohimiya: uchebnik dlya geol. specialnosti vuzov / A.I. Perelman. 2-e izd., pererab. i dop. M.: Vyssh. shk., 1989. 528 s.
17. Pushharovskij Ju.M. Nelinejnaya geodinamika // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jen-
1. Artyushkov E.V. Physical tectonics. M.: Nauka, 1993. 455 p.
2. Belousov V.V. The basics of geotectonics. M.: Nauka, 1975. 262 p.
3. Belousov V.V. The main issues of geotectonics, ed. 2nd edition. M.: Gosgeoltekhizdat, 1962. 608 p.
4. Belousov V.V. The basics of geotectonics. M.: Nedra, 1989. 382 p.
5. Burukaev V. Glossary-Handbook of contemporary tectonic terminology. Novosibirsk: Publishing house of the SB RAS, SIC OIGGM, 1999. 70p.
6. Vartanian G.S. Fluid spheres of the Earth // Earth Planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. With. 144-148 p.
7. Geological map of the Amur region and adjacent territories. Scale 1:2 500 000. Explanatory Memorandum. St. Petersburg. - Blagoveshchensk - Harbin, 1999. 135 p.
8. Gordienko I.V. The history of land development: textbook for institutes of higher education. Novosibirsk: geo, 2008. 293 p.
9. Grachev A.F. Underpleiting plyumovi // Earth planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 443-444 .
10. Kagarmenov, A.KH. Hypothesis ripple and expansion of the Earth // Earth planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 365-367.
11. Red LI. Tectonics // Earth Planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2004. P. 616.
12. Leonov MG. Vertical accretion of the earth's crust // Earth planet. Tectonics and geo-dynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 59-67.
13. Leonov MG. Tectonics of continental foundation and vertical accretion of solidified earth crust // Fundamental problems of the general geotectonics. M.: Scientific world, 2001. P. 91-154.
14. Milanovsky E.E. Geopulsation in the evolution of the earth crust // Earth planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 41-55.
15. Pavlenko YU. The deep structure and minerageny of the South-Eastern Transbaikalie. Chita, ChitGU, 2009. 200 p.
16. Perelman A.I. Geochemistry: textbook for mining universities / A.I. Perelman. 2-e Izd., pererab. I DOP. M.: Vyssh. SHK., 1989. 528 p.
17. Puscharovsky YU. Nonlinear geodynamics // Earth planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic

cikl. spravocnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 547.

18. Suworov A.I. Destrukciya tektonicheskaja // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravocnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd. VSEGEI, 2004. S. 492.

19. Tetyaev M.M. Osnovy geotektoniki. GONTI, 1934. izd. 1.

20. Tetyaev M.M. Osnovy geotektoniki. Gosgeolizdat, 1941. izd. 2.

21. Hajdarov K.A. Nauki o Zemle: arhitektonika Zemli. Proishozhdenie, vnutrennee ust-rojstvo i dinamika Zemli [Jelektronnyj resurs] – Jelektron. dan. M.: Novosti, 2007. Re-zhim dostupa: http://www.qd.ru/pletner/news.asp?id_msg=110690. – Zagl. s jekrana.

22. Sharpenok L.Sh., Pinskij Je.M. Tafrogenez // Planeta Zemlya. Tektonika i geodinamika: jencikl. spravocnik / red. L.I. Krasnyj, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2004. S. 614-616.

23. Shcheglov A.D. Metallogeniya oblastej avtonomnoj aktivizacii. M.: Nedra, 1968. 180 s.

24. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://klokov-aa.narod.ru/planet.html>

25. [Jelektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.integro.ru/system/eretics/karey/zem_and_kosmology.htm

reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 547.

18. Suworov A.I. The destruction of tectonic // Earth planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman SPb.: Ed. VSEGEI, 2004. P. 492.

19. Tetyaev M.M. The basics of geotectonics. GONTI, 1934. ed. 1.

20. Tetyaev M.M. The basics of geotectonics. Gosgeolizdat, 1941. ed. 2.

21. K. Khaidarov. Earth Sciences: arcitectonics of the Earth. The origin of the inner structure and dynamics of the Earth [Electronic resource] - electronic data. M.: News, 2007. Re-mode of access: http://www.qd.ru/pletner/news.asp?id_msg=110690. - Title from the screen.

22. Sharpenok L.S., Pinsk E.M. Tafrogenez// Earth Planet. Tectonics and geodynamics: encyclopedic reference book / ed. L.I. Red, O.V. Petrov, B.A. Blyuman. SPb.: Izd-vo VSEGEI, 2004. P. 614-616.

23. A.D. Shcheglov. Metallogenic areas of the autonomous activation. M.: Nedra, 1968. 180 p.

24. [Electronic resource]. Mode of access: <http://klokov-aa.narod.ru/planet.html>

25. [Electronic resource]. Mode of access: http://www.integro.ru/system/eretics/karey/zem_and_kosmology.htm

Коротко об авторе

Павленко Ю. В., д-р геол.-минер. наук, профессор, Забайкальский государственный университет
Сл. тел.: (3022) 35-32-02

Научные интересы: мелко-среднемасштабное геологическое картирование, прогнозирование, поиски, разведка месторождений

Briefly about the author

Yu. Pavlenko, doctor of geological and mineral sciences, professor, Transbaikal State University

Scientific interests: small scale and meso-scale geological charting, forecasting, prospecting, searching and resource definition

