

К. С. Иванов

МЕЗОЗОЙСКОЕ ПОСТКОЛЛИЗИОННОЕ РАСТЯЖЕНИЕ - ВАЖНЕЙШИЙ ЭТАП ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРЫ УРАЛА

Урал является одним из признанных эталонов складчатых поясов с полным геодинамическим циклом развития. В существующих тектонических моделях [8, 4 и др.] этот цикл начинается с предрифтового этапа (рифей), впервые в мире выделенного именно на Урале [3], и обычно кончается позднепалеозойским коллизийным этапом. В результате, как считается, и была сформирована современная структура Урала. Проведенные

в 1991-1994 г. исследования привели меня к нижеследующим выводам (впервые этот текст был сдан в печать в 1995 г.), которые, по-видимому, существенно дополняют представления о геодинамической истории Урала.

Для Урала в целом характерно чередование субмеридиональных синформных зон, выполненных почти метаморфизованными вулканогенными и осадочными толщами, и антиформных зон, сложенных глубинными интрузивными и метаморфическими комплексами. Эта особенность современной структуры Урала проявлена весьма ярко и была подмечена еще первыми исследователями региона (А. П. Карпинским и др.). Границами между этими синформами и антиформами являются крупные разломные зоны, часто маркируемые полосами меланжированных серпентинитов и падающие под углами 40-50° на запад или восток, но, как правило, под менее метаморфизованные комплексы. Эти разломные зоны рассматриваются [5, 10 и др.] главным образом как надвиги, сформированные в позднем палеозое во время коллизии Русской платформы и новообразованного Восточно-Уральского (Казахстанского) континента. Процессы средне-позднепалеозойского субширотного сжатия Урала задокументированы во многих местах, часть надвигов доказана бурением [5 и др.]. Однако существованием только надвигов не объяснить отмеченную выше главную особенность структуры Урала, при которой разломы падают под менее метаморфизованные и, в общем случае, менее глубинные комплексы пород. Не дает должного объяснения шарьяжно-надвиговая концепция и острой проблеме выведения метаморфических комплексов Урала на поверхность Земли. Так, для эклогитов максютовского комплекса минимальные оценки давления дают 1,1-1,4 ГПа [2, 6 и др.], что соответствует глубине генерации не менее 40 км.

Предлагаемое мной иное объяснение современной структуры Урала опирается на новые наблюдения и заключается в том, что она есть результат послепермского субширотного растяжения региона. Новая трактовка делает понятным и механизм эксгумации мегаблоков, сложенных глубинными комплексами, происходившей в результате подъема этих пластических деформируемых масс средней и нижней коры на уровень верхней коры при разрыве и раздвижении последней. При этом отмеченные субмеридиональные разломы, разделяющие мегаблоки, сложенные глубинными породами и породами верхней коры и падающие под последние, суть, главным образом, сбросы, развивающиеся в результате растяжения. Фактически наблюдаемые углы падения этих разломов, составляющие в среднем около 45°, как раз соответствуют углу скола в эллипсоиде деформации при растяжении. Эти молодые разломы развивались в первую очередь по тектонически ослабленным зонам надвигов и отделителей, развитых между верхней (хрупкой) и средней (пластичной) корой [12 и др.]. Таким образом, последние сбросы, подчеркивающие описанную "клавишную" структуру Урала, наследуют положение более древних шовных зон.

Для иллюстрации рассмотрим главные особенности строения Урала в его типичном сечении, например, в районе субширотного профиля Кумертау - Сибай - Карталы - Николаевка. Развитые здесь на западе осадочные формации Предуральского прогиба и Западно-Уральской мегазоны контактируют с располагающейся восточнее Центрально-Уральской мегазоной, представленной вдоль контакта суванякским комплексом преимущественно терригенных пород, метаморфизованных в зеленосланцевой фации. Этот контакт имеет тектоническую природу, он известен как Западно-Уралтауский разлом, для которого предполагался [7] надвиговый характер. Фактически же это сброс, падающий на запад под углами 40-50°, что можно наблюдать, например, в разрезе правого борта ручья Устьманды (левый приток р. Кага), в 2 км выше его устья. Азимут падения контакта 275°, угол 45°, его сбросовая природа устанавливается по имеющей то же самое падение линейности и характерным С-S микроструктурам, развитым как в интенсивно смятых серицит-альбит-хлорит-кварцевых сланцах суванякского комплекса, так и в расположенных непосредственно западнее углистых сланцах шанской свиты силура.

Суванякский комплекс прослеживается в виде субмеридиональной пластины протяженностью около 250 км и шириной 15-20 км. Для слагающих его слюдяно-кварцевых, альбит-хлоритовых и других зеленосланцевых пород средней коры характерны западные углы падения, что крайне нетипично для западного склона Урала в целом. Восточнее суванякского комплекса располагается максютовский метаморфический комплекс, образующий субмеридиональную полосу с запада от Главного Уральского глубинного разлома (ГУГР) шириной до 10 км и длиной более 150 км. Максютовский комплекс сложен метабазитами (эклогиты, гранат-глаукофановые сланцы и др.) и слюдястыми,

графитистыми и другими кварцитами и сланцами. В подчиненном количестве присутствуют метаультрабазиты, метагабброиды, мрамора. Следы высокобарического (эклогитового) метаморфизма устанавливаются практически во всех разновидностях пород комплекса [6, 11 и др.], т.е. это образования, находившиеся в нижней части земной коры, - существенно более глубинные, чем суванякский комплекс. Контакт между породами суванякского и максютовского комплекса наблюдается, например, в правом борту р. Сакмары, в 2 км западнее дер. Янтышево. Серицит-хлорит-кварцевые тонкополосчатые сланцы (метаалевро-литы) суванякского комплекса здесь сильно смяты в мелкие раздавленные изоклинальные складки, имеют преобладающий азимут падения сланцеватости 250° , угол 50° . Отмечаются сбросы с тем же падением. Расположенные восточнее интенсивно пластически деформированные кварциты и сланцы максютовского комплекса не надвинуты на суванякский комплекс с востока, как предполагалось [5 и др.], а падают также на запад, под суванякский комплекс.

Современная структура всего максютовского комплекса в целом представляет собой антиформу с пологой купольной частью. Восточная часть максютовского комплекса падает на восток под зону меланжа ГУГРа, также падающую на восток в среднем под углом около 40° . Восточнее ГУГРа располагается Магнитогорская мегазона, выполненная преимущественно островодужными вулканогенно-осадочными комплексами, для которых характерен лишь низкотемпературный метаморфизм пренит-пумпеллеитовой фации. ГУГР обычно интерпретируется как надвиг с востока на запад [5, 8, 10 и др.]. Нами ранее была показана более сложная история этого главного шва Урала. Так, в среднем палеозое, ГУГР представлял собой зону субдукции Заварицкого - Беньофа [4, 6 и др.], действительно трансформировавшуюся в надвиг в верхнем палеозое. Однако на этом история ГУГРа не закончилась, как это обычно принято думать. Во многих местах здесь фиксируются следы более молодых и хрупких сбросовых, а также сдвиговых деформаций. Действительно, если бы ГУГР был лишь только надвигом, то более глубокие комплексы пород (максютовский) должны были слагать висячее крыло разлома, а не лежащее, как это наблюдается в реальности.

Близкая картина отмечается и в 100 км восточнее - на восточном краю Магнитогорской мегазоны. Здесь слагающие последнюю вулканогенно-осадочные комплексы верхней коры контактируют с расположенными восточнее гранито-гнейсами и абиссальными гранитами Джабыкского плутона (комплексы средней коры). Контакт представляет собой меридиональную разломную зону мощностью 3-6 км, сложенную серпентинитами, кварц-альбит-хлоритовыми сланцами, серицит-кварцевыми сланцами и милонитами. Зона падает на запад, под менее глубинные породы, под углами $30-50^\circ$.

Восточно-Уральское поднятие шириной около 50 км представлено здесь почти исключительно Джабыкским плутоном. Центральная его часть сложена недеформированными гранитами, а краевые - гранито-гнейсами, падающими на запад в западной части массива и на восток - в восточной. Разломная граница с расположенными восточнее слабометаморфизованными вулканогенно-осадочными комплексами Восточно-Уральской вулканогенной зоны проходит по Верблюжьегорскому массиву серпентинитов, падающему на восток под углом около 40° . Сбросовые деформации восточного падения устанавливаются при изучении С-S структур и линейности в гранито-гнейсах в восточной части плутона, например, в 3,5 км западнее церкви в с. Великопетровское.

Сходное, но хуже обнаженное чередование зон, сложенных комплексами средней коры (алексеевская, городищенская свиты, диоритовые и гранитные массивы) и почти неметаморфизованными вулканогенными и осадочными комплексами верхней коры, наблюдается и далее на восток, в Зауральской мегазоне.

Таким образом, рассмотренное сечение показывает, что современная структура Урала характеризуется чередованием субмеридиональных синформных и антиформных мегазон. Последние являются выступами преимущественно средней части земной коры (по модели [12]), они ограничены разломными зонами (главным образом, сбросами), падающими под менее метаморфизованные блоки. Эти "микроконтиненты" средней коры поднялись на поверхность в результате субширотного растяжения Урала, сопровождавшегося разрывом и раздвижением блоков верхней коры. Сбросы развивались преимущественно по зонам более древних разломов. Время растяжения - послепермское. Можно предполагать, что начало его является раннетриасовым, поскольку именно тогда начала формироваться на Урале система субмеридиональных угленосных грабен (Челябинский и др.). Триасом датируется (Rb-Sr-метод, [1]) и лампроиты, выявленные недавно

в Магнитогорской мегазоне. Вероятно, они представляют собой продукты глубинного рифтового щелочно-ультраосновного магматизма, связанного с этим этапом растяжения Урала. По-видимому, растяжение носило пульсирующий характер, прерываясь краткими импульсами сжатия. На это указывает наличие складчатости и небольших по амплитуде надвигов в верхнем триасе [9] внутри осадочного комплекса, выполняющего эти грабены.

Таким образом, в геологической истории Урала устанавливается, дополнительно к известным, новая весьма важная тектоническая стадия, явившаяся определяющей для формирования его современной структуры. Это - второй мощный этап растяжения, происходивший в послепалеозойское время (первый был в верхнем докембрии - нижнем ордовике). Подобные эпизоды растяжения (постколлизийного коллапса) могут следовать в истории развития складчатых поясов за тектоническим скупиванием, являясь, вероятно, в какой-то мере, реакцией на него. Эти этапы растяжения могут быть конечными членами предыдущего или начальными последующего циклов Вильсона. Примером является и постколлизийный коллапс Аппалач [14 и др.], перешедший затем в раскрытие Атлантического океана.

Статья подготовлена к печати при содействии Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 96-05-64839 и 95-05-14283) и 03 F12 GUS TP3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Горожанин В.М.* Рубидий-стронциевый изохронный метод в решении проблем геологии Южного Урала: Автореф. дисс.... канд. геол.-мин. наук. Екатеринбург, 1995. 23 с.
2. *Добрецов Н.Л.* Глаукофансланцевые и эклогит-глаукофансланцевые комплексы СССР. Новосибирск: Наука, 1974. 429 с.
3. *Иванов С.Н.* О байкалидах Урала // Докл. АН СССР. 1977. Т. 237. С. 1144-1147.
4. *Иванов С.Н., Пучков В.Н., Иванов К.С. и др.* Формирование земной коры Урала. М.: Наука, 1986. 248 с.
5. *Камалетдинов М.А.* Покровные структуры Урала. М.: Наука, 1974. 229 с.
6. *Карстен Л.А., Иванов К.С.* Условия образования и возможная алмазоносность эклогитов Урала // Докл. АН СССР. 1994. Т. 335. N 3. С. 335-339.
7. *Панова С.И.* Тектоника зоны западно-уралтауского надвига на Южном Урале: Автор. дисс.... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1979. 22 с.
8. *Пейве А.В., Иванов С.Н., Нечехин В.М. и др.* Тектоника Урала. М.: Наука, 1977. 120 с.
9. *Расулов А.Т.* Тектоника раннемезозойских впадин восточного склона Урала. Екатеринбург: ИГТ УНЦ АН СССР, 1982. 42 с.
10. *Соколов В.Б.* Строение земной коры Урала // Геотектоника. 1992. N 5. С. 3-19.
11. *Шмелев В.Р., Иванов К.С., Карстен Л.А.* О метаморфизме гипербазитов максютовского комплекса // Ежегодник-1994/ Институт геологии и геохимии УрО РАН. Екатеринбург, 1995. С. 106-109.
12. *Ivanov S.N., Ivanov K.S.* Hydrodynamic zoning of the Earth crust and its significance// J. Geodynamics. 1993. Vol. 17. N 4. P. 155-180.
13. *The Appalachian - Quachita Orogen in the United States*// Geol. Soc. America, Colorado. 1989. 767 p.