

ТРЕЩИНЫ В ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА

© 2004 г. А. С. Гладков, О. В. Лунина

Представлено академиком Е.Е. Милановским 15.04.2004 г.

Поступило 27.04.2004 г.

При изучении разломной сети любой территории определяющее значение имеют прямые наблюдения разрывных нарушений и тектонической трещиноватости. Они позволяют получить информацию, необходимую для картирования внутреннего строения разломных зон, определения этапов движений, их кинематики и амплитуд, а также восстановления полей тектонических напряжений. Особую важность подобные наблюдения имеют при исследовании активных разломов, в зонах влияния которых могут генерироваться сильные землетрясения. Однако, если изучение трещин и разрывов в пределах хорошо обнаженных территорий не вызывает особых затруднений, то площади, перекрытые чехлом рыхлых отложений, оказываются малоинформативными при структурном картировании. Физико-механические свойства несвязных (слабосцементированных) толщ таковы, что в большинстве случаев следы тектонических движений быстро затухают в результате воздействия экзогенных преобразований. Кроме того, формы проявления тектонических и экзогенных разрывных деформаций часто похожи и не всегда возможно их уверенное разделение. В этом плане особый интерес представляет изучение разрывных структур в рыхлых образованиях, насыщенных крупнообломочным материалом (песчано-галечные, галечно-валунные, валунные и пр. толщи). Наши данные показывают, что именно в их пределах довольно отчетливо фиксируются тектонические трещины, при изучении которых можно использовать существующие методы структурного анализа, применяемые обычно для разрывов в скальных породах.

Тектонические деформации в сцементированных крупнообломочных породах обычно представлены изменением формы обломков, следами скольжения на поверхностях галек, а также тре-

щинами в обломочном материале и матриксе [1–3]. В рыхлых толщах конгломератового состава первый тип деформации (пластический) невозможен. Два же других имеют место. В частности, борозды скольжения на поверхностях обломков, а также расколы последних описаны в валуннике миоценовых вулканических пород вблизи сместителя субширотного сбросового разлома в Тункинской рифтовой впадине [4]. Кроме того, отмечено, что рассеченные трещинами валуны и гальки весьма часто встречаются в рыхлых отложениях данного района [5]. Известны находки колотых галек и в аллювиальных отложениях, слагающих террасы р. Енисей вблизи г. Красноярска [6]. Однако авторы цитируемой работы без особых доказательств сочли их результатом морозного пучения грунтов. Описание подобных разрывных деформаций в научной литературе приводится крайне редко. Это связано, по-видимому, не столько с их локальным развитием, сколько с тем, что при изучении рыхлых отложений они в большинстве случаев пропускаются, так как геологи просто не ожидают встретить в них трещины. Результаты наших исследований, проведенных в пределах юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны и на юге Сибирской платформы, показывают, что тектонические трещины широко распространены в рыхлых грубообломочных толщах и доступны для структурного картирования.

В отличие от песчаных или глинистых толщ, где трещины быстро становятся трудно различимыми в результате осыпания или распыления материала, в валунных и галечных отложениях сохраняются те фрагменты трещин, которые раскалывают (часто со смещением) обломки крепких магматических, эффузивных и метаморфических пород. Большая их часть по внешнему виду может быть отнесена к сколам. Реже встречаются раскрытые и извилистые формы трещин, характерные для отрывов. Расколы галек и валунов фиксируются даже при полном видимом отсутствии трещин в песчано-глинистом наполнителе. Это позволяет уверенно трассировать трещины по расколам нескольких обломков, расположенных на разных уровнях друг над другом (рис. 1а).

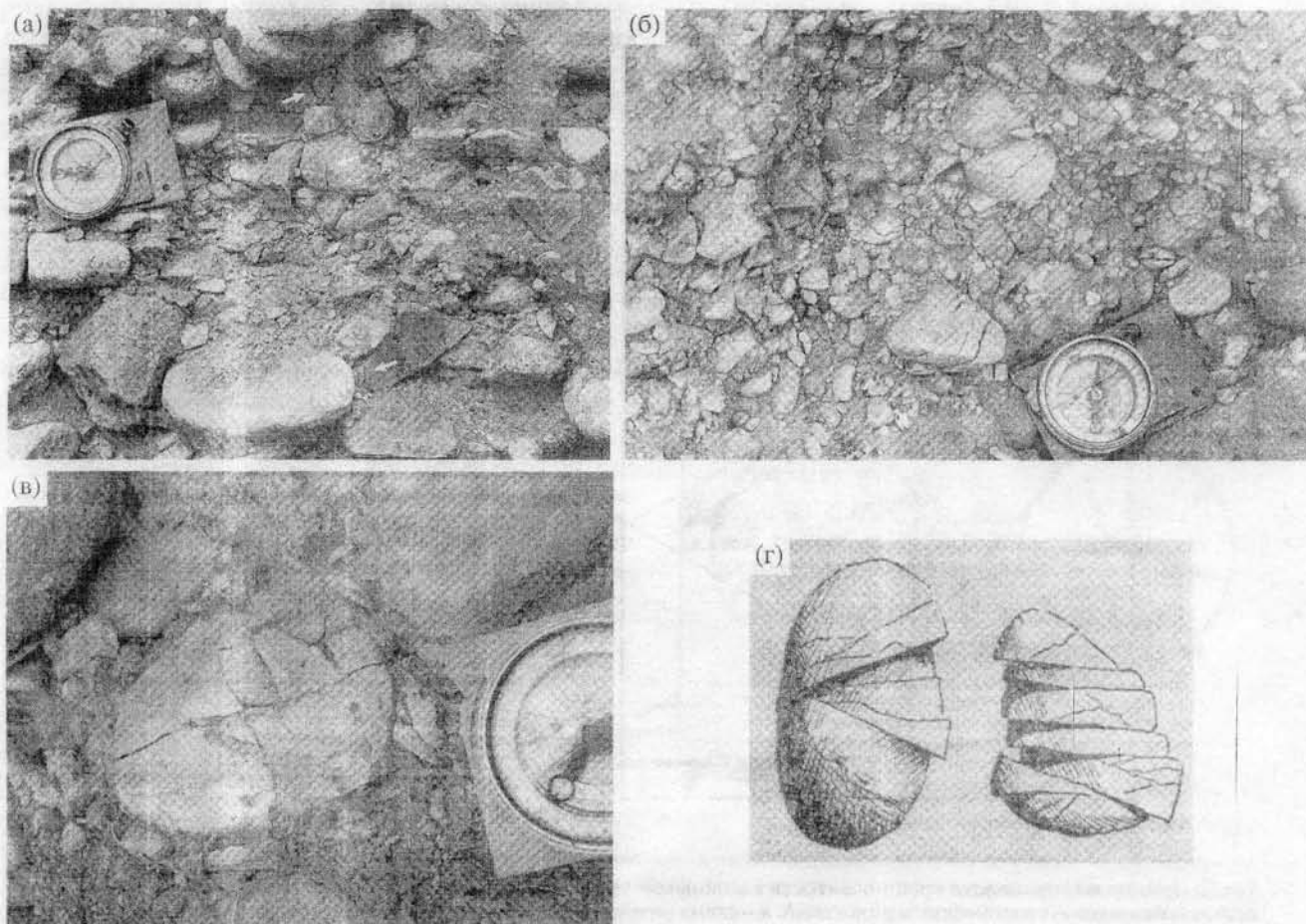


Рис. 1. Примеры трещин раскалывающих обломки крепких пород в рыхлых отложениях: а – прослеживание трещины в пролювиальных отложениях (Баргузинская впадина); б – массовые расколы галек в аллювиальных отложениях р. Ангары (юг Сибирской платформы); в – Х-образный раскол валуна в водно-ледниковых отложениях (Тункинская впадина); г – структуры типа “стопки монет” из зоны Ангарского надвига в истоке р. Ангары (по Маслову, Лаврову, 1934).

Длина разрывов, прослеживаемых таким образом, достигает от 0.1 до 3 м и более. Интенсивность проявления подобной трещиноватости различна: от единичных расколов галек в многометровых коренных выходах до нарушения трещинами большей части крупнообломочной фракции (рис. 1б). В последнем случае нередко ситуация, когда галька или валун разбивается несколькими трещинами, образующими либо Х-образные пересечения (рис. 1в), либо структуры типа “стопки монет”, подобные зафиксированным ранее в зоне Ангарского надвига [7] (рис. 1г).

В пользу тектонического происхождения описываемых трещин свидетельствуют особенности их проявления и распространения. Во-первых, это отчетливая пространственная связь с зонами известных разломов, установленных по геологическим и геофизическим данным. Во-вторых, четкая системность, устанавливаемая по результатам массовых статистических замеров трещин в рыхлых толщах. Как правило, отмечается от 3

до 6 систем трещин, часть из которых совпадает с основными направлениями разрывов в ближайших выходах коренных древних пород. В-третьих, сколовый облик большинства таких трещин. Необходимо также подчеркнуть, что массовое проявление пространственно упорядоченных разрывов, рассекающих обломки крепких пород сложно объяснить результатом действия экзогенных или техногенных процессов, тем более, что поблизости от большинства изученных нами коренных выходов не были зафиксированы сколько-нибудь значительные их следы.

Логично предположить, что формирование подобных разрывов происходит в моменты, когда несвязанные (при положительных температурах) отложения находятся в мерзлом состоянии и приобретают свойства единого массива. Именно при таких условиях под воздействием, прежде всего тектонических напряжений в них возникают сколовые и отрывные трещины, рассекающие как крупные обломки, так и вмещающий их матрикс

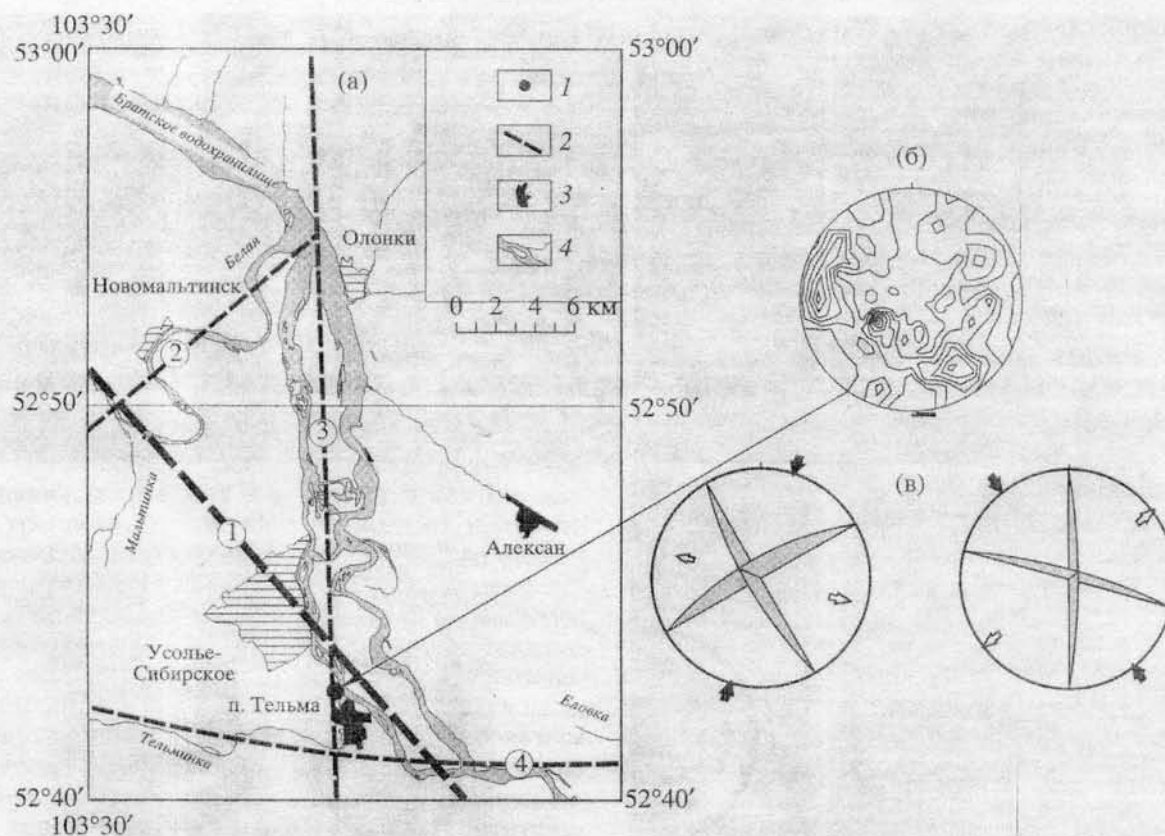


Рис. 2. Пример использования трещиноватости в аллювиальных отложениях позднего плейстоцена–голоцена для восстановления поля тектонических напряжений. а – схема разломной тектоники. 1 – точка изучения тектонической трещиноватости в аллювиальных отложениях; 2 – осевые линии зон разломов (цифры в кружках): Ангарского (1), Хайтинского (2), безымянных (3–4); 3 – населенные пункты; 4 – речная сеть. б – диаграмма массового замера трещин. 100 замеров, проекция на верхнюю полусферу, изолинии проведены через 0.5–1.0–1.5–2.0–2.5–3.0–3.5–4.0‰; в – результаты восстановления положения осей главных нормальных напряжений по сопряженным системам трещин.

При оттаивании сегменты трещин в песчано-глинистом наполнителе затухиваются, однако остаются таковые в обломках крепких пород. Таким образом, валунно-галечные отложения при климатических условиях, характерных для большей части территории России, способны сохранять следы разрывных тектонических деформаций. Трещинные деформации в мерзлом грунте аналогичны таковым в сцементированных породах, что дает основание при их изучении использовать широко известные методы выделения сопряженных пар [8, 9] и восстановления положения осей главных нормальных напряжений [9].

Собранные нами полевые данные в пределах юго-западного фланга Байкальской рифтовой зоны и юга Сибирской платформы позволили охарактеризовать особенности строения зон влияния ряда региональных разломов (Ангарского, Тункинского, Южно-Тункинского, Мондинского и Хойтогольского) на участках, ранее недоступных для прямого изучения из-за наличия чехла рыхлых отложений. Для западного окончания Тункинской рифтовой впадины анализ трещиновато-

сти в рыхлых отложениях с использованием известных методик [8, 9] позволил реконструировать локальные поля тектонических напряжений, возраст которых не древнее верхнего плейстоцена. Большая часть полученных решений отвечает сдвиговому (с элементами растяжения) полю с северо-западным направлением оси растяжения и северо-восточным – сжатия, что согласуется с известными данными [10].

Для платформенного отрезка Ангарского разлома изучение трещиноватости и других деформационных структур в рыхлых отложениях позволило получить дополнительные данные, подтверждающие активность этого нарушения в позднекайнозойское время. На участке интенсивного проявления разрывных деформаций в аллювиальных отложениях второй террасы р. Ангары (район п. Тельма) с помощью метода П.Н. Николаева [9] выделены сопряженные системы трещин. Полученные решения осей главных нормальных напряжений свидетельствуют о наличии как минимум двух этапов деформаций позднеплейстоценового возраста (рис. 2). Оба они отвечают

полю сдвигового типа. Первое из них характеризуется север-северо-западным направлением сжатия и восток-юго-восточным – растяжения. Второе – северо-западной ориентировкой оси сжатия и северо-восточной – растяжения.

Таким образом, изучение тектонических трещин, рассекающих грубообломочный материал, открывает новые перспективы для структурного анализа территорий, покрытых чехлом рыхлых отложений.

Работа выполнена при поддержке программ Президиума РАН 13 (проекты 12 и 6.7.) и РФФИ (грант 04-05-64148).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладков В.Г. Вопросы геологии и изучения вещественного состава руд. М.: Недра, 1966. С. 12–29.

2. Treagus S.H., Treagus J.H. // J. Struct. Geol. 2002. V. 24. P. 1541–1567.
3. Hippolite J.-C. // J. Struct. Geol. 2001. V. 23. P. 421–429.
4. Уфимцев Г.Ф. // ДАН. 1996. Т. 351. № 4. С. 517–520.
5. Уфимцев Г.Ф., Шибанова И.В., Кулагина Н.В. и др. // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. Т. 10. № 3. С. 90–99.
6. Горшков С.П., Минервин А.В. В сб.: Четвертичный период Сибири. М.: Наука, 1966. С. 23–28.
7. Маслов В.П., Лавров М.М. Материалы к геологии истока р. Ангары // Тр. Всесоюз. геол.-развед. об-ния. 1933. В. 298. 36 с.
8. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.
9. Николаев П.Н. // Изв. вузов. Геология и разведка. 1977. № 12. С. 103–116.
10. Шерман С.И., Днепровский Ю.И. Поля напряжений земной коры и геолого-структурные методы их изучения. Новосибирск: Наука, 1989. 158 с.