

ББК 26.323  
Т 67  
УДК 549.903.55(1)

**Области активного тектоногенеза в современной и древней истории Земли. Материалы XL Тектонического совещания. Том 2. – М.: ГЕОС, 2007 – 408 с.  
ISBN 5-89118-114-2**

**Материалы совещания опубликованы при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Программы Президиума РАН «Поддержка молодых ученых»**

Ответственный редактор  
*Ю.В.Карякин*

*На обложке:* Архипелаг Франца-Иосифа. Остров Земля Александры. Залив Дежнева. Комплекс параллельных даек. Фото Ю.В.Карякина, 2006 г.

ББК 26.323

© ГИН РАН, 2007  
© ГЕОС, 2007

## О соотношении поля тектонических напряжений и поля деформаций (на примере Воронцовского покрова, Северо-Западный Кавказ)

Механизмы деформирования геологических тел в целом определяются двумя способами. Первый использует поля тектонических напряжений. Для этого описывается внутренняя структура, дается описание сил как внутренних, так и приложенных на границах тела и на основе моделирования выявляется характерное поле напряжений. Сопоставление поля тектонических напряжений природной структуры с модельными полями позволяет сделать аргументированный вывод. Для таких работ, в частности, используются широко распространенные данные о механизмах землетрясений и смещения по трещинам скальвания. Второй использует поля перемещений (или поля деформаций), которые изучаются так же и в модельных структурах. Для процедур сравнения в природных структурах должен быть собран материал по деформациям в образцах пород (стрейн-анализ) или по деформациям складок (изгибов пластов пород). Работы такого рода распространены значительно меньше по причине неразработанности методов и особенностей исходного материала, который не обязательно может встречаться в необходимом количестве. Хотя оба способа часто дают достаточно определенный результат, могут существовать различия, и возможность сравнения таких результатов для одного объекта представляет значительный интерес.

Воронцовский покров расположен в пределах субплатформенной Абхазо-Рачинской тектонической зоны, занимающей позицию южнее основных тектонических зон Большого Кавказа, территориально – в районе г. Сочи. Верхняя часть отложений Абхазо-Рачинской зоны, перекрытая телом Воронцовского аллохтона, представлена глинистыми отложениями сочинской свиты олигоценового возраста. Изученная часть покрова находится в его фронтальной части и выполнена отложениями эоценовой мамайской свиты, представленными флишевым чередованием аргиллитов и алевролитов, в некоторых пачках – толстослоистых песчаников. Мощности ритмов составляют от первых сантиметров при минимальном количестве алевролитов до 1–2 м для пачек с песчаниками. Вместе с вышележащими отложениями навагинской свиты общая мощность верхней части Воронцовского покрова составляет 1,3–1,5 км. Амплитуда перемещения из корневой зоны покрова (из Чвежипсинской структурно-фациальной зоны) составила около 10–15 км. Изученная часть структуры представлена моноклиналью, падающей на север–северо-восток. Крупные складки в обнажениях встречены не были, а редкие разломы были представлены субвертикальными и в основном широтными зонами дробления. Структу-

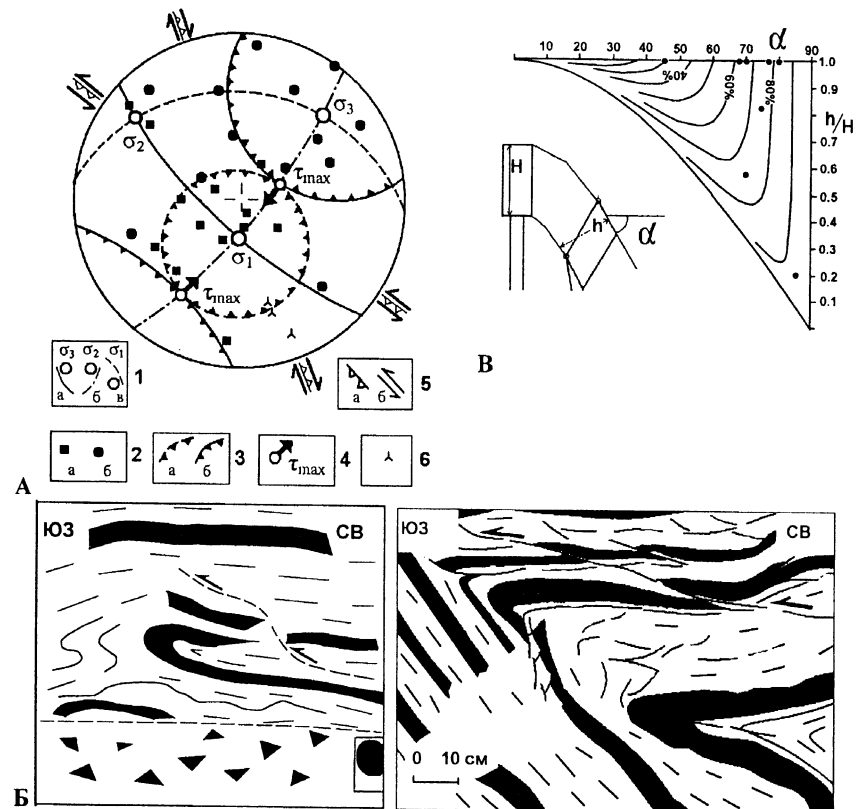
<sup>1</sup> Институт физики Земли (ИФЗ) РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Геологический факультет Московского государственного университета (МГУ), Москва, Россия

ра была изучена как на поверхности, так и в горных выработках, методами, позволяющими определять количественные характеристики поля напряжений и параметры деформаций.

Реконструкция тектонических напряжений в исследованной части Воронцовского покрова производилась кинематическим методом О.И. Гущенко [1], основанном на совместном анализе векторов тектонических перемещений, зафиксированных на поверхностях трещин или ослабленных плоскостях любого генезиса. Борозды скольжения в породах мамыской свиты распределены крайне неравномерно. На дневной поверхности в верхних частях разреза, слагающего покров, они сконцентрированы вблизи мелких разломов, осложняющих слабо деформированные породы. В горных выработках вблизи подошвы аллохтона среди значительного числа плоскостей со следами тектонических перемещений обращают на себя внимание послойные смещения, явно связанные с формированием складок. Для восстановления локальных полей напряжений выбирались объемы пород, находящихся в единой структурной позиции: крыло складки или разрыва, осевая часть складки и т.д. По определениям локальных напряжений восстановлено общее поле для всей исследованной территории по методике, обобщенной Л.А. Сим [2]. Возраст восстановленных полей напряжений постпалеоценовый, так как все векторы перемещений измерены в породах мамыской свиты. При этом участие в реконструкции общего поля локальных определений, явно связанных с формированием складок, дает основание считать возраст полей тектонических напряжений позднеэоценовым, к которому большинство исследователей относит основную фазу позднеальпийской складчатости на СЗ Кавказе. Общее поле напряжений взбросового типа характеризуется осью сжатия, погружающегося на ЮЗ  $224^\circ \angle 20^\circ$  и крутой осью растяжения, которая погружается на север по азимут  $3^\circ \angle 65^\circ$  (рисунок, фрагмент А).

Детальная структура Воронцовского покрова на поверхности не содержит заметного количества мелких складок. Наблюдались только небольшие подвороты слоев рядом с разрывами и одна локальная складка с субвертикальным шарниром рядом с субвертикальной же зоной дробления шириной 1–2 м. Во фронтальной части структуры покрова, структурно – ближе к общему детачменту, было выявлено большое число мелких складок, разрывов и зон дробления. В частности, наблюдались сопряженные антиклинальная и синклинали складки с расстоянием между осевыми плоскостями около 2 м. Осевые плоскости имеют падение  $20\text{--}25^\circ \angle 30\text{--}35^\circ$ , простираение и падение шарниров складок  $340\text{--}345^\circ \angle 20\text{--}25^\circ$  (см. рисунок, фрагмент А). Пологое «северное» крыло антиклинали имеет падение  $335^\circ \angle 22^\circ$ , южное «смыкающее» опрокинуто  $75^\circ \angle 70^\circ$ . Заметна асимметрия складок – пологое северное крыло антиклинали имеет надвиги на север (укорочение крыла), а опрокинутое крыло растянуто. В соседнем обнажении пологое крыло синклинали имеет тесно сжатые почти послойные мелкие складки и нарушено послойной зоной дробления мощно-



**Рисунок.** Соотношение поля тектонических напряжений и количественных параметров деформаций

А – стереограмма напряженного состояния Воронцовского покрова (сетка Вульфа, верхняя полусфера): 1 – оси главных нормальных напряжений общего поля и плоскости их действия: а – сжатия, б – промежуточной, в – растяжения; 2 – оси главных нормальных напряжений локального уровня: а – растяжения и б – сжатия; 3–5: общее поле напряжений: 3 – конуса растяжения (а) и сжатия (б); 4 – полюса плоскостей действия максимальных касательных напряжений; 5 – типы перемещений по плоскостям действия максимальных касательных напряжений: а – взбросы, б – сдвиги; б – позиции шарниров складок. Б – примеры асимметричных наклонных складок и зоны дробления (рисунок по фотографиям). В – палетка для определения величины укорочения в направлении перпендикуляром осевой плоскости по морфологии слоя с замерами (по: [3], с изменениями)

стью 30–60 см. По методу определения величин деформации в складках пачек слоев [3] для ряда складок (см. рисунок, фрагменты Б, В) были определены величины укорочения в направлении, перпендикулярном к их осевым плоскостям, которые составили от 30 до 95%, причем более пологие складки имели большую величину сокращения.

Для модели простого сдвига уменьшение наклона оси удлинения (что соответствует более пологим осевым плоскостям складок) сопровождается увеличением величины укорочения эллипсоида деформации (величины укорочения складок). Сопоставление модельной и природной последовательностей по этим параметрам показало их близость и возможное падение зоны сдвига к северу под углом 10–15°. Заметим, что в этом случае отмеченные субгоризонтальные зоны дробления занимают позицию обычных трещин Риделя (R) для зоны сдвига. Усиление величины деформации по типу простого сдвига к подошве покрова отмечалось ранее для других регионов [4]. Отметим, что выявленное поле напряжений могло отвечать как модели простого сдвига по субгоризонтальной поверхности, так и горизонтальному общему укорочению (чистому сдвигу). Однако для модели общего укорочения должно происходить увеличение сокращения складок при приближении наклона их осевых поверхностей к вертикальному положению, что противоречит природному тренду и модели простого сдвига. В связи с этим можно считать, что компонента общего горизонтального укорочения в деформационном поле покрова, соответствующая давлению со стороны Большого Кавказа, минимальна или отсутствует. Таким образом, выбор модели был осуществлен по данным о деформациях складок, поскольку две модели имели четкое отличие по характеру деформаций.

**Выводы.** 1. Выявленные поля напряжений и численные характеристики складчатых деформаций образуют сочетание, которое могло образоваться при едином механизме формирования структуры. 2. Сопоставление деформационных картин моделей простого сдвига и поперечного сплющивания с природными данными деформаций и полей напряжений показало, что структура Воронцовского покрова формировалась в условиях простого сдвига вдоль его подошвы. Это отвечает условиям скорее подводного оползания, чем тектонического давления со стороны структур Большого Кавказа.

Работа выполнена при финансовой поддержке по программе № 6 фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Геодинамика и механизмы деформирования литосферы».

### Литература

1. *Гущенко О.И.* Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. М.: Наука, 1979. С. 7–25.
2. *Сим Л.А.* Определение регионального поля напряжений по данным о локальных напряжениях на отдельных участках // Изв. вузов. Геология и разведка. 1982. № 4. С. 35–40.
3. *Яковлев Ф.Л.* Исследования процессов и механизмов развития пликативных деформаций в земной коре (обзор существующих методических подходов) // Тектонофизика сегодня. М.: ОИФЗ РАН, 2002. С. 311–332.
4. *Gray D.R., Willman C.E.* Thrust-related strain gradients and thrusting mechanisms in a chevron-folded sequence, southeastern Australia // J. Struct. Geol. 1991. N 13. P. 691–710.

<i>Шерман С.И.</i> Современная геодинамика разломов литосферы: новые закономерности и их вероятная природа.....	366
<i>Шитлов Э.В., Разницин Ю.Н.</i> Тектоногеодинамическая эволюция континентальных окраин Арктики в условиях распада вегенеровской Пангеи и молодого океанообразования.....	370
<i>Шкодзинский В.С.</i> Горячая гетерогенная аккреция Земли.....	376
<i>Шкодзинский В.С., Зедгенизов А.Н.</i> Эволюция геологических процессов в истории Земли в свете модели ее горячего образования.....	379
<i>Щипанский А.А., Конюков А.Н.</i> Геодинамика формирования ранней архейской континентальной коры: горячие мантийные плюмы, холодная литосфера?.....	382
<i>Эрнст Р.Е., Вингейт М.Т.Д., Бучан К.Л., Ли З.</i> Глобальные характеристики крупных магматических провинций в ходе эволюции суперконтинента Родинии (1600–700 млн лет).....	386
<i>Эрнст Р.Э., Пиз В., Пучков В.Н., Козлов В.И., Сергеева Н.Д., Гамильтон М.</i> Геохимическая характеристика докембрийских магматических серий на юго-западной окраине Восточно-Европейского кратона, Южный Урал, Россия.....	387
<i>Юркова Р.М., Воронин Б.И.</i> Подъем офиолитовых диапиров и нефтегазообразование в предостроводужных палеозонах.....	388
<i>Яковлев Ф.Л.</i> Первый опыт построения трехмерной модели структуры области линейной складчатости на основе количественных параметров деформации (на примере Северо-Западного Кавказа).....	392
<i>Яковлев Ф.Л., Сим Л.А.</i> О соотношении поля тектонических напряжений и поля деформаций (на примере Воронцовского покрова, Северо-Западный Кавказ).....	397