

Таким образом, повышение латеральной разрешённости сейсмической записи позволило: получить детальное распределение скорости ПРО по разрезу, по динамическим параметрам выделить сетку «тонкой» трещиноватости. Картина ее изменения вдоль профиля дала возможность оценить характер изменения вещественного состава в геологическом разрезе.

На Балтийском щите, в особенности в рудных районах выполнен значительный объем сейсморазведочных работ. По сети сейсмических профилей во многих этих районах можно построить площадные схемы граничной скорости, дополнив их результатами переобработки отраженных волн, позволит выделить новые перспективные зоны рудной минерализации.

Литература

1. Анискович Е.М., Кондрашков В.В., Дёмушкин А.И. О принципах накопления и определения скоростей: сравнение методов ОГТ, ДМО и ПРО // Технологии сейсморазведки, № 2, 2005. С. 60-79.
2. Караев Н.А., Рабинович Г.Я. Рудная сейсморазведка, М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000, 366 с.
3. Колесов С.В., Потапов О.А., Иноземцев А.Н., Захарова Г.А. Использование нелинейных свипов при высокоразрешающей вибросейсморазведке // Геофизика, № 1, 2002. С. 18-28.
4. Кузин А.М. Разработка методики прогноза залежей флюидального генезиса по данным сейсмических методов // Прикладная геофизика, вып 131, М., Недра, 1994. С. 396-406.
5. Кузин А.М. Некоторые особенности интерпретации волновых полей в зонах разрывных нарушений // Геофизика, № 5, 1999. С. 3–15.
6. Кузин А.М. О физических и геологических основах прогнозирования месторождений флюидного генезиса по сейсмическим данным // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезисы. Мат-лы Всероссийской конф., М.: ГЕОС, 2008. С. 251-255.

Сквозные структурные парагенезы фундамента и чехла северо-восточной части Восточно-Европейской платформы

Колодяжный С.Ю.

Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: kolod@ginras.ru

В плейтектонических реконструкциях литосферные плиты рассматриваются в качестве монолитных структур, испытывающих значительные латеральные перемещения без существенных преобразований внутренней инфраструктуры. Активные границы тектонических плит (коллизийные пояса, зоны спрединга и др.) принимаются в качестве главных источников тектонических процессов и, естественно, именно они привлекают основное внимание исследователей. Однако практика показывает, что крупнейшие месторождения углеводородов, полиметаллов, алмазов и многих других полезных ресурсов локализованы во внутриплитных областях. Может быть, именно поэтому существует разрыв между практикой и теорией в современной геотектонике, когда прикладная геология развивается на основе иных интересов и понятий, нежели тех, что господствуют в теоретической базе новой глобальной геотектоники.

В последнее время все больше появляется данных, отражающих внутриплитную подвижность литосферных плит, в том числе, с древней континентальной корой. Эти данные не противоречат глобальной концепции геодинамики плит, а существенно ее дополняют, придавая ей характер тектоники объемного течения. В новой парадигме (объемная подвижность плит) появились и практические наработки, связанные, в частности, с развитием представлений о формировании месторождений углеводородов в кристаллических комплексах в связи с их объемной деформацией [3].

Восточно-Европейская платформа (ВЕП) является одним из важнейших объектов исследований внутриплитной тектоники. В последние годы были проведены структурные исследования в СВ части ВЕП, включая ЮВ окраину Балтийского щита и обширную прилегающую территорию Русской плиты. В основу исследований легли материалы по дешифрированию цифровых карт рельефа, анализ геофизических полей и полевые заверочные работы с использованием кинематического анализа. Исследования позволили выявить сложный ансамбль структур, имеющих долгоживущий и

«сквозной» по отношению к системе фундамент – чехол характер развития [1]. Было отмечено, что тектонические нарушения в докембрийском фундаменте, заложившиеся в конце палеопротерозоя, на платформенной стадии развития ВЕП и, в частности, на неотектоническом этапе испытывали неоднократную ремобилизацию, проникая в осадки чехла в виде отраженного, но обладающего собственными характеристиками парагенеза структур. Это явление характерно для структур различного ранга, включая протяженные подвижные пояса и рифты, отдельные разрывы и зоны трещиноватости, вплоть до мезоструктур.

В пределах рассматриваемой области структуры первого порядка представлены динамически сопряженными Беломорско-Двинской (БД) и Среднерусской (СР) зонами дислокаций (рис.). Первая из них венчает докембрийский Беломорско-Лапландский подвижный пояс и заложившую на нем рифейскую рифтовую систему, являясь отражением их активизации в области развития платформенного чехла. В современной структуре эта зона представлена системой неотектонических грабенов общего СЗ простирания, сегментированных субширотными сдвигами трансформного характера. Изучение в породах чехла макро- и мезоструктур (пологие складки, зоны трещиноватости, сколы, отрывы и др.) в пределах БД зоны показало наличие сдвиговых смещений в обстановке транстензии, знак которых меняется по простиранию зоны в соответствии с ее сегментацией (рис.).

На ЮВ БД зона плавно по дуге смыкается с СР зоной дислокаций, которая также имеет «корни» в виде одноименных структур в кристаллическом фундаменте – подвижного палеопротерозойского пояса и системы рифейских грабенов. На различных глубинных уровнях коры ширина и очертания зоны варьируют. В кристаллическом фундаменте ей соответствует отчетливо выраженный в гравитационных и магнитных аномалиях широкий (200-250 км) пояс, который рассматривается в качестве коллизионной структуры, сформировавшейся в конце палеопротерозоя [5]. Континентальная кора здесь относительно утонена (34-38 км - в пределах зоны; 38-44 км - в смежных блоках) за счет постколлизионного редуцирования верхнего гранито-гнейсового слоя и характеризуется наличием высокоскоростных ($V_p > 7,2$ км/с) объемов (коромантийная смесь) в основании нижней коры. В основании рифейских грабенов породы фундамента подвержены деструкции и катаклазу, что подтверждается результатами бурения и сейсмическими данными, показывающими снижение скоростей V_p в кристаллических комплексах.

В отличие от БД зоны СР зона имеет инверсионный характер: над рифтовым провалом фундамента в породах чехла здесь развит Рыбинско-Сухонский мегавал, осложненный структурами высокого порядка, образующими транспрессионный парагенез. Здесь были выявлены зоны сдвига, оперяющие их диагональные складки и валы, асимметрично построенные зоны смятия и трещиноватости, а также структуры субслоистого течения и мининадвиги. Эти нарушения пронизывают палеозойские толщи и проникают в осадки мезозоя, а в единичных случаях – в отложения четвертичного возраста. Дополнительные складки и валы являются ловушками нефтегазовых скоплений. В пределах СР зоны были обнаружены признаки проявления мезозойских магматических событий, связанных, как предполагается в [6], со становлением крупного ареала алмазоносных пород кимберлитовой ассоциации.

Все эти сведения показывают, что СР и БД зоны представляют собой долгоживущие сквозные (фундамент – чехол) структуры, которые проявлены на разных глубинных уровнях: в морфологии современного рельефа, в структурах чехла и кристаллического фундамента. Имеются признаки периодической активности данных структур на фоне меняющихся геодинамических обстановок в позднем палеопротерозое, в рифее, в венд-палеозойское и мезозойско-кайнозойское время.

Структурные парагенезы верхней части фанерозойского чехла БД и СР зон связаны преимущественно с горизонтальными перемещениями. Последние проявлялись в качестве двух типов динамических систем: 1) рассредоточенные на больших площадях зоны диссипативного сдвига; 2) зоны субслоистого течения - срыва и связанные с ними складчато-надвиговые структуры. Эти системы отражают две формы структурного проявления сдвиговых деформаций диссипативного типа, проявленных в одном случае в вертикальной (сдвиг), в другом – в горизонтальной (пологий срыв – надвиг) плоскостях. Их различная пространственная позиция обусловлена свойствами вмещающей среды: крутопадающие зоны сдвига унаследуют характер тектонической делимости фундамента, а зоны горизонтального течения – контрастные реологические свойства пород осадочного чехла. Зоны сдвига и субслоистого течения образуют динамически сопряженные системы, в которых проявляет-

ся общее латеральное перемещение горных масс. Суммарные диссипативно-сдвиговые деформации в этих системах охватывают огромные массивы пород и являются результатом объемного (3-D) тектонического течения осадков фанерозойского чехла.

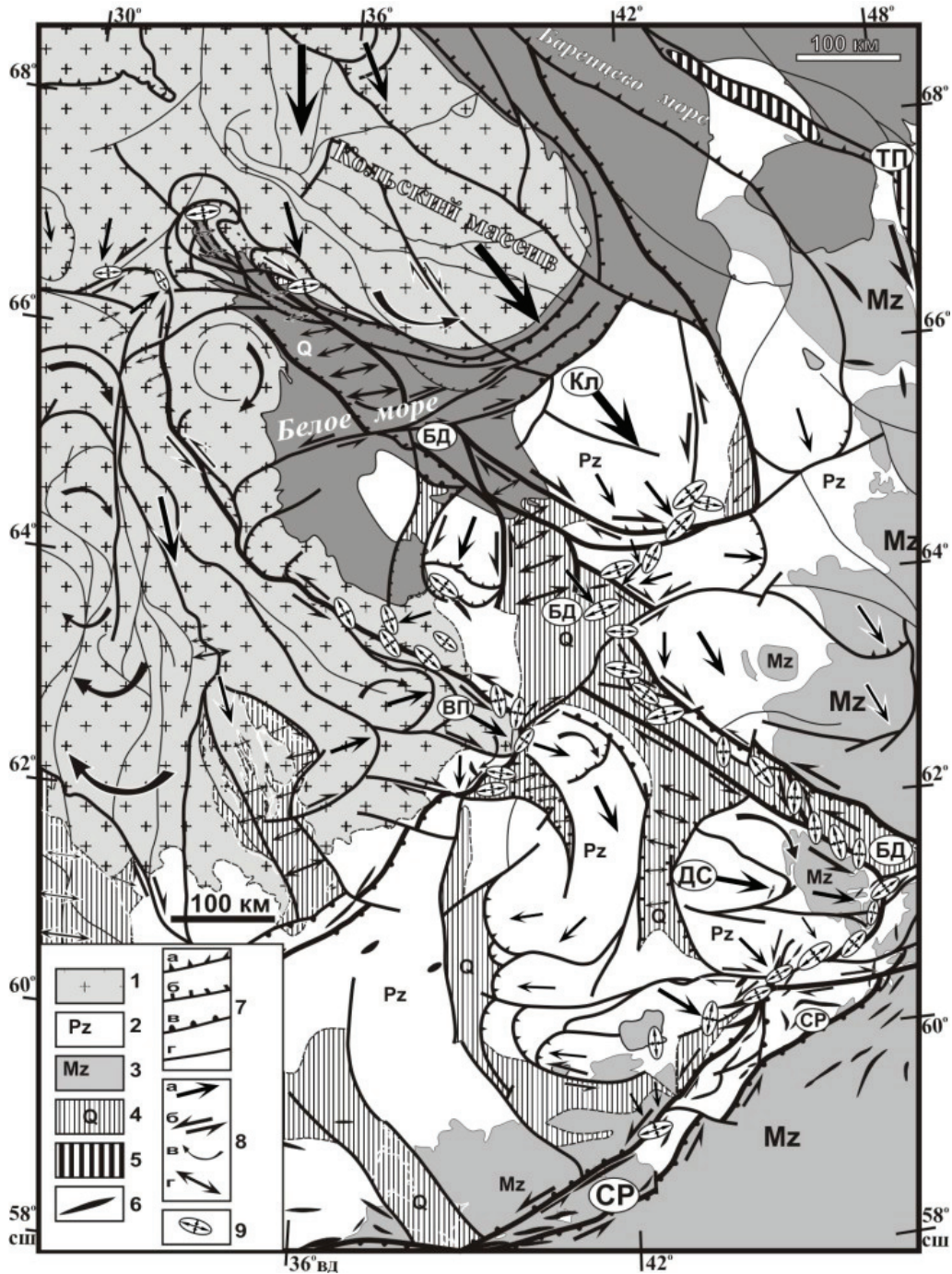


Рис. Кинематическая схема мезозойско-кайнозойского этапа развития северо-восточной части ВЕП.

1 - докембрийский фундамент; 2 - 3 - осадки чехла: 2 - палеозойские, 3 - мезозойские; 4 - современные депрессии; 5 - складчатые пояса; 6 - антиклинали; 7 - зоны дислокаций: а - взбросы и надвиги, б - сбросы, в - флексуры, г - сдвиги; 8 - направления перемещений: а - тангенциальных, б - сдвиговых, в - ротационных, г - раздвиговых; 9 - ориентировка главных осей деформации. Буквы на схеме: зоны дислокаций: СР - Среднерусская, БД - Беломорско-Двинская, ТП - Тимано-Печерский пояс; блоки: ДС - Двинско-Сухонский, ВП - Ветреного Пояса, Кл - Кулойский.

К западу от области дугообразного смыкания БД и СР зон расположен Двинско-Сухонский мегаблок. Кинематика сдвиговых смещений в его обрамлении и внутренний структурный рисунок указывают на выдвигание блока в ЮВ направлении. Примерно в 500 км к СЗ от этой структуры расположена аналогичная в динамическом отношении структура – кристаллический выступ Ветреного Пояса Балтийского щита [1] (рис. 1). В целом они составляют крупную внутриплитную структуру горизонтального перемещения, которая может рассматриваться как плито-поток (по [3]). Его внутреннее строение показывает, что движение массива пород к ЮВ происходило не в виде монолитного тела, а в качестве динамически дифференцированного потока с обособлением сегментов высокого порядка, связанных с локальными обстановками растяжения, вращения, тектонического нагнетания и выдавливания геомасс (рис. 1).

К СВ от БД зоны было отмечено широкое развитие нарушений и зон трещиноватости, имеющих преимущественно сдвиговую кинематику и «нарезающих» мозаичную систему блоков. Анализ кинематики отдельных сдвигов и характера палеонапряжений внутри блоков позволяет предполагать, что они также образуют плито-поток, испытывающий горизонтальное перемещение к ЮВ. Центральное «ядро» этого потока образуют Кольский массив и расположенный на его ЮВ фронте Кулойский блок, ограниченный зонами сдвига, адаптирующими выдвигание геомасс к ЮВ (рис. 1).

Выявленные структурно-кинематические парагенезы и особенности современной структуры СВ части ВЕП согласуются с известной моделью перемещения данной плиты к ЮВ в связи с раскрытием Арктической зоны спрединга [2, 4]. Как предполагается в [2], эти перемещения происходили в альпийский этап эволюции платформы, и были возможны за счет право- и левосдвиговых смещений соответственно вдоль западной (линия Торнквиста) и восточной (Урал, Тиманский пояс?) ее границ. Полученные структурные материалы показывают, что движение плиты к ЮВ имело не «монолитный», а дифференцированный и объемный характер. Об этом свидетельствуют особенности структурных парагенезов чехла, наличие расчленяющих плиту зон дислокаций, типа СР и БД зон, а также проявление структур горизонтального перемещения, в роли которых могут рассматриваться Двинско-Сухонский и Кольско-Кулойский плито-потоки. Слабым местом этой модели является механизм передачи напряжений от активных границ плиты на тысячи километров в ее внутренние области. Решение этой проблемы требует анализа более обширных данных по тектонике СВ части ВЕП.

Гранты РФФИ № 06-05-64848, 07-05-01158, Программа ОНЗ № 10, “Фонд содействия отечественной науке”.

Литература

1. Колодяжный С.Ю., Зыков Д.С., Леонов М.Г. Структурно-кинематические парагенезы фундамента и чехла юго-восточной окраины Балтийского щита // Геотектоника, 2007, № 6. С. 3-22.
2. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. – М.: Наука, 2005. 340 с.
3. Леонов М.Г. Тектоника консолидированной коры. – М.: Наука, 2008. 457 с.
4. Леонов Ю.Г. Напряжения в литосфере и внутриплитная тектоника // Геотектоника. 1995. № 6. С. 3-21.
5. Минц М.В., Филиппова И.Б., Сулейманов А.К. и др. Глубинное строение раннедокембрийской коры Восточно-Европейского кратона: формирование надвиго-поддвиговых структур во внутренней области суперконтинента, связанное с аккреционными и коллизийными процессами // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Материалы XXXVIII Тектонического совещания. Т. 1. М.: ГЕОС, 2005. С. 456-459.
6. Труфанов А.И. Первая находка раннемезозойских щелочных ультраосновных магматических пород на севере Русской плиты // Региональная геология и металлогения. 2007, № 30-31. С. 57-61.