

К ТЕКТОНИКЕ ДОПАЛЕОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЛАТФОРМЕННОГО БАШКОРТОСТАНА (ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОГТ)

В расшифровке особенностей тектонического строения протерозойских отложений платформенного Башкортостана ведущая роль принадлежит результатам анализа материалов сейсмических исследований. Стратификация и структурная визуализация временных разрезов сейсморазведки МОГТ в интервале развития рифейских толщ, а также увязка полученных данных с результатами глубокого бурения являются надежной основой для изучения тектонического строения верхнепротерозойских комплексов. В наших более ранних работах [Романов, Ишерская, 1996; Романов, 1998 и др.] было показано, что в пределах платформенного Башкортостана по поверхности кристаллического фундамента и по допалеозойским отложениям прослеживаются крупные структурные осложнения: Татарский свод (ТС), Серноводско-Абдулинский прогиб (САП), Камско-Бельский прогиб (КБП) и другие. С разной степенью четкости эти дислокации отражены на сводных временных сейсмических разрезах, подготовленных еще в 1985 г. сотрудниками 25-ой тематической партии треста «Башнефтегеофизика». Один из таких разрезов проложен по линии Туймазы — Кулгунино. Профиль с запада на восток пересекает восточный склон Восточно-Европейской платформы (ВСВЕП), Предуральский прогиб (ПП) и заходит в пределы западного склона Южного Урала (ЗСЮУ) (рис. 1). Изучение этого временного разреза, выполненное нами в прошлые годы [Романов, Ишерская, 1992 и др.], показало следующее:

1. На разрезе выделяется и на всем протяжении профиля прослеживается ряд сейсмокомплексов, совпадающих в своих границах с формационно-стратиграфическими сериями палеозоя, венда, рифея и архея — нижнего протерозоя.

2. Вендские отложения имеют субгоризонтальное залегание, и их подошва очень полого погружается к востоку. Мощность отложений увеличивается в том же направлении от первых десятков метров до 1500 м.

3. Рифейские отложения могут быть уверенно стратифицированы. Они постепенно «выклиниваются» в западном направлении, в основном в результате предвендского размыва отложений верхних серий. Это позволило определить западные границы распространения средне-верхнерифейских толщ и уточнить стратиграфические разбивки ряда глубоких скважин.

4. Рифейские толщи, постепенно увеличиваясь в мощности, спокойно и очень полого

погружаются от подножья ТС к востоку до зоны ПП. Подошва этих отложений (поверхность фундамента) на западе залегает на глубинах менее 3000 м, а на востоке — на уровне 15000–16000 м и ниже.

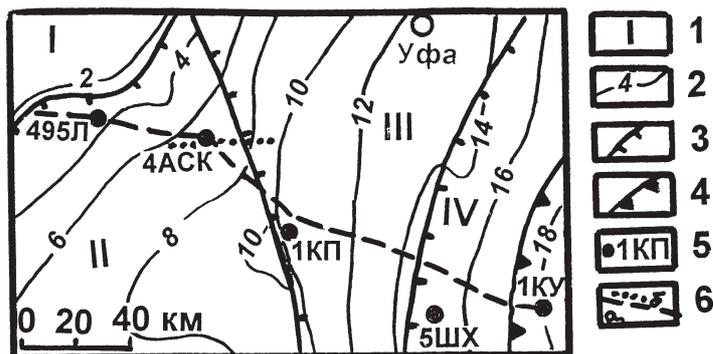
5. Дислоцированность рассматриваемых отложений, в том числе количество разломов и ослабленных зон увеличивается с глубиной, и они четче проявлены в более древних толщах. Обнаружение локальных складок в породах венда и рифея сопряжено со значительными трудностями, и почти в каждом случае их наличие не может быть доказано однозначно.

В последние годы при структурной визуализации временных сейсмических разрезов, подготовленных для территории платформы, мы применяли принцип трансформации первоначальных соотношений вертикального и горизонтального масштабов [Казанцев и др., 2003; Романов и др., 2003]. Этот же принцип использован нами при доизучении упомянутого выше сводного временного разреза. В выполненных построениях горизонтальный масштаб нами принят приблизительно в десять раз меньше вертикального.¹ Существенное различие вертикального и горизонтального масштабов на сейсмических профилях позволило более наглядно отразить платформенные пликативные осложнения. При этом сильно исказились основные показатели разрывных нарушений. Они приобрели черты субвертикальных разломов, хотя в действительности углы падения плоскостей сколов у них обычно колеблются от 70°–50° и менее. В итоге проведенной трансформации масштабов временного разреза на нем в подавляющем большинстве случаев более отчетливо отразились основные геолого-геофизические особенности зоны, в которой проложен сводный сейсмопрофиль (рис. 2). Волновая картина временного разреза показывает, что на разных геологических уровнях и глубинах здесь регистрируются серии четких протяженных и прерывистых отражающих сейсмических горизонтов и разделяющих их интервалов, различающихся характером рисунка сейсмозаписи. Эти материалы, привязанные к глубоким скважинам и ранее изученным сейсмопрофилям, позволяют более уверенно проводить их формационно-стратиграфическое расчленение, выделять в разрезе перерывы, размывы и несогласия. Результаты анализа полученных данных убедительно свидетельствуют о закономерном изменении мощности разновозрастных толщ по латерали, особенностях их залегания,

¹ В исходных материалах сейсморазведки МОГТ это соотношение равно 1:2.

Рис. 1. Схема изученного района

1 – главные структуры: I – Татарский свод, II – Серноводско-Абдулинский прогиб, III – Камско-Бельский прогиб; 2 – стратоизогипсы поверхности кристаллического фундамента; 3 – тектонические разломы; 4 – западная граница складчатого Урала; 5 – скважины; 6 – линии сейсмических профилей: а – Туймазы – Кулгунино (см. рис. 2) и б – фрагмент третьего регионального профиля (см. рис. 3)



соотношения и распространения, степени дислоцированности пород разных уровней и глубин.

В интервале развития допалеозойских серий на трансформированном сейсмическом разрезе уверенно выделяются вендский, верхне-, средне- и нижнерифейские литолого-структурные (формационно-стратиграфические) комплексы. На исходных материалах сейсморазведки МОГТ волновая картина на уровне вендских отложений обычно не содержит динамически выдержанных отражений.² В этом интервале регистрируются редкие непротяженные оси синфазности, подчеркивающие субгоризонтальное залегание пород. Отдельные

участки характеризуются очень нечеткой записью и относительной прозрачностью. Но на трансформированном временном разрезе в интервале вендских отложений практически отсутствуют участки с недостаточно четким и хаотическим расположением осей синфазности. Толща венда почти на всем протяжении профиля представлена пакетами протяженных осей синфазности. Выдержанный отражающий сейсмический горизонт, как и на исходных материалах сейсморазведки, прослеживается в самой нижней части вендской толщи. Эта граница раздела рифейских и вендских отложений принята в сейсморазведке как II отражаю-

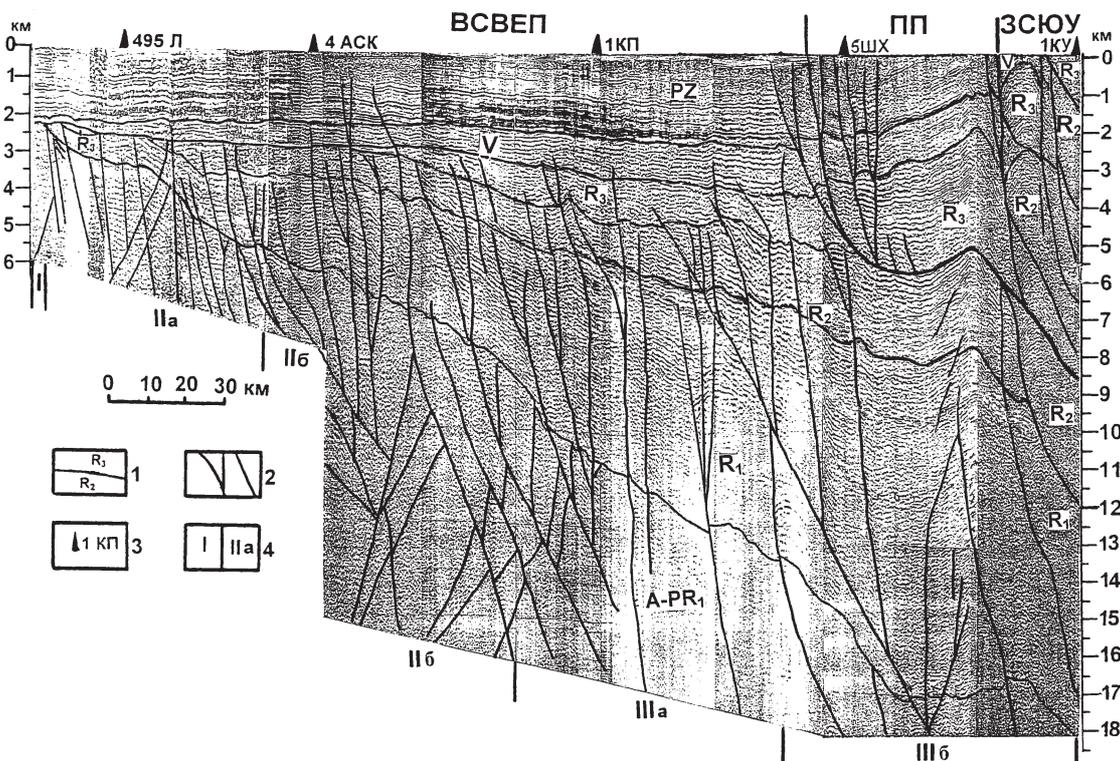


Рис. 2. Трансформированный сводный временной сейсмический разрез по линии Туймазы – Кулгунино

В верхней части профиля: ВСВЕП – восточный склон Восточно-Европейской платформы, ПП – Предуральский краевой прогиб, ЗСЮУ – западный склон Южного Урала.

1 – границы формационно-стратиграфических серий; 2 – тектонические разрывы и ослабленные зоны; 3 – скважины; 4 – структурная зональность по поверхности кристаллического фундамента: I – Татарский свод, II – северный борт Серноводско-Абдулинского прогиба: а – западный и б – восточный сектора; III – Камско-Бельский прогиб: а – западный борт, б – осевая зона.

² Исключение составляет протяженный отражающий горизонт в основании вендского комплекса.

ший горизонт. В основании его местами уверенно регистрируется несогласие и размыв подстилающих рифейских комплексов. Оси синфазности в последних под острым углом подходят к подошве II горизонта и «срезаются» им.

На крайнем западе рассматриваемого профиля сравнительно маломощные отложения венда (первые десятки метров) залегают непосредственно на кристаллическом фундаменте ТС. На северном борту САП они достаточно быстро увеличиваются к востоку до 700 м при одновременном пологом погружении подошвы в том же направлении. Здесь отложения венда залегают на породах разных уровней рифея, а несогласие в основании отражающего горизонта проявлено наиболее отчетливо.

В области КБП и в зоне ПП вендский комплекс слагает обширную пологую синклиналь, а мощность его достигает 1000–1600 м. Подстилающие отложения представлены разными уровнями верхнего рифея, при этом на временном разрезе достаточно уверенно наблюдается уменьшение глубины предвендского размыва в направлении складчатого Урала. В пределах ЗСЮУ вендские отложения выведены на дневную поверхность (Темираркинская антиклиналь) и в современном денудационном срезе представлены фрагментами своего разреза.

Верхнерифейский комплекс на сводном разрезе распространен в области КБП и ПП, а также в полосе ЗСЮУ. Частично эти отложения заходят в восточный сектор северного борта САП, но в основном они здесь уничтожены в период предвендского размыва. Появляясь в разрезе несколько восточнее скв. 4 АСК, эти отложения погружаются в зону КБП и увеличиваются в мощности до 1 км и более. Полнота разреза верхнерифейского комплекса значительно возрастает в полосе восточного борта ПП. Здесь мощность отложений достигает почти 3000 м, а их разрез близок к стратотипическому для Урала.

Волновое поле сводного разреза на уровне верхнерифейских толщ имеет ритмичное строение. Представлено оно протяженными пакетами сильных и слабых отражений, местами по латерали и по вертикали сменяющимися участками с хаотически расположенными непротяженными осями синфазности. Сильные отражения, как правило, наблюдаются в верхней части разреза комплекса, где распространены толщии слоистых карбонатных и терригенных пород. Динамически выдержанные отражающие горизонты в этом интервале отсутствуют. В нижней части разреза иногда наблюдаются участки со слабыми отражениями, относительной сейсмической прозрачностью и хаотическим расположением непротяженных осей синфазности. Этот уровень совпадает с развитием преимущественно песчаных отложений леонидовской свиты [Романов, Ишерская, 2001].

В структурном отношении верхнерифейский комплекс на трансформированном разрезе представлен широкой синклиналью и сопряженной с ней с востока узкой антиклиналью. Осевая зона синклинали смещена к востоку (полоса ПП). Широкий западный борт осложнен небольшими пологими складками, особенно в нижней части разреза комплекса. Особенности тектонического строения верхнерифейских отложений во многом определены влиянием разломных нарушений и ослабленных зон. Достаточно четко они наблюдаются на границе ВСВЕП и ПП, а также в полосе ЗСЮУ, где верхнерифейские отложения обнажены на дневной поверхности. Почти все разломы представляют собой надвиги, сформировавшиеся в герцинскую эпоху тектогенеза под влиянием напряжений со стороны Урала.

Среднерифейский комплекс пород выделяется и присутствует почти на всем протяжении сводного разреза. Он отсутствует только на ТС и в западном секторе северного борта САП, что объясняется размывом пород в период предверхнерифейского и предвендского перерывов [Романов, Ишерская, 2001]. Полого погружаясь к востоку, среднерифейские толщии постепенно увеличиваются в мощности от 0 до 800–900 м в САП и до 2000–3000 м в осевой зоне КБП и на ЗСЮУ. В пределах САП среднерифейские толщии образуют моноклиналь, полого наклоненную к востоку. В области КБП и ПП эти отложения, как и верхнерифейские, слагают обширную асимметричную синклиналь и сопряженную с востока узкую антиклиналь. Моноклиналь и широкий западный борт синклинали осложнены локальными складками, малоамплитудными разломами и ослабленными зонами. Степень дислоцированности пород заметно увеличивается к востоку. В полосе ЗСЮУ резко возрастают количество и амплитудность разломных нарушений. В основном это надвиги, движения по которым привели к тектоническому скучиванию пород и смещению их к западу [Романов, Ишерская, 1992].

Волновое поле в интервале среднерифейских толщ на разных участках профиля заметно отличается. В полосе САП преобладают участки с мало-выразительными пакетами преимущественно слабых отражений, хаотическим распространением коротких осей синфазности, а местами — с относительной сейсмической прозрачностью. Восточнее, в пределах КБП и отчасти в области ЗСЮУ, в интервале распространения среднерифейских толщии наблюдаются пакеты и сильных, и слабых отражений. В целом же почти повсеместно улавливается ритмичное строение разреза, отражающее переслаивание терригенных пород и появление карбонатных прослоев в верхней части комплекса. По различию характера залегания пород (падению осей синфазности) на границе среднерифейского и вендского комплексов местами в САП четко фиксиру-

ются несогласие и разрыв пород. Аналогичная картина наблюдается в полосе КБП, где рассматриваемый комплекс перекрыт верхнерифейскими толщами. Особенно четко это проявлено в районе скв. 1 Кипчак, в полосе западного борта ПП и перед ним. Сопоставление волновой картины интервалов развития верхнерифейских и среднерифейских комплексов свидетельствует о большой степени дислоцированности последнего.

Интервал развития нижнерифейских отложений уверенно прослеживается практически на всем протяжении рассматриваемого профиля. Породы нижнего рифея отсутствуют только на ТС, где были уничтожены еще в период предвендского размыва. Постепенно погружаясь к востоку, эти отложения увеличиваются в мощности от первых сотен метров до 3000 м на границе САП и КБП. В области КБП мощность нижнерифейских толщ возрастает еще значительней, и в пределах складчатого Урала достигает 9000 м. Подошва нижнего рифея (поверхность кристаллического фундамента) рядом с ТС залегает на уровне 2,5–3,0 км, на границе САП и КБП погружается до 7,0 км, а вблизи Урала ее положение недостаточно четкое. Эта граница опускается здесь до 16,0 км и более.

На исходных материалах сейсморазведки МОГТ нижнерифейские образования обычно очень хорошо стратифицируются [Казанцев и др., 2003; Романов и др., 2003 и др.]. Мы выделяем в разрезе нижнего рифея три крупных комплекса: верхний — терригенный (надеждинская свита), средний — карбонатный и карбонатно-терригенный (калтасинская свита) и нижний — преимущественно терригенный (базальный комплекс). По кровле среднего комплекса на территории платформенного Башкортостана сейсморазведка регистрирует III отражающий горизонт, имеющий региональное распространение. В средней части этого комплекса местами отмечается еще ряд прерывистых отражающих горизонтов (IVa, IVb и др.). Но на рассматриваемом трансформированном временном разрезе нижнерифейские отложения стратифицировать не удалось. По волновой картине лишь местами следятся одна — две границы внутри интервала нижнерифейских толщ. Вполне возможно, что это нижняя и верхняя границы карбонатно-терригенной толщи (арланская подсвита) калтасинской свиты.

В целом для интервала развития нижнерифейских отложений на рассматриваемом профиле типична неоднородная, сложная волновая картина. Участки, представленные пакетами сильных выдержанных отражений, чередуются по латерали и вертикали с участками слабых отражений (с признаками дислоцированности), относительной сейсмической прозрачности и хаотическим расположением непротяженных осей синфазности. Последние характерны для районов, где интересующие толщи погружены до уровня 6,0 км и ниже.

Недостаточно четкая волновая картина в интервале развития нижнерифейских толщ, по-видимому, связана с возможностями использованной аппаратуры, методикой и программным обеспечением. В последние годы ОАО «Башнефтегеофизика» на территории платформенного Башкортостана начаты региональные геофизические исследования с использованием новой аппаратуры и современного математического обеспечения. Уже первые полученные временные разрезы отличаются хорошим качеством [Ардашова и др., 2003]. На рис. 3 приведен фрагмент временного разреза одного из региональных профилей, выполненных ОАО «Башнефтегеофизика» в 2003 году. Этот разрез расположен почти рядом со сводным сейсмопрофилем (рис. 1), и соответствие его вертикального и горизонтального масштабов близко к 1:10. Залегание и расположение допалеозойских комплексов на этом разрезе отражено более четко, а нижнерифейские отложения уверенно стратифицируются на надеждинский, калтасинский и базальный комплексы.

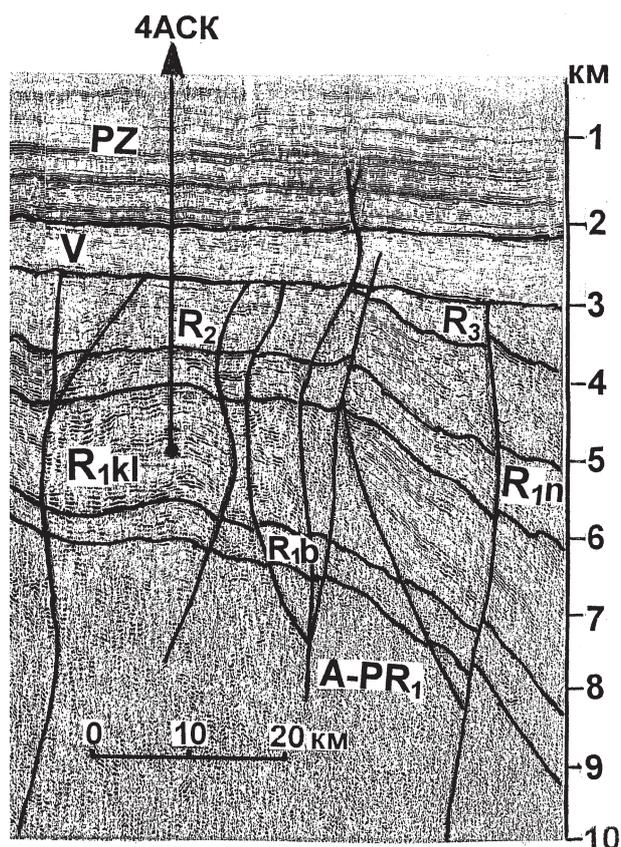


Рис. 3. Стратифицированный фрагмент третьего регионального сейсмического профиля ОАО «Башнефтегеофизика», 2004 г.

Таким образом, в результате новейших сейсмических исследований ОАО «Башнефтегеофизика» получены качественные материалы, позволяющие более надежно проводить их геоло-

гическую интерпретацию. Вместе с тем, временные сейсмические разрезы, выполненные в 80–90-х годах прошлого столетия и сегодня можно с успехом использовать для целей их структурно-стратиграфической интерпретации. На таких разрезах для территории платформы следует приводить горизонтальный и вертикальный масштабы в соотношении 1:10. Такая трансформация повышает геологическую информативность временных разрезов при их структурной визуализации.

Литература:

Ардашова Т.С., Валеев Г.З., Беляева Т.В. Региональные геофизические исследования Башкортостана // Геология и перспективы расширения сырьевой базы Башкортостана и сопредельных территорий: Мат–лы / V Респ. геол. конф. Уфа, 2003. Т. 1, С. 211–215.

Казанцев Ю.В., Романов В.А., Мустафин Ш.А. Строение Нефтекамско-Артинской зоны восточной

окраины Восточно-Европейской платформы: Препринт, Уфа. 2003. 30 с.

Романов В.А. Тектоника рифея платформенного Башкортостана в палеотектонических и структурных картах // Изв. Отд. наук о Земле и экологии. АН РБ. Геология. Уфа. 1998. № 3 С. 88–101.

Романов В.А., Ишерская М.В. Геологический разрез западного склона Южного Урала и Приуралья на широте г. Стерлитамака // Шарьирование и геологические процессы / УНЦ РАН. Уфа, 1992. С. 31–39.

Романов В.А., Ишерская М.В. Тектоника рифейских отложений Западной Башкирии: Препринт. Уфа, 1996. 20 с.

Романов В.А., Ишерская М.В. Рифей платформенного Башкортостана: стратиграфия, тектоника и перспективы нефтегазоносности. Уфа: Гилем, 2001. 126 с.

Романов В.А., Ишерская М.В., Мустафин Ш.А. Особенности строения южной части Юрюзано-Сыльвинского прогиба, по данным сейсморазведки МОГТ // Геологический сборник № 3 / ИГ УНЦ РАН. Уфа. 2003. С. 19–24.