

К проблемам нефтегазовой геологии горы Янгантау в геодинамическом аспекте (Башкирия, Ю. Урал)

Т.Т. Казанцева

Институт геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа
E-mail: ktt@ufaras.ru

Аннотация. Рассмотрены геодинамические аспекты геологических проблем горы Янгантау. В их основе: существующие представления о происхождении тепловых аномалий; особенности, связанные с тектоническим положением изучаемого объекта в области сочленения разнородных структур – Каратауского аллохтона и Юрюзано-Сылвенской впадины Предуралья; контрастность вещественного выполнения и структурной геологии; результаты проведенных палеотемпературных и сейсмо-тектонических исследований; исторические и современные сведения по землетрясениям региона. В результате доказана тектоническая природа происхождения тепла лечебных источников горы. Акцентируется внимание на генезисе сланцевых пород битуминозной янгантауской свиты артинского яруса перми, сопоставимости с домаником верхнего девона и инфрадомаником среднего. Предложена возможность решения технологических проблем извлечения углеводородов из сланцевых толщ на основе геодинамических, теоретических и опытных данных.

Ключевые слова: доманик, инфрадоманик, генезис, сланцеватость, органическое вещество, геодинамика, тепловые аномалии, углеводороды, сейсмичность, тектоника.

Для цитирования: Казанцева Т.Т. К проблемам нефтегазовой геологии горы Янгантау в геодинамическом аспекте (Башкирия, Ю. Урал) // Актуальные проблемы нефти и газа. 2019. Вып. 3(26). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art1>

В северной части общей схемы тектонического районирования Южного Урала, в пограничной области Каратауского аллохтона и западного района Юрюзано-Сылвенской депрессии (рис. 1) возвышается гора Янгантау.

В вершинной части ее известно несколько площадок, где из недр просачиваются целительные горячий пар и газы. Возникновение их залежей на протяжении почти двух с половиной столетий являлось предметом геологического изучения и основой противостояния мнений. Длительность периода исследований, однако, не обеспечила окончательность решений основных научных проблем горы, связанных *с геодинамическими условиями происхождения тепловых аномалий и возникновения сланцевых текстур* в янгантауской свите артинского яруса перми. Выявление их общностей может быть *использовано в разработке технологических приемов извлечения углеводородов.*

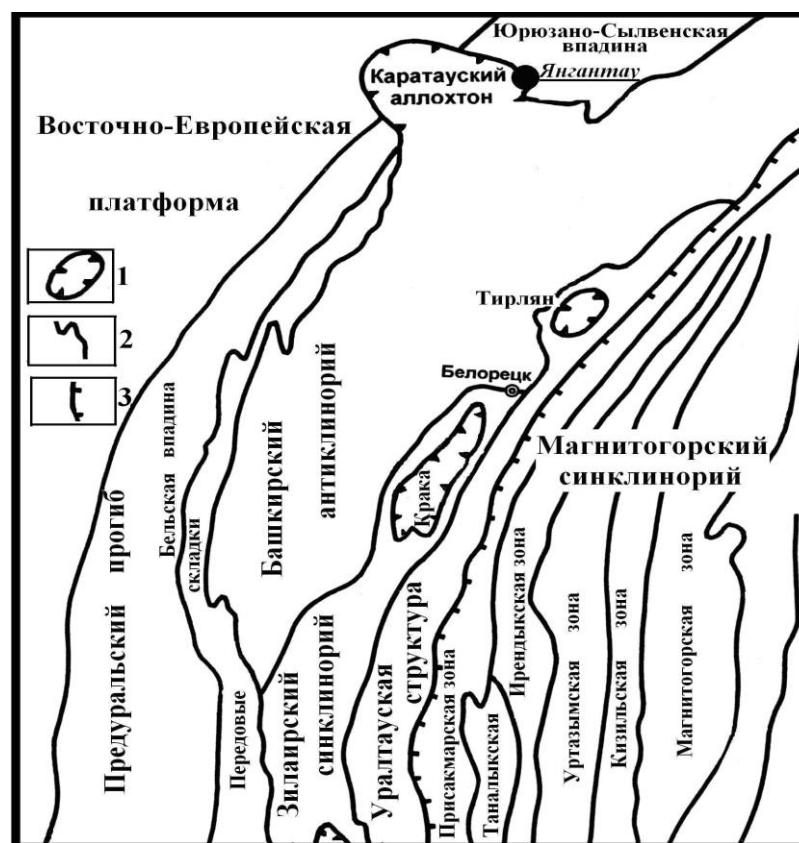


Рис. 1. Тектоническое районирование Южного Урала

Условные обозначения: 1 – крупные аллохтоны; 2 – тектонические границы;
3 – граница между западным и восточным склоном Южного Урала

В решении первой из названных проблем оставили заметный след следующие гипотезы. Первую еще в восемнадцатом веке предложил П.С. Паллас, который, обосновывая, что происходит горение мергелей горы Янгантау, ссылаясь на сообщения местных жителей о пожаре, возникшем от удара молнии. Во время своего путешествия в эти края этот исследователь наблюдал в свежих трещинах горы высокую температуру, такую, по его выражению, «когда березовая кора и сухие щепы воспламенялись». Такая точка зрения поддержана многими, в том числе в разработках современного времени. Этой гипотезе противоречили сведения о наблюдениях в этом регионе аномальных температурных явлений не только на горе Янгантау, но и в иных пунктах: горы Кункантау, Салдыбаш, у с. Алькино, выше по течению р. Юрюзань и у впадения в нее правого притока р. Урдали, в окрестностях с. Малояз и в других местах. Эти данные заставили исследователей искать иные природные механизмы, объясняющие генезис «Янгантауского феномена», среди которых наиболее известными являлись нижеследующие.

Окисление битуминозных сланцев с самонагреванием и тлением (В.В. Штильмарк с 1939 до 1960 год). Химические реакции с выделением тепла при переходе закиси железа в окись (Ф.Н. Чернышев, затем С.С. Петров с 1881 до 1885 год). Несмотря на амагматичность всех краевых прогибов мира, в том числе и Предуральяского, в 1932 году предложена гипотеза А. Биккеля, основанная на эффекте гипотетичного магматического очага, нагревающего водяные пары. Почти сразу была отвергнута гипотеза 1952 года радиоактивного разогрева толщ В.Г. Вахрушева. Появилась и концепция тектонического происхождения тепловых явлений горы Янгантау К.А. и Л.А. Миловидовых и И.А. Огильди, предлагавшая представления об источнике тепловой энергии, возникающей в результате трения горных пород в зонах сбросов. Эту версию резко раскритиковал Г.В. Вахрушев в 1954 году на том основании, что весь данный регион, по его мнению, асейсмичен. Но так ли это?

Анализ истории изученности и характера проведенных геологических работ тех лет показали, что более значительная детальность была присуща работам стратиграфического, литологического и палеофациального направлений. Выяснялись также термальный режим, геохимические и битуминологические особенности развитых здесь образований и пр. Содержание и выводы названных работ находились в полном соответствии с доминирующими в то время гипотезами генерации тепла Янгантау, в основном определяемыми экзогенными факторами. Что же касается таких важнейших разделов, как структурная геология и геотектоника, то теоретическая основа их не соответствовала современному уровню геологических знаний. Палеомагнитные, палеотемпературные, сейсмотектонические, геодинамические исследования и вовсе не проводились. В результате точки зрения, основанные на влиянии эндогенных факторов, предполагались без должных обоснований. Работ по структурной геологии было немного, а общий уровень геотектонической мысли того времени базировался только на господствующей фиксистой доктрине.

Наши исследования по программе Академии наук Республики Башкортостан, направленные на выявление наиболее характерных особенностей структурной геологии и тектонического положения объекта, осуществлялись с последних лет двадцатого века. С этой целью выполнены полевые наблюдения, необходимые для решения геодинамических проблем [1]. Они показали, что наиболее приемлемой из ранее предлагавшихся гипотез является тектоническая точка зрения. Однако, только в том случае, если рассматривать

тектонику региона с позиций мобилизма, основополагающее значение которого в настоящее время бесспорно. В таком ракурсе, и в частности, заявления В.Г. Вахрушева об асейсмичности территории, особое внимание уделялось **сеймотектоническому картированию** зоны сочленения Каратауского аллохтона и комплекса сравнительно малоамплитудных пластин южного окончания Юрюзано-Сылвенской впадины. В процессе экспедиционных исследований, направленных на выявление и прослеживание на местности разрывных нарушений, проведение наблюдений за динамикой дневной поверхности, изучение хорошо выраженных современных разрывных дислокаций на фиксируемых объектах тектонической активности, выполнены инструментальные измерения полевыми автономными сейсмоприборами (ПАСС) (рис. 2). Интерпретация – сотрудника Института прикладных сейсмоакустических исследований, г. Москва. В результате из 100 замеров в 20 зарегистрирована современная тектоническая активность в виде слабых землетрясений (табл. 1). Установлен унаследованный характер современной сейсмичности региона от структурного плана древнего заложения.

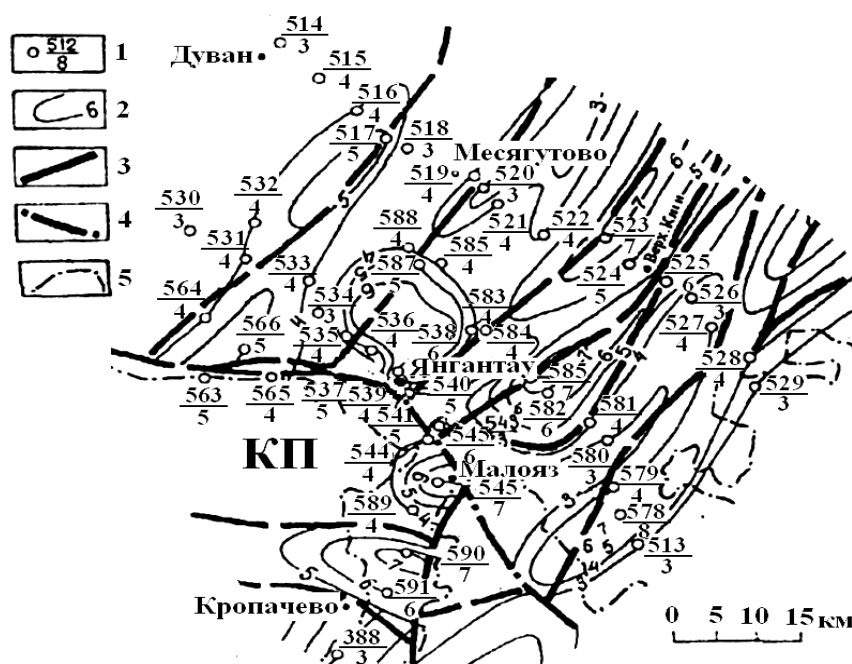


Рис. 2. Пункты сеймотектонических наблюдений пограничного района Каратау – Юрюзано-Сылвенская впадина

- 1 – пункты постановки ПАСС: в числителе номер, в знаменателе значения сейсмощума в нанометрах (нм);
 2 – линии равных значений сейсмощума (в нм); 3 – надвиги;
 4 – сдвиги; 5 – граница РБ

Таблица 1

Фрагмент реестра наблюдений сейсмического шума

№ точки	Сроки работы	Координаты ф, N λ, E	Уровень шума А-16 (нм)	Примечания N приб.
571	01.10.16 h 05 m 03.10.13 h 25 m	55 32 59 02	8	Стационарность Землетрясения
572	01.10.17 h 06 m 03.10.14 h 09 m	55 28 59 06.5	4	Корреляция Землетрясения
573	01.10.20 h 42 m 03.10.16 h 34 m	55 26 59 12.5	5	Стационарность Землетрясения
574	18.10.16 h 26 m 20.10.12 h 34 m	54 58.5 58 40.5	5	Стационарность Землетрясения
575	18.10.17 h 48 m 20.10.13 h 06 m	55 00 58 37.5	3	Корреляция Землетрясения
576	18.10.18 h 37 m 20.10.13 h 37 m	55 01 58 34	4	Корреляция Землетрясения
577	20.10.15 h 18 m 22.10.11 h 33 m	55 05 58 31.5	3	Корреляция Землетрясения

Декларируемой В.Г. Вахрушевым асейсмичности региона противоречат хорошо известные сведения о проявлении землетрясений районов Предуралья и Башкирского антиклинория в историческом плане. Они приведены в монографии «Тысячелетняя летопись необыкновенных явлений природы» [2]. В настоящее время аналогичные данные зафиксированы четырьмя следующими друг за другом землетрясениями, проявленными в районе города Катав-Ивановск. Здесь пятого сентября 2018 года произошли две серии толчков, сила которых по данным Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра достигала 5,4 балла и ощущалась даже в городе Уфе. 29 сентября мощность толчков составила 4,4 балла. Повторился в этой же зоне подземный толчок и 15 ноября этого же года на глубине 3–4 км. При этом очаг сдвинулся к западной окраине города. Магнитуда его составила 4,4 балла [3].

Современная геодинамика рассматриваемого объекта определяется его расположением в сложном узле тектонического взаимодействия контрастных по составу и строению структур. С одной стороны – Каратауского покрова, с другой – системой пластинчато-надвиговых структур Юрюзано-Сылвенской впадины. Присутствие Красноуфимского выступа кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы у западной границы узла дополнительно осложняет геодинамическую обстановку (рис. 3).

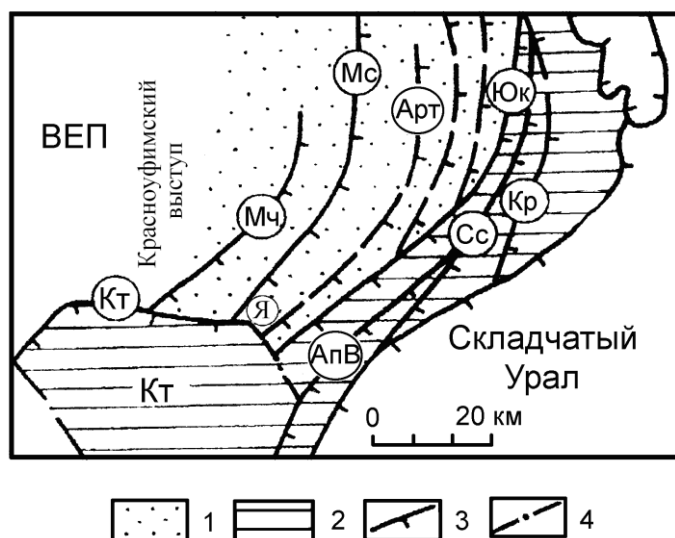


Рис. 3. Схема структурной геологии зоны сочленения Юрюзано-Сылвенской впадины с Каратауским аллохтоном

Фаии и формации: 1 – Юрюзано-Сылвенской впадины. 2 – Каратауского аллохтона. 3 – надвиги региональные; 4 – сдвиги; буквы в кружках – надвиги фронтальные тектонических пластин: Мч – Мечетлинский, Мс – Месягутовский, Арт – Артинский, Юк – Юкаликулевский, Сс – Сосновский, Кр – Карантауский, Кт – Каратауский, Я – гора Янгантау

Каратауский аллохтон в общем виде имеет форму скошенной призмы, толщина которой от 1 до 5 км. Фронт структуры представлен Каратауским надвигом, а ограничения с запада и востока – Ашинским и Юрюзанским сдвигами, имеющими субвертикальные плоскости смещения. Интерпретация геофизических данных позволяет считать, что данный аллохтон располагается в прогибе кристаллического фундамента платформы, погруженным здесь на глубину 12 км.

Основные черты структурной геологии Юрюзано-Сылвенской впадины. По данным бурения и детальных геолого-геофизических исследований в ее пределах выделено несколько тектонических пластин (см. рис. 3), образованных региональными надвигами, контролирующими размещение и морфологию пликативных дислокаций. Строение каждой из пластин включает интенсивно дислоцированный фронт, меньшее смятие прифронтальной зоны и субгоризонтально залегающие слои тыловой части. Это наглядно отражено в представляющей для нас особый интерес Месягутовской пластине, к которой и приурочена гора Янгантау. В соответствии с изученностью обращает на себя внимание осложненность ее многочисленными разрывами, иногда встречного падения, имеющими небольшие (десятки до первых сотен метров) амплитуды горизонтального смещения. Все они ниже пластинообразующего Месягутовского надвига не

прослеживаются. В центральной части названной пластины выявлен куст малоамплитудных разрывов, ответственных за размещение аномальных явлений района. Мы назвали их Янгантаускими дислокациями. Определен их надвиговый характер, установлено западное направление падения сместителей. На поверхности Янгантауские дислокации приурочены к уступу вершинной части горы и погружаются к западу. Выходы на дневную поверхность их приурочены к разнопрочностным толщам. На горе Янгантау они тяготеют к границе янгантауской и залегающей выше тандакской свите артинского яруса перми.

Одной из характерных особенностей структурной геологии района является наличие деформационных зон смятия. Среди них описанная нами Ахуновская зона, простирающаяся вдоль тракта Ахуново-Малояз более чем на 500 метров (рис. 4). Состав и возраст пород, особая интенсивность хорошо выраженной дислоцированности позволяют считать, что эта зона является тектоническим останцом соседнего Каратауского аллохтона, располагающимся на почти горизонтально залегающей янгантауской свите, обнаруженной нами в «закопушке» у основания горы.

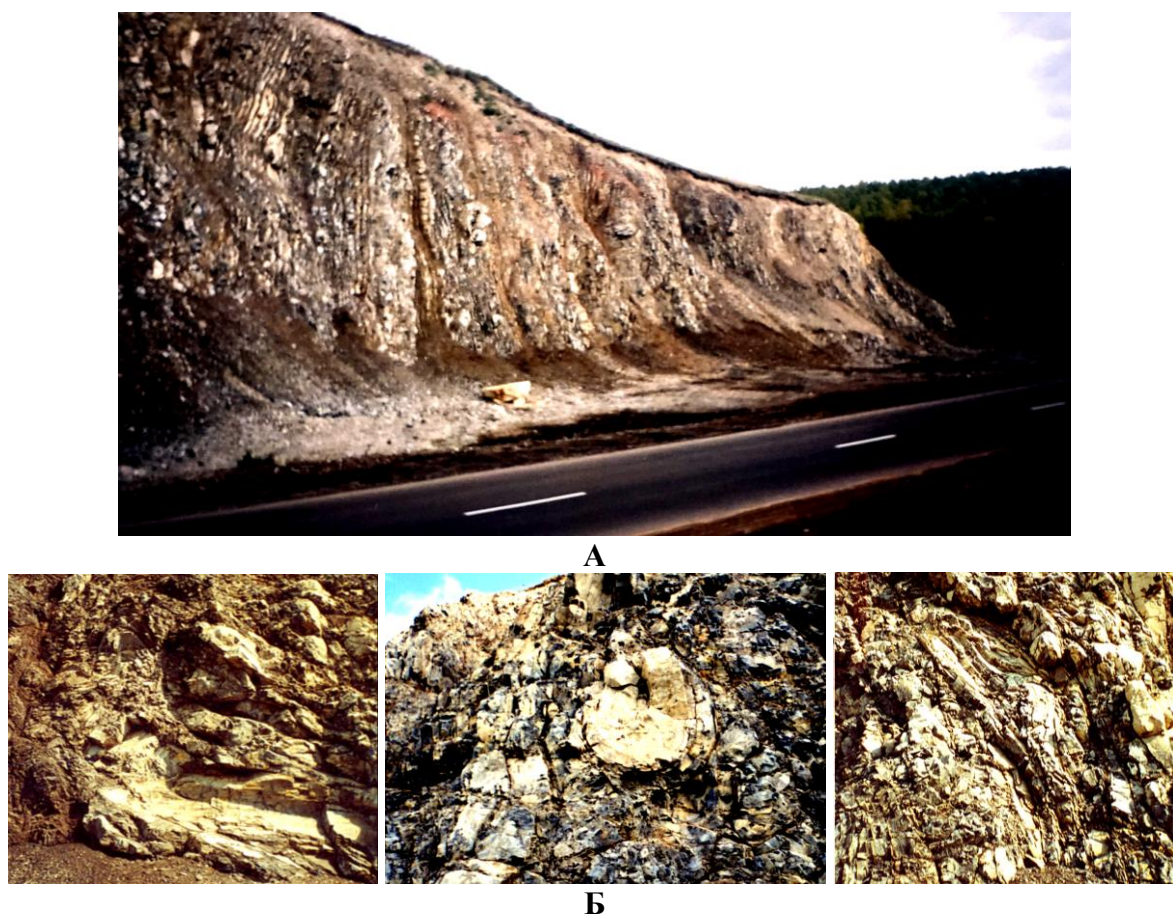


Рис. 4. Ахуновские дислокации: А – общий вид обнажения, Б – детали строения

На горе Янгантау часто встречаются породы, окрашенные в красные тона, что многими исследователями расценивается как «обжиг» битуминозных мергелей. Вместе с тем, красный цвет пород объясним и переходом лимонита в гематит. *Это явление довольно часто наблюдается в процессе полевых геолого-съёмочных работ любого региона. Оно всегда рассматривается как один из диагностических признаков наличия тектонического нарушения. Учитывая это и факт приуроченности термально измененных пород к контакту янгантауской и вышезалегающей тандакской свиты, следует признать наличие здесь нарушения дизъюнктивного характера.*

Присутствие в основании горы Янгантау олистострома, считающегося, согласно представлениям современного времени, индикатором высоких напряжений тангенциального сжатия, позволяет считать геодинамические условия развития термальных явлений горы Янгантау более значительными по сравнению с верхнедевонским домаником и среднедевонским инфрадомаником.

Палеотемпературные исследования А.С. Бобохова, проведенные в местах развития битуминозных пород янгантауской свиты пермских отложений района курорта Янгантау по разработанной им методике, показывают, что такая зависимость между составом пород и интенсивностью их прогрева безусловна. При этом общая картина термального тела рисуется как вытянутая с востока на запад структурная пластина линзовидной формы, ограниченная сверху поверхностью термально измененных пород, а внизу – наиболее прогретой плоскостью с ядром в скв. 5у, где температура достигает 378 °С (рис. 5).

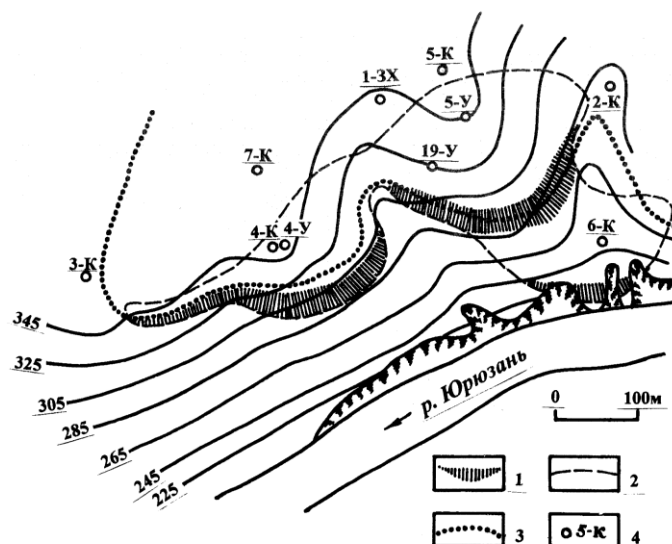


Рис. 5. Распределение термально измененных пород на участке аномального поля г. Янгантау [4]

Условные обозначения: 1 – выходы термально измененных пород на дневную поверхность; 2 – контур распространения их; 3 – контакт между тандакской и янгантауской свитами; 4 – скважины

Совокупность приведенных данных, по нашему мнению, может быть объяснена только тектонической природой термальных явлений горы Янгантау.

Следующая геологическая проблема горы Янгантау связана с характером включающего целительные источники геологического вещества, его особенностями строения и происхождения. Это янгантауская свита артинского яруса перми, в разные годы изученная с различной степенью детальности многими исследователями: В.Д. Наливкиным, Н.М. Страховым, Г.А. Дмитриевым, А.И. Осиповым, Н.Г. Чочиа, С.М. Домчаревым, К.А. и Л.А. Миловидовыми, Г.В. Вахрушевым, А.И. Конюховым, С.Г. Фаттахутдиновым, Л.С. Бжезинской, Ю.В. Казанцевым, Т.Т. Казанцевой, М.А. Камалетдиновым и др.

Наиболее характерными особенностями янгантауской свиты являются *ее битуминозность и сланцевое строение*.

Присутствие органики в нижнепермских отложениях депрессии привлекало внимание исследователей с давних пор как одна из возможных причин, объясняющих аномально высокие температуры в недрах горы Янгантау. В составе янгантауской свиты преобладают известняки, мергели и глинистые сланцы, содержащие органическое вещество в количестве 3–5 процентов. Среди других разновидностей присутствуют кремни в виде округлых и линзовидных включений.

Значительные содержания органического вещества зафиксированы в аргиллитах и мергелях, где Сорг достигает 14%. По распределению ОВ породы янгантауской свиты не однотипны и в них встречаются прослои как с повышенным содержанием Сорг >5%, так и с пониженным до 0,1%. Чаще всего в породах обнаруживаются концентрации, типичные для нормальных морских образований. В большинстве случаев органическое вещество сингенетично вмещающим отложениям и находится в расслоенной форме. Органическое вещество в коренных породах часто затронуто процессами гипергенеза, что приводит к снижению содержаний в них ОВ и УВ. Тонкослоистые разности пород более битуминозны чем толстослоистые.

Мергельно-глинисто-карбонатно-кремнистая толща (четырёхкомпонентный состав) янгантауской свиты по направлению на восток сменяется типичным флишем. Все известные тепловые площадки в районе горы Янгантау находятся в пределах площади развития битуминозных пород янгантауской свиты артинского яруса перми. Наблюдается зависимость между значениями прогрева пород и их составом.

Типичный для доманикоидов состав янгантауской свиты, значительное количество органического вещества и хорошо выраженное сланцевое строение позволяют сопоставлять эти породы с нефтегазогенерирующими горизонтами сланцевого строения верхнего и среднего девона.

Важнейшей особенностью янгантауской свиты является ее сланцеватость, на что впервые обратил внимание П.С. Паллас еще в конце восемнадцатого столетия: «Горные породы, – написал он, – камень, из которого гора Янгантау состоит, известковист и в тонкие пластинки расщепляется» (цитировано по Г.В. Вахрушеву, 1954 фонды, с. 47).

Выяснение геодинамических условий появления сланцевых текстур может быть основано на общетеоретических знаниях формирования земной коры. Так, на основе типизации структурных элементов земной коры, имеющих адекватное выражение в вещественном составе, геоморфологическом выражении рельефа, тектоническом районировании, как правило, выделялись платформенные, геосинклинальные и промежуточные между ними области. Для каждой из них свойственны одновозрастные, но вещественно самостоятельные периоды развития, завершающиеся орогенными этапами. Это согласуется и с новым учением о формировании земной коры, названным нами шарьяжно-надвиговой теорией [5]. Согласно ему основные геологические процессы складчатых областей обусловлены *тектоническими тангенциальными напряжениями сжатия, последовательно возрастающими от платформы к центру геологически-активной зоны*. Относительно Уральской складчатой области одной из главных особенностей этой теории является *полициклический характер ее геодинамического развития*, обуславливающий неоднократную повторяемость геологических событий, их временную связь и взаимообусловленность. Каждый тектонический цикл возникает в результате совмещения блоков земной коры океанического и континентального типов в периоды максимальных напряжений сжатия, фиксируясь периодами надвигания гипербазитовых поясов в сторону сопредельного края платформы. Он представлен двумя этапами: эволюционным и деформационным. Соответственно геосинклинальным и орогенным этапам в теории геосинклиналией. Для первого характерно участие магматических пород, состоящих из изверженных формаций от инициального вулканизма основного состава, сменяющихся по мере возрастания значений давления тангенциального сжатия продуктами кристаллизации магмы все более кислого состава. Второй, являющийся результатом предельно высоких геодинамических нагрузок, по своей сути представляет

собой орогенный этап, характеризующийся в самой активной зоне Южноуральской складчатой области накоплением флиша и олистостромовых горизонтов – типовых формаций интенсивности геодинамического режима. В палеозое такие периоды существовали в среднем и верхнем девоне, а также в среднем-верхнем карбоне и перми [6]. На восточном склоне Ю. Урала, в пределах Магнитогорского синклинория это франские глыбовые толщи – олистостром биягодинской свиты верхнего девона, бугулыгирский – эйфельского яруса среднего девона, а также закартированный Ю.В. Казанцевым олистостром Симской мульды Предуралья верхнего палеозоя.

На территории же краевых зон платформ и предгорных прогибов сланцевые нефтегазогенерирующие формации Башкирии известны и хорошо изучены в верхнем девоне – доманикиты в пределах восточной окраины Восточно-Европейской платформы и западных зон Предуральского передового прогиба. В эйфельском ярусе среднего девона это инфрадоманик, накапливавшийся преимущественно в предгорной зоне Предуралья и западного склона Южного Урала (Зилаирский синклинорий). В артинском ярусе перми это янгантауская свита Юрюзано-Сылвенской впадины Предуралья. Они также приурочены к орогенным этапам каждого цикла, но геодинамические условия их по сравнению с активной складчатой зоной выражены в ослабленном виде.

Таким образом, по смене состава и структурно-текстурных особенностей разновозрастных формаций вкрест простирания всей складчатой области можно судить об особенностях геодинамических режимов во времени и пространстве любой из ее зон.

Для нефтегазогенерирующих сланцевых толщ янгантауской свиты мы использовали также определяющую особенность ее строения – *сланцеватость*. В процессе полевых работ наблюдалось несколько разновидностей сланцеватости, каждая из которых отражает своеобразность характера образующего ее геодинамического режима.

На фотографиях (рис. 6–8) отражены некоторые из них, заснятые в районе различных участков горы Янгантау.

Как известно, сланцеватые текстуры рассматривались раньше как проявление динамометаморфизма только в фиксизмском понимании этого процесса. С этим не согласуется нижеследующее. Наблюдаемое нами: чередование слоев сланцевого и не сланцевого строения в едином временном разрезе – прерывистость (см. рис. 6.). Автономные проявления дислоцированной сланцеватости среди горизонтальнозалега-



Рис. 6. Сланцеватость янгантауской свиты на горе Янгантау



Рис. 7. Дислоцированная сланцеватость среди горизонтальной



Рис. 8. Линзосланцеватость янгантауской свиты

ющей (см. рис.7.). Несовпадение элементов залегания слоистости и сланцеватости. Развитие особой линзовидной сланцеватости – линзосланцеватость (см. рис.8.).

Приведенные примеры целесообразно объяснять особым орогенным режимом предгорных прогибов, обусловленным направленным тектоническим тангенциальным давлением, распространявшимся от активной зоны складчатой области к платформе, и сопутствующими ему, периодически возникающими сопровождениями изостатических погружений, как это показано нами для молассы Предуралья «в классификации формаций» публикации [7].

Проблемы, связанные с технологическим извлечением углеводородов из сланцевых битуминозных толщ. В этом случае *происхождению углеводородов* придается особое значение. В настоящее время получила поддержку биогенная теория, что связано с успехами «сланцевой революции». Согласно ей богатые органическим веществом сланцы являются объектом добычи углеводородов. Однако в соответствии с показанным выше характером геодинамической обстановки не следует исключать и возможность подтока неорганической нефти по крупным разломам из глубины. В наших публикациях подчеркивалось, что генерация углеводородов, миграция и скопление их в залежи в любой геологический период обеспечивается тектоническими силами. Сейсмичность территории определяет возможность образования нефти и газа и в современное время.

В соответствии со сказанным выше и изложенным в наших публикациях 1982–2016 гг. образование нефти представляется в следующем виде. Силы бокового давления и повышенные в этих условиях значения температур в периоды максимальных тектонических напряжений сжатия (орогенные этапы) достигают определенных участков платформы, вызывая в толще осадков с достаточным количеством органического вещества преобразование последнего в углеводороды. В этих же условиях происходит и скалывание толщ с образованием надвигов, способствующих, с одной стороны, формированию положительных структур, с другой – резкому снижению давлений в зонах разрывов. «Таким путем в пределах соседних участков литосферы создается контрастная обстановка с большим перепадом давления, что способствует увеличению подвижности флюидов и обеспечивает их миграцию и нагнетание из области больших давлений в зоны малых значений» (Казанцева, Казанцев, 2010, с. 246).

В плане *проблем извлечения углеводородов из сланцевых толщ* представляют интерес лабораторные опыты еще тридцатых–пятидесятых годов прошлого столетия.

Например, А.И. Дзенс-Литовский в 1933 году о своих опытах по сжиганию в пробирках битуминозных сланцев янгантауской свиты, отмечает: «Сланцевая крошка при нагревании снизу медленно тлеет, а из *вышележащих* кусочков по мелким трещинам выступают жидкие битумы, которые затем полностью сгорают». Б.К. Гаталин в отчете геологической партии за 1932 г. (рукопись в фондах Южно-Уральского геологического управления), анализируя собранный им во время полевых исследований материал и опираясь на лабораторные опыты Б.Г. Логинова, написал: «На Янгантау, как и в лабораторных условиях, *сначала* идет как бы возгонка жидких битумов из битуминозных сланцев на поверхность их, а затем уже полное сгорание выделяющихся битумов» (с. 52). В 1954 году В.Г. Вахрушев на основании своих наблюдений заметил: «процесс сопровождался образованием тепла и углекислого газа, а также асфальта и источников, пахнущих сероводородом и «керосином». Присутствовала ясная ирридирующая пленка, характерная для нефтепродуктов. Предполагалась, что эти битумы являются нефтяными и поднимаются с большой глубины из доманика (в то время сведений о янгантауской свите, как о возможно нефтегазогенерирующем сланцевом объекте, еще не существовало). Но *«после проведения опытов, заключающихся, в сжигании газовой лампой кусочков битуминозных мергелей янгантауской свиты, в стеклянной трубке из тугоплавкого стекла, наблюдалось следующее. Битуминозные мергели, раскаленные с одного конца трубки, «далее сами накаливались и выделяли жидкие и газообразные битумы... с ирридирующей пленкой, характерной для нефтепродуктов»* (Вахрушев, 1954 фонды, с. 73). Во всех приведенных опытах обращает на себя внимание необходимость источника энергии прогревания толщ, способствующего выделению «жидких и газообразных» битумов. Возможно, эти опытные исследования являлись предшественниками современных технологий разработки сланцевых углеводородов? Можно предположить, что феномен горы Янгантау, в соответствии с приведенными ранее представлениями о генезисе углеводородов сланцевых толщ, обеспечен природным механизмом, сопоставимым с технологией получения сланцевого газа. Вероятность такого предположения подкреплена: наличием нефтегазогенерирующей толщи янгантауской свиты, приуроченностью тепловых площадок к зонам разрывных нарушений, где разряжаются тектонические тангенциальные напряжения сжатия; присутствием в породах разнообразных химических элементов (кремний, цинк, медь, алюминий, железо, кобальт, никель, хром, йод и его соединения, а также радиоактивное вещество), являющихся

катализаторами химических реакций. *Вполне вероятно, что углеводороды образуются из нефтегазогенерирующих сланцев в местах сопряжений пород янгантауской свиты, содержащих органическое вещество в достаточном количестве, с плоскостью тектонических нарушений, где и создаются высокотермальные зоны.* Но крутой склон горы Янгантау, развитая трещиноватость слагающих его толщ, особые гидрогеологические условия обеспечивают насыщение воздухом, что приводит к иному составу эманаций.

В общем виде основные положения, которые могут быть использованы в процессе извлечения углеводородов из сланцевых толщ, должны базироваться на комплексе знаний. Среди них: общетеоретические (доказанный механизм формирования земной коры); генетические (происхождение углеводородов с точки зрения геодинамической модели); методические (в частности, изучение характера сланцевых текстур); опытные (в основном выполненные еще в тридцатые–пятидесятые годы прошлого столетия, отражающие механизм преобразования органического вещества в углеводороды). Необходимость знаний об особенностях структурной геологии места заложения скважин и геохимии органического вещества. Определяющим, скорее всего, явится корректирование геодинамических условий в процессе гидроразрыва пласта. Возможно использование конкретных параметров температур и давлений в соответствии с опытными исследованиями [8, 9] и др.

Работа выполнена по теме госзадания № 0252-2017-0010.

Литература

1. Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Загребина А.И., Газизова С.А. Структурная геология северо-востока Башкортостана. Уфа: Академия наук Республики Башкортостан. 1999. 131 с.
2. Борисенков Е.П., Песецкий В.М. Тысячелетняя летопись необыкновенных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 522 с.
3. Тевелев Ал.В., Тевелев Арк.В, Хотылев А.О. и др. Землетрясения 2018 года в Катав-Ивановске (Южный Урал): Кинематика инициирующих разрывов // Проблемы тектоники континентов и океанов: Материалы LI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2019. С. 286–290.

4. *Штильмарк В.В.* Экзогенная термальная аномалия горы Янгантау в западном Приуралье // Доклады к собранию Международной Ассоциации гидрогеологов. М.: Госгеолтехиздат, 1960. С. 310–314.
5. *Казанцева Т.Т.* Основы шарьяжно-надвиговой теории формирования земной коры // Геология. Известия Отделения наук о Земле и экологии АН РБ. 2000. № 5. С. 15–45.
6. *Казанцева Т.Т.* Аллохтонные структуры и формирование земной коры Урала. М.: Наука. 1987. 158 с.
7. *Казанцева Т.Т.* Тектонические циклы и формационные ряды. Уфа: БФАН СССР, 1983. 37 с.
8. *Вассоевич Н.Б., Корчагина Ю.И., Лопатин Н.В., Чернышев В.В.* Главная фаза нефтегазообразования // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. 1969. № 6. С. 3–27.
9. *Черский Н.В., Царев В.П., Сороко Т.И.* Влияние сейсмогеологических процессов на преобразование ископаемого органического вещества. Якутск, 1982. 56 с.

On the issues of oil and gas geology of Mount Yangantau in geodynamic aspect (Bashkiria, South Ural)

T.T. Kazantseva

Institute of Geology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences, Ufa
E-mail: ktt@ufaras.ru

Abstract. The geodynamic aspects of the geological issues of Mount Yangantau are considered. They are based on: existing ideas about the origin of thermal anomalies; features associated with the tectonic position of the studied object in the area of articulation of heterogeneous structures – the Karatau allochthon and the Yuryuzan-Sylven depression of the Ural trough; contrast of material performance and structural geology; results of paleotemperature and seismic-tectonic studies; historical and modern information on earthquakes in the region. As a result, the tectonic nature of the origin of the heat of the healing sources of the mountain is proved. Attention is focused on the genesis of shale rocks of the bituminous Yangantau formation of the Permian Artinian stage, comparability with the Upper Devonian Domanik and the Middle Devonian Infradomanik. The possibility of solving technological problems of hydrocarbon extraction from shale strata on the basis of geodynamic, theoretical and experimental data is proposed.

Keywords. Domanik, Infradomanik, genesis, shale, organic matter, geodynamics, thermal anomalies, hydrocarbons, seismicity, tectonics.

Citation: *Kazantseva T.T.* To the problems of oil and gas geology of Mount Yangantau in geodynamic aspect (Bashkiria, South Ural) // Actual Problems of Oil and Gas. 2019. Iss. 3(26). <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2019-26.art1> (In Russ.).

References

1. *Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Zagrebina A.I., Gazizova S.A.* Structural geology of the northeast of Bashkortostan. Ufa: Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 1999. 131 p. (In Russ.).
2. *Borisenkov E.P., Pesetskiy V.M.* The thousand-year chronicle of unusual natural phenomena. Moscow: Mysl, 1988. 522 p. (In Russ.).
3. *Tevelev A.I., Tevelev Ark.B., Khotylev A.O.* et al. Earthquakes of 2018 in Katav-Ivanovsk (Southern Urals): Kinematics of initiating discontinuities // Problems of tectonics of continents and oceans: Proceedings of the LI Tectonic Meeting. Moscow: GEOS, 2019. P. 286–290. (In Russ.).
4. *Shtilmark V.V.* Exogenous thermal anomaly of the Yangantau mountain in western Urals // Reports to the Meeting of the International Association of Hydrogeologists. Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1960. P. 310–314. (In Russ.).

5. *Kazantseva T.T.* Fundamentals of the articulated-thrust theory of the formation of the Earth's crust // *Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Ecology of the Bashkir Branch of the RAS.* 2000. No. 5. P. 15–45. (In Russ.).

6. *Kazantseva T.T.* Allochthonous structures and the formation of the Earth's crust of the Urals. Moscow: Nauka, 1987. 158 p. (In Russ.).

7. *Kazantseva T.T.* Tectonic cycles and formation series. Ufa: Bashkir Branch of the USSR Acad. Sci., 1983. 37 p. (In Russ.).

8. *Vassoevich N.B., Korchagina Yu.I., Lopatin N.V., Chernyshev V.V.* The main phase of oil and gas formation // *Vestnik MGU. Ser. 4. Geology.* 1969. No. 6. P. 3–27. (In Russ.).

9. *Chersky N.V., Tsarev V.P., Soroko T.I.* Influence of seismogeological processes on transformation of fossil organic matter. Yakutsk, 1982. 56 p. (In Russ.).