

УДК 552.5+551.263.23 (470,5)

**Ал.В. Тевелев¹, Арк.В. Тевелев², И.А. Прудников³, А.О. Хотылев⁴,
Е.Е. Барабошкин⁵, С.С. Попов⁶****СТРУКТУРНЫЕ ПАРАГЕНЕЗЫ ФЛИШЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРЕДУРАЛЬСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА**

Рассмотрены структурные особенности верхнепалеозойских флишевых толщ в центральной части Предуральского краевого прогиба. Выделены три типа структурных парагенезов, характерных для зон надвигов. В парагенезы входят наклонные и опрокинутые складки с западной вергентностью, вблизи сместителя переходящие в лежащие складки; структурированный тектонический меланж; локальные надвиги; зоны рассланцевания; пологие зеркала скольжения. Простираание разных структурных элементов приблизительно параллельно простираанию Карантравского надвига и колеблется от северо-западного до северо-восточного, что определяется неоднородностью строения аллохтона.

Ключевые слова: Урал, краевой прогиб, флиш, структурный парагенез, складка, надвиг, вергентность.

In this work we reported the structural characteristics of the late Paleozoic flysch formation in the central part of the Uralian foreland basin. Three types of structural associations specific for thrust zones are established there. These include: 1) asymmetrical to recumbent west-vergent folds; 2) re-structured tectonic melange; 3) local thrusts, zone of schistosity, flat tectonic mirrors. Generally structural elements strike approximately parallel to the regional Karantrav thrust; orientation of striking ranges from the northwest to the northeast, accordingly to tectonic heterogeneity of the allochton.

Key words: Urals, foreland basin, flysch formation, structural associations, fold, thrust, vergence.

Введение. К структурным элементам Предуральского краевого прогиба, который состоит из нескольких впадин, разделенных поперечными поднятиями (рис. 1) относится Уфимский амфитеатр. Он представляет собой дугообразное поднятие, ориентированное выпуклостью на восток, которое расположено в южной части Юрюзано-Сылвенской впадины и приблизительно отвечает границе Южного и Среднего Урала [Пучков, 2010; Мизенс, 1997]. От расположенной южнее Бельской впадины Юрюзано-Сылвенская впадина отделена Каратауским поднятием, которое некоторые исследователи считают горстом [Кисин, 2008], а другие — крупным аллохтоном [Шакуров, 2014]. Самую южную часть Юрюзано-Сылвенской впадины обычно выделяют в Симскую мульду, структуру более высокого порядка. (Фото, представленные в статье, сделаны ее авторами.)

В строении Уфимского амфитеатра принимают участие толщи от среднекаменноугольного

московского яруса до нижнепермского артинского яруса. Более высокие части разреза Предуральского краевого прогиба здесь денудированы. Разрез Уфимского амфитеатра чрезвычайно разнообразен фациально — здесь чередуются мощные толщи флиша, переходящие в пачки конгломератов (от валунных до мелкогалечных) и сопровождающиеся горизонтами олистостром. Объем олистолитов нижнекаменноугольных известняков достигает в них нескольких тысяч кубометров. На некоторых уровнях флиш раслоен пачками известняков. На западе Уфимского амфитеатра существенную роль начинает играть карбонатный флиш. Разрез Симской мульды отличается почти повсеместным развитием тонкозернистых фаций.

Породы Предуральского прогиба собраны в крупные субмеридиональные складки небольшой (100–200 м) амплитуды. При этом структура всего краевого прогиба резко асимметрична и обладает отчетливой западной вергентностью. Вергент-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail:* atevlev@rambler.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор, докт. геол.-минерал. н.; *e-mail:* arctevelev@rambler.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, аспирант; *e-mail:* prydnikov@gmail.com

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, аспирант; *e-mail:* akhotylev@gmail.com

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, бакалавр; *e-mail:* baraboshkin-evgenij@yandex.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, бакалавр; *e-mail:* opfgjds@mail.ru

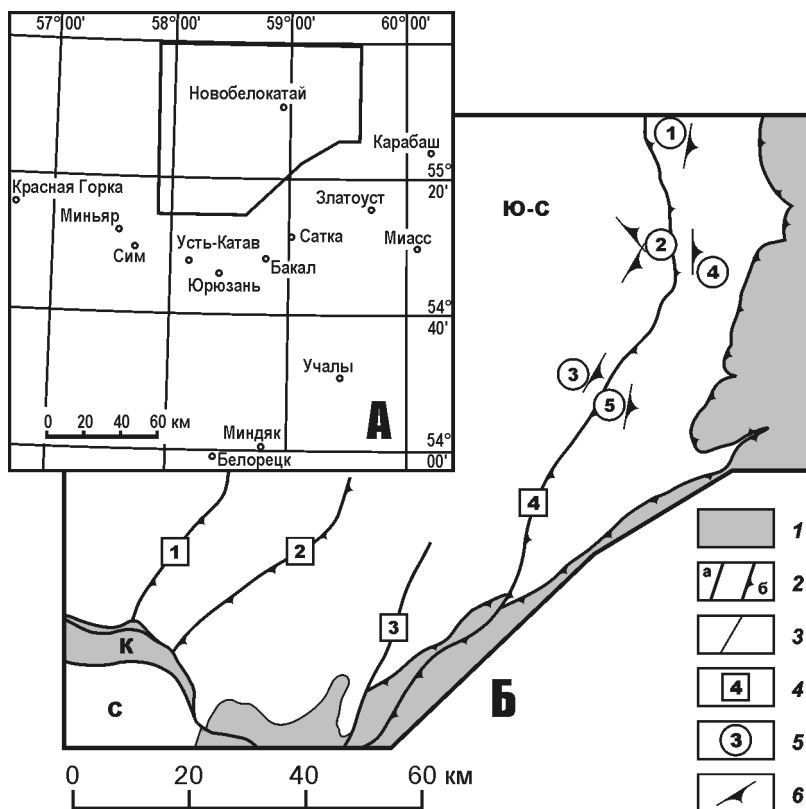


Рис. 1. Схема расположения района работ (А) и объектов изучения (Б): 1 — комплексы, сформировавшиеся до московского века среднего карбона; 2 — разрывы: а — неустановленной кинематики, б — надвиги; 3 — стратиграфические границы; 4 — номера разрывов; 5 — номера объектов изучения; 6 — направление падения осевых поверхностей складок, разрывов, сланцеватости и пр. Разрывы: 1 — Месягуловский, 2 — Юкаликулевский, 3 — Лаклинский, 4 — Карантравский. Объекты изучения (цифры в кружках): 1 — Курга, 2 — Калиновка, 3 — Ураковка, 4 — Уркунда, 5 — Карантрав. Буквами на схеме обозначены: Ю-С — Юрюзано-Сылвенская впадина, К — Каратауский выступ, С — Симская мульда

ность выражена общим наклоном осевых поверхностей наклонных и опрокинутых (до лежащих) складок и большей части разрывных нарушений, преимущественно взбросов и надвигов, часто с существенной сдвиговой компонентой. В качестве основных надвигов Юрюзано-Сылвенской впадины обычно выделяют Месягуловский, Юкаликулевский и Карантравский. Основным надвиг, в целом определяющий структуру Уфимского амфитеатра, — Карантравский надвиг, зоны которого мы изучали.

Большая часть надвиговых структур в Приуральском прогибе выявлена и изучена с помощью бурения, чему посвящены многочисленные работы [Казанцев и др, 1999; Камалетдинов, 1974] и др. Вместе с тем структурные парагенезы зон надвигов (и не только надвигов) пока изучены мало, хотя именно они дают максимум информации о характере разрывных нарушений и их кинематике.

Постановка задачи. Изучение структурных элементов складчатых областей привело геологов к мысли о том, что, поскольку многие структурные элементы встречаются в устойчивых сочетаниях в самых разных местах и имеют разный масштаб, эти структурные элементы связаны если не генетической, то по крайней мере парагенетической связью. Понятие «структурный парагенез» (закономерное сочетание различных структурных элементов) имеет множество определений, которые можно объединить в три основных типа:

— *динамические*, когда речь идет о едином поле напряжений;

— *кинематические*, когда рассматривается процесс развития крупных структур;

— *деформационные*, в которых определяющей является единая механическая обстановка.

С нашей точки зрения, наиболее приемлема деформационная интерпретация, которая состоит в том, чтобы выделять структурные парагенезы, являющиеся сочетанием деформационных структур, возникших в единой механической обстановке: сжатия, растяжения, сдвига, транспрессии, трансенсии, течения [Кирмасов, 2011].

Формирование всех элементарных структурных элементов единого парагенеза предполагает некий общий механизм. Иными словами, возникновение и геометрия структурных элементов, объединяемых в структурный парагенез, должны удовлетворительно объясняться посредством какой-либо теоретической модели. Если из определения изъять теоретическую составляющую, то в структурный парагенез можно будет объединять любые структурные элементы, расположенные примерно в одном месте, что противоречит смыслу самой идеи. В структурные парагенезы могут быть объединены разномасштабные элементы — от макромасштабных (складчатые зоны) до мезомасштабных (отдельные складки, структуры будинажа, зеркала скольжения и пр.) и даже до микромасштабных (кинк-банды в шлифах, волнистый кливаж и т.д.).

Цель работы состояла в установлении структурных парагенезов для южной части Юрюзано-Сылвенской впадины в пределах Уфимского ам-

фитеатра, а основные задачи заключались в том, чтобы выявить разномасштабные структурные элементы и определить деформационные обстановки, в которых они образовались.

Фактический материал собран при проведении работ по геологическому доизучению (подготовка к изданию Госгеолкарты-200) широкой полосы восточных выходов верхнепалеозойских толщ Уфимского амфитеатра в Белокатайском районе (от широты г. Нязепетровск на северо-востоке до д. Ахуново на юго-западе). Структурные парагенезы изучались как в естественных обнажениях, так и в карьерах по добыче строительного камня и дорожных врезках. Объекты выбирали таким образом, чтобы наиболее полно охарактеризовать разномасштабные структурные элементы, формирование которых связано с развитием зон разрывов.

Особое внимание было уделено зоне Карантравского разрыва (рис. 1), который представляет собой надвиг, местами переходящий во взброс. Верхнепалеозойские толщи в зоне надвига интенсивно дислоцированы и в автохтоне, и в аллохтоне. В аллохтоне породы разных свит, как правило, стоят на головах, а местами имеют и опрокинутое залегание, которое отвечает крутым крыльям локальных наклонных и опрокинутых складок западной вергентности. Далее будут подробно рассмотрены несколько изученных нами объектов (цифры в скобках соответствуют цифрам в кружках на рис. 1).

Объект Курга (1). На 1,5 км восточнее дер. Курга (висячее крыло Карантравского разрыва, вблизи его северного отрезка) карьером вскрыт контакт слоистых известняков ахуновской свиты нижней перми и перекрывающего их флиша шариповской свиты. Известняки залегают вертикально (рис. 2), а в зоне контакта круто (около 80°) падают на восток под шариповскую свиту, т.е. залегают перевернуто. Восточнее они приобретают уже западное падение, также крутое, азимут падения (Аз. пд.) 280°, $\angle 80^\circ$). Вместе с тем в 1,5 км на запад



Рис. 2. Известняки ахуновской свиты нижней перми в 1,5 км восточнее дер. Курга. Породы стоят на головах, местами залегание перевернутое, вероятно, это крыло опрокинутой складки

от дер. Курга другим карьером вскрыт контакт ахуновской свиты с подстилающей ее чигишанской, верхнекаменноугольно-нижепермской свитой, представленной здесь песчанистыми известняками, которые чередуются с алевролитами и аргиллитами. Вверх по разрезу мощность карбонатных слоев увеличивается. Постепенно терригенные породы из разреза исчезают, и остается только толща серых пелитоморфных известняков, которые относятся уже к ахуновской свите. Породы залегают очень полого ($\angle 10^\circ$), азимут падения не выдержан. Иногда они смяты в широкие асимметричные складки размером несколько метров (рис. 3) с крутыми западными крыльями. Выявленные шарниры антиклиналей полого (15°) погружаются на север (рис. 3).



Рис. 3. Известняки ахуновской свиты нижней перми в 1,5 км западнее дер. Курга. Периклинальное замыкание асимметричной антиклинали с крутым западным крылом и пологим восточным

Объект Калиновка (2). Ряд сложных структур в автохтоне Карантравского надвига вскрыт карьером у дер. Калиновка. В южной стенке карьера фиксируются опрокинутая антиклиналь и сопряженная с ней синклиналь западной вергентности, которые также сложены флишем чигишанской свиты (рис. 4). Восточное крыло антиклинали и западное крыло синклинали полого падают на



Рис. 4. Сопряженные опрокинутые складки флиша чигишанской свиты у дер. Калиновка. Южная стенка карьера. Пунктирными линиями показано положение осевых поверхностей складок

восток (они почти горизонтальные), а смыкающее крыло (перевернутое) — круто ($\sim 70^\circ$). Замок у антиклинали острый, часть наиболее компетентных пластов (песчаников среди алевролитов) изломана, а в ядре синклинали замок округлый. Эта структура сочетает в себе черты шевронных складок и складок изгиба.

В восточной стенке карьера обнажена сложная структура флиша, сложенного здесь преимущественно алевролитами и аргиллитами с маломощными прослоями песчаников, главным образом мелкозернистых. Визуально структура делится сверху вниз на три блока (рис. 5):



Рис. 5. Структура флиша чигишанской свиты у дер. Калиновка. Восточная стенка карьера. Пунктирной линией показаны маркирующие пласты лежащих складок, штриховой линией — положение зоны сместителя

1) верхний блок (пластина надвига) сложен полого, почти горизонтально лежащими породами в нормальной последовательности. В нижней части блок сложен тонкозернистыми алевролитами, интенсивно дислоцированными, вмещающими отдельные будины известняков размером 40×7 см. В северной части блока будины расположены горизонтально, а в южной части — повернуты вертикально, конформно слоям, смятым в складку явно принадлежательского типа;

2) средний блок (зона сместителя) представлен зоной интенсивного расланцевания мощностью ~ 40 см. Сланцеватость падает преимущественно полого (30°) на северо-восток (Аз. пд. 50°), но неустойчиво, иногда угол составляет $45\text{--}50^\circ$. Местами сланцеватость смята в мелкие складки волочения с пологими осевыми поверхностями;

3) нижний блок (автохтон) по составу аналогичен верхнему, породы смяты в довольно крупные лежащие складки. Верхние крылья складок срезаны сместителем, а замки осложнены серией мелких дисгармоничных складок.

В автохтоне Карантравского разрыва флишевые толщи бывают еще более дислоцированными, вероятно, за счет их раздавливания надвинутым с востока аллохтоном. Так, на 2 км севернее дер. Калиновка в карьере вскрыт дикий флиш чигишанской свиты, очень сильно дислоцированный, местами превращенный в тектонический меланж. Матрикс меланжа представлен перетертыми алевролитами чигишанского флиша, а песчаники погружены в матрикс в виде обрывков отдельных

слоев и фрагментов складок. При этом тектонический меланж отчетливо структурирован и обладает общими особенностями принадлежательской зоны. Все обрывки мезомасштабных складок представляют собой изоклинные замыкания синформ и антиформ с общей западной вергентностью, местами смещенными локальными срывами (рис. 6). Падение пластов, а следовательно, и осевых поверхностей складок юго-восточное (Аз. пд. $120\text{--}150^\circ$), пологое, преимущественно $20\text{--}30^\circ$. Замки складок, в зависимости от мощности пластов песчаников, либо округлые (у более мощных пластов), либо острые (у тонких). Локальные срывы имеют волнистую поверхность и в целом залегают почти горизонтально. На отдельных интервалах пласты песчаников растащены на отдельные мелкие фрагменты и развернуты так, что даже приблизительно восстановить их первичную структуру не представляется возможным. Рассланцевание в алевролитах матрикса имеет ту же ориентировку, т.е. полого погружается на восток.



Рис. 6. Структура дикого флиша чигишанской свиты в 2 км севернее дер. Калиновка. Северная стенка карьера. Пунктирной линией показаны маркирующие пласты изоклинных складок, штриховой линией — положение локальных сместителей

Объект Ураковка (3). На удалении от Карантравского надвига тот же чигишанский флиш смят не так интенсивно, хотя общее асимметричное строение складок с западной вергентностью все-таки присуще всем элементам структуры. В дорожной врезке на 2 км юго-восточнее дер. Ураковка вскрыты две антиклинали и смежная с ними синклиналь с западной вергентностью (рис. 7), срезанные сверху поверхностью локального надвига, полого погружающегося на восток. Осевые поверхности складок изогнуты — вверх они более пологие. Восточная антиклиналь имеет округлый синусоидальный замок, ее юго-восточное крыло осложнено послойным срывом, полого ($\sim 20^\circ$) погружающимся на юго-восток. Северо-западное крыло тоже сорвано малоамплитудным надвигом, и далее вся пачка залегают очень полого. Синклиналь имеет килевидный замок и почти



Рис. 7. Структура флиша чигишанской свиты в 2 км юго-восточнее дер. Ураковка. Пунктирной линией показаны маркирующие пласты складок, штрих-пунктирной линией — положение осевых поверхностей, штриховой линией — положение сместителя

горизонтальное северо-западное крыло. Смежная с синклиналью западная антиклиналь представляет собой гребневидную складку, по морфологии аналогичную синклинали. Шарниры антиклиналей отчетливо падают на юг, а синклинали — на север, что, видимо, связано с вторичным небольшим наклоном зеркала складчатости на север при более пологих синклиналиях. Компетентный пласт песчаников местами поломан, а аргиллиты смяты. В породах наблюдаются многочисленные, почти послойные пологие зеркала скольжения с субширотной штриховкой.

Объект Уркунда (4). В районе пос. Уркунда (вблизи центрального сегмента аллохтона Карантравского надвига) карьером вскрыт флиш среднекаменноугольной малоикской толщи, который здесь слагает сопряженные опрокинутые складки западной vergentности (рис. 8). Крылья складок падают на восток: общее крыло с нормальным залеганием пластов — полого (30°), а перевернутые крылья — круто (75°). Таким образом, осевые поверхности складок падают на восток под углом $50-55^\circ$. Восточное крыло синклинали прослеживается на несколько метров, пласты в нем стоят на головах.

Объект Карантрав (5). Несколько южнее дер. Карантрав (вблизи южного отрезка Карантравского надвига, аллохтон) карьером вскрыт флиш верхнекаменноугольной васелгинской свиты (рис. 9). Породы стоят на головах (Аз. пд. 280° , $\angle 80^\circ$) и, вероятно, слагают крутое крыло крупной наклонной складки. Непосредственно в дер. Карантрав флиш васелгинской свиты залегает полого ($20-30^\circ$), что, вероятно, соответствует пологому крылу такой складки.

Обсуждение результатов. Объем статьи не позволяет привести подробную характеристику всех изученных структур, однако и описанные выше

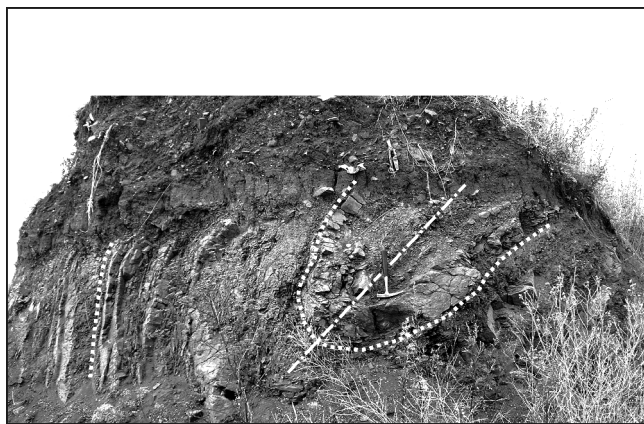


Рис. 8. Опрокинутая складка во флише малоикской толщи в районе дер. Уркунда. Пунктирной линией показаны маркирующие пласты складки, штрих-пунктирной линией — положение осевой поверхности

наиболее интересные объекты дают достаточное представление о сочетании различных структурных элементов в пределах Уфимского амфитеатра. Первое, что бросается в глаза, это выраженная западная vergentность всех элементов. При этом осевые поверхности большинства складок изогнуты и выполаживаются в западном направлении в верхних частях складок, т.е. образуют своеобразные складки волочения осевых поверхностей.

При изучении структуры флишевых толщ неоднозначность интерпретации вызвана обилием выявленных участков с вертикальным залеганием слоев субмеридионального простирания, что на первый взгляд не соответствует представлению о надвиговом строении региона. Однако в тех местах, где видна более общая картина, выяснилось, что пласты, стоящие вертикально или очень круто (и в нормальном, и в перевернутом залегании), слагают крылья наклонных или опрокинутых складок, а смежные крылья, как правило, залегают полого (Ураковка, Уркунда и др.). В связи с этим мы склонны считать и другие участки с вертикальным залеганием слоев (Курга, Карантрав и др.) крыльями наклонных складок.

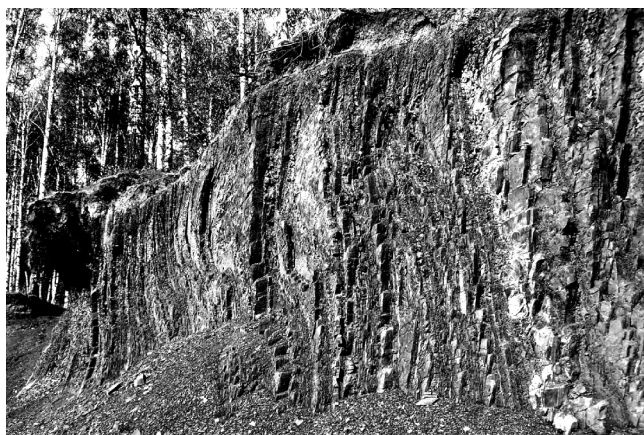


Рис. 9. Флиш васелгинской свиты южнее дер. Карантрав. Породы стоят на головах, вероятно, это крыло наклонной складки

Наиболее сильные деформации флиша расположены в автохтоне и приурочены непосредственно к зоне главного сместителя Карантравского надвига. Они выражены в образовании частично структурированного тектонического меланжа, в котором компетентные пласты песчаников раздроблены и растащены на отдельные блоки, в том числе, представленные обрывками изоклинальных складок (Калиновка). Все обломки погружены в матрикс из рассланцованных алевролитов. Структурированность меланжа выражена в общем пологом падении на восток всех его элементов, включая осевые поверхности изоклинальных складок. Такое же структурное положение, вероятно, занимают и многие другие участки флиша, которые кажутся бесструктурными, но всегда сопровождаются пологим рассланцеванием.

Примерно в такой же позиции относительно сместителя Карантравского надвига находятся и горизонтальные складки, осложненные локальными надвигами, параллельными их осевым поверхностям (Калиновка).

Особый интерес вызывает тот факт, что при общем субмеридиональном простираии большинства структур частные элементы залегания в них существенно отличаются. Так, азимуты падения осевых поверхностей складок и пологих разрывов колеблются от юго-восточных до юго-западных, причем иногда в пределах одного объекта. Причина этого, скорее всего, кроется в том, что при надвигании существенную роль играла сдвиговая составляющая, возникающая за счет неравномерного движения аллохтона. Впрочем, простираание структурных элементов практически всегда бывает конформно простираанию сместителя Карантравского надвига.

Заключение. Анализ мезоструктурных элементов зоны Карантравского разрыва подтверждает его надвиговую природу. Степень дислоцированности пород, выраженная в сложности и разнообразии

мезоструктурных элементов, находится в прямой зависимости от расстояния до сместителя надвига — вблизи сместителя она максимальна, но убывает по мере удаления от него. Продвижение надвига происходило неравномерно, направление движения несколько менялось во времени. Кроме того, фронт надвига, вероятно, представлял собой ломаную линию. Эти факторы привели к тому, что разнообразные структурные элементы, связанные с Карантравским надвигом, имеют разную ориентировку, впрочем, всегда ограниченную восточными румбами и конформную самому разрыву.

Таким образом, в зоне Карантравского надвига надежно определяются структурные парагенезы обстановок сжатия в сочетании с локально проявленной транспрессией.

Парагенез № 1 локализован в автохтоне, непосредственно вблизи сместителя и включает в себя следующие элементы: структурированный тектонический меланж, изоклинальные опрокинутые складки с полого наклонными осевыми поверхностями западной вергентности, лежащие складки, мелкие дисгармоничные складки, локальные надвиги, полого залегающее рассланцевание, горизонтальные зеркала скольжения.

Парагенез № 2 обнаруживается на некотором удалении от сместителя, причем и в автохтоне, и в аллохтоне. Он включает в себя наклонные складки (одно из крыльев очень крутое, до вертикального), часто переходящие в опрокинутые складки с изогнутыми осевыми поверхностями западной вергентности; послонные срывы; локальные надвиги и взбросы; зоны рассланцевания.

Парагенез № 3 изредка встречается в автохтоне на расстоянии от Карантравского надвига. Он близок к парагенезу № 2, складки в нем наклонные, но открытые, с округлыми замками, часто килевидные и гребневидные. Складки сопровождаются зонами рассланцевания и локальными надвигами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т., Загребина А.И., Газизова С.А. Структурная геология северо-востока Башкортостана. Уфа: АН РБ, Отделение наук о Земле и экологии, 1999. 131 с.

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

Кирмасов А.Б. Основы структурного анализа. М.: Научный мир, 2011. 368 с.

Кисин А.Ю. Структурное положение тектонического блока Каратау // Литосфера. 2008. № 4. С. 37–47.

Мизенс Г.А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 229 с.

Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.

Шакуров Р.К. Уральский Каратау: к проблеме происхождения // Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения: Мат-лы XLVI Тектон. совещ. Т. 2. М.: ГЕОС, 2014. С. 285–289.

Поступила в редакцию
08.12.2015