УДК 551 http://doi.org/10.31084/2619-0087/2018-1-8

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ФАКТОР В ГЕНЕЗИСЕ ТЕПЛОВЫХ АНОМАЛИЙ ГОРЫ ЯНГАНТАУ

© 2018 г. Т. Т. Казанцева

Реферат. Наряду с развитием в районе битуминозной толщи сланцевого строения янгантауской свиты артинского яруса перми, которая рассматривается как нефтегазогенерирующая, приводятся материалы и соображения о доминанте структурно-тектонического фактора в определении генезиса «янгантауского феномена». Обнаружение природного энергетического источника, обоснованного особенностями структурной геологии района, а также присутствие в основании горы Янгантау олистострома, являющегося индикатором высоких напряжений тангенциального сжатия, явились основой новой геодинамической модели генезиса термоаномалий горы Янгантау.
Ключевые слова: структурная геология, тектоника, антиклиналь, сдвиг, надвиг, аллохтон, олистостром, геодинамика, модель

STRUCTURAL-TECTONIC FACTOR IN GENESIS THERMAL ANOMALIES OF THE MOUNTAIN YANGANTAU

T. T. Kazantseva

Abstract. Along with the data concerning the development of bituminous deposits of the Yangantau Formation of the Artinskian stage of the Permian system, which is considered to be oil and gas-producing, materials and considerations on the dominant structural and tectonic factor in the genesis of the "Yangantau phenomenon" are given. The discovery of a natural energy source based on the structural geology of the area, as well as the presence of the olistostrome at the base of Yangantau Mountain, which is an indicator of high tangential compression stresses, permitted to suggest a new geodynamic model of the genesis of the Yangantau mountain thermal anomalies.
Key words: structural geology, tectonics, anticline, shear, thrust, allochthon, olistostrom, geodynamics, model

Структурно-тектонические условия достаточно полно освещены в работах: [Нигматулин и др., 1998; Nigmatulin et al., 1998; Казанцев и др., 1999; Казанцева 2007; Фаттахутдинов и др., 1976] и др. В них доказывалось, что структурные особенности и современная геодинамика района г. Янгантау определяются ее местоположением в сложном узле тектонического взаимодействия контрастных по составу и строению структур. С одной стороны, это крупный Каратауский аллохтон, с другой — комплекс сравнительно малоамплитудных пластин южного окончания Юрюзано-Сылвенской впадины Предуральского передового прогиба.

Особенности структурной геологии Юрюзано-Сылвенской впадины

Наиболее важной особенностью структуры Юрюзано-Сылвенской впадины является развитие региональных надвигов, контролирующих размещение и морфологию пликативных дислокаций (рис. 1).

По данным бурения и детальных геолого-геофизических исследований в ее пределах выделено несколько тектонических пластин. Констатируется, что строение каждой тектонической пластины включает интенсивно дислоцированный фронт, меньшее смятие прифронтальной зоны и субгоризонтально залегающие слои тыловой части пластины. Это наглядно отражено в представляющей для нас особый интерес Месягутовской пластине, образованной одноименным надвигом. Она обнажается на западном крыле Юрюзано-Сылвенской впадины в виде полосы шириной до 18 км, прослеженной на 100 км в бассейне рек Юрюзань и Ай в северо-восточном направлении. Месягутовский надвиг погружается на юго-восток и восток под углами вначале 55°, а на глубине 2,0–3,5 км — 25°.

В соответствии со схемой изученности нами этой пластины (рис. 2) она осложнена многочис-

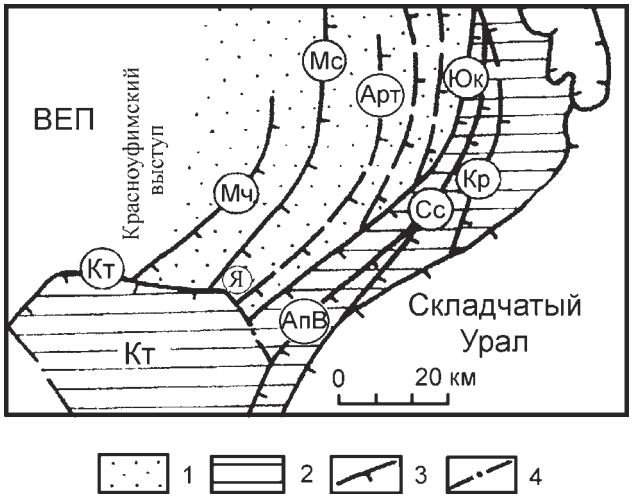

Рис. 1. Схема структурной геологии зоны сочленения Юрюзано-Сылвенской впадины с Каратауским аллохтоном

Условные обозначения: 1 — фации Юрюзано-Сылвенской впадины; 2 — формации Каратауского аллохтона; 3 — региональные надвиги; 4 — сдвиги. Буквы в кружках — фронтальные надвиги тектонических пластин: Мч — Мечетлинский, Мс — Месягутовский, Арт — Артинский, Юк — Юкаликулевский, Сс — Сосновский, Кр — Карантауский, Кт — Каратауский надвиг. Я — Янгантау

Fig. 1. Scheme of structural geology of the junction zone of the Juruzano-Sylva depression with the Karatau allochthon

Legend: 1 — facies of the Yuruzano-Sylvensky depression; 2 — formations of the Karatau allochthon; 3 — regional thrusts; 4 — shifts. The letters in the circles are frontal thrusts of tectonic plates: Мч — Mechetlinsky, Мс — Mesyagutovsky, Арт — Artinsky, Юк — Yukalikulovsky, Сс — Sosnovsky, Кр — Karantausky, Кт — Karatau overthrust. Я — Yangantau.

ленными разрывами иногда встречного падения, имеющими небольшие (десятки – первые сотни метров) амплитуды горизонтального смещения. Все они ниже пластинообразующего Месягутовского надвига не прослеживаются.

Изучение геологического строения Месягутовской тектонической пластины показало, что фронтальная ее часть значительно дислоцирована (рис. 3).

В овраге, спускающемся к р. Юрюзань в 1200 м от автодороги Малояз – Мечетлино, разрабатывался карьер строительного камня, который вскрыл нижнепермские алевролиты, аргиллиты, мергели и органогенные известняки, лежащие субвертикально, с азимутом простирания 15–25° (обн. № 1506). Породы смяты, причудливо изогнуты, тектонически раздроблены. В них отмечается мелкая (размах крыльев от сантиметров до метра) складчатость, будинаж, раздробленность (обн. № 1508).

На северо-восточной окраине с. Саргамыш обнажаются окремнелые мергели с красным оттенком, переслаивающиеся с аргиллитами и известняками (обн. № 1509, рис. 3). Породы простираются на северо-восток согласно с линией выхода надвига и имеют субвертикальное залегание. Отдельные слои смяты в сантиметровые (до метра) складки волочения, а в глинистых отложениях наблюдается микроскладчатость. Здесь же в каменном карьере нижнепермские отложения представлены причудливо изогнутыми, наклоненными на юго-восток пачками детритовых и афанитовых известняков, содержащих прослои кремней, мергелей, аргиллитов, алевролитов и песчаников. Местами, чаще в замках складок, отмечается повышенное рассланцевание.

В 2–2,5 км от фронта Месягутовского надвига в тыловой зоне отложения нижней перми приобретают горизонтальное и субгоризонтальное залегание. Так, на северной окраине с. Мещегарово в каменном карьере вскрываются пласты битуминозных мергелей, лежащие горизонтально. Такое же

Рис. 2. Схема размещения изученных обнажений пермских пород в Месягутовской пластине

Условные обозначения: 1 — обнажение и его номер; 2 — элементы залегания пород; 3 — надвиги (Мс — Месягутовский, Юк — Юкаликулевский, Арт — Артинский); 4 — линии сейсмопрофилей: А — 129226, Б — 129239, В — 129238

Fig. 2. Scheme of location of the studied outcrops of Permian rocks in the Mesyagutovo sheet

Legend: 1 — exposure and its number; 2 — elements of occurrence of rocks; 3 — thrusts (Мс — Mesyagutovsky, Юк — Yukalikulovsky, Арт — Artinsky); 4 — lines of seismic profiles: А — 129226, Б — 129239, В — 129238

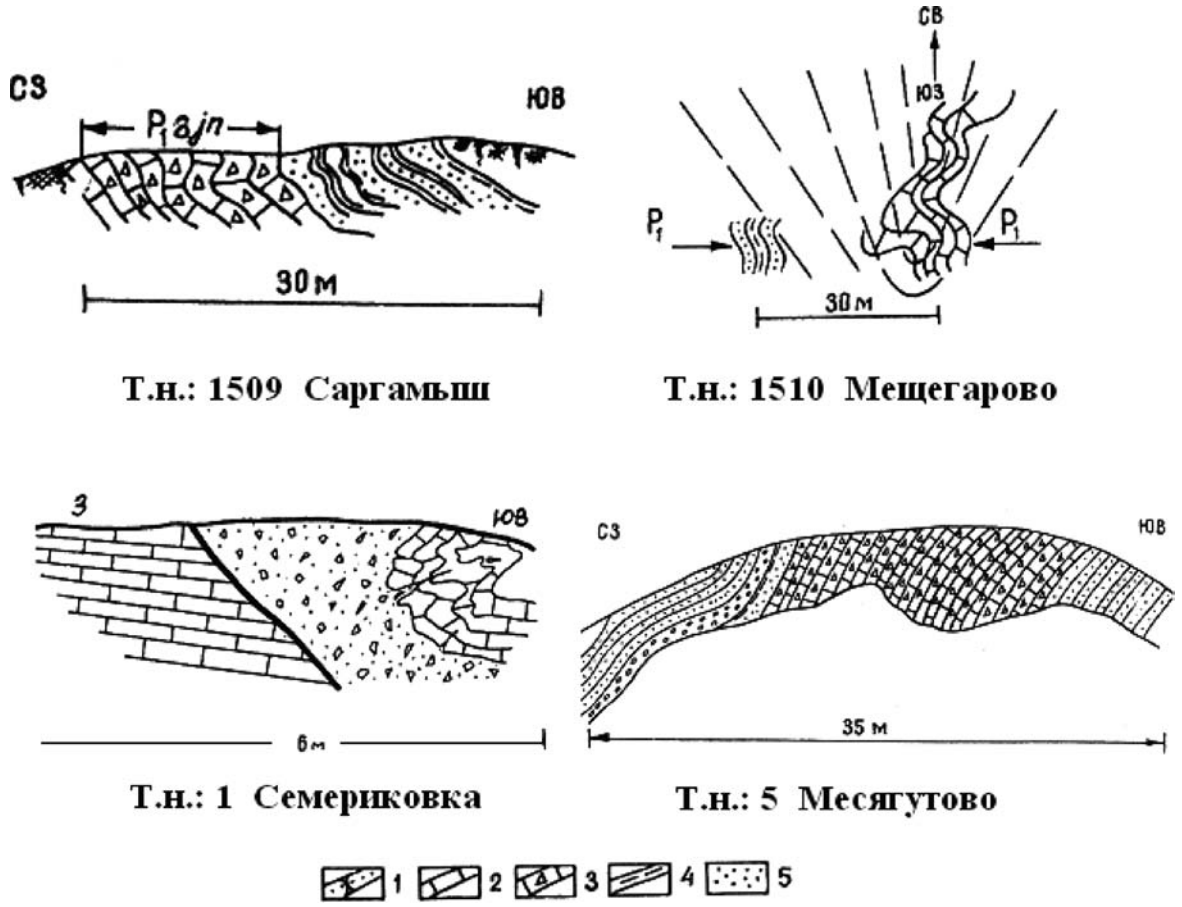

Рис. 3. Характер дислоцированности фронтальной зоны Месягутовской пластины

Условные обозначения: т.н. — точки наблюдения (соответствуют номерам на рис. 2); 1 — песчаники; 2 — известняки; 3 — органогенные известняки; 4 — алевролиты, аргиллиты и песчаники; 5 — конгломераты

Fig. 3. The character of the dislocation of the front zone of the Mesyagutovo sheet

Legend: т.н. — observation points (correspond to the numbers in Fig. 2); 1 — sandstones; 2 — limestones; 3 — organogenic limestones; 4 — siltstones, mudstones and sandstones; 5 — conglomerates

положение имеют слои нижнепермских пород на северной окраине с. Ахуново, где они вскрыты каменным карьером (обн. № 1513). Аналогичное горизонтальное залегание характерно для нижнепермских пород и перед фронтом Месягутовского надвига. В карьере у дороги из Мещегарово в с. Шарипово вскрыты породы нижней перми, слагающие фронтальную зону Месягутовского надвига. Они смяты и будинированы, вытянуты в северо-восточном направлении с падением на юго-восток под углом 45°. В районе с. Семериковки (левый берег р. Ай) фронт Месягутовского надвига обнажен на южном склоне вершины, расположенной юго-западнее скотного двора. Здесь, в каменном карьере, вскрыты плитчатые крупнокристаллические известняки с криноидеями, содержащие прослои мергелей, аргиллитов, кремней, алевролитов. Породы погружаются на юго-восток под углами 8–10°. Они причудливо смяты, тектонически раздроблены.

Северо-восточнее по простиранию Месягутовской структуры, на южной окраине с. Месягутово (правый берег р. Ай), фронт надвига обнажен в каменном карьере на юго-западном склоне вытянутого на северо-восток невысокого хребта, где породы нижней перми волнисто изогнуты и падают по азимуту 295°, под углом 62° (рис. 3).

Вдоль лобовой зоны Месягутовской пластины нижнепермские и каменноугольные отложения смяты в линейные (фронтальные) антиклинальные складки, наиболее характерной из которых является Месягутовская антиклиналь, представленная лишь сводом и северной периклиналью. Она выделена в южной части пластины. Складка вытя-

нута в северо-восточном направлении на 30 км при ширине 3–6 км и высоте чуть более 250 м. В поперечном сечении имеет отчетливое асимметричное строение: слои на западном крыле падают под углами до 70°, а на восточном — 5°.

В центральной части Месягутовской 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. В продольном разрезе положение надвига и тепловой плоскости по данным геофизики иллюстрируется рисунками 4 и 5. Для них характерно близповерхностное расщепление, в связи с чем предположительно сопряженные между собой сколы наблюдаются и восточнее г. Янгантау. Здесь дислокации маркируются брекчированием, окремнением, гипсацией и кальцитизацией толщ. На глубине по данным бурения замечено полное поглощение промывочной жидкости в интервале вскрытия нарушения.

Выходы на дневную поверхность описываемых дислокаций приурочены к разнопрочностным толщам. На г. Янгантау они тяготеют к границе янгантауской и тандакской свит артинского яруса перми [Казанцева, 2018, в настоящем журнале].

К строению Каратауского структурного комплекса

Каратауский структурный комплекс в современном виде имеет форму скошенной призмы толщиной от 1 до 5 км. Геология его показана на рисунке 6.

В составе Каратауского структурного комплекса принимают участие образования возрастного диапазона от позднего рифея до позднего палеозоя включительно. Докембрийские образования представлены верхним рифеем (каратауская серия) и вендом (ашинская свита). Рифей-вендские образования представлены терригенными породами с кластикой преимущественно кварцевого и полевошпатового типа. Они крепкие, устойчивые к разрушению. Палеозойские отложения начинаются со среднедевонских терригенно-карбонатных слоев мощностью от 0 до 250 м, сменяемых вверх по разрезу вначале терригенно-глинистыми, а затем преимущественно карбонатными породами верхнего отдела девона мощностью около 300 м. Далее следует нижний карбон, сложенный в основном карбонатными отложениями с глинистыми разностями в составе бобриковского горизонта визейского яруса. Общая мощность нижнего карбона 500–550 м. Средний карбон также преимущественно карбонатный, к востоку — с возрастающей глинистостью до аргиллитов. Его мощность 400 м.

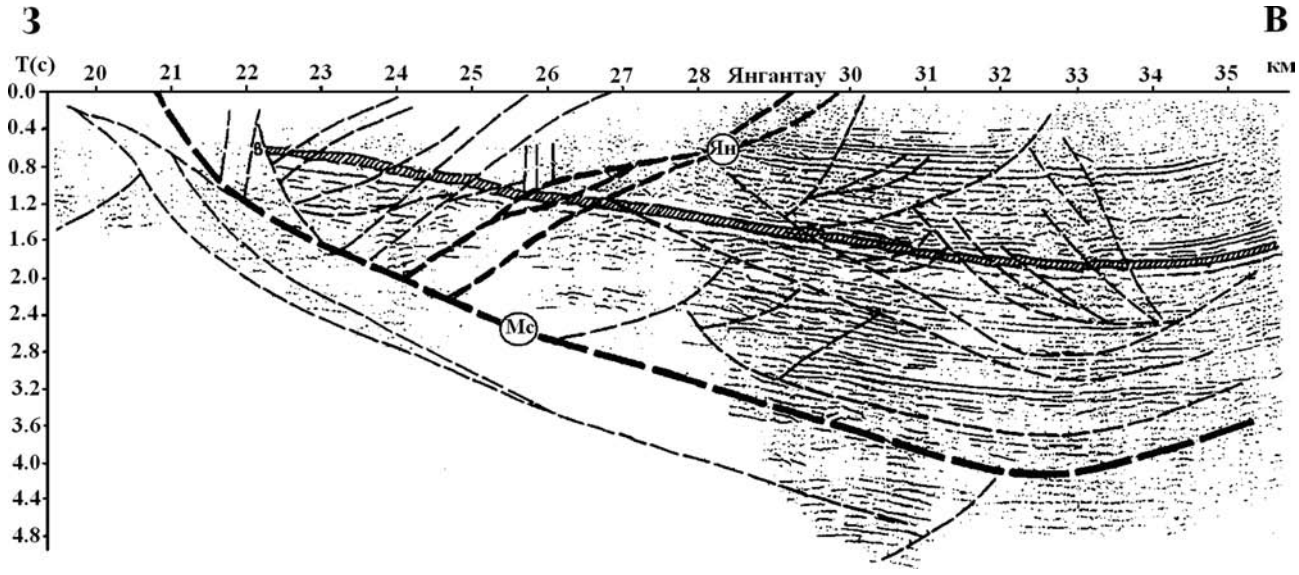

Рис. 4. Характер дислоцированности осадочных толщ палеозоя Месягутовской пластины по сейсмопрофилю 129226

Условные обозначения: Мс — Месягутовский надвиг; Ян — Янгантауские дислокации

Fig. 4. The character of dislocations of sedimentary sequences in the Paleozoic Mesyagutovo sheet at the seismic profile 129226

Legend: Мс — Mesyagutovo thrust; Ян — Yangantau dislocations

Верхний карбон слагают известняки мощностью 200 м. Выше располагаются ритмично переслаивающиеся песчаники, алевролиты и аргиллиты перми. В них известны горизонты крупноглыбовых образований — олистостром. Мощность достигает 1500 м.

Структурное положение, происхождение и внутреннее строение рассматривалось с диаметрально противоположных позиций. В более ранних работах структурный комплекс Каратау представлялся приподнятым вертикальными разломами блоком платформы [Шатский, 1945; Келлер, 1945 и др.]. Позднее определен как шарьяж [Камалетдинов, 1974]. Согласно современным представлением *Каратауский структурный комплекс* рассматривается как крупная аллохтонная структура, фронтальная часть которой *ограничена поверхностью Каратауского надвига, а боковые зоны — Ашинским и Юрюзанским сдвигами* [Казанцев, 1981]. Судя по

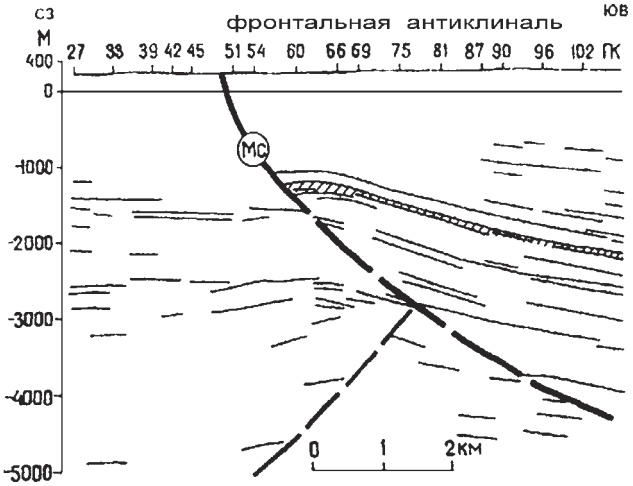

Рис. 5. Месягутовский надвиг на сейсмопрофиле 56

Fig. 5. Mesyagutovo thrust at the seismic profile 56

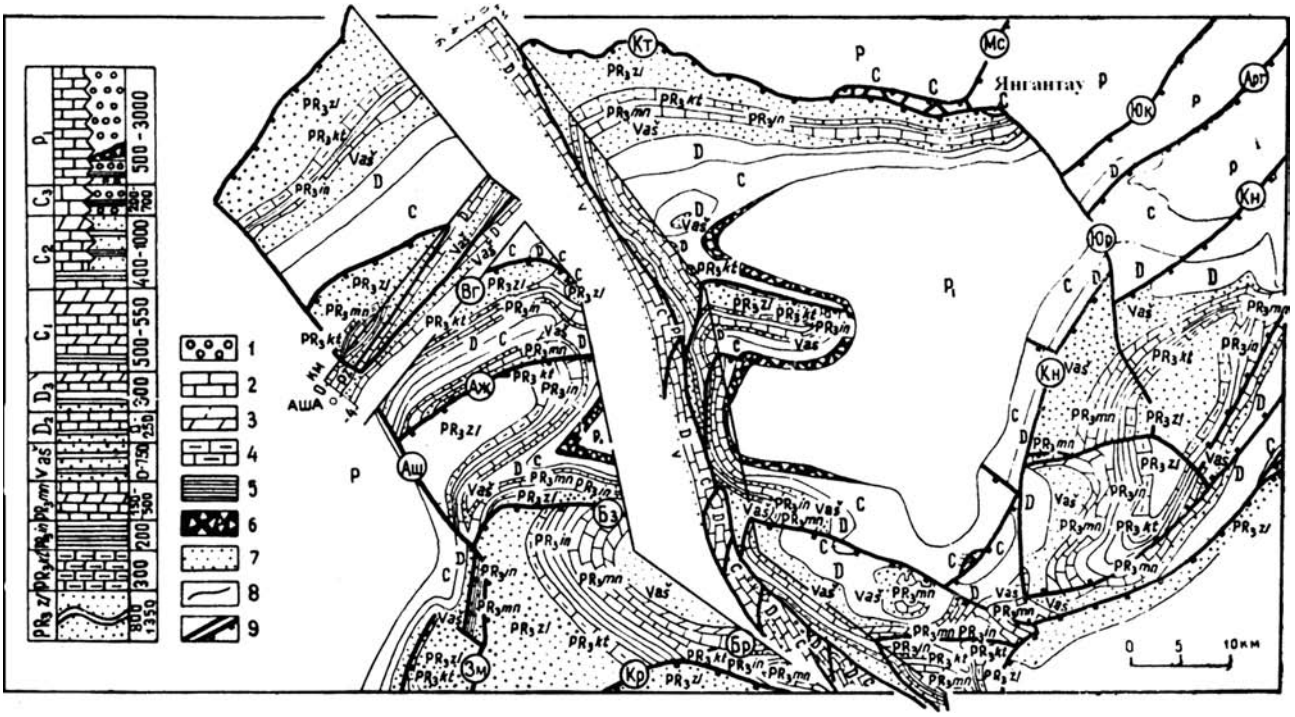

Рис. 6. Геологическая карта Каратау (по Ю.В. Казанцеву)

Условные обозначения: 1 — конгломераты, песчаники, алевролиты, аргиллиты, прослои известняков (моласса); 2 — преимущественно известняки; 3 — доломиты; 4 — мергели; 5 — аргиллиты, алевролитистые аргиллиты, сланцы; 6 — глыбовый горизонт (олистострома); 7 — преимущественно песчаники и кварцито-песчаники; 8 — стратиграфические границы; 9 — тектонические нарушения (а), в том числе с установленным направлением падения поверхности смещения (б). Буквами в кружочках показаны надвиги: Кт — Каратауский, Вг — Воробьиных гор, Аж — Ажигардакский, Бз — гор Березовых, Зм — Зильмердакский, Мс — Месягутовский, Юк — Юкаликулевский, Арт — Артинский, Кн — Казанский, Бр — Бархатный, Кр — Курякский; и сдвиги: Аш — Ашинский, Юр — Юрюзанский.

Fig. 6. Geological map of Karatau (after Yu.V. Kazantsev)

Legend: 1 — conglomerates, sandstones, siltstones, argillites, intercalations of limestones (molasses); 2 — mainly limestones; 3 — dolomites; 4 — marl; 5 — argillites, siltstones, shales; 6 — block horizon (olistostrome); 7 — mainly sandstones and quartzite-sandstones; 8 — stratigraphic boundaries; 9 — tectonic disturbances (a), including the established direction of the dipincidence of the displacement surface (b). The letters in the circles show overthrusts: Кт — Karatau, Вг — Vorobynykh Gory, Аж — Azhigardaksky, Бз — Berezovye, Зм — Zilmerdak, Мс — Mesyagutovsky, Юк — Yukalikulovsky, Арт — Artinsky, Кн — Kazan, Бр — Velvet, Кр — Kuryaksky; and shifts: Аш — Ashinsky, Юр — Yuryuzansky.

геофизическим материалам, он располагается над прогибом кристаллического фундамента платформы, в осевой зоне которого фундамент погружается до глубины 12 км [Шакуров и др., 1988]. Непосредственно к северо-западу от Каратауского аллохтона фиксируется выступ кристаллического фундамента, называемый Красноуфимским.

Соответственно тип *Каратауского дизъюнктива* долгие годы также не имел однозначного определения. Одними он рассматривался как вертикальный разрыв сплошности пород — взброс, другими — как надвиг докембрийских образований на палеозойские фации Предуральского прогиба. В конце девятнадцатого столетия приверженцами первого варианта были Ф.Н. Чернышев и многие его последователи. Надвиговая природа этого тектонического нарушения с 1923 г. признавалась А.Н. Заварицким. В.Д. Наливкин, Н.Г. Чочиа и С.М. Домрачев, затем Н.В. Дорофеев и В.Н. Рябинин рассматривали разрывы этой структуры как надвиги, и даже серию чешуйчатых надвигов. Н.С. Шатский [1945], несмотря на общие представления о структуре этого района в фиксистском плане, в отношении Каратауского разлома писал: «северный разлом массива хребта Каратау является надвигом, амплитуда перемещения которого в западной части достигает 2000 м» (цитировано по Р.К. Шакурову [1988а, б]). Позже также весьма профессиональные геологи, изучающие геологию района г. Янгантау, считали его либо вертикальным нарушением [Вахрушев, 1954ф], либо Каратауским надвигом [Штильмарк, 1960].

Следует обратить внимание на тот факт, что только по наличию либо отсутствию надвиговых дислокаций судить о стиле тектоники (мобилизм это или фиксизм) безосновательно. Фиксисты употребляют этот термин не реже, чем мобилисты, тем более, в данном случае, только для подтверждения надвиговой природы одного из разрывов сплошности пород любого региона. Это общеизвестно. Делать из этого далеко идущие выводы, вплоть до создания на этой основе новой мобилистской теории формирования земной коры — удел исследователей, не обладающих достаточностью знаний. Удивительно, что такого рода статьи публикуют уважаемые издания, например журнал «Природа».

Каратауский аллохтон сложен несколькими субпараллельными тектоническими пластинами широтного простирания (Каратауская, Воробьиногорская, Ажигардакская, Березовогорская и др.), фронтальные зоны которых осложнены одноименными антиклиналями, представленными породами верхнего рифея и палеозоя. Нижнепермские отложения непосредственно не участвуют в формировании этих дислокаций, они выполняют наложенную отрицательную структуру, известную под названием Симской мульды. На востоке располагается крупная Сулеймановская антиклиналь, прослеживающаяся в северо-восточном направлении на 50 км [Казанцев, 1981].

В излучине р. Юрюзань против вершины Янгантау в соприкосновение с каменноугольными породами, слагающими южное крыло Каратауской структуры и простирающимися в северо-восточном направлении, входят мергели янгантауской свиты артинского яруса перми Месягутовской пластины, определяя положение ***Юрюзанского сдвига***. Сразу отметим, что *все известные в районе тепловые источники, в том числе и янгантауский феномен, приурочены к зоне влияния Юрюзанского сдвига*. Это тектоническое нарушение, фиксирующееся в долине р. Юрюзань, протягивается на юго-восток почти до отрогов хр. Юрмала, где ограничивается поверхностью надвига северо-западного падения. Нарушением затронута и Сулеймановская антиклиналь, южная половина которой оказалась на 0,5–2 м надвинута на северо-запад по отношению к ее северной части. Ширина зоны Юрюзанского сдвига более 500 м. В связи с приуроченностью ее к долине реки, тектоническая выраженность замаскирована рыхлыми отложениями. Однако можно наблюдать, что перемещения вдоль него оказали мощное воздействие на сопредельные породы Месягутовской пластины. Из таких прекрасно обнаженных дислокационных участков хорошо изучены Ахуновские и Янгантауские дислокации. ***Ахуновская зона смятий*** наблюдалась нами на участке тракта Месягутово – Малояз на расстоянии более 500 м. В современном рельефе она выражена чрезвычайно высокой степенью дробления и смятия толщ в узлах пересечения Юрюзанского сдвига с фронтальными частями Месягутовской пластины Юрюзано-Сылвенской впадины, где представлена слоистыми толщами, залегающими под углами от 40 до 80°. Их литологический состав и возраст, скорее всего, соответствуют карбону Каратауского структурного комплекса. Во всяком случае, М.Н. Страхов и С.С. Осипов [1935] так показали на составленной ими геологической карте области распространения битуминозных сланцев р. Юрюзань. Четкая слоистость пород благоприятствует наблюдению характера их деформированности (рис. 7). Фиксируются всевозможные причудливые

межслоевые дислокации. Между моноклинально залегающими пачками располагаются петлеобразные, закрученные и лежачие складки (рис. 8), оторванные от корней и катаклазированные (рис. 9). Прослоям известняка свойственен будинаж, участкам субстрата, перетертым до глинистого состояния, — дробление и милонитизация (рис. 10). В терригенных слоях наблюдаются мелкочешуйчатые надвиги и образованные ими своды положительных структур (рис. 11). В отдельных частях обнажения присутствуют бурые пятна ожелезнения, темноокрашенные участки пелитоморфного вещества (рис. 12А), которые интерпретировались как вторичные изменения в породах, содержащих органическое вещество. На обочине тракта в основании зоны смытия закопушкой вскрыты слоистые красно-бурой окраски мергели янгантауской свиты, залегающие горизонтально (рис. 12Б).

Эти факты означают, что сильно деформированное обнажение карбона Каратауского аллохтона тектонически располагается на горизонтально залегающих отложениях янгантауской свиты артинского яруса перми. Такие структурные соотношения: а) определяют, что Юрюзанский сдвиг можно считать надвиго-сдвигом; б) объясняют смысл выражения В.В. Штильмарка «...Месягутовская антиклиналь, на юго-восточном крыле которой находится изучаемая гора, в тектоническом отношении представляет собой северо-восточное продолжение надвига Каратау. На широте д. Мечетлинки ее северо-западное крыло усложняется крутым надвигом, по которому янгантауская свита контактирует с ахуновской свитой известняков верхнего карбона, что определяет амплитуду надвига (взброса) в 300–350 м. Этот надвиг в долине р. Юрюзань, в 7–8 км от г. Янгантау, переходит в надвиг хр. Каратау, соединяясь с третьим надвигом, проходящим по левому берегу р. Юрюзань и ограничивающим Каратауский блок с востока...» [1960, с. 318]; в) являются благоприятными для обнаружения здесь бурением неизвестных ранее тепловых площадок. Из приведенной цитаты следует, что Юрюзанский сдвиг этот исследователь считал надвигом, что, с нашей точки зрения, не лишено оснований. С удовольствием отмечаю, что видение В.В. Штильмарком особенностей тектонического строения рассматриваемого объекта вполне сопоставимо с нашими современными построениями.

Ашинский сдвиг, ширина которого в пределах 20–200 м, согласно М.А. Камалетдинову [1974], также выражен интенсивным смятием и дроблением

Рис. 7. Зона смятия у восточной окраины д. Ахуново, вдоль тракта Месягутово – Малояз

Fig. 7. The crushing zone at the eastern outskirts of the village of Akhunovo, along the Mesyagutovo – Maloyaz road

Рис. 8. Дробление пород с участием лежачей складки, там же
Fig. 8. Crushing of rocks with recumbent folds, ibid

Рис. 9. Складчато-катакластический фрагмент, западнее
Fig. 9. The folded-cataclastic fragment, to the west

Рис. 10. Зона милонитизации и дробления вдоль дороги Ахуново – Чулпан
Fig. 10. Zone of mylonization and crushing along the road Ahunovo – Chulpan

Рис. 11. Мелкочешуйчатые дислокации, осложненные принадвиговыми антиклиналями, обнаженные у дороги Ахуново – Чулпан
Fig. 11. Fine-scale dislocations with thrust-complicated anticlines, exposed near the road Ahunovo – Chulpan

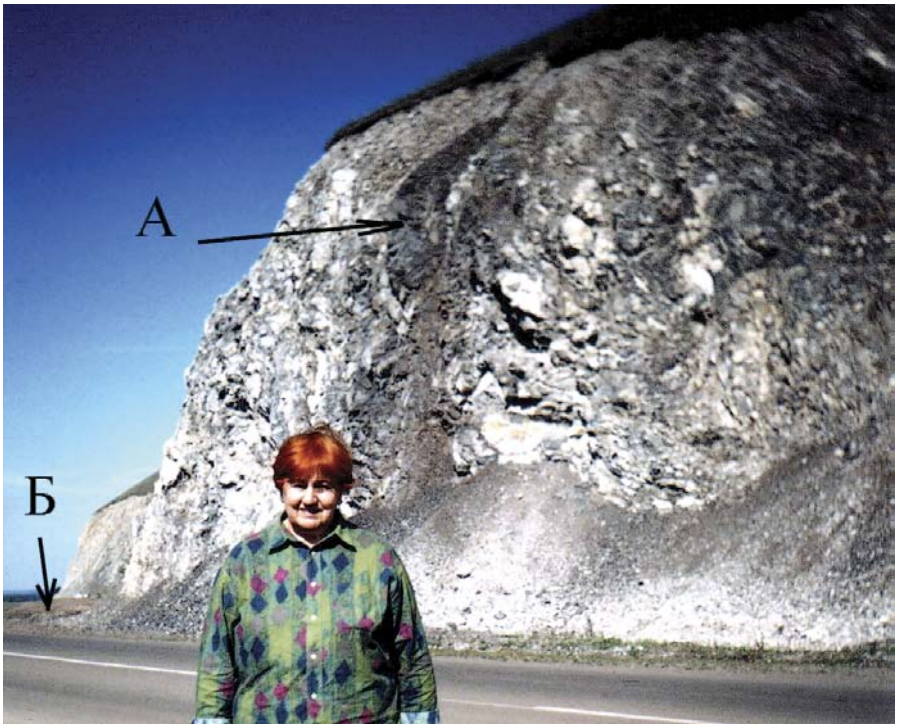

Рис. 12. Ахуновские дислокации восточнее предыдущего обнажения с участием нескольких видов деформаций: брекчирования, смятия, милонитизации

Условные обозначения: А — темноокрашенные линзы пород, которые рассматривались В.В. Штильмарком как результат медленного окисления органического вещества; Б — горизонтально залегающие янгантауские бурые мергели, вскрытые «закопушкой» у основания обнажения.

Fig. 12. Akhunov dislocations to the east of the previous outcrop including several types of deformations: brecciation, crumpling, mylonitization

Legend: A — dark-colored lenses of rocks, which were considered by V.V. Shtil'mark as a result of slow oxidation of organic matter; B — horizontally lying Yangantausky brown marls, uncovered by a digging at the base of the outcrop.

толщ. Вдоль этого тектонического нарушения породы каратауской серии контактируют с отложениями перми. В полосе, примыкающей к контакту, они простираются согласно с линией сдвига и поперечно к надвигам Каратауского аллохтона. Прямолинейная в плане граница Ашинского сдвига свидетельствует о крутом падении поверхности нарушения. Это положение подтверждено скважиной 33, пробуренной на южном склоне хребта Каратау вблизи линии сдвига. Названная скважина прошла разрез от визейского яруса нижнего карбона до ашинской свиты венда в нормальной стратиграфической последовательности, не вскрыв тектонического контакта.

Ашинский и Юрюзанский дизъюнктивы имеют в основном субвертикальные плоскости смещения. Амплитуда Ашинского сдвига оценивается десятками километров, Юрюзанского — около 5 км. В результате Каратауский аллохтон развернут почти под прямым углом к структурам Урала, а зональность в размещении фаций артинского яруса перми на территории Симской мульды приобрела долготное направление, а не широтное в отличие от Предуралья.

Итак, Каратауский структурный комплекс представляет собой крупное аллохтонное тело в виде скошенной призмы, ограниченной Каратауским надвигом, Ашинским и Юрюзанским сдвигами. Угол сочленения Каратауского надвига с Юрюзанским сдвигом приходится на тот участок сопредельной Месягутовской пластины, где расположена г. Янгантау. Значительная ширина Юрюзанского сдвига и петлеобразное русло протекающей по нему р. Юрюзань позволяют предполагать «зигзагообразный» характер дизъюнктива, с наличием вдоль него выступов более жестких пород.

Особенности контакта этой дислокации с тектоническими пластинами Юрюзано-Сылвенской впадины, состав и каменноугольный возраст пород Ахуновской зоны смятия сопоставимы с соседними

одновозрастными образованиями Каратауского аллохтона и Месягутовской пластины, что позволяет рассматривать Ахуновские дислокации в качестве останца Каратуского аллохтона, надвинутого здесь на янгантаускую свиту Месягутовской пластины.

В.Г. Вахрушев [1954ф], не соглашаясь с гипотезой тектонического происхождения тепла г. Янгантау К.А и Л.А. Миловидовых, приводит следующие возражения: «...На земном шаре нет такого региона, где бы не происходили те или иные дифференцированные тектонические движения в четвертичное время. Во многих сейсмических областях при землетрясениях образуются сбросы, сдвиги и надвиги с амплитудой в несколько метров. Однако фактов возникновения при этом высоких температур, которые бы сказывались на поверхности земли и сохранились бы в течение столетий, как это имеет место на Янгантау, не существует, поскольку весь этот огромный район является ***асейсмическим***...» (стр. 70). Но так ли это?

Известно, что в середине XVIII и второй половине XIX столетия в районе сочленения Урала с участком выступа кристаллического фундамента Восточно-Европейской платформы подземные толчки регистрировались неоднократно. Они сопровождались различными природными коллизиями, что отражено в «Тысячелетней летописи необыкновенных явлений природы» (Е.П. Борисенков, В.М. Песецкий, 1988 г.). Например, в 1788 г. зафиксировано землетрясение, которое отмечено в Перми, Екатеринбурге, Кунгуре, Верхотурье. Вот как оно описано: «...В домах колебались стены, трещали окна. С начала мая были непрерывно теплые, и даже жаркие дни при южном ветре. 1 мая — сильный ливень, спустя два дня была гроза, ливень и град. 11 мая температура опустилась ниже нуля. В ночь на 12 мая выпал снег, и в этот же день послышался глухой шум землетрясения...» (с. 188). В 1841 г. в Пермской губернии утром 31 августа (Пермь, Кунгур, Оханск и Соликамск) отмечен странный метеорологический феномен. «...Все небо приняло яркий багровый цвет, вскоре в домах надобно было зажечь свечи. Они горели белым фосфорическим пламенем. В остальную часть дня продолжались перемены света и теней, пока не наступила полночь, в противоположность предыдущей довольно ясная и свежая...». Высказывалось мнение, что причиной тому являлось землетрясение на Урале, так как в это время подземные толчки зарегистрированы на Южном Урале, Камчатке, Кавказе и Рязанской губернии. В нижнем Тагиле колебания земной поверхности и гул сопровождались озарением неба разноцветным пламенем. Сильное землетрясение в Пермской губернии описано и в 1867 г.

Также имеются свидетельства, которые непосредственно касаются 1758 г., когда на Кольском полуострове в городах Кола, Кими (Кемь), а также в Архангельске произошло крупное землетрясение «...26 ноября разразился сильный ураган, который распространился от Колы до Архангельска. Было разрушено много домов. В тот же день в Русской Лапландии на берегах Белого моря произошло сильное землетрясение, продолжавшееся по одним известиям три часа, по другим — полчаса. 20 декабря около 11 час. 30 мин. вечера вновь раздались два подземных удара, которым предшествовал шум...». Гроза сопровождала и это землетрясение.

Критика В.Г. Вахрушевым тех же авторов в отношении сделанных ими ошибочных допущений о наличии глубокой зоны разлома вдоль верхней части южного склона Янгантау, по которой предполагалось вертикальное перемещение пород с образованием тепла [1954ф, стр. 71], по нашему мнению справедлива. Обосновывая мобилистский вариант тектонической модели происхождения тепловых аномалий г. Янгантау, мы привели структурно-тектонические особенности региона на основании собственных фактических материалов. В.Г. Вахрушев прав и в том, что решить проблему г. Янгантау вертикальные тектонические силы не в состоянии. В предлагаемой нами версии были задействованы исследования, направленные на не только макро-, но и микросейсмические явления. Так, одним из способов получения необходимой сейсмологической информации о степени активности исследуемого района выполнены регистрация сейсмического шума эндогенной природы, анализ его параметров и построение карты распределения уровня шума по площади. Как установлено, наибольшая интенсивность сейсмического шума эндогенного происхождения создается в местах обнажения на поверхности активных разрывных нарушений. В 1996 г. нами впервые проведено сейсмотектоническое картирование зоны сочленения Каратауского структурного комплекса с Юрюзано-Сылвенской впадиной. Выполнены экспедиционные исследования, направленные на выявление и прослеживание на местности разрывных нарушений, проведены наблюдения за динамикой дневной поверхности, установлены проявления современных дислокаций по геологическим данным. На предполагаемых участках современной

тектонической активности полевыми автономными сейсмостанциями (ПАСС) выполнены инструментальные измерения, в результате составлена сейсмотектоническая карта с надлежащей информативностью о современном геодинамическом режиме территории (рис. 13).

Исследования проводились по оригинальной методике, представляющей собой комплекс тектонических и сейсмологических наблюдений. Теоретическое обоснование этой методики следующее. Раньше при производстве сейсмологических работ поле высокочастотного сейсмического шума отбраковывалось, рассматривалось как помеха в макромасштабной классической сейсмологии. Однако позже исследованиями чл.-корр. РАН Л.Н. Рыкунова и других было показано, что эндогенная природа и геофизическая информативность высокочастотного сейсмического шума может быть использована для получения ускоренных сведений о современной сейсмоактивности. Это направление получило название сейсмологии микромасштаба (Рыкунов Л.Н., 1979; Хамидуллин Я.Н., 1994). В лаборатории сейсмологии Института океанологии РАН под руководством академика

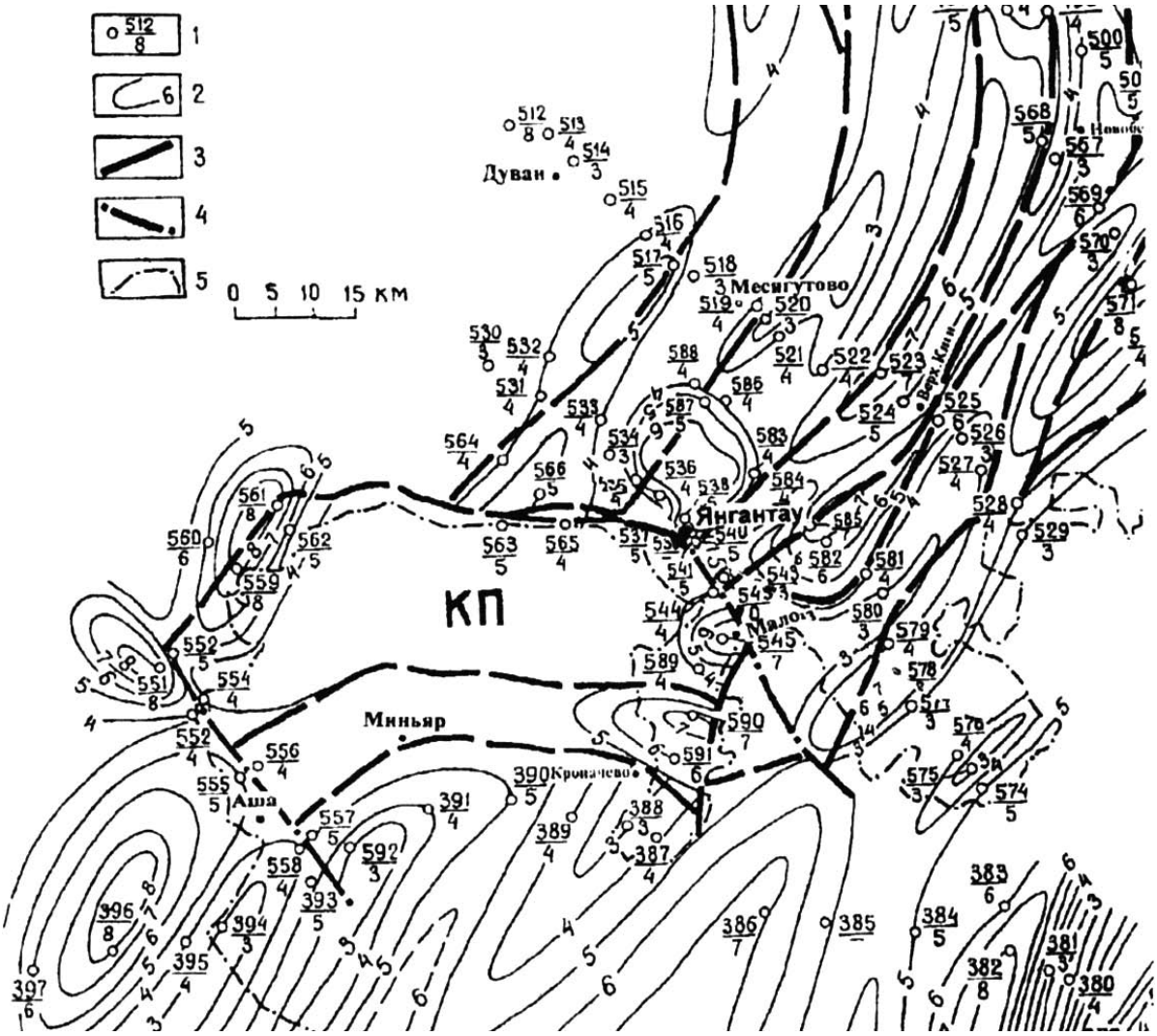

Рис. 13. Карта распространения сейсмошума территории северо-востока РБ (по Ю.В. Казанцеву)

Условные обозначения: 1 — точка постановки ПАСС: в числителе номер, в знаменателе величина сейсмошума в нанометрах (нм); 2 — изолинии сейсмошума (в нм); 3 — надвиги; 4 — сдвиги; 5 — граница РБ.

Fig. 13. Map of the distribution of seismic noise in the territory of the northeast of the Republic of Bashkortostan (according to Yu.V. Kazantsev)

Legend: 1 — PASS setting point: in the numerator, in the denominator, the magnitude of the seismic noise in nanometers (nm); 2 — isopleths of seismic noise (in nm); 3 — thrusts; 4 — shifts; 5 — border of the Republic of Bashkortostan.

С.Л. Соловьева разработана и предложена для использования в этих целях высокочастотная аппаратура — сейсмографы ПАСС. В общем виде используемая методика выглядит как шарьяжно-надвиговые структуры + сейсмология микромасштаба. Интерпретация сейсмонаблюдений произведена сотрудником Института прикладных сейсмоакустических исследований (г. Москва) С.А. Ковачевым.

На представленной карте разрывных нарушений с изображением распределения по площади уровней сейсмического шума (рис. 13) обращает на себя внимание полосчатая картина распределения эндогенного дыхания земли с чередованием максимумов и минимумов амплитуд сейсмического фона. Полосы ориентированы в северо-восточном направлении и связаны с выходами на поверхность активных тектонических нарушений.

Результаты измерений эндогенного сейсмического шума района Янгантау показали, что колебания его значений варьируют от 3 до 8 нм и что распространение зон минимальных и максимальных величин сейсмошума на территории Юрюзано-Сылвенской впадины, т.е. к востоку от Янгантау, в целом совпадает с размещением основных структурных элементов. Как правило, области повышенных значений характерны для лобовых частей надвиговых пластин. Наибольшими значениями эндогенного шума характеризуется зона сочленения Месягутовской пластины с Каратауским аллохтоном, то есть территория влияния Юрюзанского сдвига. Здесь обнаруживаются эллипсоидальные участки более частой смены значений сейсмического шума от минимальных до максимальных, что соответствует большей дислоцированности. Такая дифференцированность значений сейсмошума в складчатых областях является характерным признаком активности современных движений. Иной характер сейсмичности отмечается у Каратауского аллохтона. Активность Каратауской тектонической пластины проявлена в основном на границах структуры: здесь отчетлива дифференцированность значений эндогенной сейсмичности —с минимальными (3 нм) значениями сейсмошума близко соседствуют максимальные (8 нм). Рисунок распределения современных сейсмоколебаний как бы сопровождает границы структуры, подчеркивая в каждом случае простирание разрывного тектонического элемента. Если вдоль Ашинского и Юрюзанского сдвигов изолинии вытянуты в северо-западном направлении, следуя простиранию зон сдвигов, то вдоль Каратауского надвига, простирающегося на северо-восток, изолинии следуют в этом же направлении. Непосредственно на г. Янгантау зафиксирован локальный участок эллипсовидного расположения сейсмических значений от 3 до 8 единиц. При этом самые высокие показания находятся на периферии, резко снижаясь к центру. Ю.В. Казанцев интерпретировал эту особенность как разрядку сейсмонапряжений, что согласуется с геодинамической моделью происхождения тепловых источников Янгантауского феномена. *Таким образом, исследуемая территория в современный период сейсмически активна. Повышенная сейсмотектоническая активность в ней сопряжена с фронтальными зонами разрывных нарушений надвигового и сдвигового типа.*

Проведенные А.С. Бобоховым *палеотемпературные* исследования показали, что в геологическом прошлом для этой территории были характерны проявления высоких температур, как совпадающие с современными термоаномалиями, так и распространенные значительно шире. При этом древние термоаномалии согласуются с элементами современных структур, а *все известные в этой зоне тепловые источники приурочены к зоне влияния Юрюзанского сдвига*.

Заключение

Структурные особенности и современная геодинамика района г. Янгантау определяются ее местоположением в сложном узле тектонического взаимодействия контрастных по составу и строению структур. С одной стороны — Каратауский аллохтон, с другой — комплекс сравнительно малоамплитудных чешуй южного окончания Юрюзано-Сылвенской впадины Предуральского передового прогиба. Характерными чертами геологического строения зоны сочленения вышеназванных структур, имеющими отношение к генезису тепловых аномалий г. Янгантау, являются такие.

Каратауский аллохтон в современном виде имеет форму скошенной призмы толщиной от 1 до 5 км. Он образован поверхностью Каратауского надвига, Ашинским и Юрюзанским сдвигами.

Юрюзанский сдвиг отражен довольно широкой зоной понижения в современном рельефе, что связано с чрезвычайно высокой степенью дробления и смятия толщ, особенно в узлах его пересечения с фронтальными частями пластин Юрюзано-Сылвенской впадины.

Морфология тектонических пластин Юрюзано-Сылвенской впадины определяется интен-

сивным смятием во фронте надвига, ослабевающим в прифронтовой зоне до субгоризонтального залегания слоев в тыловой части пластин.

Южное окончание Месягутовской тектонической пластины, ограниченной двумя довольно пологими надвигами восточного падения — Месягутовским на западе и Юкаликулевским на востоке, осложнено дислокационными зонами и сколами встречного падения (Ахуновские и Янгантауские дислокации).

Северо-западный угол Каратауской призмы приходится на тот участок Месягутовской пластины, где располагается г. Янгантау. Рассматриваемый регион в современный период подвержен режиму тектонических напряжений сжатия.

Современная сейсмотектоническая активность обеих структур, установленная сейсмотектоническим картированием, согласуется с элементами структуры. Для фронта Месягутовской пластины характерны повышенные значения сейсмошума, последовательно снижающиеся к тыловой зоне.

В геологическом прошлом для территории были характерны проявления высоких температур, как совпадающие с современными термоаномалиями, так и распространенными значительно шире. Древние термоаномалии согласуются с элементами структур, что показано на примере Месягутовской тектонической пластины.

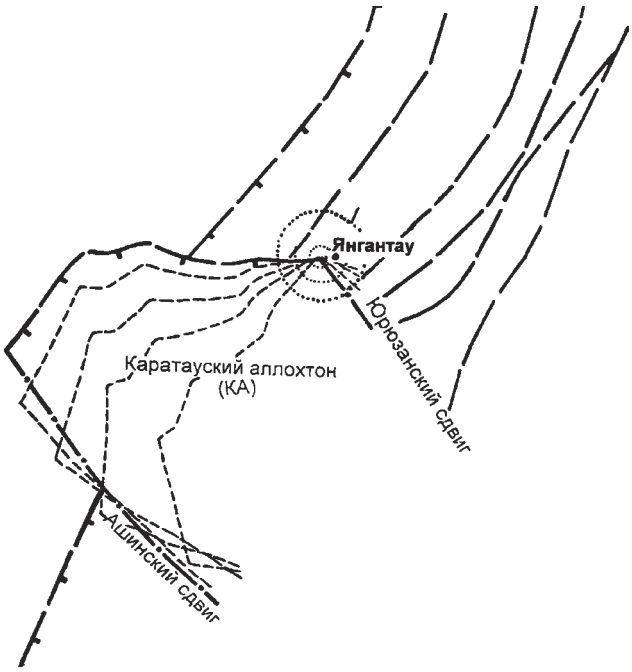

Рис. 14. Геодинамическая модель происхождения теплоаномалий г. Янгантау

Fig. 14. Geodynamic model of the origin of the heat anomalies in Yangantau

Совокупность приведенных выше фактов и закономерностей может быть удовлетворительно объяснена геодинамической моделью генезиса тепловых аномалий г. Янгантау (рис. 14).

Согласно ей режим горизонтального сжатия земной коры в данном регионе реализуется тектоническим взаимодействием Каратауского аллохтона с Месягутовской пластиной Юрюзано-Сылвенской впадины по Юрюзанскому сдвигу. Это выражается движением Месягутовской пластины с востока на запад и сложным перемещением Каратауской структуры, когда по Ашинскому сдвигу происходит надвигание каратауских масс к западу значительно дальше, чем по Юрюзанскому. Это обязано наличию Красноуфимского выступа кристаллического фундамента платформы. Каратауский фронтальный надвиг в своей центральной части флексурообразно изгибается к востоку и тектоническая призма в северо-восточной части частично погружается в таком же направлении. При этом угол аллохтонной призмы приходит в соприкосновение с пограничной частью Месягутовской пластины, создавая тектоническую нагрузку на сопредельные толщи последней. Этому способствует и большой объем горных масс Каратауского аллохтона. В результате нарушается целостность названной пластины и в ней образуются тектонические сколы — производные движения Каратауского аллохтона, развивающиеся в дальнейшем синхронно с ним. Западные падения плоскостей смещения согласуются с вращательным движением Каратау по часовой стрелке (рис. 14).

Движение пластин происходит унаследованно в течение миллионов лет, а скачкообразные срывы аллохтонов сменяются периодами покоя и затухания активности. Прерывистый характер перемещения объясняется существованием трения в подошве аллохтонов, вследствие чего сначала происходит накопление энергии горизонтального сжатия, затем резкий срыв.

Работа выполнена по теме госзадания № 0252-2014-0002.

Литература:

Казанцев Ю.В. Особенности строения Каратау на Южном Урале // Геотектоника. – 1981. – № 6. – С. 54–61.

Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Загребина А.И., Газизова С.А. Структурная геология северо-востока Башкортостана. – Уфа, 1999. – 130 с.

Казанцева Т.Т. О генезисе термальных источников г. Янгантау на Южном Урале // Южно-Российский вестник

геологии, географии и глобальной энергии. № 1 (25). – Астрахань, 2007. – С. 68–70.

Камалетдинов М.А. Покровные структуры Урала. – М.: Наука, 1974. – 230 с.

Келлер Б.М. Тектоника Уральского Каратау и Казаякской нефтеносной зоны // Бюл. МИОП. Отд. геол. – 1945. – Т. 20, Вып. 5–6. – С. 93–114.

Нигматулин Р.Н., Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Бобохов А.С. Геология и генезис тепловых аномалий горы Янгантау. – Уфа: АН РБ, 1998. – 71 с.

Страхов Н.М, Осипов С.С. Битуминозные породы реки Юрюзани (очерк стратиграфии и литологии) // Бюлл. МОИП. – 1935. – Т. 13 (1). – С. 50–59.

Фаттахутдинов С.Г., Конюхов А.И., Хайретдинов И.А., Акбашев Р.Ш. К генезису современных терм Янган-Тау (Башкирия) // 5-е Всесоюз. совещ. по термобарохимии. – Уфа: БФАН СССР, 1976. – С. 149–150.

Шакуров Р.К. Развитие взглядов на тектонику Карата́уского структурного комплекса // Шарьяжное строение Урала и других складчатых областей. – Уфа, 1988а. – С. 93–99.

Шакуров Р.К. Нижнепермская олистострома Симской мульды // Тектоника и нефтегазоность. – Уфа, 1988б. – С. 16–22.

Шакуров Р.К., Решетнева В.И., Светлакова А.Н. Особенности строения Уральского Каратау // Формирование земной коры Урала. – Уфа, 1988. – С. 91–96.

Шатский Н.С. Очерки тектоники Волго-Уральской нефтеносной области и смежной части западного склона Южного Урала: Бюл. МОИП. – 1945. – Вып. 2 (6). – 130 с.

Штильмарк В.В. Газотермальные струи горы Янгантау // Докл. к собр. Междунар. ассоц. гидрогеологов. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – С. 313–339.

Nigmatulin R.I., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V. Physical nature of thermal anomalies of the Yangantau mountain, Southern Urals // Doklady Earth Sciences. – 1998. – Т. 363, No 8. – P. 1069–1071.

References:

Fattakhutdinov S.G., Koniukhov A.I., Khairetdinov I.A., Akbashev R.Sh. K genezisu sovremennykh term Yungan-Tau (Bashkiriia) [Towards the genesis of the modern term Yangan-Tau (Bashkiria)] // 5 Vses. Soveshch. po termobarokhimii [V Vses. sovshch. on thermobarochemistry]. Ufa: BFAN SSSR, 1976. P. 149–150. (In Russian).

Kazantsev Yu.V. Osobennosti stroeniia Karatau na Yuzhnom Urale [Features of the structure of Karatau in the Southern Urals] // Geotektonika [Geotectonics]. 1981. No 6. P. 54–61. (In Russian).

Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T., Zagrebina A.I., Gazizova S.A. Strukturnaia geologiia severo-vostoka Bashkortostana [Structural geology of the northeast of Bashkortostan]. Ufa, 1999. 130 p. (In Russian).

Kazantseva T.T. O genezise termalnykh istochnikov g. Yungantau na Yuzhnom Urale [On the Genesis of the Thermal Springs of Yangantau in the Southern Urals] // Yuzhno-Rossiiskii vestnik geologii geografii i globalnoi energii [On the Genesis of the Thermal Springs of Yangantau in the Southern Urals]. No. 1 (25). Astrakhan, 2007. P. 68–70. (In Russian).

Kamaletdinov M.A. Pokrovnye struktury Urala [Cover structures of the Urals]. Moscow: Nauka, 1974. 230 p. (In Russian).

Keller B.M. Tektonika Uralskogo Karatau i Kazaiakskoi neftenosnoi zony [Tectonics of the Ural Karatau and the Kasyak oil-bearing zone] // Biul. MIOP. Otd. Geol., 1945. T. 20. Iss. 5–6. P. 93–114. (In Russian).

Nigmatulin R.I., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V. Physical nature of thermal anomalies of the Yangantau mountain, Southern Urals // Doklady Earth Sciences. 1998. T. 363, No 8. C. 1069–1071.

Nigmatulin R.N., Kazantseva T.T., Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V., Bobokhov A.S. Geologiia i genezis teplovykh anomalii gory Yungantau [Geology and genesis of thermal anomalies of Mount Yangantau]. Ufa: AN RAB, 1998. 71 p. (In Russian).

Shakurov R.K. Razvitie vzgliadov na tektoniku Karatauskogo strukturnogo kompleksa [Development of views on the tectonics of the Karatau structural complex] // Shariazhnoe stroenie Urala i drugikh skladchatykh oblastei [Sharyazhnoe structure of the Urals and other folded areas]. Ufa, 1988. P. 93–99. (In Russian).

Shakurov R.K. Nizhnepermskaia olistostroma Simskoi muldy [Lower Permian osteostrome of the Simskaya Trough] // Tektonika i neftegazonost [Tectonics and oil and gas]. Ufa, 1988. P. 16–22. (In Russian).

Shakurov R.K., Reshetneva V.I., Svetlakova A.N. Osobennosti stroeniia Uralskogo Karatau [Features of the structure of the Urals Karatau] // Formirovanie zemnoi kory Urala [Formation of the Earth's crust of the Urals]. Ufa, 1988. P. 91–96. (In Russian).

Shatskii N.S. Ocherki tektoniki Volgo-Uralskoi neftenosnoi oblasti i smezhnoi chasti zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Essays on the tectonics of the Volga-Ural oil-bearing region and the adjacent part of the western slope of the Southern Urals] // Biul. MOIP. 1945. Iss. 2 (6). 130 p. (In Russian).

Shtilmark V.V. Gazotermalnye strui gory Yungantau [Gas-thermal jets of the Yangantau mountain]. Dokl. k sobr. Mezhdunar. Assots. Gidrogeologov [Dokl. to coll. Intern. Ass. hydrogeologists]. Moscow: Gosgeoltechizdat, 1960. P. 313–339. (In Russian).

Strakhov N.M., Osipov S.S. Bituminoznye porody reki Yuriuzani (ocherk stratigrafii i litologii) [Bituminous rocks of the river Juruzani (sketch of stratigraphy and lithology)] // Biull. MOIP. T. 13 (1). 1935. P. 50–59. (In Russian).

Сведения об авторе:

Казанцева Тамара Тимофеевна, академик АН РБ, доктор геол.-мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: ktt@ufaras.ru

About the authors:

Kazantseva Tamara Timofeevna, Academician of AN RB, doctor geol.-miner. nauk, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa. E-mail: ktt@ufaras.ru