

2. *Gudmundsson A.T.* Lebende Erde. Facetten der Geologie Islands. Reykjavik: Mal og menning, 2011. 408 p.

3. *Trønnes R.G.* Geology and geodynamics of Iceland. Nordic volcanological Institute, University of Iceland, 2003. (<https://notendur.hi.is>)

Н.А. Гордеев¹, С.А. Устинов²

Оценка напряженно-деформированного состояния массивов горных пород района Куйтунской вулканотектонической структуры (юго-восточное Забайкалье)

Введение. Куйтунская вулканотектоническая структура (ВТС) расположена в юго-восточной части Забайкальского края (Краснокаменский район) в пределах Аргунского локально-купольного поднятия, ограниченного с юга Южно-Аргунской, а с севера – Восточно-Урулюнгуевской впадинами [2]. Поднятие сложено в основном архей-протерозойскими и палеозойскими гранитоидами. Формирование Куйтунской ВТС происходило в период позднемезозойской тектоно-магматической активизации (ТМА) региона. Её положение контролируется узлом пересечения глубинных тектонических ослабленных зон: северо-западной (Кличкинско-Шахтаминской) и субширотной (Аргунской).

Проведенные ранее исследования показали, что металлогеническая специализация Куйтунской ВТС характеризуется перспективами обнаружения молибден-полиметаллических месторождений [4], а не месторождений урана, как это считалось ранее. С учетом перспектив обнаружения новых рудопроявлений и месторождений, для составления геологического обоснования и постановки задач оценочных и поисково-разведочных работ, а также в виду отсутствия достаточной для этого геологической и геолого-структурной информации, возникает необходимость выявления особенностей тектонического строения, проведения геодинамических реконструкций, оценки напряженно-деформированного состояния массивов горных пород на рассматриваемой территории.

В результате совместной полевой экспедиции ИГЕМ РАН и ИФЗ РАН, осуществленной в летний период 2018 г., были собраны данные,

¹ Институт Физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия; gord@ifz.ru

² Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, Россия

позволяющие провести реконструкции тектонических напряжений, которые представлены в данной работе.

Методика. В работе проведен анализ напряженно-деформированного состояния массивов горных пород в районе Куйтунской ВТС.

Для реконструкции напряженно-деформированного состояния применялся комплекс методов, включающих:

– метод кинематического анализа трещинных структур разрушения [1], который основан на анализе статистических, массовых измерениях зеркал скольжения (борозд перемещения на плоскостях трещин), а также плоскостях любого другого генезиса: плоскостях напластования, контактах пород разного генезиса и т.д.

– метод определения общего поля напряжений по данным локальных стресс-состояний [1], где используются коническая палетка О.И. Гущенко, на которой на нижнем вертикальном радиусе отмечены углы наклона к горизонту осей главных нормальных напряжений; поверхности конусов, наклоненных к горизонту под углами от 0° до 90° . По взаимоположению главных осей напряжения локальных стресс-состояний внутри конусов (внутри конуса должны находиться оси одного типа, это σ_1 или σ_3) определяется общее поле напряжений.

В представленной работе оси главных нормальных напряжений обозначаются – для алгебраически минимального сжатия (σ_1) – ось растяжения, для алгебраически максимального сжатия (σ_3) – ось сжатия.

Результаты полевых исследований. Проведенные нами полевые исследования показали следующие распределения природных индикаторов напряжения в районе Куйтунской ВТС, которые рассечены протяженными субширотными разрывами, и двумя разломами субмеридионального простирания.

Измерения индикаторов напряжений производились в трёх основных блоках: а) в массиве субвулканических образований приаргунской серии, относящейся к средней–верхней юре (точки наблюдения 21–23, 18–20); б) гранит-лейкогранитном массиве кукульбейского комплекса верхней юры (точки наблюдения 7–15 и 17), в) массиве субвулканических образований трахибазальт-трахидацитового приаргунского комплекса средней–верхней юры (точки наблюдения 1–6). В блоках типа «а» индикаторы напряжений сохранились в хорошем виде, породы слабовыветрелые, на плоскостях трещин местами было возможно измерить борозды по корочкам минерализации (карбонаты), местами – амплитуду смещения. В блоках типа «б» измерение было осложнено, так как породы сильно выветрелы, местами выветривание уничтожило плоскости трещин полностью. В блоках типа «в» замеры затруднялись незначительно, местами сохранились борозды, а плоскости трещин доста-

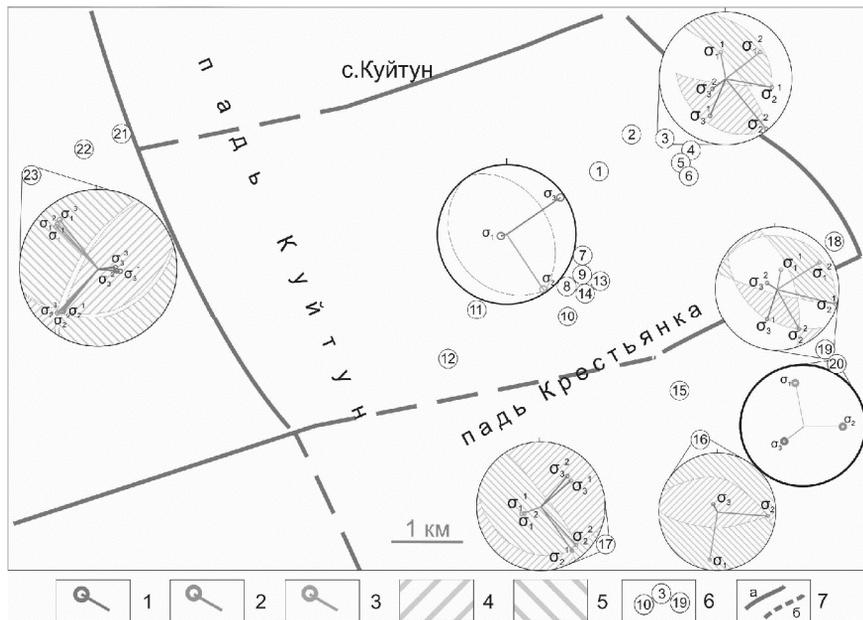


Рис. 1. Результаты реконструкций тектонических напряжений на территории исследования. Оси главных нормальных напряжений локального поля напряжений: 1 – сжатия (σ_3); 2 – промежуточная (σ_2); 3 – растяжения (σ_1); 4 – квадрант сжатия; 5 – квадрант растяжения; 6 – точки наблюдения, покрашенные по маршрутам; 7 – разрывы: а – проявленные на поверхности, б – разрывы погребенные

точно стабильны и упорядочены для получения достоверного результата.

Результаты реконструкции тектонических напряжений. Было проанализировано более 200 измерений индикаторов напряжений. Нами получено 7 основных реконструкций локальных стресс-состояний. В основном по району исследования преобладают субширотные и СВ-ЮЗ простирания осей максимального сжатия. При детальном рассмотрении реконструкций видно, что оси сжатия имеют хаотичное распределение для полигона в целом, и упорядоченное состояние для блоков, отделенных друг от друга разломами (рис. 1). Таким образом, получаем для группы точек 21–23 геодинамический тип взбросо-сдвиг с СЗ направлением сжатия, для точек 1–14 – сдвиг с диаметрально противоположным – СВ направлением сжатия, для точки 16 – сброс с субмеридиональным направлением растяжения, для точек 17–20 – взбросо-

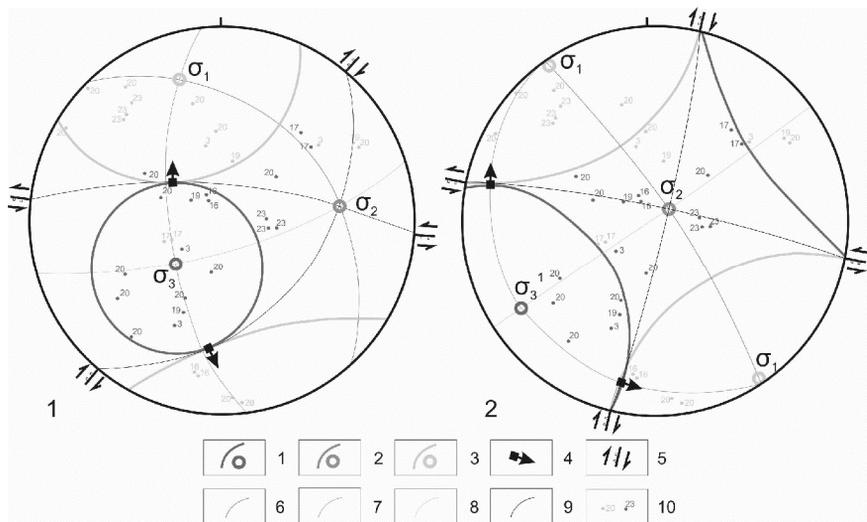


Рис. 2. Результаты реконструкций общего поля напряжений на территории исследования Куйтунской кальдеры. Оси главных нормальных напряжений общего поля напряжений: 1 – сжатия (σ_3); 2 – промежуточная (σ_2); 3 – растяжения (σ_1); 4 – τ max общего поля напряжений; 5 – геодинамический режим сдвига с сбросом; 6–8 – плоскость действия осей: сжатия, промежуточной, растяжения; 9 – плоскость сместителя; оси главных нормальных напряжений локального уровня: 10 – растяжения (голубые), сжатия (красные)

сдвиги с диаметрально расходящимися осями сжатия СВ простирания, которые на качественном уровне имеют подчиненную роль к геодинамическому режиму 16-ой точки.

Согласно применению метода реконструкции общего поля напряжения, определено два варианта общего геодинамического режима (рис. 2): на первом господствует режим сбросо-сдвига, а во втором – сдвиговый. Для обоих режимов наблюдается стабильно горизонтальное растяжение СЗ простирания с небольшой вариацией вдоль горизонта. Возможна следующая интерпретация: режим сбросо-сдвига связан с ТМА, когда происходило формирование Куйтунской ВТС, то есть нами были зафиксированы палеоиндикаторы напряжений. Сдвиговый режим господствует в современный этап тектонической активизации, что находится в согласии с реконструкцией тектонических напряжений на более крупную территорию структурно-геоморфологическим методом [3].

Выводы. Проанализирован центральный участок Куйтунской ВТС. По результатам оценки напряженно-деформированного состояния массивов горных пород установлено, что в настоящее время на территории господствует преимущественно сдвиговый геодинамический режим. По субширотным разломам наблюдаются участки развития локальных поднятий в центральной, северо-восточной частях, а также участки развития локальных впадин в северо-западной и юго-восточной частях исследуемого полигона. Вероятно, это связано с современной активизацией разломов. На возможную активизацию разломов также указывает и реконструированный сдвиговый геодинамический режим. Восстановленный режим сбросо-сдвига и вариации сбросов локальных стресс-состояний, скорее всего, связаны со следами древней позднемезозойской активизации, которые были зафиксированы во время полевых работ.

Литература

1. *Гуценко 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. *Ищуклова Л.П., Игошин Ю.А., Авдеев Б.В. и др.* Геология Урулунгуевского рудного района и молибден-урановых месторождений Стрельцовского рудного поля. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1998. 529 с.
3. *Петров В.А., Сим Л.А., Насимов Р.М., Шукин С.И.* Разломная тектоника, неотектонические напряжения и скрытое урановое месторождение в районе Стрельцовой кальдеры // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 4. С. 310–320.
4. *Яровая Е.В., Устинов С.А., Петров В.А., Полуэктов В.В.* Металлогеническая характеристика и перспективы освоения района Куйтунской вулканотектонической структуры (юго-восточное Забайкалье) // Новое в познании процессов рудообразования: Восьмая Российская молодёжная научно-практическая Школа. Москва, 26–30 ноября 2018 г. Сборник материалов. Электрон. дан. (1 файл: 45 Мб) М.: ИГЕМ РАН, 2018. С. 430–433.