

О Т З Ы В
на диссертацию Ю.П. Бурзуновой
«Сложные сети трещин в разломных зонах земной коры (результаты
тектонифизического анализа)»,
 представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-
 минералогических наук по специальности 25.00.03 -
 геотектоника и геодинамика

В диссертации рассматриваются интересные и до сих пор недостаточно разработанные методические проблемы использования сложных (а местами и хаотических) трещинных сетей в зонах разломов – для нахождения последних, а также установления их кинематики, сопутствующего им характера напряженного состояния и роли в общем структурном рисунке территории. Актуальность такой темы не вызывает сомнений, учитывая важность понимания природы дизъюнктивных нарушений как в региональном геодинамическом анализе, так и при поиске полезных ископаемых. Особо следует отметить, что среди разных видов трещин, изучаются и такие, кинематический тип которых остается не определенным (автор диссертации именует такие трещины «немыми»). Поскольку далеко не во всех породах могут быть установлены зеркала скольжения, штриховки и другие знаки смещения, важность таких наблюдений вряд ли стоит специально обосновывать.

Основные цели данного диссертационного исследования – установление закономерностей строения сложных сетей трещиноватости и уточнение методики структурно-парагенетического анализа последних – диссертант конкретизирует для регионов разного типа, конкретных условий реологической неоднородности в деформируемом массиве и для разных крыльев разлома (висячего, либо лежащего). Одна из задач методического плана – классификационная: выяснение типовых («эталонных», по определению автора диссертации) трещинных сетей, соответствующим обстановкам их формирования.

Новизна и разветвленность задач потребовали приспособления к ним известных методик изучения зон разрывов. При этом Ю.П. Бурзунова опирается на широкий комплекс современных методов.

В главе «Введение в проблему» диссертант привела обширную сводку литературных сведений, касающихся терминологии трещин и трещиноватости как типа дизъюнктивных структур, отличных от разрывов, а также определения понятий «система трещин», «сеть трещин» и т.п. Сводка составлена информативно, и в ней с исчерпывающей полнотой используются не только отечественные, но и зарубежные источники. Можно отметить достаточную эрудицию автора в этой области, однако имеются терминологические замечания:

1) диссертант привела точки зрения относительно различий трещин от разрывов, но предпочитает среди них те, которые сводятся (в понимании Ю.П. Бурзуновой), в основном, к разным протяженности и рангу тех и других (трещины – это просто разрывы мезотектонического масштаба), а также к строению зоны нарушения (разрыв – с зоной брекчирования, а трещины – без таковой). Однако в некоторых литературных источниках (в том числе, в упомянутой в библиографии работ Мандля) развивается точка зрения, что трещины и разрывы различаются более фундаментальными признаками и прежде всего отношением амплитуды к длине нарушения: у разрывов она на несколько порядков превышает таковую для трещин и может быть сопоставима с длиной самого разрыва. Другое различие, связанное с первым, что соответствующая тому же полю напряжений

делимость возникает чуть раньше (на самом пике кривой нагружения) фазы общего разрушения материала. Однако если так, то тогда вполне возможен вариант, что часть трещин, присутствующих около разрыва, могла возникнуть раньше самого разрыва, а другие – одновременно с ним. Соответственно, есть проблема сепарации доразрывных и приразрывных трещин (или, может быть, миниразрывов?), возникших в одном и том же поле напряжений.

2) Морфология систематических и несистематических трещин описана совершенно правильно, однако последние совсем не обязательно являются существенно более молодыми и экзогенными. Те и другие могут быть связаны с одним и тем же главным этапом возникновения тектонической трещиноватости и формироваться в принципиально том же региональном стресс-режиме, но быть вызванными переиндексацией напряжений после их релаксации (разрядки), что наступает после формирования доминирующей систематической группы. Тогда предыдущая ось (допустим, растяжения – σ_1) становится промежуточной, а следующая фаза деформации происходит уже по поперечной оси, ранее выполнявшей роль промежуточной.

3) Не очень хорош, во всяком случае, для перевода на английский язык термин «системная трещиноватость» в противопоставлении «хаотической» (учитывая английские термины «systematic» «joint system» и пр.). Лучше в таком противопоставлении использовать в русском языке название «упорядоченная сеть» (англ. order set).

Диссертант систематизирует и уточняет значение, а в ряде случаев, и самостоятельно вводит ряд полезных параметров сетей трещиноватости, необходимых для количественного анализа: плотность, густота (шаг), интенсивность трещиноватости, фрактальный показатель, информационная энтропия (разброс) и др.

В главе 2 рассматриваются используемые для тектонофизических построений результаты количественного анализа трещинных сетей в пределах двух пересечений от Сибирской платформы до Байкальской рифтовой системы. Анализируется коллективная (с участием самого диссертанта) база данных для разных регионов. Показывается, что сложность трещинной сети усиливается от Сибирской платформы к Байкальской рифтовой области, а в пределах последней – к центру грабенов. Кроме того, наибольшая хаотичность этих сетей отмечается для участков с наложением разновозрастных деформаций, и этот признак рекомендуется для установления подобных участков. Показано увеличение хаотичности трещинных сетей для висячих крыльев разломов.

Глава 3, наибольшая по размеру материала, посвящена результатам исследований трещинных сетей, развивающихся именно около разломов, включая сети особой сложности, для которых разработан особый метод исследований (К.Ж. Семинский, с участием Ю.П. Бурзуновой), основанный на принципах известного структурно-парагенетического анализа.

Основной элемент данной главы – установление на основе структурно-парагенетического анализа «эталонных» (типовых) мезоструктурных рисунков и их проявления на стереограммах (рис. 27). Здесь все выглядит убедительным и полезным методически. Несомненно, интересен и анализ вопроса о происхождении так называемого тройственного парагенеза трещин, образующего кубическую отдельность, однако, учитывая, что, по некоторым авторам (О.И. Гуценко и его коллеги), переиндексация осей напряжений во время смены фаз нагружения происходит при строго направленной и однотипной последовательности стресс-режимов, данный фрагмент и сопровождающие его рисунки (рис. 21 и др.) представляются дискуссионными. Мне кажется, что

изображенная на рисунке переиндексация привела бы скорее к формированию пары поперечных наклонных сбросов, а не трещины отрыва, для формирования которой необходим уже сдвиговый режим (но для того, чтобы до него добраться, нужно перейти через поперечный сбросовый режим, а он пропущен).

Наконец, в данной главе содержатся чрезвычайно полезные результаты наблюдений диссертанта по поводу изменений угла между сопряженными трещинами скола для разных динамических обстановок (сжатие, сдвиг, растяжение), разрывов разного ранга и (с помощью литературы) – в зависимости от глубинности. Я бы воздержался от оценки по типу «правильно/неправильно», все это должно проверяться, но вот то, что собранные Ю.П. Бурзуновой данные на это счет, необходимо учитывать, это сомнения не вызывает. Мне только кажется, что имеется еще один фактор (в принципе, давно известный), который в диссертации не учитывается, – это изменение (увеличение) этого угла за счет разворота разрывов сколового типа и ограничиваемых ими блоков в ходе длительной деформации. Например, для сдвигов показано (E. Cloos, R. Freund), что такой угол может значительно, на несколько десятков градусов, превышать теоретический двоянный угол скалывания 90° . И это показано тоже для рифтового района – зоны разлома Мертвого моря.

В главе 4 приведены результаты решения обратной задачи предложенной методики – ее проверки на материале изучения сложных трещинных сетей детального участка. Там удалось, на базе получения стресс-тензоров для локальных точек, реконструировать региональное поле напряжений, а также оконтурить сеть разломных зон и воссоздать эволюцию стресс-режимов, где выделены пять этапов – от сжатия ССЗ-ЮЮВ до растяжения в том же направлении. Последовательность этапов выглядит убедительной, но их конкретная датировка (особенно касающаяся ранних этапов), конечно, требует уточнения.

Завершая обзор диссертации, можно отметить, что она представляет собой самостоятельное, методически скрупулезное и содержащее интересные результаты исследование. По широте материала и теоретической глубине изучаемых проблем, мне кажется, эта работа даже несколько выходит за рамки обычной кандидатской диссертации.

Имеется и ряд замечаний, которые существенны, но главным образом носят дискуссионный характер и могут рассматриваться как пожелания для их уточнения при публикациях, а также учета в дальнейших исследованиях. Замечания не касаются защищаемых положений, которые полностью подкреплены фактическим материалом и доказаны. По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, из них 8 – в рецензируемых журналах перечня ВАК. Автореферат информативен и адекватно отражает содержание диссертации.

Можно заключить, что рассматриваемая работа представляет собой фундаментальное научное исследование. Ее автором разработаны принципиально новые положения, находящиеся в основе нового научного направления, имеющего важное теоретическое и практическое значение. Суть этого направления – разработка и внедрение методов структурно-геологического и тектонофизического анализа сложных трещинных сетей в зонах разломов.

Таким образом, рассматриваемая диссертация представляет результаты законченного оригинального исследования и полностью соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени кандидата наук. Ее автор, Юлия Петровна Бурзунова,

заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика.

Главный научный сотрудник,
доктор геолого-минералогических наук,
лауреат премии им. Н.С. Шатского РАН,
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Геологический
институт РАН (ГИН РАН),
119017, Москва, Пыжевский пер. д. 7.
Тел. раб. (495) 953-7104
Тел. моб. 8(915) 491-7495
E-mail: mlkopp@mail.ru



М.Л. Копп

Подпись М.Л. Коппа заверяю:
08.02.2016



Зав. канцелярией:

