

ПЕТРОСТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОРОД КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

Для определения направлений динамических напряжений пород кристаллического фундамента Татарского свода проведен структурно-петрографический анализ ориентации зерен кварца, возникшей под влиянием тектонического стресса с помощью метода Е.С.Федорова. Зерна кварца в метаморфических толщах являются чутким индикатором ориентировки стрессовых напряжений. Полученные результаты позволяют выявить азимутальное направление зон тектонической напряженности в породах фундамента. Тектоническая структура Татарского свода формировалась при существенном влиянии субгоризонтальных напряжений.

Ключевые слова: геодинамика, эволюция, фундамент, тектоника, стрессовое напряжение, порода, кварц, теодолитный метод, ориентировка зерен, сетка Вульфа, оптическая индикатриса.

В пределах Республики Татарстан по результатам глубокого бурения установлено широкое развитие в теле кристаллического фундамента различных зон деструкций, сложенных тонкодисперсным материалом, в котором существенная роль принадлежит тонкодисперсным глинистым минералам. Установление этих зон явилось стимулом для реализации комплексной программы глубокого бурения в Республике Татарстан с целью практической оценки перспектив нефтегазоносности его глубоких горизонтов (Муслимов, 2003), т.к. сохранение глинистого вещества в зонах деструкций больших глубин свидетельствует о специфических геодинамических и термодинамических условиях, соответствующих полному стабильности углеводородов.

Кристаллический фундамент Востока Русской плиты прошел сложную и длительную эволюцию, в ходе которой неоднократно менялись геодинамические режимы (Ситди́ков, 1968; Муслимов, 2003; Ситди́кова, 2005), что привело к формированию современного комплекса кристаллических пород. Важную роль в формировании этого комплекса имели режимы геодинамических напряжений субвертикальной и субгоризонтальной ориентировки, создавшие сложно дислоцированный комплекс кристаллических образований, отражающей различные этапы эволюции (Изотов, 1996).

С целью реконструкции режимов геодинамических напряжений в структуре кристаллического фундамента Татарского свода нами были предприняты попытка петроструктурного анализа и реконструкции палеогеодинамических напряжений по ряду скважин, вскрывших кристаллический фундамент на значительную глубину. Изучение тектонических напряжений в метаморфических толщах до сих пор проводилось на основании исследования направления трещиноватости по керновому материалу глубоких и сверхглубоких скважин этого региона, кливажа, выявления зон дробления и милонитизации, а также измерения углов падения реликтовой слоистости непосредственно по керну скважин. С целью более детального определения направлений динамических напряжений нами был проведен структурно-петрографический анализ ориентировки оптической индикатрисы зерен кварца, возникшей под влиянием тектонического стресса в тех же толщах с помощью метода Е.С.Федорова. Для этого были отобраны ориентированные образцы из серии высокоглиноземистых гнейсов и кристаллосланцев по ряду скважин, расположенных в периферичес-

ких частях Татарского свода, испытавших максимальные геодинамические напряжения (Ситди́кова, 2005).

Суть этих исследований заключается в том, что зерна кварца в метаморфических толщах являются наиболее чутким индикатором ориентировки стрессовых напряжений, тем самым могут являться индикаторами ориентировки тектонических напряжений в породах фундамента, связанных с возникновением зон деструкции, дробления и милонитизации (Ферберн, 1949).

Известно, что кварц имеет каркасную кристаллическую структуру, характеризующуюся при повышенных давлениях высокой вязкостью, чем и объясняются такие явления как пластическое течение кварца при высоких давлениях с появлением гранулитовых структурных форм, характеризующихся блочным строением, о чем свидетельствует волнистое и блочное погасание при исследовании их в прозрачных шлифах. Такой тип блочности отдельных минералов, в частности кварца, изучен по керну ряда сква-

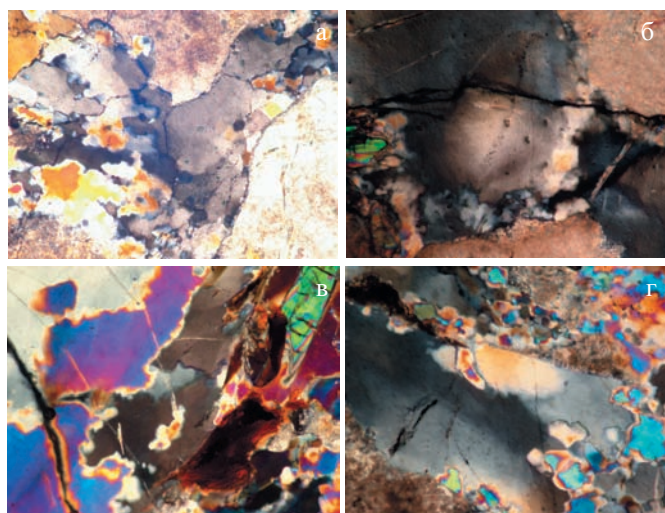


Рис. 1. Скв.20009, Ново-Елховская. Микроструктурные особенности выделений кварца: а) окварцованный бластомилонит по биотит-силлиманитовому гнейсу, сильноизмененный, участками милонитизированный, инт.4907,4 – 4911,6м; б) биотит-силлиманитовый плагиогнейс с участками милонитизации и карбонатизации. Кварц I генерации деформирован, кварц II генерации – тонкозернистый, в участках интенсивного дробления, инт.5086,0 – 5088,0м; в) сильно милонитизированный биотит-силлиманитовый гнейс. Кварц I генерации с блочным погасанием, инт.5255,7 – 5258,7м; д) бластомилонит по биотит-силлиманитовому гнейсу, две генерации кварца, инт.5278,0 – 5279,0м.

жин, вскрывших породы кристаллического фундамента, например в скв.20009 Ново-Елховской, 678 Глянчи-Тамакской, 20002, 183, 663, 2092 и др., где мозаичное и волнистое погасание проявляется в зернах кварца первой генерации.

В зонах интенсивных стрессовых напряжений зерна кварца характеризуются микроструктурными особенностями, в частности, они прослеживаются по скв.20009 Ново-Елховской (Рис. 1). Данные проведенных оптико-микроскопических исследований свидетельствуют, что в зонах напряжений фундамента Татарского свода развит кварц двух генераций: кварц I генерации изометричной формы, более крупнозернистой структуры, часто он деформирован, с волнистым и блочным погасанием; кварц II генерации более поздний тонкозернистый и приурочен к участкам интенсивного дробления пород.

Для петроструктурного изучения ориентировки и деформации зерен кварца был использован Федоровский метод определения ориентировки оптических осей одноосных минералов (Саранчина, 1963). Отсутствие определенной ориентировки или связь ее со структурами течения может указывать на характер деформаций, связанных со стадией последней складчатости и метаморфизма. Работы такого рода, принадлежащие Х.В.Ферберну (1949) и Н.А.Елисееву (1953) показали надежность применения петроструктурного метода для диагностики тектонитов – пород, подвергнутых тектоническим напряжениям.

С целью проведения анализа были отобраны и изготовлены ориентированные шлифы из пород высокоглиноземистой серии (гнейсов и кристаллических сланцев). Заметим, что керновый материал не имел ориентировки по странам света, но вертикальная ориентировка была обозначена четко. Отобранные образцы имеют метаморфическую полосчатость под углами $60 - 80^\circ$, относительно которой и ориентировались плоскости шлифов. В процессе дальнейшего накопления материала ориентировка углов падения и сланцеватости может быть установлена, и тогда достоверность измерений субгоризонтальной ориентировки кварцевых зерен, проведенных нами по большому количеству замеров, многократно может возрасти, т.к. позволит выявить точное азимутальное направление тектонического стресса (или динамометаморфизма) при возникновении зон тектонической напряженности в породах фундамента.

Данные региональных геофизических исследований, осуществляемые методом ОГТ, свидетельствуют, что зоны стрессовых напряжений имеют субгоризонтальное положение (Трофимов, 1994). По данным ОГТ можно констатировать, что они имеют широкое распространение, как по глубине, так и по площади кристаллического фундамента. К сожалению, все изученные скважины входят в профили ОГТ. Проведение петроструктурного анализа по керновому материалу глубоких скважин Южно-Татарского свода может существенно дополнить данные определения ориентировки стрессовых напряжений пород.

Проведенные исследования свидетельствуют, что в краевых зонах фундамента Татарского свода породы отличаются преимущественно субгоризонтальной

ориентировкой зерен кварца, несмотря на сложную пликативную дислоцированность пород. Как показывают исследования по скв.663 (Рис. 2а, б) в западной части Татарского свода, на вертикальном срезе зерна кварца ориентированы в основном вдоль горизонтальной оси, что свидетельствует о преобладании субгоризонтальных нагрузок.

Далее на восток в область центральных частей Татарского свода (скв.2092, инт.1943,7 – 1947,7м) узор ориентировки оптических осей кварца существенно меняется (Рис. 2в, г). Несмотря на широкие отклонения от субгоризонтальной ориентировки, тем не менее, она сохраняется в пределах конуса до $35 - 40^\circ$ как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Узор ориентировки становится более расплывчатым и свидетельствует о статистически коническом распределении оптических осей кварца.

В той же скв.2092 но ниже по разрезу (инт.2066,8 – 2071,8м) узор оптических осей кварца существенно изменяется (Рис. 2д, е). Разброс ориентировки оптических осей становится в более узких пределах до 30° , но уже концентрированный в субвертикальном направлении от $+40^\circ$ до -40° .

В восточной части Татарского свода (скв.183), расположенной практически на границе Татарского свода и Камско-Бельского авлакогена субгоризонтальная ориентировка существенно дополняется субвертикальной (Рис. 2ж, з). При этом, в том и в другом случае разброс реализуется в пределах $\pm 40^\circ$ как по вертикали, так и по горизонтали.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что, несмотря на существенный разброс ориентировки оптических осей кварца, как индикатора ориентировки динамических напряжений, они концентрируются в пределах узкой субгоризонтальной зоны. Учитывая статистический характер распределения оптических осей кварца в изученных метаморфизованных породах можно сделать вывод о том, что последние этапы тектонических напряжений в структуре Татарского свода протекали под преимущественным влиянием субгоризонтальных напряжений. Полученный вывод существенным образом дополняет приведенный выше вывод сейсмопрофилирования, по данным которого зоны деструкций в теле фундамента имеют субгоризонтальную ориентировку, т.е. формирование этих зон деструкций происходило при активном влиянии субгоризонтальных напряжений возникновение которых связано, как это отмечалось ранее, с преобладанием горизонтальной составляющей напряжений при взаимодействии крупных блоков фундамента.

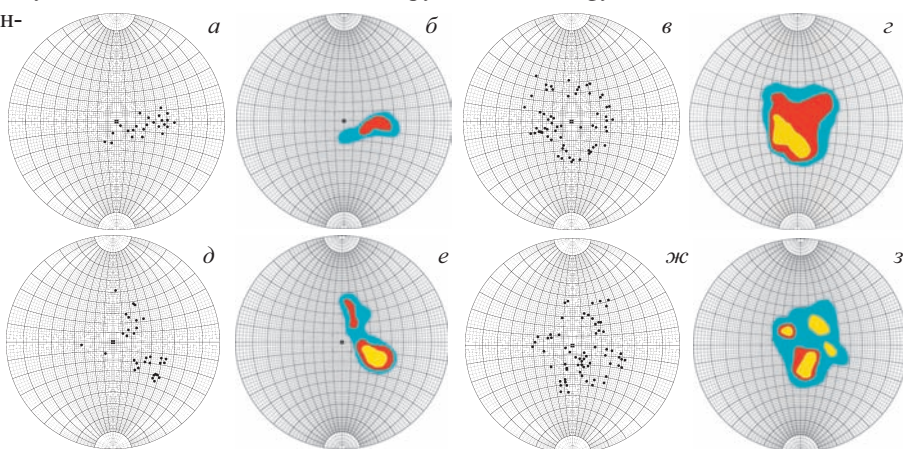


Рис. 2. Ориентировка оптической индикатрисы зерен кварца образцов на сетке Вульфа. а, б – скв.663, инт. 2126,0 – 2130,0м; в, г – скв.2092, инт.1943,7 – 1947,7м; д, е – скв.2092, инт.2066,8 – 2071,8м; ж, з – скв.183, инт. 2680,6 – 2683,9м.

М.Д. Хуторской¹, Е.А. Тевелева¹, Л.А.Цыбуля¹, Г.И. Урбан²¹Геологический институт РАН, Москва, Россия, mkhutorskoy@ginras.ru²БелНИГРИ, Минск, Беларусь, urbanstrike@tut.by

ТЕПЛОЙ ПОТОК В СОЛЯНОКУПОЛЬНЫХ БАСЕЙНАХ ЕВРАЗИИ – СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Анализируется распределение геотермического поля в Прикаспийской, Припятской и Северо-Германской впадинах. Эти структуры характеризуются широким распространением эвапоритовых толщ позднепалеозойского возраста, которые испытали галокинез из-за тектонической и гравитационной неустойчивости, что привело к формированию соляных куполов и штоков. На границе куполов и вмещающих пород происходит рефракция теплового потока, обусловленная контрастом теплопроводности между эвапоритами и терригенными породами межкупольных зон. Это главная причина изменчивости теплового потока по латерали и по глубине в солянокупольных бассейнах. Отмечена тесная пространственная корреляция зон повышенных температур в недрах осадочных пород с проявлениями нефтегазоносности, что подтверждается результатами 2D- и 3D-моделирования геотермического поля. Отмечавшаяся ранее связь локализации месторождений нефти и газа с глубинными разломами в пределах изученных впадин, создает предпосылки для рассмотрения геотермического поля как генетического фактора, формирующего тектонические и ресурсные особенности солянокупольных бассейнов.

Ключевые слова: геотемпературное поле, тепловой поток, теплопроводность, солянокупольный бассейн, моделирование, нефтегазоносность.

Соленосные толщи составляют значительный объем осадочных отложений многих седиментационных бассейнов мира. Это уникальные по генезису и условиям залегания толщи, интенсивное формирование которых происходило на протяжении всего фанерозоя: от кембрия до современного времени. Около половины нефтегазоносных областей приурочены к солеродным бассейнам. В их пределах широко распространены также термальные и промышленные воды и рассолы, сосредоточены колоссальные объемы галита и сильвинита, отмечаются месторождения серы, гипса и других полезных ископаемых. Совершенно понятно, почему, несмотря на длительную историю и достигнутые успехи в изучении солеродных

бассейнов, интерес к их теоретическому изучению и практическому освоению всё возрастает. Важное место в этих исследованиях принадлежит геотермии.

В данной работе мы рассмотрели особенности теплового поля и его связь с историей развития и нефтегазоносностью трех солеродных бассейнов Северной Евразии: Прикаспийского, Припятского и Северо-Германского. Они наиболее полно изучены методами бурения и геофизическими методами, в том числе, геотермическими.

В осадочном чехле этих бассейнов вскрыты эвапориты девонского (Припятская впадина) и пермского (Прикаспийская, Северо-Германская впадины) возраста, имеющие форму куполов и штоков вследствие тектонической

Окончание статьи Л.М. Ситдиковой, О.Г. Сониной «Петроструктурные исследования пород...»

Изучение вещественного состава и выявления существующей анизотропии физических свойств зон стрессовых напряжений Татарского свода имеет большое научное и практическое значение для построения адекватных моделей строения земной коры и интерпретации комплекса ГИС глубоких и сверхглубоких скважин, а также для интерпретации результатов региональных геофизических и сейсмогеологических исследований, полученных, в частности, методом ОГТ и широко используемых в настоящее время для изучения глубоких горизонтов земной коры.

Литература

- Елисеев Н.А. Метаморфизм. М. Недра. 1963. 387-388.
 Изотов В.Г. Основные типы пород и их петрографическая характеристика. Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. Казань: Дента. 1996. 215-250.
 Муслимов Р.Х. Потенциал фундамента нефтегазоносных бассейнов – резерв пополнения ресурсов углеводородного сырья в XXI веке. *Георесурсы*. 4(12). 2003. 2-5.
 Саранчина Г.М. Федоровский метод. Изд. ЛГУ. 1963.
 Сейферт К. Структурная геология и тектоника плит. Мир. 1991.
 Ситдилов Б.С. Петрография и строение кристаллического фундамента Татарской АССР. Казань: Изд-во Каз. ун-та. 1968. 435.
 Ситдикова Л.М. Зоны деструкции кристаллического фундамента Татарского свода. Изд. КГУ. 2005. 146.
 Трофимов В.А. Сейсморазведка МОГТ при изучении строения докембрийского фундамента Русской плиты. М. Недра. 1994. 90.
 Ферберн Х.В. Структурная петрология деформированных горных пород. ИЛ. 1949.

L.M.Sitdikova. O.G. Sonina. Petrographic analysis of basement rocks of South Tatarstan arch.

For definition of directions of dynamic pressure of the crystal base rocks of the Tatar arch the structurally-petrographic analysis of orientation of the quartz grains was carried out. Such an orientation arises under the influence of tectonic stress. Petrostructural analysis was carried out by means of E.S.Fedorov's theodolite table. Quartz grains in metamorphic rock mass are the most sensitive indicator of orientation of stressful pressure. The received results allow to reveal an exact azimuth direction of zones of tectonic intensity in rocks of the base. Tectonic pressure in structure of the Tatar arch proceeded under primary influence of subhorizontal tension.

Keywords: geodynamics, evolution, base, tectonics, stressful pressure, rock, quartz, theodolite method, grains orientation, Wolf grid, optical indicatrix.

Ольга Геннадьевна Сониная

студент каф. региональной геологии и полезных ископаемых. Научные интересы: петрология, минералогия глубоких горизонтов земной коры, рентгенография и электронная микроскопия наноминеральных комплексов зон деструкций и нефтеносных формаций.

Казанский государственный университет. 420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, 18. Тел./Факс (843)238-84-71.