

Е. С. Милей¹, С. Р. Бембель^{2*}

¹ООО «НТЦ НИС-Нафtagас», г. Нови-Сад, Республика Сербия

²Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

*e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена комплексному анализу геологического строения сложнопостроенной залежи нефти, расположенной в юго-восточной части Паннонского бассейна. В основе представлений о формировании ловушек углеводородов лежит связь с глубинными процессами нефтегазообразования и механизмами, сопровождающимися образованием трещин, разломов, локальных положительных структур в интервале от фундамента до верхней части осадочного чехла. Показано значение глубинных разломов в фундаменте при формировании структур осадочного чехла. Результатом таких процессов является широкий диапазон нефтегазоносности открытых залежей и месторождений Паннонского бассейна.

При изучении специфики тектонических движений и особенностей гравиационных отложений (конглобрекций) разработан тектоно-седиментационный подход, который позволяет снизить ряд методологических сложностей при создании геологических моделей и концепций. Даны рекомендации по доизучению смежных структур в целях обнаружения залежей углеводородов на склонах при выступах кристаллического фундамента. Характерными чертами геологического строения являются локальные размеры выявленных залежей нефти и газа, малоразмерные очаги повышенной продуктивности и улучшенных фильтрационно-емкостных свойств пластов-коллекторов. Подобные особенности неравномерного распределения участков различной продуктивности оказывают значительное влияние на успешность поиска и разведки, эффективность вовлечения и разработку залежей нефти и газа.

Ключевые слова: сложнопостроенные залежи; конглобрекции; глубинные разломы; зоны дезинтеграции пород; правосторонний горизонтальный сдвиг; ротационные элементы; трещины скола; серпентизированные сланцы; детритовые известняки

**Tectonic-structural analysis of deposits in sediments of contact between
sedimentary cover and basement**

Evgeniia S. Milei¹, Sergey R. Bembel^{2*}

¹STC NIS-Naftagas LLC, Novi Sad, Serbia

²Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

*e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Abstract. The article is devoted to a comprehensive analysis of the geological structure of a complex oil reservoir located in the southeastern part of the Pannonian basin. The concept of the hydrocarbon traps formation is based on the connection with the deep processes of oil and gas formation and phenomena, which lead to the formation of cracks, faults, local positive structures in the interval from the foundation to the upper part of the sedimentary cover. The article shows the significance of deep faults in the basement during the formation of sedimentary cover structures. These processes result in a wide range of oil and gas potential of the Pannonian basin deposits.

In studying the specifics of tectonic movements and the features of gravitational deposits (conglobreccia), a tectono-sedimentary approach has been developed that can reduce a number of methodological difficulties in creating geological models and concepts. Recommendations are given on the additional study of adjacent structures in order to detect hydrocarbon deposits on the slopes with protrusions of the crystalline basement. Characteristic features of the geological structure are the local volume of the identified oil and gas deposits, small foci of increased productivity and improved filtration properties of reservoirs. Such features of the uneven distribution of sites of different productivity have a significant impact on the success of prospecting and exploration, the effectiveness of development of oil and gas deposits.

Key words: complex deposits; conglobreccias; deep faults; rock disintegration zones; right-side horizontal shear; rotational elements; cleft cracks; serpentized schists; detrital limestones

Введение

С конца XX — начала XXI века при решении вопроса о расширении ресурсной базы нефтегазовые компании устремили свое внимание на изучение «глубоких» отложений, к которым относят баженовскую и ачимовскую свиты, доюрский комплекс, породы фундамента. В силу того, что традиционно используемые законы и принципы при анализе и моделировании геологических процессов не работают так же, как в «традиционных» отложениях, часто эти залежи считаются сложнопостроенными, требуются специальные методики для построения гипотез и изучения свойств пород-коллекторов. Проблема необходимости пересмотра фундаментальных представлений о формировании ловушек углеводородов (УВ) поднимается с середины прошлого века. Выдающимся российским ученым П. Н. Кропоткиным был обоснован ряд практически важных соображений о процессах и закономерностях нефтегазонакоплений, в том числе о связи месторождений нефти и газа с глубинными разломами и флексурно-сбросовыми разломами фундамента [1]. Структурные особенности строения залежей являются ключом к пониманию палеогеологических и палеотектонических процессов, повлиявших на геологические образования и ассоциируемых с залежами УВ.

Новые результаты глубинных сейсмических исследований подтвердили роль структур земной коры и верхов мантии в контроле пространственного размещения нефтегазовых месторождений [2, 3]. При изучении морфологии структур необходимо понимать, каким образом были сформированы структурные элементы, поскольку эти знания помогают локализовать перспективные районы для поиска и разведки УВ. Ю. И. Пиковский в своей работе утверждает, что приуроченность скоплений нефти и газа к крупным активизированным тектоническим структурам глубинного заложения следует исходя из глубинной концепции нефтегазообразования, которая дает для поисковой практики четкие ориентиры [4].

По нашему мнению, механизм реализации активных геодинамических проявлений и воздействий является фрактальным, как и большинство характерных свойств природных геологических объектов [5]. Следствием такого механизма, сопровождающегося образованием трещин, разломов, локальных положительных структур в интервале от фундамента до верхней части осадочного чехла, является широкий диапазон нефтегазоносности большинства известных регионов с открытыми залежами и месторождениями углеводородного сырья (УВС). Кроме того, к характерной черте проявления подобного фрактального механизма следует отнести локальные размеры выявленных залежей нефти и газа, малоразмерные очаги повышенной продуктивности и улучшенных фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пластов-коллекторов. Подобные особенности неравномерного распределения участков различной продуктивности, подтвержденные на большинстве месторождений УВС как Западной Сибири [5], так и всего мира, оказывают значительное влияние на успешность поиска и разведки, эффективность вовлечения и разработку залежей нефти и газа [1, 3, 5].

Опыт разработки малоразмерных залежей нефти и газа в базальных отложениях Паннонского бассейна на территории Республики Сербии свидетельствует в пользу локализации залежей нефти и газа в приразломных зонах вблизи выступов блоков палеозойского фундамента [6]. Геолого-разведочные работы здесь начаты около 150 лет тому назад. Открыто несколько десятков небольших месторождений, разработка которых ведется начиная с 1940-х годов XX века. Поперечные размеры выявленных залежей составляют от нескольких десятков и первых сотен метров до 1–1,5 км, редко достигая 4–5 км. Месторождения многопластовые, в пределах отдельных месторождений выявлено до 30–40 и более продуктивных пластов, этаж нефтегазоносности — от первых сотен метров до 4 км.

Объект и методы исследования

Фактическими материалами для данной статьи послужили результаты анализа сложнопостроенной залежи в интервале контакта фундамента и осадочного чехла южной части Паннонского бассейна и прилегающих территорий, расположенных на территории Республики Сербии (северная территория, именуемая Северный Банат).

С точки зрения геотектоники территория Сербии является частью альпийской складчатости или альпийского орогена южной Европы [7]. Именно в этой части альпийский ороген демонстрирует типичное развитие, основанное на принципе двусторонней дивергентной классификации: северная ветвь Альп представлена в Карпатско-Балканской части Восточной Сербии; Западная Сербия вписывается в Динарские Альпы и занимает пространство с наиболее характерными представителями внутренних зон южной ветви орогена. Между этими ветвями находится межгорный массив, недавно названный сербско-македонским или македонским [8]. По А. Грубичу и И. Антониевичу эти территории имеют гибридные структуры (разломы и складки), что приводит к очень сложному геологическому строению толщ — большому количеству структурно-фациальных зон, разделенных продольными дислокациями [9].

Ю. М. Пуцаровский относит Паннонскую межгорную впадину к первой группе структур — позднегеосинклинальных. Впадины этого типа развивались на жестких внутренних (срединных) массивах и отличаются наиболее крупными размерами [10].

Объектом нашего исследования являются залежи нефти и газа, которые расположены на глубинах –2 200–2 300 м (а.о.) в терригенных отложениях среднемиоценового возраста [11], залегающих непосредственно на отложениях коры выветривания и породах метаморфизованного фундамента, и залежи газа непосредственно в породах фундамента на глубинах –2 300–2 380 м (а.о.). При описании подобных отложений в венгерской части Паннонского бассейна отмечается эрозионный контакт по всему

бассейну — перерыв в осадконакоплении между средним и верхним миоценом [12]. Данная особенность присуща для описываемых отложений рассматриваемого Северного Баната, которая выражается в локальных зонах отсутствия пород-покрышек.

В процессе всестороннего изучения базальных отложений применялся комплексный анализ на основе классических подходов, таких как линеаментный анализ [13], седиментологический анализ керна, тектоно-структурный подход, а также разработан авторский тектоно-седиментационный подход, применимый к залежам со сложной структурой.

Суть тектоно-седиментационного подхода заключается в определенном последовательном анализе скважинных, геофизических и керновых данных с поиском причинно-следственных связей тектонических и седиментационных процессов и поэтапном формировании представлений о механизмах формирования отложений и залежей УВ. Подобный интегрированный подход позволит сократить число методологических сложностей построения локальных геологических моделей, в ряду которых отмечается низкий уровень комплексирования различных направлений наук о Земле [14].

Экспериментальная часть

Обратившись к региональным данным, необходимо отметить наличие глобальной сдвиговой зоны вблизи сформированных локальных выступов фундамента. Горизонтальный правосторонний сдвиг зафиксирован на сейсмогеологических материалах. Д. Радивоевич с коллегами [15] при исследовании локальной структуры Чока обращает внимание на присутствие регионального правостороннего горизонтального движения блоков фундамента на территории Северного Баната и наличие пояса дислокации («Trans-Banat-Bačka Dislocation belt»).

Последствия активной сдвиговой тектоники проявлены в локальном масштабе и на изучаемом нами участке. В процессе сейсмогеологической интерпретации района разведочных скважин выявлены множественные тектонические нарушения, которые отражены и в одномерном масштабе скважин — в керне (рис. 1).



Рис. 1. Фотографии керна разведочных скважин в интервале метаморфизованных пород фундамента, глубина залегания –2 300–2 350 м

Трещины, обнаруженные на керновом материале, являются трещинами сколов, они характерны для сдвиговых деформаций, что доказывает сдвиговую природу тектонических нарушений. Как показано в исследовании [16], трещины скалывания представлены правильными геометрическими плоскостями с ровными сгла-

женными стенками. В редких случаях в местах переслаивания пород с различной плотностью могут развиваться дуговидные трещины с первичной кривизной.

При пространственном анализе структурно-морфологических особенностей отражающего горизонта (ОГ), ассоциируемого с кровлей метаморфизованных пород фундамента, на участке обнаружено определенное расположение локальных положительных структур, характеризующихся взаимно перпендикулярным простиранием (рис. 2).

Приведенная карта по ОГ, приуроченному к кровле фундамента, отражает его рельеф, характеризующийся локальными положительными структурами размером до 1 км в юго-западной части исследуемого участка. В авторском варианте интерпретации разломов выделены два основных азимутальных направления тектонических деформаций — северо-восточное и юго-западное. Первое направление соосно с региональным направлением горизонтального сдвига, отделяющего рассматриваемые положительные структуры от депрессии на севере участка. Второе, юго-западное азимутальное направление тектонических нарушений мы связываем с ротационной компонентой, присутствующей при горизонтальном сдвиге.

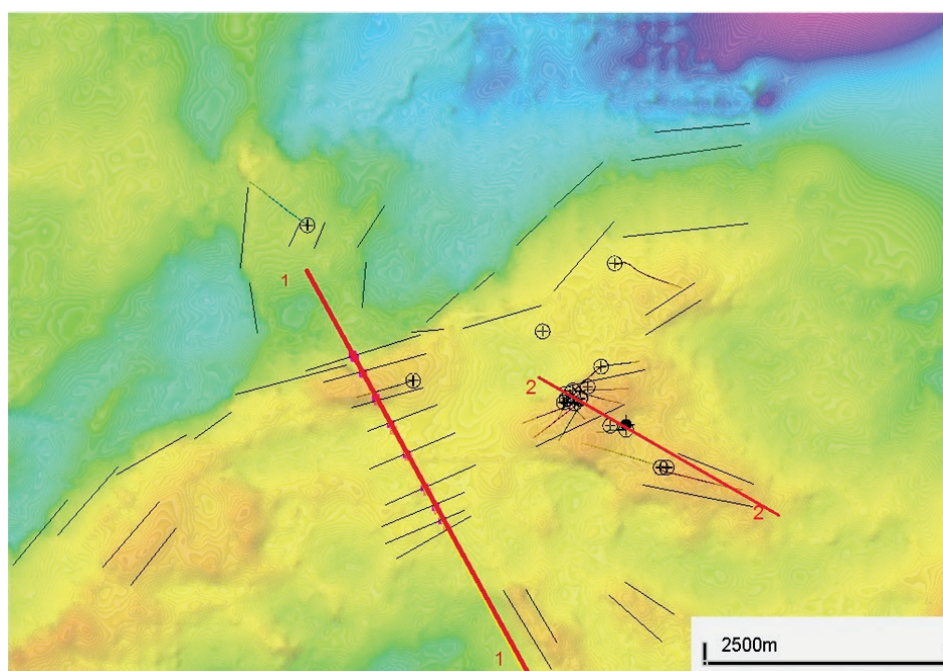


Рис. 2. Карта изохрон по ОГ по подошве донеогенного основания (условной кровле фундамента) с указанием положения пробуренных скважин, интерпретацией положения глубинных разломов.

Красным цветом показаны положения временных разрезов, приведенных далее

Возвращаясь к описываемой структуре, проанализируем материалы 3D-сейсморазведки. На временном разрезе по линии 1–1 (рис. 3) представлен локальный выступ фундамента, имеющий северо-восточный азимут простирания структуры.

Временной разрез характеризуется наличием многочисленных нарушений, проявляющихся в пропадании четких осей синфазности ОГ, ослаблением их амплитуды. Можно утверждать, что зона контакта пород фундамента и осадочного

чехла интенсивно деформирована глубинными разломами, что, вероятно, обеспечило поступление УВ в гипсометрически приподнятую область пород фундамента.

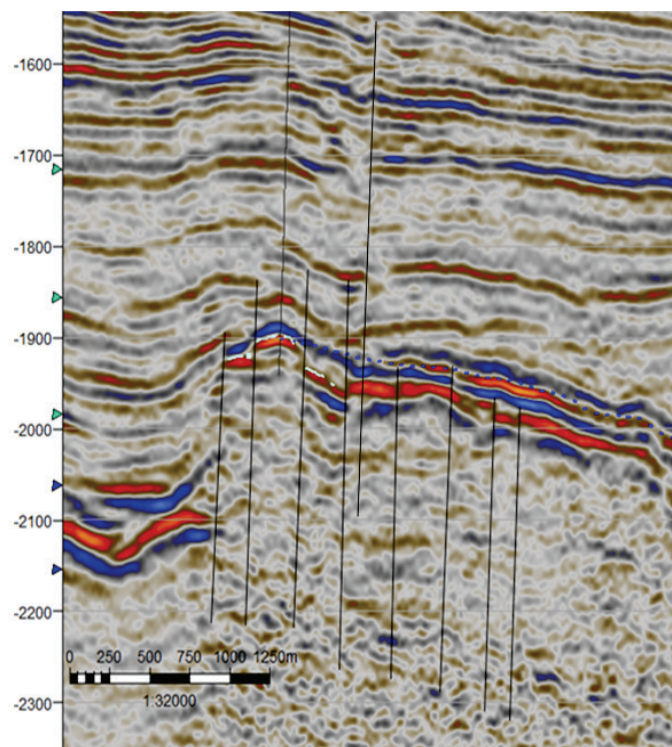


Рис. 3. Временной сейсмический разрез по линии 1–1' по амплитудному 3D-сейсмическому кубу через положительную структуру по фундаменту (интерпретация разломов (черные линии))

Структуры второго типа, юго-западного азимутального направления, по нашему мнению, образованы в результате сложной комбинации локального вертикального движения по глубинному разлому и ротационного движения.

А. И. Суворов в работе [17], описывая механизм горизонтального сдвига, объясняет механизм разворота систем трещин в зонах, ближайших к району сдвига. При конседиментационном развитии присдвиговые складки, а также участки пригибания или поднятий мигрируют в направлении движения и нередко дугообразно изгибаются, а системы трещин с их магматическим выполнением поворачиваются по часовой или против часовой стрелки. Этим можно объяснить разворот блоков фундамента, который привел к образованию второй группы азимутального простирания структур.

Южная структура имеет менее выраженную амплитуду вздымания пород фундамента, что гипотетически может быть объяснено разрушением части пород в процессе разворота структуры. Эти данные подтверждают сформулированный многими исследователями вывод о том, что литосфера (тектоносфера) — гидросфера — атмосфера представляют собой единую нелинейную систему, движение которой определяется вращательными движениями планеты [18, 19].

Округлая геометрическая форма основных элементов Паннонского бассейна на тектонической карте Европы, а также наличие отдельных импактных структур на площади бассейна приводит к мысли о вихревых и ротационных процессах в земной коре, о которых описано в работе А. В. Викулина [18].

На временном сейсмическом разрезе (рис. 4) северо-западная часть залежи, вскрытая разведочной скважиной, характеризуется слабой амплитудой ОГ по кровле фундамента и кровле базальных отложений. Характер амплитуд, куполообразная форма ОГ позволяют выделить так называемые субвертикальные зоны деструкции (СЗД) горных пород [5, 20], приуроченные к локальным выступам фундамента, которые являются одним из ярких проявлений геодинамической и тектонической активности земной коры. К характерным свойствам геологической среды в районе зон деструкции относятся участки повышенной трещиноватости, наличие разрывных нарушений [20], которым соответствует характерная волновая картина на сейсмических временных разрезах.

В левой части приведенного временного разреза (см. рис. 4) над ОГ, приуроченным к кровле фундамента в районе локального выступа и выделенного участка СЗД, прослеживается разрывное нарушение от фундамента, проникающее в выше-лежащие интервалы геологического разреза. В данном случае наличие сквозного разрывного нарушения вследствие проявлений субвертикальных движений может быть причиной разрушения ловушки УВ. Кроме этого, в районе участка зоны деструкции (см. рис. 4) наблюдается отсутствие покрывающих пород, ассоциируемых с ОГ по положительной оси синфазности, выделенной зеленым цветом, что может быть связано также и с отсутствием потенциально продуктивных осадочных толщ в нижней части чехла.

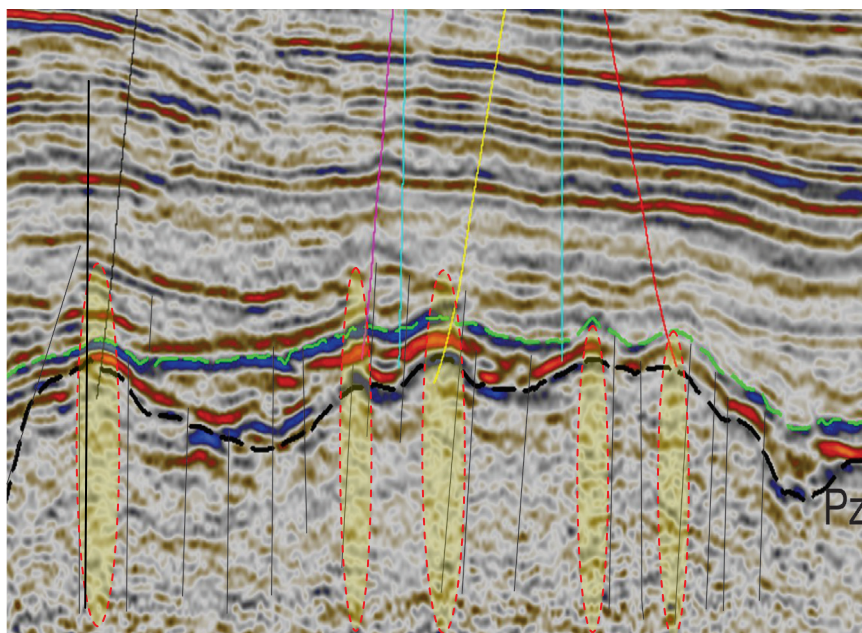


Рис. 4. Временной сейсмический разрез по линии 2-2' по амплитудному 3D-сейсмическому кубу в северо-западном направлении с указанием ОГ по кровле пород фундамента (Pz). Желтым цветом выделены предполагаемые участки СЗД

В центральной части приведенного временного разреза (см. рис. 4) выделены еще четыре участка зон деструкции. Наиболее перспективными являются два участка в самом центре профиля, в пределах которых над ОГ, связанным с кровлей фундамента, прослежены высокоамплитудные отражения. Можно прогнозировать наличие локальных ловушек вблизи выраженных локальных выступов фундамента.

та, наиболее вероятно заполненных разрушенными и различно метаморфизованными продуктами горных пород. Седиментологический аспект механизма формирования терригенных отложений, заполняющих локальные склоны и депрессии на исследуемой территории, был описан в работе [21].

Механизм формирования подобных залежей на примере анализа проведенных геолого-разведочных работ и материалов геолого-промысловых исследований площадей и месторождений Западной Сибири был рассмотрен в работе [5].

Выполненный анализ материалов сейсмических 3D-исследований на уровне интерпретации временных разрезов, прослеживания разрывных нарушений, изменчивости направлений простирания выявленных тектонических элементов и структур в дальнейшем был дополнен материалами описания и исследования керна.

Результаты

По результатам бурения в одной из разведочных скважин было вскрыто 20 см переотложенных трещиноватых пород (рис. 5 а). При этом было установлено, что контакт осадочного чехла с фундаментом представлен только брекчиями, по всей вероятности, являющимися продуктами «переотложения» пролювиального конуса выноса (по аналогии с основной залежью).

Конглобрекчии, вскрытые скважиной на глубине 2 588 м, представлены окатанными и неокатанными несортированными обломками серпентизированного сланца, по границе обломка отмечается заполнение остроугольными обломками размером 2–4 см, ориентированными вдоль трещины. Цемент карбонатный. Отмечаются признаки миграции нефти — коричневые пятна по цементу и обломкам с запахом УВ.

Вышележащие и нижележащие породы в этом интервале керна — измененные метаморфизованные породы фундамента, нарушенные диагональными трещинами. По керну скважины зафиксировано распространение трещиноватости в вышележащие карбонатные породы — детритовые известняки (рис. 5 б).

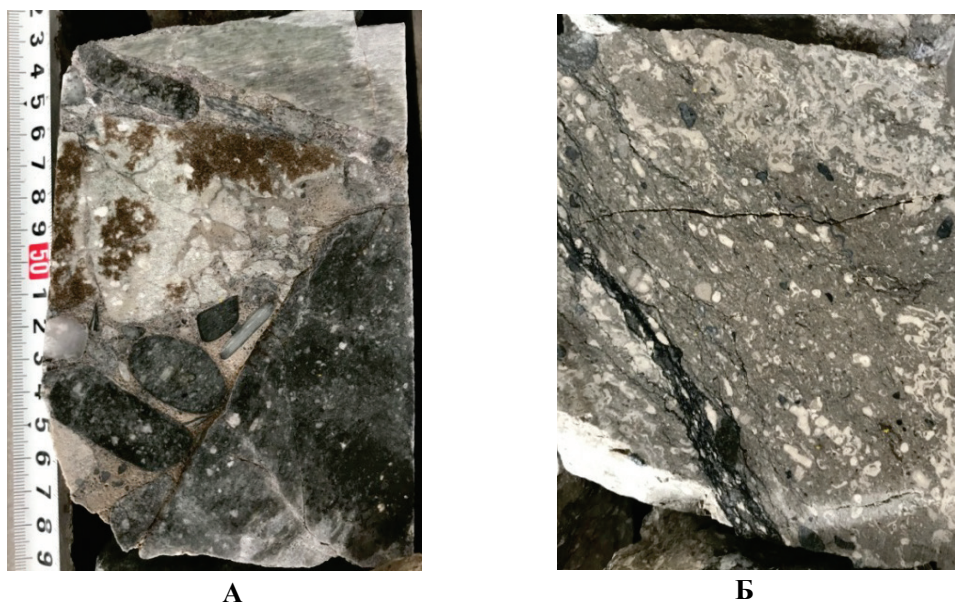


Рис. 5. Фрагмент керна на контакте осадочного чехла и фундамента (А) и фрагмент керна из интервала покрывающих детритовых известняков с трещинами, частично заполненными хорошо окатанными гравелитами (Б)

В трещинах расположены окатанные гравелиты, подобные по составу с породами фундамента. Выше по разрезу скважины залегают детритовые известняки с органо-обломочной структурой [11] и уменьшением признаков трещиноватости. Четкие границы и расположение обломков детритового известняка размером до 20 см под углом 30–40° позволяют судить о продолжении эрозионных процессов и влиянии тектонических процессов. Отсутствие пород, покрывающих конглобрекции, являющихся коллекторами в основной залежи, обеспечило миграцию УВ в вышележащие слои.

Гипотеза о разрушении залежи, выдвинутая на этапе анализа и интерпретации материалов 3D-сейсморазведочных исследований, подтверждается скважинными данными. Наличие ротационной компоненты при формировании разбуренной «пустой» структуры согласуется со структурно-текстурными особенностями керна.

Рекомендации по доразведке и доизучению площади исследований

Опыт бурения скважины на участке субвертикальной зоны деструкции в пределах изучаемой территории подтверждает, что для поисково-разведочных работ требуется дифференциация систем тектонических нарушений и адресного выбора поисковых критериев для исследуемых залежей. В связи с этим мы проанализировали геолого-геофизический материал на площади, объединяющей изученную область с прилегающими территориями, и соседние локальные структуры по аналогичному принципу — выделение положительных структур с близким азимутом простирания.

Наиболее близкие области геодинамической активности, в которых могли накапливаться изученные базальные отложения, выделены черным пунктиром на карте изохрон по отражающему горизонту по кровле фундамента (временной домен) на рисунке 6.

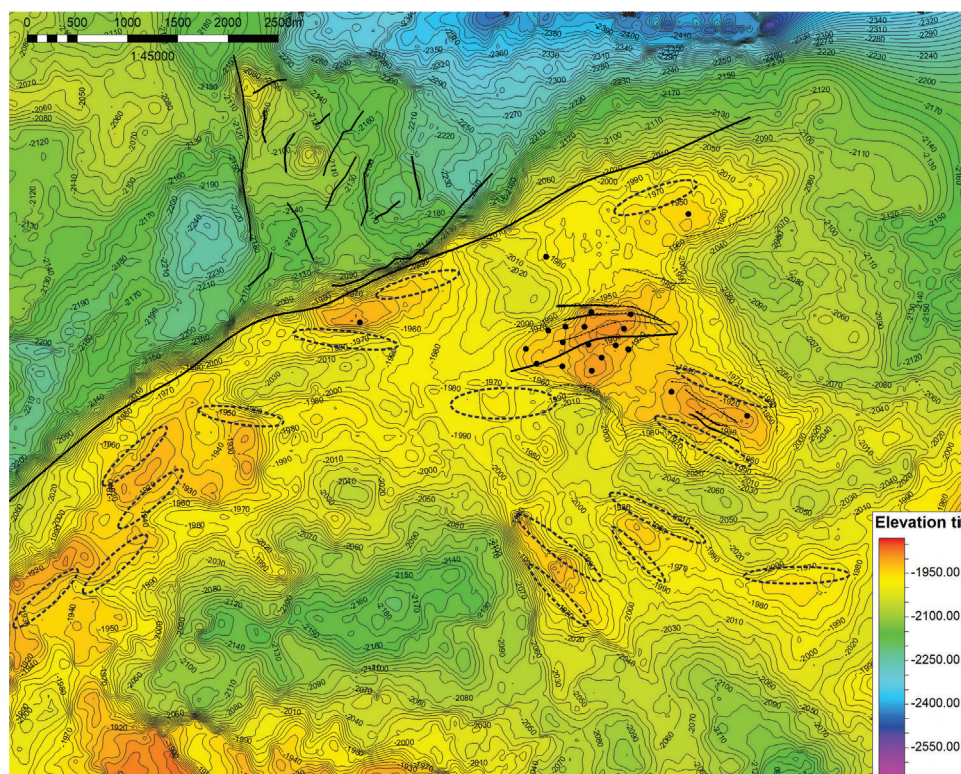


Рис. 6. Карта изохрон по ОГ по кровле фундамента и перспективные участки, связанные с возможным распространением базальных отложений

Исходя из выполненного комплексного анализа, предполагается, что перспективные области — это склоновые участки, сопряженные с локальными выступами фундамента. Указанные зоны, сопряженные с локальными выступами фундамента, теоретически и наиболее вероятно могут быть связаны со скоплениями эндогенных брекчий и конглобрекчий — пород, образованных в результате деформационных процессов, происходящих на отдельных участках приповерхностной (гипабиссальной) зоны земной коры в связи со спорадическим воздействием на геологическую среду локальных динамических напряжений и их последующей разрядкой.

Склоновые части рельефа между участками зон деструкции и отрицательных структур являются наиболее благоприятными областями формирования залежей. Склоновые части наиболее вероятно обеспечены осадочным материалом в результате разрушения положительных структур и локальных выступов фундамента при геодинамической активизации этих участков.

Прогноз наиболее вероятных зон скопления УВ основан на предпосылках вертикальной миграции глубинных флюидов [3, 22] — это ближайшие к субвертикальным зонам деструкции участки, приуроченные к локальным склоновым частям поднятий, — участки сноса разрушенного материала и осадконакопления.

Выводы

На основании изученных данных по Паннонскому бассейну установлено, что залежи нефти и газа расположены в непосредственной близости к сдвиговым зонам, разломным зонам. Корректная интерпретация положения глубинных структур и разрывных нарушений обеспечивает шансы на успех в открытии залежей УВ и повышение эффективности выполняемых геолого-разведочных работ.

Распознавание зон геодинамической активности по геофизическим данным, их интерпретация в соответствии с данными керна являются важным направлением в поиске новых потенциальных ловушек УВ. Склоны, расположенные между локальными поднятиями фундамента и отрицательными структурами, наиболее вероятно обеспечены осадочным материалом вблизи участков субвертикальных зон деструкции, с высокой вероятностью насыщения пород-коллекторов флюидом, поэтому являются перспективными на нефть и газ при наличии пород-покрышек.

Понимание структурно-кинематических рисунков на геологических картах исследуемых горизонтов и фундамента является основой при разработке концептуальных геологических моделей.

Библиографический список

1. Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения академика П. Н. Кропоткина) / Отв. ред. А. Н. Дмитриевский, Б. М. Валяев. — М.: ГЕОС, 2012. — 516 с.
2. Булин Н. К., Егоркин А. В. Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям. — М.: ЦентрГЕОН, 2000. — 192 с.
3. Глобальные и региональные закономерности формирования и распространения ресурсов и скоплений углеводородов и механизмы процессов нефтегазонакопления [Электронный ресурс] / Б. М. Валяев [и др.] // Георесурсы. Геоэнергетика. Геополитика. — 2012. — Вып. 2(6). — Режим доступа: http://oilgasjournal.ru/vol_6/valyaev.html.
4. Пиковский Ю. И. Проблема нефтегазообразования: выход из тупика? (дискуссии о происхождении нефти и природного газа) // Генезис углеводородных флюидов и месторождений: сб. ст. / Отв. ред. А. Н. Дмитриевский, Б. М. Валяев. — М.: ГЕОС, 2006. — С. 38–55.
5. Бембель С. Р. Геология и картирование особенностей строения месторождений нефти и газа Западной Сибири: моногр. — Тюмень: ТИУ, 2016. — 215 с.
6. Kalinic V., Milei E., Al-Jeboore I. Case Study: Complex Marginal Oil Field Modeling - Fast Transition from Exploration to Development // SPE Europec featured at 81st EAGE Conference and Exhibition. — 2019. — Available at: <https://doi.org/10.2118/195498-MS>.

7. Копп М. Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы / Отв. ред. Ю. Г. Леонов. – М.: Наука, 2004. – 340 с. – (Труды Геологического института РАН; Вып. 552).
8. Ćirić B. M. Geologija Srbije, grada i razvoj Zemljine kore. – Beograd: Zavod zakartografiju GEOKARTA, 1996. – 273 p.
9. Marvić M. Geologija Jugoslavije. – Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-Geološki fakultet, 2001. – 214 p.
10. Пушаровский Ю. М. Краевые прогибы, их тектоническое строение и развитие. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. – 154 с. – (Труды Геологического института; Вып. 28).
11. Cvijić Predrag. Izveštaj o petrološkom ispitivanju jezgara. – Novi Sad: NIS NTC, 2016. – P. 7–40.
12. Toth-Makk A. Late Miocene sequence stratigraphy of the Pannonian basin fill (Kiskunhalas-Mélykút region, Hungary): how core, electric log and seismic data fit together? // *Geologica carpathica*. – 2007. – Vol. 58, Issue 4. – P. 353–366.
13. Кац Я. Г., Полетаев А. И., Румянцева Э. Ф. Основы линейной тектоники. – М.: Недра, 1986. – 144 с.
14. Волянская В. В. Методологические аспекты построения структурно-тектонических моделей разного иерархического уровня // *Нефтяное хозяйство*. – 2018. – № 5. – С. 14–17. DOI: 10.24887/0028-2448-2018-5-14-17
15. Radivojevic D., Rundic L., Knežević S. Geology of the Čoka structure in northern Banat (Central Paratethys, Serbia) // *Geologica carpathica*. – 2010. – Vol. 61, Issue 4. – P. 341–352. DOI: 10.2478/v10096-010-0020-5
16. Бурзунова Ю. П. Трещины горных пород вблизи разломов: особенности применения структурно-парагенетического анализа // *Геодинамика и тектонофизика*. – 2017. – Т. 8, № 3. – С. 673–693. DOI: 10.5800/GT-2017-8-3-0312
17. Суворов А. И. Структурный фактор в диагностике и оценке амплитуд крупных литосферных перемещений // *Проблемы геодинамики литосферы: сб. ст.* – М.: Наука, 1999. – С. 110–124.
18. Викулин А. В. Тектоника плит и вращение Земли // *Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: материалы докл. Четвертой Всеросс. тектонофизической конф.* – М.: ИФЗ РАН, 2016. – Т. 2. – С. 442–450.
19. Тверитинова Т. Ю., Викулин А. В. Геологические и геофизические признаки вихревых структур в геологической среде // *Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле*. – 2005. – № 5. – С. 59–77.
20. Бембель С. Р. О пространственных свойствах субвертикальных зон деструкции и характере распределения залежей углеводородов // *Нефтяное хозяйство*. – 2010. – № 4. – С. 38–41.
21. Милей Е. С., Жуковская Е. А., Стулов Л. Г. Модель седиментации базальных горизонтов терригенного комплекса среднего миоцена месторождения Иджош Север (Сербия) // *Геофизика*. – 2018. – № 4. – С. 67–74.
22. Муслимов Р. Х. Определяющая роль фундамента осадочных бассейнов в формировании, постоянной подпитке (возобновлении) месторождений углеводородов // *Нефтяное хозяйство*. – 2007. – № 3. – С. 24–29.

References

1. Dmitrievskiy, A. N., & Valyaev, B. M. (2012). Degazatsiya Zemli i genezis neftegazovykh mestorozhdeniy (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya akademika P. N. Kropotkina). Moscow, GEOS Publ., 516 p.
2. Bulin, N. K., & Egorkin, A. V. (2000). Regional'nyy prognoz neftegazonosnosti neдр po glubinnym seysmicheskim kriteriyam. Moscow, TsentrGEON Publ., 192 p. (In Russian).
3. Valyaev, B. M., Astafiev, D. A., Kouzin, A. M., Pavlenkova, N. I., Rodkin, M. V., Smirnova, M. N., & Yurkova, R. M. (2012). Global and regional unevenness of the formation and distribution of the resources and fields of the hydrocarbons and the mechanics of the processes of the oil and gas accumulations. Mineral resources. Geological power energy. Geopolitics, (2(6)). (In Russian). Available at: http://oilgasjournal.ru/vol_6/valyaev.html
4. Pikovskiy, Yu. I. (2006). Problema neftegazooobrazovaniya: vykhod iz tupika? (diskussii o proiskhozhdenii nefti i prirodnogo gaza). Genezis uglevodorodnykh flyuidov i mestorozhdeniy. Moscow, GEOS Publ., pp. 38-55. (In Russian).
5. Bembel, S. R. (2016). Geologiya i kartirovanie osobennostey stroeniya mestorozhdeniy nefti i gaza Zapadnoy Sibiri. Tyumen, Industrial University of Tyumen Publ., 215 p. (In Russian).

6. Kalinic, V., Milei, E., & Al-Jeboore, I. (2019). Case Study: Complex Marginal Oil Field Modeling - Fast Transition from Exploration to Development. SPE Europec featured at 81st EAGE Conference and Exhibition. (In English). Available at: <https://doi.org/10.2118/195498-MS>
7. Kopp, M. L. (2004). Horizontal components of recent movements in platform areas of the South-Eastern Europe. Moscow, Nauka Publ., 340 p.
8. Ćirić, B. M. (1996). Geologija Srbije, grada i razvoj Zemljine kore. Beograd, Zavod za kartografiju GEOKARTA, 273 p. (In Serbian).
9. Marvić, M. (2001). Geologija Jugoslavije, Beograd, Univerzitet u Beogradu Rudarsko-Geološki fakultet, 214 p. (In Serbian).
10. Pushcharovskiy, Yu. M. (1959). Kraevye progiby, ikh tektonicheskoe stroenie i razvitie. Moscow, Akademiya nauk SSSR Publ., 154 p. (In Russian).
11. Cvijić, Predrag. (2016). Izveštaj o petrološkom ispitivanju jezgara, NIS NTC, Novi Sad, Serbia, pp. 7-40. (In Serbian).
12. Toth-Makk, A. (2007). Late Miocene sequence stratigraphy of the Pannonian basin fill (Kiskunhalas-Mélykút region, Hungary): how core, electric log and seismic data fit together? Geologica carpathica, 58(4), pp. 353-366. (In English).
13. Kats, Ya. G., Poletaev, A. I., & Rumyantseva, E. F. (1986). Osnovy lineamentnoy tektoniki. Moscow, Nedra Publ., 144 p. (In Russian).
14. Volyanskaya, V. V. (2018). Methodological aspects of the different-level tectonic modeling. Oil Industry, (5), pp. 14-17 (In Russian). DOI: 10.24887/0028-2448-2018-5-14-17
15. Radivojevic, D., Rundic, L., & Knežević, S. (2010). Geology of the Čoka structure in northern Banat (Central Paratethys, Serbia). Geologica carpathica, 61(4), pp. 341-352. (In Serbian). DOI: 10.2478/v10096-010-0020-5
16. Burzunova, Yu. P. (2017). Rock fractures near faults: specific features of structural paragenetic analysis. Geodynamics & Tectonophysics, 8(3), pp. 673-693. (In Russian). DOI: 10.5800/GT-2017-8-3-0312
17. Suvorov, A. I. (1999). Structural factor in the diagnostics and estimation of amplitudes of major lithosphere movements. Problems of the Lithosphere Geodynamics. Moscow, Nauka Publ., pp. 110-124. (In Russian).
18. Vikulin, A. V. (2016) Tektonofizika i aktual'nye voprosy nauk o Zemle: materialy dokladov chetvertoy vserossiyskoy tektonofizicheskoy konferentsii. Tom 2. Moscow, IFZ RAN Publ., pp. 442-450. (In Russian).
19. Tveritinova, T. Ju, & Vikulin, A. V. (2005). Geological and geophysical signs of vortex structures in geological medium. Bulletin of Kamchatka Regional Association "Educational-Scientific Center". Earth Sciences, (5), pp. 59-77. (In Russian).
20. Bembel, S. R. (2010). On the issue of spatial properties of destruction subvertical zones and the structure of hydrocarbons deposits distribution. Oil Industry, (4), pp. 38-41. (In Russian).
21. Miley, E. S., Zhukovskaya, E. A., & Stulov, L. G. (2018). Sedimentation model for basal level of terrestrial complex, middle miocene, Idjosh Sever oilfield (Serbia). Russian Geophysics, (4), pp. 67-74. (In Russian).
22. Muslimov, R. Kh. (2007). Determinative role of sedimentary basin substructure in formation, a constant inflow (renewal) of hydrocarbons deposits. Oil Industry, (3), pp. 24-29. (In Russian).

Сведения об авторах

Милей Евгения Сергеевна, руководитель группы по геологии, ООО «НТЦ НИС-Нафtagас», г. Нови-Сад, Республика Сербия

Бембель Сергей Робертович, д. г.-м. н., профессор кафедры геологии месторождений нефти и газа, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, e-mail: bembel_gsr@mail.ru

Information about the authors

Evgeniia S. Milei, Reservoir Geology Team Leader, STC NIS-Naftagas LLC, Novi Sad, Serbia

Sergey R. Bembel, Doctor of Geology and Mineralogy, Professor at the Department of Geology of Oil and Gas Fields, Industrial University of Tyumen, e-mail: bembel_gsr@mail.ru