

Тесленко Т.Л.

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

T.L. Teslenko

GEODYNAMICAL CONDITIONS OF FORMATION OF ROCKS

УДК: 551.24.01

В статье рассмотрены геолого-геоморфологические условия образования исходных пород и факторы, влияющие на их преобразование в зоне субдукции. Предложена новая модель формирования палингенных гранитов.

Geologo-geomorphological conditions of formation of initial rocks, and factors that influencing their transformation in subduction zone are considered in the article. The new model of formation of palinogenetic granitites is offered.

Земная кора имеет сложное строение, как по латерали, так и по вертикали. Латеральная и вертикальная неоднородность заключается в различии литолого-петрографического состава каменной оболочки, слагающей дно океана и континентальные выступы. Неоднородность строения и состава коры предопределены динамикой мантии. Химико-плотностная конвекция, которая зарождается на границе ядро-мантия, охватывает всю мантию, формируя восходящие, нисходящие и горизонтальные ветви конвективных потоков [1]. Восходящий конвективный поток на границе с экзосферой, формирует дивергентные границы (зоны спрединга), а нисходящий – конвергентные (зоны субдукции).

От геолого-геоморфологического строения, вещественного состава исходных пород, физико-географических условий области, которая будет подвергаться расколу и развитию спрединга, во многом будет зависеть вещественный состав и структурно-текстурные признаки вновь образуемых пород. Исходными геолого-геоморфологическими обстановками, для участка развития спрединга могут явиться шельф (литоральная и неритовая области) континентальная суша, либо их сочетание. Отложения шельфа могут быть представлены обломочным материалом (размер зерен и состав различны), хомогенными породами (карбонатные, кремнистые, фосфориты), ил, глина, мергель

Породы, слагающие композиционную кору континентальных выступов, полуострова, острова разнообразны по составу, генезису, возрасту. В их строении могут принимать участие как магматические (интрузивные и эффузивные), осадочные (обломочные, хомогенные, органогенные), метаморфические породы так и их сочетание.

Растяжение и разрыв земной коры под влиянием расходящегося конвективного потока происходит снизу-вверх. Разорванная кора раздвигается мантийным потоком. Разрыв и раздвижение коры способствуют перераспределению напряжений. Следствием перераспределения напряжений в земной коре является фор-

мирование сбросовых уступов, развитие гравитационных процессов и скопление обломочных пород у подножия образующихся уступов [2].

Раскол коры под влиянием восходящего конвективного потока может возникнуть в любом месте: на континенте, в морском бассейне или прибрежной части с различной формой береговой линии. Перечисленные области характеризуются различным геолого-геоморфологическим строением и составом исходных пород, которые зависят от геодинамических условий прошлого.

Раскол коры способствует перераспределению напряжений и образованию сбросов. Обломки горных пород, распространенные на шельфе, скатываются к подножию сбросовых уступов. Обломочный материал, аккумулирующийся у подножия сбросовых уступов, при определенных условиях может подвергаться переработке волнами, течениями. Поэтому наиболее вероятно обломки будут характеризоваться различным размером, степенью окатанности, отсутствием сортировки, прерывистостью в пространстве. Вещественный состав обломков зависит от того, какие породы подвергались разрушению. Состав цемента зависит от температуры воды и влияния продолжающегося процесса спрединга.

По нашему мнению, осадки, распространные на шельфе и попавшие под температурное влияние восходящего конвективного потока, превращаются в палингенные граниты. Механизм их образования следующий: мантия, разогреваемая восходящим конвективным потоком, вблизи поверхности Земли, прогревает воду, содержащуюся в осадочных слоях, в результате происходит метасоматическое изменение осадков.

При продолжающемся раздвижении коры обнажается мантия. На границе с экзосферой мантийное вещество, покрываясь медленно остывающей и растрескивающейся коркой «расползается», в стороны от зоны восходящего конвективного потока. Если зона спрединга возникла на суше, то кора мантии вследствие магматической дифференциации будет представлена сверху-вниз: базальтами, габбро, ультраосновными породами. Процесс спрединга в морских условиях, сопровождается гидратацией коры мантии, в этом случае кора мантии состоит из следующих пород (сверху – вниз): базальтами, габбро, серпентинитами. Для базальтов, появившихся в зоне спрединга на морском дне, характерна подушечная отдельность. Кроме этого

признака доказательствами подводной вулканической деятельности являются: миндалекаменная текстура, зеленокаменные изменения лав, альбитизация лав. Измененные базальтовые лавы получили название спилит-кератофировой формации.

Остаточные структуры спредингового хребта формируют склоны пассивных континентальных окраин, и океаническое ложе. Они возникают при отодвигании мантии от активной оси спрединга. Действующая ось спрединга располагается на дне океана, а остаточные структуры СХ образуют континентальный склон.

Образовавшаяся в зоне спрединга кора, перекрытая литифицированными осадками, погружается в зону субдукции. Нелитифицированные осадки с небольшими фрагментами мантийной коры соскабливаются, формируя аккреционные призмы. По В. Дикинсону и Д. Сили [3] «Вследствие трения породы разогреваются и в основании аккреционной призмы на глубинах 1-20 км, происходит метаморфизм пород, который может достигать уровня цеолитовой и пренит-пумпеллитовой, иногда зеленосланцевой фаций метаморфизма».

Мантийная кора, перекрытая литифицированными осадками, в зоне субдукции подвергается дегидратации и анатексису. Для расплавления водонасыщенных силикатов достаточно температуры около 700-800⁰ С, поэтому мантийная кора в этих зонах должна плавиться [1].

Аккумуляционные на материковых склонах терригенные осадки с залегающими в их основании толщами эвапоритов, при попадании в зоны поддвига плит или в коллизионную зону являются источником формирования широкого спектра изверженных пород от гранитов до сиенитов и щелочно-ультраосновных [4]. По современным представлениям, продуктами переработки осадочных пород в зоне субдукции являются андезиты и их интрузивные аналоги.

Относительно генезиса гранитов в зоне субдукции: предлагается несколько точек зрения. Граниты образуются за счет переплавления осадочных, песчано-глинистых пород, затянутых в зоны поддвига плит, при надвигании островных дуг на пассивные окраины континентов сложными мощными толщами терригенных осадков, накапливающихся у подножий континентальных склонов, на стадии закрытия окраинных морей и при метасоматической переработке осадочно-вулканогенных толщ перегретыми и минерализованными водами, поднимающимися из зон поддвига плит в тылу островных дуг и активных окраин материков [5, 6].

При попадании в зоны поддвига плит карбонатных пород или эвапоритов должны возникать расплавы с повышенным содержанием щелочноземельных или щелочных элементов – сиениты. При затягивании под островные дуги осадков, обогащенных фосфором (фосфориты,

скопившиеся в прибрежных районах бывших зон апвеллингов на склонах и шельфах древних окраин континентов) образуются магмы, обогащенные апатитом.

Процесс формирования пород регионального метаморфизма зависит от геодинамической обстановки: скорости субдукции; деформаций мантийной коры в зонах закрытия океанических бассейнов [7]; глубины погружения субдуцируемой плиты (биотит-плагиоклазовые, диопсидрогово-обманковые, пироксен-полевош-патовые, амфибол-биотит-полевошпат-кварцевые, андалузит-кордиеритовые и др. – формируются на субдуцируемой плите на глубине до 70 км). Проявлению регионального метаморфизма способствуют определенные геодинамические условия:

1) Медленная субдукция мантийной коры, перекрытой нелитифицированными осадками океанического бассейна;

2) Метасоматическая переработка осадочно-вулканогенных толщ перегретыми и минерализованными водами, поднимающимися из зон поддвига плит в зонах субдукции. Под зонами поддвига плит возникают потоки перегретых и сильно минерализованных флюидов. Этот механизм приводится в действие процессом дегидратации океанической коры [7].

При $t=550-800^0\text{C}$ и $P = 4-13$ кб из пелитов образуются гнейсы, палингенные граниты.

Эффузивные породы основного-среднего состава, пелитовые и кварц-полевошпатовые попадая в зону субдукции ($P=3-10$; $t=300-500\text{C}^0$), преобразуются в измененные диабазы и трахиандезиты, порфиритоиды, туфы, хлоритовые сланцы, яшмо-кварциты, переходящие в кварциты.

В зоне субдукции при $P=3-10$; $t=550-800\text{C}^0$ мергели, граувакки, магматические породы основного состава и их туфы, по химизму близкие к базальтоидам, т.е. породы верхней части мантийной коры преобразуются в амфиболиты, актинолитовые, кварцево-актинолитовые сланцы, порфиритоиды.

Формирование кварцитов, кварцево-хлоритовых сланцев, кварцево-слюдястых сланцев, слюдястых сланцев происходит в зоне субдукции при, баро-термических условиях: $P= 4-13$, $t=550-800\text{C}^0$ за счет переработки исходных пород: кремнистых осадочных, пелитовых и кварц-полевошпатовых.

Яшмо-кварциты с радиоляриями, филлитовидные и кварцево-андалузитовые сланцы, граувакки, порфириты, слюдястые кварциты. Образовались в зоне субдукции из кремнистых, пелитовых и кварц-полевошпатовых пород, грубозернистых песков с глиной, эффузивов среднего-основного состава, песков с примесью глинозла под влиянием $P = 3 - 10$; $t = 300 - 500\text{C}^0$.

Исходными породами для возникновения кремнистых, кварц-хлоритовых, серицитовых

сланцев, железистых, графитистых и брекчиевидных кварцитов являются глинистые породы, микрозернистый кварц, пелитовые и кварц-полевошпатовые породы, кремнистые осадочные. Их переработка в зоне субдукции происходит при $P=3-10$; $t=300-500\text{C}^0$;

Для образования ороговикованных песчаников, глинисто-филлитовых сланцев, углисто-хлоритовых сланцев, кварцитов, порфириидов, амфиболитов, слюдяных сланцев исходными породами являются известняки, глинистые песчаники, пелитовые и кварц-полевошпатовые, осадочные породы, липариты, дациты, кератофиры, мергели, основные породы, пелиты кремнистые, перерабатываемые в зоне субдукции при следующих баро-термических условиях:

$P=3-6$; $t=500-625\text{C}^0$;

Пелитовые, мергели, основные породы (диабазы), порфириты, липариты, дациты, попадая в зону субдукции с баро-термическими условиями $P=4-13$; $t=550-800\text{C}^0$ преобразуются в щелочные гнейсы, амфиболиты, серицитовые сланцы, порфиритоиды, порфирииды..

Гранатовые и биотитовые орто- и парагнейсы, амфиболиты, эклогиты, мраморы, сланцы (кордиеритовые, слюдяные, силлиманитовые, турмалиновые) образуются в зоне субдукции при баро-термических условиях $P=4-13$; $t=550-800\text{C}^0$ из исходных пород, имеющих следующий состав: пелитовые и кварц-полевошпатовые породы, основные породы и мергели.

Сланцеватые кварциты, зеленовато-серые бластопсаммитовые слюдяно-полевошпатовые и графит-кварцевые сланцы также рождаются в зоне субдукции при $P=3-10$; $t=300-500\text{C}^0$ из следующих исходных пород: пелитовых и кварцево-полевошпатовых.

Разноцветные сахаровидные, зернистые и плотные железистые кварциты, кварц-серицитовые, графит-кварцевые, хлоритовые и хлорит-актинолитовые сланцы слюдяно-полевошпатовые и амфиболовые сланцы и гнейсы образуются из пелитовых и кварцево-полевошпатовых пород в зоне субдукции при $P=3-10$; $t=300-500\text{C}^0$.

Известняки, песчаники, пелитовые и кварц-полевошпатовые, попадая в зону субдукции с $P=3-6$; $t=500-625\text{C}^0$ преобразуются в мраморы с прослоями железистых кварцитов, хлорит-амфиболитовые сланцы, микрозернистые слюдяно-кварц-плаггиокла-зовые сланцы, бластокластические сланцы, бластопорфириды сланцы.

Сerpентиниты. Исходными породами являются гидратированные в зоне спрединга породы коры мантии. Серпентиниты также могут быть сформированы в зоне субдукции, где происходят одновременно два процесса: дегидратация коры мантии, затягиваемой в зону субдукции и гидратация мантии в

надсубдукционной зоне, которая происходит за счет выделения флюидов из субдуцирующей коры в прилегающую мантию [8].

Образующиеся в зоне субдукции метаморфические породы при дополнительном боковом воздействии сдвигающейся и нависающей литосферных пластин выдавливаются на поверхность погружающейся плиты и придвигаются к окраине континента.

Исходными породами более сильных степеней метаморфизма также является мантийная кора с перекрывающим ее слоем пелагических осадков, на погружающейся в мантию мантийной плите [8]

Выводы:

1) Породы ультраосновного состава продукт первичного мантийного вещества.

2) Породы основного состава габбро и базальты являются продуктами дифференциации мантийного вещества. В зонах СХ формируются: толеитовые базальты (подушечные лавы), долериты (комплекс параллельных даек), габбро, серпентиниты могут формироваться и в зонах спрединга, и в зонах субдукции;

3) Магматические породы среднего состава являются продуктами переработки мантийной коры, перекрытой слоем пелагических осадков, затягиваемых в желоб;

4) Магматические породы кислого состава являются продуктом переплавления осадочных и вулканогенно-осадочных пород. Магмы, образующиеся при плавлении затянутых в зону субдукции осадков и др. пород континентальной окраины, должны определяться составом осадков;

5) Осадки, распространенные на шельфе и попавшие под температурное влияние восходящего конвективного потока, превращаются в палингенные граниты;

6) Исходным веществом для формирования пород регионального метаморфизма слабой степени являются верхняя зона мантийной коры и перекрывающий ее нелитифицированный (слаболитифицированный) слой пелагических осадков, соскабливаемых в зоне желоба в раннюю стадию формирования зоны субдукции;

Литература:

1. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 560 с.
2. Тесленко Т.Л. Геодинамические условия формирования литосферы. Монография. Алматы: ТОО «ЖАНИЯ – Полиграф». 2006. – 229 с.
3. Dickinson W.R. Seely D.R. Structure and stratigraphy of forearc regions // Am. Assoc. Petroleum Geologist Bull. 1979. Vol. 63. P. 2-31.
4. Тектоника плит и полезные ископаемые // Ред. Ковалев А.А., Ольсзак Г. – М.: Изд-во МГУ, 1985. 192 с.
5. Монин А.С., Сорохтин О.Г. Геол.теория и ПИ. М.,1983.

6. Mitchell A.H.G. Metallogenic belts and angle of dip of Benioff zones. – "Nature Phys. Sci." 1973, vol. 245, p. 49-52.
7. Ковалев А.А., Леоненко Е.И. Методика глубинного прогнозно-геодинамического картирования: Уч. Пособие.–М.: Изд-во МГУ, 1992.
8. Перчук А.Л. Петрология и минеральная хронометрия коровых эклогитов: Автореф. дис. д. г. -м. н.– Москва, 2004.

Рецензент: д.геол.-мин.н., профессор Корженков
