

**ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ
В COTE-D'IVOIRE**

Кпата Мак Эгни Ричмонд Элочж

Научный руководитель д.ф.-м.н. М.М. Немирович-Данченко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аннотация. Нами изучены многоканальные сейсмические данные, зарегистрированные в зоне между Ивуарийским (рифтовым) бассейном и краевым хребтом Кот-д'Ивуар – Гана (сформированным в разрезе мелового изменения). Гребень состоит из осадочных последовательностей, продолжающихся и в рифтовых отложениях Кот-д'Ивуара. Клиноформные структуры предполагают рифтовую седиментацию, происходящую из бразильского кратона, который был расположен на юге в течение мелового периода.

После рифтообразования южная миграция трансформного движения изолировала хребет от бразильского шельфа. В западной части хребта полугрabenы земной коры были образованы путем рифтинга седиментации, что свидетельствует о важном процессе уменьшения трансформации.

Провинция Гвинейского залива, определенная Геологической службой США (USGS), состоит из прибрежных и морских районов Кот-д'Ивуара, Ганы, Того и Бенина и западной части побережья Нигерии, от границы с Либерией на востоке к западному краю дельты Нигера. В провинцию входят Кот-д'Ивуар, Тано, Центральный, Салтпонд, Кета и Бенин и Дамомейский лиман. До 1968 года в районе было разведано мало разведанных месторождений углеводородов, и до оценки USGS было обнаружено только 33 месторождения нефти и газа малого и среднего размера. Большинство открытий до 1995 года были расположены на глубинах менее 500 м. С 1995 года было сделано только восемь новых морских открытий с четырьмя открытиями в глубоководной зоне провинции.

Хотя в Провинции Гвинейского залива существует всего пять общих нефтяных систем, только одна, Меловая композитная общая нефтяная система и ее оценочная единица, Прибрежная равнина, имели достаточные данные для проведения оценки. Провинция показывает два важных отличия по сравнению с пассивными береговыми бассейнами к югу от дельты Нигера: (1) влияние трансформационной тектоники и (2) отсутствие испарения и деформации соли. В провинции также отсутствуют долгоживущие большие дельтовые системы, которые обычно приводят к захоронению быстрых источников и обильным высококачественным гидрокарбонатным резервуарам.

Краевые гребни имеют общие черты трансформации сегментов полей, в частности, на пересечении с расходящимися краями. Согласно многим предыдущим исследованиям, были охарактеризованы три основные морфологические провинции в пределах поля трансформации (рис.1): (1) глубокий бассейн Кот-д'Ивуара (также называемый ивуарийский бассейн), мощный осадочный бассейн, опирающийся на постепенно утончающуюся континентальную кору; (2) краевой хребет Кот-д'Ивуар-Гана (в дальнейшем называемый краевым хребтом) – выпуклый и удлиненный гребень с азимутом простирания примерно 65°, который появляется как линейное расширение зоны разломов Романче и обозначает границу между Кот-д'Ивуаром (к северу) и океанической абиссальной равниной Гвинейского залива (на юге); и (3) ганский континентальный склон, к востоку от области исследования.

Тектоническая и осадочная история края трансформации Кот-д'Ивуара-Ганы можно суммировать в трех основных эпизодах после рифтинга экваториальной Атлантики.

Период рифтинга, происходящий во время раннего мела, когда в этом районе доминировало истончение коры, что привело к созданию ивуарийского бассейна. В течение этого периода осадочная единица А была осаждена в бассейне, включая площадь будущего краевого хребта.

Период пострифтогенеза, предположительно, длящийся от образования верхнего альбского яруса до сеноманского возраста, в течение которого скручивающая тектоника действовала вдоль краевого хребта. Этот период соответствует осадке единицы В, основание которой является типичным несогласием по разлому в Кот-д'Ивуаре;

Период после рифтогенеза и тектоники, от верхнего мела до настоящего времени, за это время поднятие поднялось вдоль краевого хребта и сопровождалось уменьшением осадкообразования. Этот период характеризуется единицами С-Е, которые заполняют бассейн и частично перекрывают северные склоны горных хребтов.

До сих пор детальные тектонические и осадочные структуры краевого хребта и его связь с Кот-д'Ивуаром были слабо изучены. В частности, гребень был интерпретирован как акустический фундамент на основе одноканальных сейсмических данных, и в пределах краевого хребта не было обнаружено несоответствия разломов.

В этой статье мы предоставляем новую информацию, основанную на 96-сейсмических данных, полученных во время MCS EQUASIS (1990). Данные MCS обеспечивают хорошие изображения поля преобразования и его связь с расходящимся бассейном и лучшее понимание бокового расширения, сейсмических характеристик.

Результаты. На переходе от котловины Кот-д'Ивуара до гребня краевого хребта лежит толстый, недеформированный клин отложений (ед. С-Е [3]). Он полностью покрывает северный фланг хребта. Под этой покрывкой залегают единицы А и В [3], образованные до рифтинга и после рифтинга соответственно, которые составляют базальные последовательности бассейна и гребня и являются непрерывными между двумя структурными областями. На глубине в блоке А появляются два разлома.

Провинция Гвинейского залива включает Берег Слоновой Кости, Тано, Салтпард, Центральный, Кета и Бенин и Дагомейский лиман в северо-западной части Гвинейского залива. Эти бассейны имеют общие

**СЕКЦИЯ 5. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ И ПОИСКОВ
И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

структурные и стратиграфические характеристики, поскольку они представляют собой модифицированные бассейны и содержат породы в возрасте от ордовика до голоцена; поэтому они были объединены в одну провинцию. Восточная граница – это провинция дельты Нигера, а западная граница – западноафриканская прибрежная провинция.

Гвинейский залив сформировался на кульминации поздней юры до раннемелового тектонизма, который характеризовался как блочным, так и трансформирующимся разломом, наложенным на обширный палеозойский бассейн во время распада африканских, североамериканских и южноамериканских палеоконтинентов.

Провинция Гвинейского залива структурно разделена тремя основными зонами разломов: (1) зона разлома Св. Павла вдоль северо-западной границы, (2) зона разлома Романче, которая отделяет побережье Кот-д'Ивуара и Центральной и Солевой бассейны от бассейна Кета и (3) зона цепной трещины вдоль восточной границы. Осадочные породы в бассейне Кот-д'Ивуара составляют более 6 000 м к северу от зоны разлома Романче, они действовали как плотина для транспорта и накопления осадков на юге.

Доказанные скопления углеводородов, связанные с ловушками, контролирующимися разломами, находятся в верхней части отложений до преобразования по всей провинции Гвинеи на мелководных и умеренных глубинах. Этот тип ловушки характеризует как поле Эспуар, так и поле Тано, и распространяется на континентальный склон. Ловушки также находятся вдоль зоны разлома Романче и в западной части бассейна Кот-д'Ивуара, включая глубоководное открытие Ваобаб 2001 года.

Антиклинальные ловушки, обнаруженные только по сейсмическим данным и еще не разрабатываемые, связаны с окончанием региональных зон разломов в двух областях: (1) морские части Дагомейского лимана и бассейн Кета и (2) западная прибрежная часть бассейна Кот-д'Ивуар. Доказанные накопления углеводородов, связанные с пострифтовыми антиклинальными ловушками, находятся в бассейне Тано и восточной части бассейна Кот-д'Ивуара в поле Белье.

Известны углеводородные скопления, связанные с каналом-эрозионными ловушками в отложениях после трансформирования провинции Гвинейского залива как в мелководных, так и в глубоководных районах. Этот тип ловушки характеризует поле Аджа самой западной Нигерии, где западный конец резервуара запечатан заполненным сланцем каналом. Сейсмические данные показывают, что канал-эрозионные ловушки обычно связаны с региональным олигоценным несогласием с Бенином на западе, в глубоководной части провинции.

В провинции Гвинейского залива существует не менее пяти общих нефтяных систем (total petroleum systems – TPS): (1) нижнепалеозойская TPS, состоящая из девонских исходных пород и девонских пород нижнего мела; (2) нижнемеловая TPS, состоящая из нижнемеловых озерных исходных пород и пород мелового пласта; (3) средняя альпийская наземная TPS, состоящая из подверженных воздействию газа исходных пород и альбских горных пород; (4) верхняя альпийская TPS, состоящая из морских трансгрессирующих битумных пород и альбских горных пород; и (5) сеноманско-гуронская TPS, состоящая из открытых морских нефтеносных исходных пород и от альбских до верхнемеловых приповерхностных пород. Три самые младшие системы были объединены в Меловую составную TPS, состоящую из альбских и гуронских морских и наземных пород и меловых горных пород. Для нижнепалеозойских TPS и нижнемеловой TPS доступна только ограниченная информация о разведке и добыче. Добыча нефти из нижнепалеозойской TPS ограничена полями Салтпонт и Ломе, тогда как углеводороды нижнемеловой TPS были идентифицированы только в песках верхнего мела и нефтепроводах у Кейп-Три-Пойнтс и в Дагомейском лимане.

Выводы. Краевой хребет Кот-д'Ивуар – Гана является результатом многоступенчатой эволюции, которая началась во время рифтинга глубокого ивуарийского бассейна. Анализ многоканальных сейсмических данных, недавно записанных на границе Кот-д'Ивуара – Ганы, позволяет нам предложить следующую тектоническую и осадочную историю:

1. В раннемеловое время хребет, вероятно, был частью нерастянутой коры бразильского шельфа, которая затем подвергалась осадочной проградации в северном направлении. Затем будущий гребень был изолирован от истонченной коры африканского континента вытянутым бассейном. Он интерпретируется как трансформированная долина, заполненная на востоке обломочными породами, накапливающимися с севера.

2. До конца рифтинга тектоническая активность прекратилась на северной стороне хребта. Это означает переход на юг трансформирующей активности и последующее отделение краевого гребня от бразильского кратона. Сдвиг тектонической активности на юг частично был обусловлен вытянутым растяжением в краевом хребте с локальным наклоном блоков и последующим увеличением опускания к западу. Кроме того, поскольку осадки, заполняющие часть грабенов вдоль западного конца хребта, были осажены на мелкой глубине, предполагаемое оседание этой части хребта было после наклона блока.

3. В то время как западная часть краевого хребта испытывала расширение, граница континентального преобразования была повернута к востоку. Поднятие осадочного наполнения трансформированной долины, как и обратные разломы и связанные с ней кулисообразные складки в соседнем ивуарийском бассейне, вероятно, связаны с изменением от растяжения к сжатию.

Литература

1. Arens G, Delteil JR, Valery P, Damotte B, Montadert C, and Patriat P. The continental margin of the Ivory Coast and Ghana // HM Stationery Office, London Institute of Geological Sciences, 1970. – С. 61–78.
2. Barton P. J., Owen T. R. E., White R. S. The deep structure of the east Oman continental margin: preliminary results and interpretation // Tectonophysics. – 1990. – Т. 173. – № 1-4. – С. 319–331.
3. Basile C. Analyse structurale et modélisation analogique d'une marge transformante: l'exemple de la marge de Côte d'Ivoire-Ghana. – Ghana. Rennes, France: Me moires ET Documents CAESS 39. – 1990. – 220 pp.