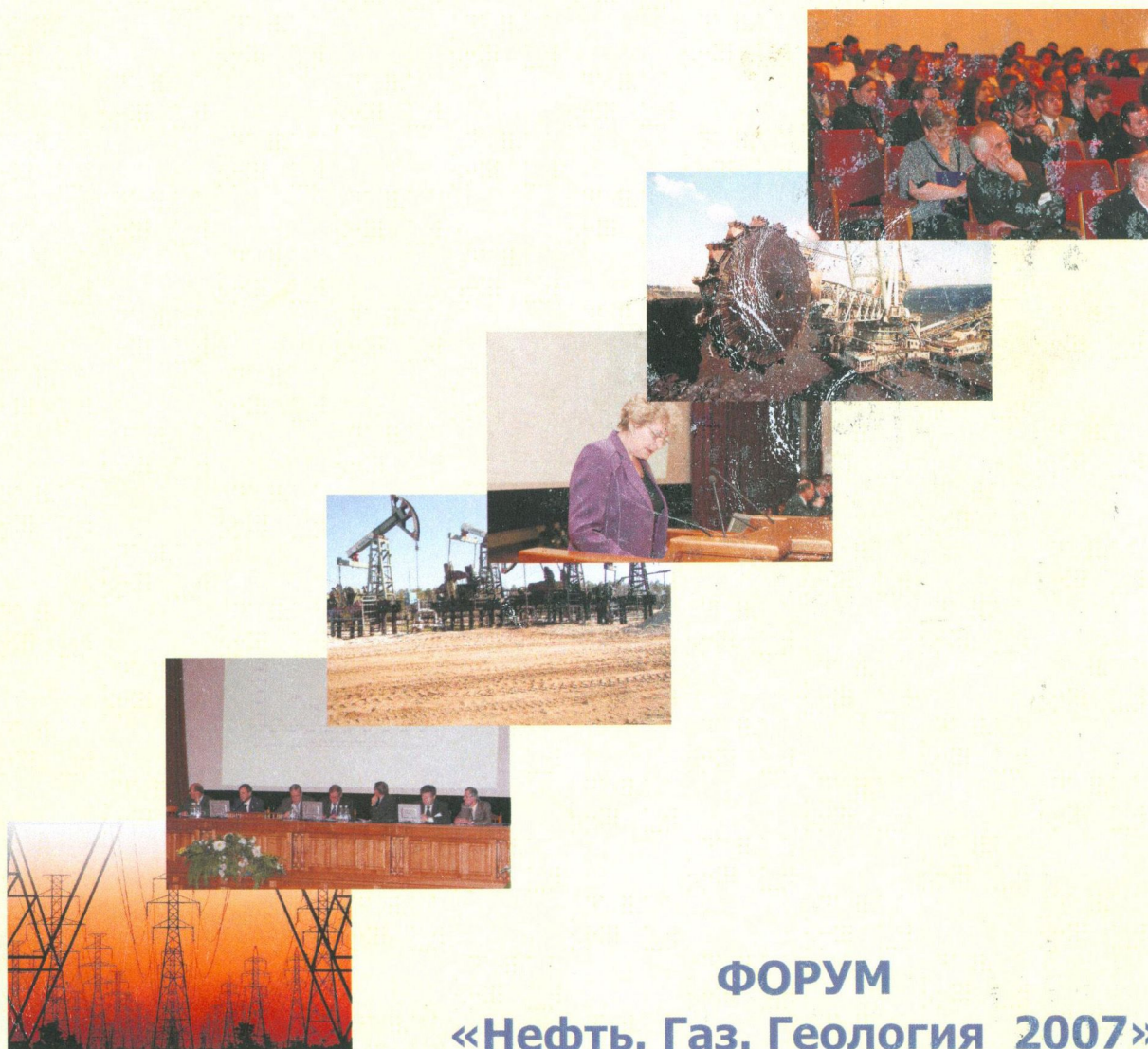




**Материалы межрегиональной
научно-практической конференции**

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ И ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК СИБИРИ



**ФОРУМ
«Нефть. Газ. Геология 2007»**

Список литературы

1. Вертман Е.Г., Левицкий В.М., Судыко А.Ф. Нейтронно-активационный анализ природных вод и горных пород // Гидрогеохимические поиски месторождений полезных ископаемых. – Новосибирск: Изд-во «Наука», 1990. – С.199–206.
2. Вертман Е.Г., Судыко А.Ф., Левицкий В.М. Изучение элементного состава стандартных образцов природных объектов МАГАТЭ и Института геохимии СО РАН нейтронно-активационными методами анализа ИНАА и МЗН (г.Томск) // Аналитика Сибири и Дальнего Востока. – Томск: Изд-во ТПУ, 1993. – С. 22–23.
3. Судыко А.Ф. Определение урана и тория в природных объектах нейтронно-активационным методом // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы II международной конференции. – Томск: Изд-во «Тандем-Арт», 2004. – С. 587–593.
4. Frontasyeva M.V., Pavlov S.S. Analytical investigation at the IBR-2 reactor in Dubna. JINR Preprint E14-2000-177. Dubna, 2000.
5. Ostrovnova T.M., Nefedyeva L.S., Nazarov V.M., Borzacov S.B., Strelcova L.P.. Software for NAA on the basis of relative and absolute methods using nuclear data base // Activation analysis in environment protection. Dubna, 1993. – P.319–326.

АНАЛИЗ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПРИСАЛАИРСКОЙ ЗОНЫ КУЗБАССА

Е. С. Сысоев, В. И. Стреляев

Томский государственный университет

Проведенные исследовательские работы по геологии Бачатского и Краснобродского угольных месторождений Присалаирской полосы Кузбасса позволяют сделать некоторые обобщения и наметить общий ход развития тектонических структур угленосных отложений.

Для наиболее эффективной добычи угольного сырья требуется детальное изучение тектонического развития и понимание общей схемы геодинамической эволюции сложнодислоцированных углеводородных толщ.



Рис.1. Смятый и раздробленный уголь пласта Горелый в зоне тектонического нарушения.

Неоднородность геологического строения характерная для угольных месторождений, становится еще более существенной для сложнодислоцированных. Воздействие тектонических напряжений приводило к изменению условий залегания, сжатию и растяжению пластов, сопровождаясь выжиманием пород с крыльев в замки, образованием раздувов (рис. 2), утонением пластов, набеганием, сдвиганием и т.п. Угольные пласты в этом случае подвергаются смятию, дроблению и расщеплению (рис. 1).

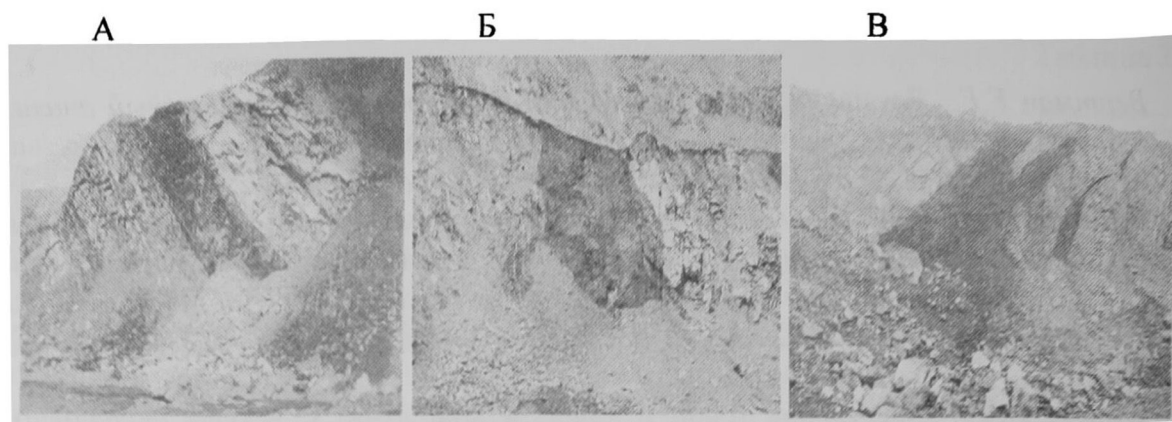


Рис.2. А – раздвиг в пласте Горелый (Бачатский тектонический блок); Б – раздвиг в пласте II Прокопьевский (Краснобродский тектонический блок); В – расщепление пласта Горелого (Краснобродский тектонический блок)

Анализ угленакопления в Присалаирской полосе Кузбасса позволяет наиболее объективно познавать призму геодинамических режимов через процессы эволюции геологических структур в пространстве и во времени, устанавливать закономерности размещения разнометаморфизованных угольных толщ в этих структурах.

Под *геодинамическим режимом* понимается процесс взаимодействия литосферы и энергетики глубинных геосфер Земли. Геодинамические обстановки рассматриваются как реакции на конкретные геодинамические режимы, возникающие в Присалаирской зоне Кузбасса, характеризующиеся определенными формационно-тектоническими новообразованиями.

Присалаирская зона Кузбасса складывается породами девона, карбона и перми, падающими в сторону центральной части Кузнецкого грабен-рифта. Породы интенсивно дислоцированы и осложнены многочисленными нарушениями типа взбросов. Простирание осей складок и главных линий разломов параллельно основной складчатости Салаирского кряжа и осевой линии Кузнецкого грабен-рифта.

Тектонические структуры докембрия и палеозоя формировались в условиях развития Алтае-Саянской складчатой области.

Складчатые структуры Салаирского кряжа относятся к каледонидам, развитие их охватывает огромный промежуток времени от позднего докембрия до силура. Наиболее интенсивные тектонические процессы, внедрение интрузий и метаморфизм произошли в этом районе в конце среднего или начале верхнего кембрия, т. е. в раннекаледонский (салаирский) тектонический этап. К концу каледонского этапа территория района превратилась в складчатую горную страну субплатформенного режима догерцинского этапа тектогенеза.

С началом девонского периода территория Кузнецкого бассейна вступает в новый, герцинский этап развития, имеющий весьма важное значение для формирования его структур. На западной периферии каледонских складчатых сооружений, где степень консолидации структур, по-видимому, была не особенно значительной, возникают прогибы Колывань-Томской зоны, которая является северным звеном Обь-Зайсанской тектонической системы [1].

Вдоль юго-восточной перфрии Колывань-Томской зоны на каледонском складчатом фундаменте закладывается Кузнецкий прогиб – крупная зона опусканий, интенсивное прогибание которой, сопровождавшееся мощным осадконакоплением, продолжалось почти до конца палеозоя. По всей видимости, именно в этот период произошло заложение двух крупных глубинных тектонических разломов, установленных при проведении сейсморазведочных работ Крыловым [3] в Присалаирской зоне и Прикузнецко-Алатаусской. Эти два глубинных крутопадающих разлома являются западной и восточной границами Кузнецкого грабен рифта и играют, на наш взгляд, очень важную роль в метаморфических преобразованиях углей [6].

В течении среднего и верхнего девона, карбона и нижней перми Кузнецкий прогиб испытывал общее нисходящее движение. Кузнецкий Алатау и Салаир, напротив, испытывают поднятие и на протяжении всего палеозоя представляют собой размываемый палеоконтинент.

Общее опускание Кузнецкого прогиба осложнялось региональными колебательными движениями, которые выразились в трансгрессиях и регрессиях Колывань-Томского моря, обусловивших цикличное накопление осадков.

Дислокации девона и нижнего карбона (тельбесская фаза тектогенеза) имели важное значение для дальнейшего развития региона. Они предопределили общий тектонический и палеогеографический план Присалаирской зоны Кузбасса в верхнем палеозое и дали начало процессу формирования Бачатского и Краснобродского тектонических блоков [5]. В верхнем палеозое эти тектонические блоки развивались унаследовано, направляя процессы образования осадков угленосных толщ напрямую и влияя на метаморфические преобразования углей.

Как пример дислоцированности пород в период девона и нижнего карбона можно привести налегание каменноугольных отложений на различные горизонты среднего девона в пределах Салаирского кряжа [2].

Формирования тектонических структур к началу накопления угленосных отложений завершили предострогские поднятия, сопровождавшиеся регрессией нижнекаменноугольного моря с территории Кузбасса.

Последовавшая за этим острогская трансгрессия имела региональное значение.

В нижнепермскую и в первую половину верхней перми продолжалось общее прогибание Кузнецкого бассейна, сопровождавшееся накоплением мощных осадков верхнебалахонской подсерии и кузнецкой подсерии.

Коллизионные складкообразовательные процессы в Колывань-Томской складчатой зоне вызвали огромные тангенциальные напряжения. Начался грандиозный процесс горизонтального перемещения масс в Кузнецком прогибе вдоль борта Кузнецкого прогиба с образованием Томского надвига, по которому горные массы Колывань-Томской складчатой дуги надвинулись на угленосные отложения Кузбасса. Лобовая часть тектонического покрова состояла из девонских и каменноугольных отложений Зарубинской антиклинальной зоны, которые образовали комплекс складок, наклоненных и надвинутых в южном направлении.

Такой процесс нашел отражение в Присалаирской зоне Кузбасса в виде так называемого ундуляционного типа складчатости.

Пфальцская фаза тектогенеза (древнекиммерийская фаза тихоокеанского тектогенеза) проявилась между пермью и триасом. И ознаменовалась очень важным событием в Присалаирской зоне Кузбасса – тангенциальным напряжением со

стороны Салаира, с образованием Салаирского надвига. Амплитуда горизонтальных перемещений его доходит до 3000 м. Тангенциальные усилия разрядились первоначально преимущественно пластическими деформациями в мощных палеозойских и пермских отложениях, которые образовали комплекс линейных складок, наклоненных и опрокинутых на восток. Затем, встретив упор из консолидированных пород фундамента, тектонический надвиг вышел на эрозионную поверхность и перекрыл угленосные отложения, срезая, деформируя и дислоцируя ранее образованные тектонические формы. С каждым новым перемещением надвига на восток Идущие с запада импульсы тангенциального движения дислоцировали все новые и новые участки угленосной площади, попутно усложняя ранее созданные формы. В итоге отмечается непрерывно-прерывистый процесс складко- и разрывообразования с постепенным смещением деформаций в восточном направлении.

Тангенциальное давление с запада выразилось не только образованием Салаирского надвига и дислокацией толщ палеозойских отложений, а и дислокацией каледонского складчатого фундамента. Расчленение фундамента началось еще в процессе заложения Кузнецкого грабен-рифта, продолжилось в тельбесской (граница силура и девона) фазе тектогенеза и происходило одновременно с осадконакоплением. Возникшие при этом конседиментационные поднятия и прогибы рассматриваются как результат неравномерного компенсированного опускания и как реакция слоистых палеозойских отложений на дифференциальные глыбовые движения складчатого основания Кузбасса. Конседиментационные структуры вытянуты в направлении с юго-востока на северо-запад в соответствии с главенствующими простираниями складок, разрывов каледонского субстрата и выделенных нами тектонических блоков (Бачатский и Краснобродский) [5,7]. Локальные поднятия и прогибы в тектонических блоках сыграли важную роль в исходном залегании слоев перед основным этапом тектогенеза. Последующие более интенсивные тектонические движения привели к многообразию в морфологии пликативных структур Присалаирской зоны.

Значительная активизация движения фундамента произошла, как говорилось выше, в верхней перми (пфальцская фаза) под влиянием герцинской складчатости и орогенеза в Колывань-Томской складчатой зоне. Ориентированное давление с запада (Салаир) подновило и трансформировало древние разломы, образовало новые и в итоге превратило фундамент в «мозаику» тектонических блоков, различно поднятых и опущенных относительно друг друга (рис. 3), что сказалось на метаморфизме углей [7].

В плане взаимоотношения Бачатского и Краснобродского тектонических блоков отмечается то, что Краснобродский тектонический блок опущен по отношению к Бачатскому на 2000 м (по плоскости сместителя Тырганского разлома) и на 500–600 м по абсолютным отметкам. В связи с этим угли, находящиеся в Краснобродском тектоническом блоке, оказались в зоне большего теплового воздействия с увеличением степени метаморфизма.

Структура глубоких горизонтов Кузнецкого бассейна приобрела, по-видимому, складчато-глыбовый характер, близкий к структурам зоны сопряжения Кузбасса и Кузнецкого Алатау. Вверх по разрезу разломы фундамента постепенно затухают в мощной толще палеозойских отложений.

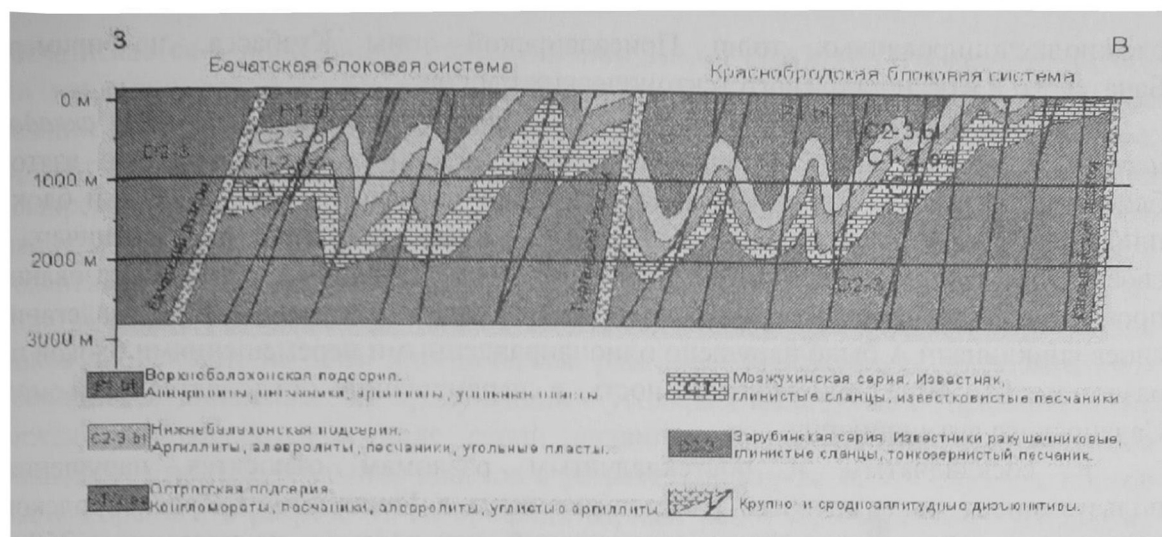


Рис.3. Схематический геологический разрез Присалаирской зоны Кузбасса (по автору, 2007)

Еще более усилились глыбовые движения фундамента в завершающие фазы тангенциальных сжимающих усилий после того, как закончились дислокационные процессы, связанные с процессом формирования Салаирского надвига. В это время активизируются разломы, зародившиеся еще в начале тектонического расчленения фундамента. Причем отдельные из них прорезают всю толщу пород палеозоя и образуют в ней крупные надвиги с перемещением на восток. К наиболее значительным относятся Бачатский, Тырганский и Киселевский разломы, разбивающие угленосные толщи Присалаирской зоны на выделяемые нами тектонические блоки.

Таким образом, мы можем говорить о доскладчатых, соскладчатых и постскладчатых разломах.

К доскладчатым (первичным) разломам относятся нарушения, являющиеся границами тектонических блоков. Это – дизъюнктивы с наибольшими зонами нарушений и амплитудами перемещений, достигающими 2000–3000 м (Бачатский, Тырганский и Киселевский).

Принципиальное отличие первичных (доскладчатых) разломов от соскладчатых и постскладчатых состоит в том, что они в наибольшей степени являются своеобразными каналами, по которым из глубоких горизонтов коры поднимаются подвижные термофлюиды, что способствует процессам метаморфизма и повышения качества углей.

В основе процесса создания геологических структур Присалаирской зоны, лежит, по нашему мнению, перемещение и вращение тектонических блоков (в сочетании с приразломным смятием).

Основная мысль сводится к тому, что складчатость имеет шовную природу независимо от тектонического режима и геодинамического механизма, а фиксируемое по структурным признакам в складчатых зонах “боковое сжатие” – масштаб смещений по разломам. Шовную складчатость называют также рубцовой, приразломной или надразломной. Такое понимание механизма складкообразования вносит определенную ясность в исконную проблему механизма образования

сложнодислоцированных толщ Присалаирской зоны Кузбасса, на примере Бачатского и Краснобродского тектонических блоков.

Главную координирующую роль в складкообразовании и морфологии складок играют разломы. Это утверждение доказывается тем, что в отдельно взятой блоковой системе, к примеру в Западном блоке (Бачатский тектонический блок), пликативная структура первого масштабного ранга – синклиналь А, ограничена в своем пространственном распространении двумя разломами, и ее образование происходило по схеме рис. 4. Исходное, практически горизонтальное, залегание слоев синклинали А было нарушено однонаправленными перемещениями блоков по разломам (II, IV). Однонаправленность в перемещении объясняется подъемом Салаирского антиклинория.

К соскладчатым и постскладчатым разломам относятся нарушения, пользующиеся максимальным распространением в Бачатском и Краснобродском угленосных районах, амплитуда перемещений, как правило, не превышает 250 м (это нарушения O^1 , I, III, IV, 155, 153 и др.).

В зависимости от амплитуды нарушений каждый из блоков, в силу вязкого трения, подвергается разным воздействиям со стороны смежных блоков. Смежные блоки при этом движутся (а соответственно, и силы вязкого трения направлены) либо в одну, либо в противоположные стороны. Влияние на конечную форму складок оказывает исходное залегание пород к моменту наложения разломов. Роль этого фактора автором показана на рис.4. Согласно этому рисунку, выделяются две схемы приложения усилий вязкого трения к рассматриваемому блоку:



Рис.4. Некоторые варианты морфогенеза складок как функции перемещения тектонических блоков

а) разнонаправленная, когда с обеих сторон силы действуют в противоположном направлении;

б) однонаправленная, когда с обеих сторон силы действуют в одном направлении.

По такому принципу происходит образование складок всех трех масштабных рангов в Бачатском и Краснобродском тектонических блоках.

Сказанное выше ни в коей мере не предполагает исключительной роли вертикальных движений в структурообразовании, как это может показаться на первый взгляд. Дело в том, что смещения в любом направлении по разломам, как правило, сопровождаются вертикальным компонентом, который как раз и

запечатлевается в наибольшей степени в складчатой структуре изначально полого или наклонно залегающего чехла. Горизонтальные движения имеют огромное значение в формировании пликативных структур Присалаирской полосы Кузбасса. Горизонтально направленные напряжения возникли в результате поднятия Салаирского антиклинория и его давления на Кузнецкий угольный бассейн. Это повлияло на характер первичных (доскладчатых) дизъюнктивов, изменив их с субвертикально направленных на выполаживающиеся с глубиной, ковшеобразные – листрические разломы. При последующем тектоническом напряжении движение блоков происходит по этим листрическим разломам, и появляется горизонтальная экспонента в движениях. В продуктивных угольных отложениях горизонтальные движения проявляются в виде серий надвигов. В результате этих надвигов наблюдается повтор угольных пластов в разрезе. Примером может служить повтор пласта Горелого в разрезе 40-го профиля горных работ по Бачатскому угольному разрезу. Схема формирования такого рода осложнения в структурном плане приведена на рис. 5.

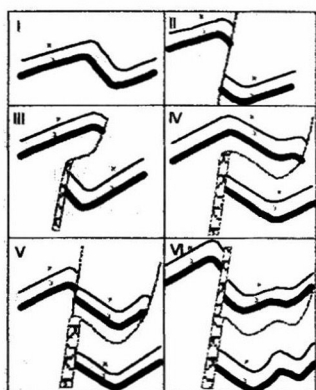


Рис. 5. Схема формирования надвиговых осложнений на примере пласта Горелого и Мощного в Бачатском тектоническом блоке (по автору, 2007).

а и б – угольные пласты;
I – флексуобразная складка;
II – складка осложняется разрывом типа взброса;
III – надвигание висячего крыла взброса на лежащее крыло под действием сил гравитации;
IV – возобновившееся движение блоков создает складку в надвинутом крыле;
V и VI – дальнейшее движение блоков вызывает образование разрыва надвинутого крыла

В результате этих движений угленосные отложения Присалаирской зоны Кузбасса образовали сложную комбинацию складчатых и дизъюнктивных дислокаций, среди которых наблюдается большое разнообразие структурных форм и их взаимных отношений.

В завершающие этапы пфальцской фазы (Р–Т) при перемещении Бачатской и Краснобродской блоковой системы по криволинейным, листрическим разломам происходит некоторое их вращение против часовой стрелки в западном направлении (рис. 6), поэтому, осевые плоскости складок первого (масштабного) ранга (Главная, Центральная антиклинали и т. д.) имеют восточное падение – $75-85^{\circ}$ (выкручивание).

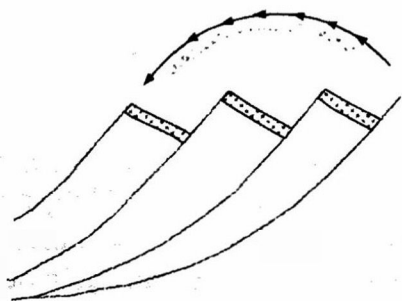


Рис. 6. Схема направления поворота Бачатского и Краснобродского тектонических блоков при их движении по листрическим разломам (по автору, 2007)

Итак, в своей начальной стадии складки зародились еще в герцинский цикл, но полностью сформировались в древнекиммерийскую фазу тихоокеанского тектогенеза.

Последующие фазы складчатости в значительной мере усилили имеющееся к тому времени волнистое залегание пород, собрав их в линейные изоклинальные складки. Складкообразование закончилось, по-видимому, в пфальцскую (Р–Т) фазу тектогенеза, о чем можно судить по слабоволнистому залеганию юрских отложений на интенсивно дислоцированных породах палеозоя. При окончательном этапе складкообразования (пфальцская фаза) проявилось движение по линиям более древних разломов, в некоторых же случаях при этом имело место и возникновение новых, а так же трансформация старых разломов в листрические.

Таким образом, образование складок сопровождается последовательно изменяющимися деформациями сжатия, течения, сдвига и растяжения. При этом на более поздних стадиях тектонических деформаций наибольшие значения имеют деформации сдвига. Отмеченное способствует тому, что деформации горных пород (пластов угля) по-разному проявляются в различных элементах складок, различных тектонических блоках и промышленно интересных угленосных полях.

Список литературы

1. Геология месторождений угля и сланцев СССР. – Т 7. – М.: Недра, 1969. – 912 с.
2. Ёлкин Е. А. и др. Палеогеографические реконструкции западной части АССО в ордовике, силуре и девоне и их геодинамическая интерпретация // Геология и геофизика. – 1994. – Т. 35. – № 7–8. – С. 118–143.
3. Крылов С. В. и др. Глубинные сейсмические исследования в районе Салаирского кряжа // Геология и геофизика. – 1971. – № 7. – С. 79–83.
4. Паталаха Е. И. Генетические основы морфологической тектоники. – Алма-Ата: Наука, 1981. – 180 с.
5. Сысоев Е. С., Стреляев В. И. Тектоно-блоковое строение Бачатского угленосного района (Кузбасс). Молодежная школа-конференция XXXVII тектонического совещания «Эволюция тектонических процессов в истории Земли» г. Москва, 2004.
6. Сысоев Е. С., Стреляев В. И. Метаморфизм углей Присалаирской зоны Кузбасса. // XXI Всероссийская молодежная конференция «Строение литосферы и геодинамика». – Иркутск, 2005. – С. 66–68.
7. Сысоев Е. С. Геодинамика и метаморфизм углей Присалаирской полосы Кузбасса. // Материалы конференции, посвященной 75-летию кафедры разведки твердых полезных ископаемых ТПУ «Проблемы геологии и разведки полезных ископаемых». – Томск: ТПУ, 2005.

ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНЫХ ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ УГОЛЬНЫЕ ТОЛЩИ БАЧАТСКОГО И КРАСНОБРОДСКОГО ТЕКТОНИЧЕСКИХ БЛОКОВ (ПРИСАЛАИРСКАЯ ЗОНА КУЗБАССА)

Е. С. Сысоев, В. И. Стреляев

Томский государственный университет

Исследование горных пород под микроскопом позволило изучить состав кластического материала и закономерности изменения цементов в связи с