

ПЕРЕРЫВЫ В РАЗРЕЗАХ ПАЛЕОЗОЯ НА ЮГО-ВОСТОКЕ РУССКОЙ ПЛИТЫ

В. Н. Староверов

Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики

Поступила в редакцию 5 сентября 2013 г.

Аннотация. Выделено шесть типов геологических перерывов в палеозойских разрезах на юго-востоке Русской плиты. Показано, что каждый тип отличается от других не только стратиграфическим объемом, но и структурой перекрывающих и подстилающих отложений. Различия в происхождении перерывов крупных рангов обусловлены особенностями геодинамического развития региона. Изучение перерывов в рассматриваемом регионе должно способствовать выявлению дополнительных закономерностей в размещении залежей углеводородов.

Ключевые слова: геологические перерывы, тектоногенные, палеогеографические, структура пород, нефтегазоносность.

Abstract. Six types of geological intervals in Paleozoic cross section in the south-east of the Russian Plate were sorted out. Each type has been shown to be different from others not only with its stratigraphic volume, but also with structure of overlying and underlying deposits. The difference between large ranks intervals descent is determined by particulars of geodynamic development region. The study of the intervals in concerned region has to let to exposure of additional regularities in distribution of hydrocarbon deposits.

Key words: geological intervals, tectonic, palaeogeography, structure of rock, oil and gas content

Введение

Перерывы в осадконакоплении являются неотъемлемой частью в разрезах осадочных толщ любого происхождения. Даже в осадочных породах Мирового Океана установлены перерывы продолжительностью до 12 млн лет [5]. Они характеризуются различным стратиграфическим объемом и выраженностью в разрезах, являются одним из признаков, на основании которого выделяются структурные этажи и подэтажи. Перерывы в генетическом отношении могут быть обусловлены разнообразными причинами (размыв в субаэральной обстановке или водной среде, неотложение осадков в связи с гидродинамической активностью водной среды или дефицитом осадочного материала, вымывание тонкодисперсных компонентов и формирование конденсированных разрезов). Поверхности перерывов характеризуются различной степенью выраженности, часто представляют собой четкий эрозионный контакт, но иногда едва улавливаются, когда бывают завуалированы другими геологическими процессами. Важными деталями перерывов, свидетельствующими об обстоятельствах их происхождения, являются породы, перекрывающие и подстилающие поверхности перерывов. Они могут быть выражены в виде кор

выветривания, характерного эрозионного рельефа, специфических текстур (подстилающие образования) или грубообломочного плохо отсортированного материала, а также продуктов вулканизма (в перекрывающих). Значение перерывов в осадконакоплении велико не только для расшифровки некоторых тектонических событий, но и с точки зрения перспектив нефтегазоносности осадочных толщ, так как поверхности несогласий являются потенциальными путями для латеральной миграции углеводородов.

На территории Волго-Уральской нефтегазоносной провинции и сопредельных районов в разрезах палеозоя установлены многочисленные перерывы в осадконакоплении. К числу основных проблем в их изучении относятся отсутствие данных о площадях развития того или иного перерыва; недостаточный объем информации о стратиграфическом объеме каждого перерыва; для большинства перерывов не установлена их генетическая сущность; непонятны причины слияния нескольких перерывов между собой и не установлены тренды для определения направлений сокращения или увеличения их объема; не проведена оценка роли геодинамических процессов в формировании перерывов и несогласий; не установлена корреляция перерывов с этапностью пороодообразования; остаются дискуссионными причины возникновения перерывов в бортовой зоне Прикаспийской впадины; не

выбраны критерии для ранжирования перерывов и отсутствует их четкая типизация.

Основные генетические типы перерывов

В обширной геологической литературе в настоящее время практически единодушно принимаются две основные причины происхождения перерывов – тектоническая и палеогеографическая, преломленная через климатические условия. Возникновение тектонических перерывов (тектогенных по И. А. Вылцану, 1989), как правило, объясняется тектонической перестройкой структурного плана внутри бассейнов седиментации, развитием там конседиментационных поднятий, либо блоковой тектоники и поднятием по разломам крупных фрагментов земной коры с размывом пород на поверхности. Доминирующее распространение перерывов в осадконакоплении на территории поднятий (палеоподнятий) различного ранга неопровержимо подтверждает эту точку зрения. Остается лишь с помощью литолого-фациального анализа установить, было ли осадконакопление на данной территории и синхронные породы были уничтожены значительно позже, либо они там во время перерыва не накапливались. Такая диагностика обычно не вызывает затруднений.

Между тем, анализ распространения региональных перерывов на рассматриваемой территории показывает, что в ряде случаев отрицательные структурные элементы, испытывающие тенденцию к прогибанию в течение среднего и позднего палеозоя, так же насыщены периодами перерывов, как и смежные с ними приподнятые структуры. К примеру, хорошо известны перерывы в такой стабильно погружающейся области, как Бортовая зона Прикаспийской впадины [4]. С другой стороны, центральная и северо-восточная область Воронежской антеклизы, приуроченной к высоко приподнятым блокам кристаллического фундамента, оставалась стабильной территорией осадконакопления с относительно небольшим количеством перерывов в период от эйфельского века до конца позднего девона. И только ее юго-восточная часть (Задонский выступ) характеризуется максимальным развитием перерывов в течение всего девона. Такие факты трудно объяснить при стандартном подходе к происхождению перерывов только за счет вертикальных движений блоков фундамента. Кроме того, часто непонятны причины движения самих блоков, общая тенденция их развития, а также закономерности формирования инверсионных структур. Предполагается, что в зависимости от страти-

графического объема, особенностей площадного распространения, а также структуры подстилающих и перекрывающих отложений, в пределах юго-востока Русской плиты могут быть выделены шесть основных типов геологических перерывов и каждый из них формировался под действием доминирующего геологического фактора.

Первый тип. Глобальные, мегацикловые (исключительно тектогенные по своему генезису). При формировании перерывов самого крупного ранга огромную роль играли геодинамические процессы, как внутриплитные, так и на границе Восточно-Европейской плиты (ВЕП). В настоящее время широко признано, что строение осадочного чехла, в частности закономерности распространения крупных структурно-вещественных комплексов, во многом определяются не только гетерогенностью строения кристаллического фундамента, но и нестационарными движениями литосферных плит. Явление нестационарности предполагает неоднократное изменение скорости и направления движения Восточно-Европейской плиты в палеозое [1, 7], что на фоне неоднородностей в строении кристаллического фундамента приводило к возникновению мощных внутриплитных напряжений. Напряжения сжатия, трансформировавшиеся в перераспределение усилий по вертикали (и в первую очередь вверх), существенно влияли на развитие регрессий (наряду с эвстатическими колебаниями в Мировом океане). Соответственно, периоды растягивающих усилий, развивавшихся на фоне возрастающей скорости движения плиты, проявлялись в трансгрессиях, формировании прогибов и зон повышенной трещиноватости. Максимальное проявление тех и других периодов происходило во фронтальной части ВЕП по направлению движения, а также во внутриплитных участках, на границах блоков с различными показателями плотности и по-разному реагирующими на нестационарный характер движения плиты. Изменения в направлении движения плиты в большей степени сказывались не в смене видов напряжений, а в тренде их распространения, что, вероятно, приводило к перестройке тектонического плана.

Еще одной важной характеристикой геодинамического развития ВЕП в палеозое является мембранный эффект, который развивался во фронтальных участках плиты во время пересечения экватора [7, 8]. В такие периоды стрессовые напряжения растяжения резко менялись условиями сжатия за счет изменения скорости дрейфа плиты. Таким образом, знак напряжений в литосферной

плите формируется в зависимости от особенностей сочетания трех основных геодинамических показателей: скорости движения, направления движения и мембранного эффекта при пересечении экватора в любую сторону. Вероятно, что латеральные напряжения растяжения-сжатия должны трансформироваться в вертикальные движения земной коры в виде дизъюнктивных и пликативных структур, внутриплитного магматизма и перерывов в осадконакоплении различного ранга.

Второй тип. Региональные, межформационные (существенно тектогенные по И. А. Вылцану). По данным А. В. Кокса и др. [9], в течение палеозоя скорость дрейфа Восточно-Европейской плиты носила четко выраженный циклический характер, а амплитуда изменений скорости постепенно уменьшалась от кембийского к пермскому периоду. Циклы изменения скорости по продолжительности в целом совпадают с геологическими периодами. Максимальные скорости характерны для позднего ордовика – раннего силура (21 см/год), живетского и франского веков (12 см/год), конца раннего и начала среднего карбона (9 см/год) и рубежа ранней и средней перми (6 см/год). Соответственно, минимальные значения скорости дрейфа плиты приурочены к раннему карбону (3,2 см/год) и завершению позднего карбона (2,5 см/год). Предполагается, что региональные межформационные перерывы рассматриваемого типа в основном связаны с периодами минимальных скоростей движения плиты и тяготеют к основанию трансгрессивных серий. Наиболее контрастные изменения направления движения плиты произошли на рубеже среднего и позднего девона (с северо-восточного на юго-восточное в современной системе координат), а также на рубеже каменноугольного и пермского периодов (с юго-восточного на северо-западное). Именно к этим временным интервалам привязаны наиболее существенные перестройки структурных планов на юго-востоке ВЕП и соответственно ряд геологических перерывов 2-го типа.

Третий тип. Региональные внутриформационные с площадным распространением (тектоно-климатогенные по своему происхождению). Палеозойский разрез на юго-востоке ВЕП характеризуется четко выраженным циклическим строением, что является результатом периодической смены этапов трансгрессий и регрессий в течение девона и карбона. В основании нижних фрагментов трансгрессивных комплексов, таких как живетский, визейский и позднебашкирский, всегда залегают

терригенные породы различного гранулометрического состава. Их формирование происходило в условиях самого низкого положения уровня моря [6], и поэтому подстилающие карбонатные породы наиболее интенсивно эродировались в наиболее приподнятых участках земной коры. Перерывы, приуроченные к подошве трансгрессивных комплексов, обычно имеют региональный характер, а структура перекрывающих отложений неоднородна по возрасту, так как происходит ее омолаживание в направлении от наиболее опущенных участков к приподнятым.

В свою очередь, мощные карбонатные комплексы (верхнефранско-турнейский, верхневизейско-башкирский, московско-артинский) формировались в условиях максимально высокого уровня морского бассейна. Однако каждый период их формирования также характеризовался эвстатическими колебаниями, только амплитуда у них была значительно меньше. Поэтому начало трансгрессивных циклов меньшего масштаба сопровождалось частичным растворением карбонатных илов, а верхняя структура перерывов, привязанных к ним, обогащена пелитовым материалом. Подобные прослои аргиллитов зафиксированы на границе данково-лебедянских и семилукско-саргаевских отложений (СКВ. 1 Больше-Узеньская) и маркируют внутриформационные перерывы 3-го ранга.

Таким образом, зоны распространения перерывов крупных рангов контролируются геодинамическими событиями, происходившими в течение палеозоя в следующей последовательности: коллизия и каледонский шов (завершилась в конце эйфеля) – коллизия с Мугоджарами (живет и ранний фран) – эволюция палео-Уральского океана (погружение в позднем девоне) – открытие внутридугового Мугоджарского бассейна и раскрытие палео-Тетиса – закрытие палео-Уральского и палео-Тетиса океанов (в начале карбона). Но главные факторы, накладывающие отпечаток на эти события, – дрейф самой плиты (изменение скорости и направления ее движения, а также нестационарный характер движения). Следовательно, вертикальные движения в пределах плиты, которым придается универсальное значение в формировании перерывов различного ранга, в большинстве случаев являлись функцией геодинамических процессов и проявлений латерального перемещения ВЕП.

Четвертый тип. Региональные внутриформационные с линейным распространением (существенно тектоногенные). Явно выраженный линейный характер распространения таких перерывов,

относительно узкий их стратиграфический объем, тесная генетическая связь с разрывными нарушениями и проявлениями внутриплитного магматизма, а также структурная приуроченность к приподнятым бортам девонских грабенообразных прогибов однозначно указывают на тектоногенное происхождение. Однако, классические врезы кыновского времени, запечатленные в эрозионном характере поверхности несогласия, обусловлены палеогеографическими факторами. Такие несогласия обычно имеют ярко выраженный наклонный характер, чаще фиксируются в пределах приподнятых восточных бортов палеопрогибов. На территории Татарстана нередко фиксируются внутриформационные перерывы, приуроченные к участкам проявления внутриплитного магматизма. Мембранный эффект в палеозойской истории наиболее ярко проявился в среднем и начале позднего девона при миграции Восточно-Европейской плиты из южного в северное полушарие и пересечении экватора. Интенсивные напряжения растяжения в это время проявились в формировании девонских грабенообразных прогибов (на территории Республики Татарстан и Самарской области), а также в виде излияния базальтов и накопления вулканогенно-осадочных пачек (на территории Воронежской антеклизы, Саратовской и Самарской областей, Республики Татарстан). С такими зонами генетически связаны геологические перерывы 4-го типа.

Несмотря на относительно небольшую продолжительность, они характеризуются специфической резко выраженной подстилающей структурой. Так, в зоне Мамадышского разлома в Татарстане среди кыновских отложений выявлена эффузивная толща, перекрытая корой выветривания. Кыновские отложения залегают на различных породах пашийского горизонта, а также могут полностью или частично срезать породы муллинского и арадатовского возраста.

Пятый тип. Региональные и локальные перерывы, как с линейным, так и площадным характером распространения (эрозионно-тектоногенные). Нередко области их распространения отличаются причудливо ветвящейся морфологией. Формирование таких перерывов обычно контролируется палеогеоморфологическими факторами, такими как древняя речная сеть, наличие значительных уклонов, как в субаэральных, так и в аквальных обстановках. Линейная или площадная эрозия (аллювиальная, бороздинная, денудация «выпахивания») создавали специфические структуры в

подстилающих и перекрывающих отложениях. Поверхность перерыва рассматриваемого типа обычно относительно строго стратифицирована (в основании радаевско-бобриковского разреза или верейско-мелекесской толщи), характеризуется в различной степени выраженным эрозионным рельефом. Для перекрывающих отложений типичны алевро-псаммитовые отложения, в различной степени обогащенные (вплоть до преобладания) псефитовым материалом.

Шестой тип. Локальные паузы-диаастемы (климатогенные или геоморфологически обусловленные). Для них характерна минимальная продолжительность по сравнению с другими типами, а также ярко выраженный локальный характер распространения. Происхождение локальных пауз-диаастем чаще всего связывают с нулевой или отрицательной седиментацией [2], объясняя эти процессы механическим размывом (волнения и течения) или химическим растворением. Изучение kernового материала из палеозойских разрезов рассматриваемого региона позволило расширить представления о генезисе локальных пауз диаастем.

Диаастемы в зависимости от соотношения со слоевыми единицами бывают меж- и внутрислоевыми. Первые выражены более четко, легко распознаются в керне, поскольку обычно разделяют слои с отличающимися структурами. Внутрислоевые паузы-диаастемы отличаются расплывчатыми очертаниями, нет четких структурных переходов, они завуалированы другими седиментационными признаками. Перерывы рассматриваемого типа в зависимости от механизма формирования предлагается разделять на три группы. А – *нулевая седиментация без перемещения осадочного вещества* из зоны перерыва. Такой механизм чаще всего реализуется в верхней части регрессивных циклов. Постепенное обмеление водоемов седиментации, предшествующее формированию перерыва, в первую очередь распознается в строении подстилающих отложений, в которых фиксируются пропластки угля, остатки углефицированной растительности, трещины усыхания. В генетическом отношении они связаны с пойменными фациями, зарастающими озерами или дельтовыми рукавами. Б – *нулевая седиментация в результате неотложения вещества*. Перерывы-диаастемы могут возникать не как следствие размыва более древнего слоя, а как результат неотложения новых порций осадков. При терригенной седиментации такие случаи обусловлены низкой степенью гидродинамической активности водной массы, которой не достаточно для

отрыва обломочных частиц от морского дна, а хватает лишь для того, чтобы осадочный материал, находящийся во взвеси, во время перерыва не мог перейти в осажденное состояние. Также неосаждение может реализовываться при пульсационном характере седиментации. При таких ситуациях происходит порционное поступление осадочного материала, периоды которого чередуются с паузами его привноса. Перерывы не отложения обычно характеризуются субгоризонтальными относительно ровными поверхностями, которые чаще всего не выдержаны по латерали. В карбонатных разрезах рассматриваемый тип пауз-диаستم уверенно распознается в керне благодаря тафономическим наблюдениям. В молодых породах, перекрывающих поверхность несогласия, фиксируется прижизненный тип захоронения макрофауны (брахиоподы, колонии табулят и др.). В – *отрицательная седиментация с перемещением (удалением-размыванием) вещества*. Такие диастемы обычно хорошо выражены, поверхности несогласия могут быть наклонены или приобретать карманообразный эрозионный характер. Подстилающие образования чаще всего оказываются в различной степени срезанными, что уверенно фиксируется, если в них были морфологически сложные разновидности текстур (косая, мульдообразная, флазерная и другие типы слоистости). Данный тип диаستم обычно приурочен к началу трансгрессивных циклов, которые характеризуют строение русловых фаций либо дельтовых рукавов. Строение структуры перекрывающих молодых отложений зависит от длительности перерыва в осадконакоплении. В случае его кратковременности, когда размыву подвергался слабо литифицированный алевро-пелитовый осадок, среди перекрывающих отложений фиксируются окатыши глин и аргиллитов с причудливыми очертаниями. Достаточно часто перемещение осадочного материала может быть обусловлено подводно-оползневыми процессами. Для этого необходимо наличие уклонов на дне водоемов седиментации, соскальзывая по которым оползневые тела эродировать слабо уплотненные осадки. Проявления этих процессов широко распространены в породах пашийского горизонта и колганской толщи в пределах рассматриваемой территории. В случае перемещения нелитифицированных или слабо литифицированных осадков перерывы в осадконакоплении развиваются сразу на двух участках: в местах отрыва происходит удаление материала и возникает временной интервал формирования перерыва, но его стратиграфический объем

очень невелик; на участках отложения перемещенного материала доказательства перерыва легко выявляются на основании специфических текстур (складки оползания, песчаные «колобки» и «роллы», мелкая гофрировка и др.) в перекрывающих отложениях. Г – *отрицательная седиментация с перемещением (удалением-вымыванием) вещества*. Этот тип пауз диаستم формируется на фоне конденсирования разрезов в результате одноразового, а порой циклического вымывания из них тонких фракций и компонентов. Длительность подобных перерывов может быть весьма существенной и проявляться на больших площадях. Тогда они приобретают статус региональных.

Заключение

Опыт геолого-разведочных работ на территории Волго-Уральской НГП показывает, что геологические перерывы в палеозойских разрезах нередко влияют на закономерности размещения месторождений нефти и газа. Такое влияние может быть непосредственным или косвенным, а также созидательным, способствующим формированию или сохранению залежей (структурный фактор, генезис коллекторов, изолирующие толщи), или деструктивным. В последнем случае самым распространенным явлением бывает разрушение или ненакопление потенциально продуктивных пластов, таких как четвертый пласт в воробьевском горизонте. Положительное влияние перерывов заключается в том, что к поверхностям размыва, эрозионным врезам, конусам выноса различного ранга и происхождения могут быть приурочены ловушки УВ, типа литологически и стратиграфически ограниченных резервуаров. Подобные продуктивные структуры, приуроченные к эрозионно-тектоническим останцам рифея, открыты на многих месторождениях в пределах Жигулевско-Пугачевского свода.

Таким образом, ранжирование перерывов, картирование областей их распространения и выявление причин происхождения будет способствовать повышению эффективности разведки и поисков залежей нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Апарин В. П. Горизонтальные перемещения и динамика формирования осадочного чехла Европейского материка в фанерозое / В. П. Апарин, И. И. Абрамовский, И. Н. Капустин // Внутриплитные явления в земной коре. – М. : Наука, 1988. – С. 38–56.
2. Вылцан И. А. Геологические перерывы, несогласия, их диагностика, соотношение и классификация /

И. А. Вылцан // Геология и геофизика. – 1989. – № 1. – С. 19–28.

3. Денцевич И. А. Роль эрозионных процессов в формировании грабенообразных прогибов / И. А. Денцевич, В. К. Баранов, В. А. Ощепков // Геология нефти и газа. – 1982. – № 2.

4. Кухтинов П. Д. О региональном предпермском стратиграфическом несогласии в разрезах прибортовых зон Прикаспийской впадины / П. Д. Кухтинов, Д. А. Кухтинов // Известия Саратовского ун-та. Новая сер. Науки о Земле. – 2012. – Т. 12, вып. 2. – С. 68–74.

5. Лисицын А. П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах / А. П. Лисицын. – М.: Наука, 1988. – 390 с.

6. Нефтегазоносность палеозойской шельфовой окраины севера Прикаспийской впадины / Б. М. Куандыков [и др.]. – Алматы, 2011. – 280 с.

7. Сиротин В. И. Классификация и геодинамическая интерпретация перерывов в осадконакоплении Воронежской антеклизы / В. И. Сиротин, А. И. Трегуб, В. М. Ненахов // Литология и полезные ископаемые. – 2000. – № 2. – С. 181–191.

8. Староверов В.. Особенности геодинамического развития юго-востока Восточно-Европейской платформы в палеозое в связи с нефтегазоносностью / А. И. Трегуб, В. М. Ненахов, В. В. Матвеев // Прикаспийская впадина: актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности. Труды ОНГК. Атырау, 2012. – Вып. 1. – С. 270–274.

9. Шкала геологического времени / У. Б. Харленд [и др.]. – М., 1985. – 140 с.

Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики

*В. Н. Староверов, доктор геолого-минералогических наук, профессор
staroverown@mail.ru*

Bottom and Volga research institute of Geology and Geophysics

*V. N. Staroverov, Doctor of Geologo-Mineralogical sciences, Professor
staroverown@mail.ru*