

// South-Russian Bulletin of Geology, Geography and Global Energy. – 2004. – № 3 (9). – P. 163–167.

19. *Khain V. E.* Tectonics of the Caspian sea froo / V. E. Khain, N. A. Bogdanov, V. I. Popkov, P. A. Chekhovich // 32<sup>nd</sup> international geological Congress. Scientific Sessions: abstracts (part 1). – Florance, 2004. – P. 143.

20. *Popkov V. I.* Geotectonics of the Black and Caspian Seas region / V. I. Popkov // Geology, Geography and Global Energy. – 2008. – № 1. – P. 14–25.

## **ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ГЕНЕРАЦИОННЫЙ УГЛЕВОДОРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАСПИЙСКОГО МОРЯ**

**А.О. Серебряков, профессор**  
**кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых;**  
**О.А. Серебрякова, аспирант**  
**кафедры геологии и геохимии горючих ископаемых**  
*Астраханский государственный университет,*  
*тел.: 8(8512) 44-0095; e-mail: geologi2007@yandex.ru*

Рецензент: Бакирова С.Ф.

Исследованы история геологического развития Каспийского моря, содержание органического вещества в его осадочных породах, перспективы генерации углеводородов в породах. Дан прогноз литологических особенностей геологического разреза.

History of geological development of the Caspian Sea, contents of organic matter in its sediments, prospects for the generation of hydrocarbons in the rocks, and prognosis of the lithological features of the geological section have been touched upon in the article.

*Ключевые слова:* Каспийское море, органическое вещество, история развития, фундамент, литология, геохимия.

*Key words:* the Caspian sea, organic matter, the history of development, basis, lithology, geochemistry.

Каспийское море в последние годы становится объектом интенсивных поисков, разведки и эксплуатации месторождений нефти и газа, в связи с чем оно явилось субъектом нерешенных многих международных проблем, в том числе разделения сфер влияния на подземные недра. В то же время геологическое строение Каспийского моря, в особенности его северной акватории, и условия формирования нефтегазовых месторождений недостаточно изучены, соответствующие материалы многих исследователей неоднозначны и противоречивы [2, 5–11].

Каспийское море представляет собой внутриконтинентальный реликт океана Восточный Паратетис, простиравшегося от Предкарпатья на западе до Урала на востоке и уходящего далеко на юг и север. Акватория современного Каспийского моря представляет собой гигантский гетерогенный субмеридиальный прогиб, наложенный на южную часть Прикаспийской впадины Русской докембрийской платформы, северную часть Карпинско-Бузачинскую зоны и южную часть Прикумско-Мангышлакскую зоны Скифско-Туранской эпигерцинской плиты, а также на Альпийский складчатый пояс. В соответствии с геотектоническим строением акватория разбивается на три геолого-геоморфологические части: Северо-Каспийскую (морские части Прикаспийской впадины и Карпинско-Бузачинскую зоны), Средне-Каспийскую (мор-

ские части Прикумско-Мангышлакской и Карабогазской зоны Скифско-Туранской плиты) и Южно-Каспийскую впадину.

В палеозойское время Каспий как часть палеоокеана представлял собой спокойный бассейн, в котором в додевонское и нижнедевонское времена накапливались среднеглубинные терригенные отложения. В середине палеозоя бассейн стал мелководным, в котором отлагались преимущественно сульфатно-карбонатные осадки. В конце палеозоя в различных частях Паратетиса начали развиваться разнонаправленные тектонические колебания, обусловившие формирование в одних частях океана мощных терригенных песчано-аргиллитовых осадков, в других – карбонатных и сульфатно-галогенных. В конце палеозоя бассейн становится более мелководным, обусловившим повсеместное ритмичное накопление терригенных песчано-глинистых осадков и солеродных галагенных и сульфатных пород в северо-восточных районах. Мощность палеозойских отложений в акватории достигает 8 км.

Мезозойские формации представлены терригенной триасовой и нижне-среднеюрской терригенными толщами, верхнеюрской песчано-глинистой и доломитовой толщами, нижнемеловой терригенной и верхнемеловой известняковой. Мощность мезозойских толщ достигает 3 км.

В конце неогена Паратетис распался на изолированные водоемы Каспия и Понта (периодически сообщавшиеся между собой), после чего Каспий развивался замкнутым водоемом с резкими колебаниями уровня. В эпоху крупных трансгрессий площадь Каспия увеличивалась в 2,5 раза по сравнению с современной, а уровень повышался почти на 80 м относительно современного. При этом максимальный подъем вод бассейна достигал уровня отметки +50 м. Во время регрессий уровень Каспия опускался до -50 м и ниже, т.е. размах колебаний уровня Каспия превышал 100 м [7].

Крупнейшая и самая продолжительная трансгрессия Каспийского моря отмечалась в середине-конце раннего плейстоцена. Его отложения широко развиты на всех побережьях, где слагают аккумулятивный чехол на высоких террасах в предгорье Кавказского побережья, в разной степени дислоцированы в тектонических прогибах Западной Туркмении, Северного Прикаспия и Азербайджана. Они представлены различными фациями – от грубых прибрежно-морских образований до тонких. Наличие бакинских отложений на севере междуречья Волги и Урала на отметках плюс 30 м и выше свидетельствует о высоком (> 40 м) уровне стояния вод [8]. Это отражает максимальное значение уровня Каспия.

Раннехазарское море – это крупный трансгрессивный среднеплейстоценовой бассейн, по размерам и положению уровня практически не уступавший бакинскому. Отложения трансгрессии широко развиты на всех побережьях моря, далеко проникая вглубь территории по впадинам и депрессиям рельефа. Наибольшую территорию раннехазарские осадки занимают в Северном Прикаспии, где они прослеживаются почти до предсыртового уступа на севере и восточных склонов Ергеней на западе. В позднехазарские (гирканское) время существовало море с низким (~ + 10 м) уровнем позднехазарской трансгрессии Каспия. Позднехазарская трансгрессия Каспия – это непродолжительное время существования небольшого солонатоводного бассейна, совпавшее с теплой климатической эпохой. Хвалынская трансгрессия – это четвертое и последнее крупное повышение уровня Каспия во второй половине позднего плейстоцена. Осадки трансгрессии залегают прямо с поверхности и слагают обширные пространства на каспийских побережьях. В макси-

мум трансгрессии уровень моря находился вблизи отметки плюс 50 м, а площадь бассейна составляла около 950 тыс. км<sup>2</sup>. Уровень Каспия продолжал повышаться. Море затопило весь Северный Прикаспий, а по эстуариям Волги и Урала проникало далеко на север [7]. В целом, колебания уровня Каспийского моря представляют сложную систему, усиливающие либо ослабляющие основную тенденцию развития водоема. Несколькими фазами происходила раннехвалынская трансгрессии и регрессии моря, что отразилось на формировании литологии и генерационном потенциале отложений (рис.).

Около 18–16 тыс. лет назад отмечалось низкое положение уровня, совпадающее со временем ательской регрессии Каспия. В дальнейшем произошел длительный (16,0–11,0 тыс. лет назад) и неравномерный по скорости и амплитуде подъем уровня бассейна в раннехвалынскую трансгрессию. В последующие 10 тыс. лет падение уровня бассейнов связано с енотаевской регрессией Каспия, уровень Каспийского моря был низким, развитие бассейна было автономным (рис.).

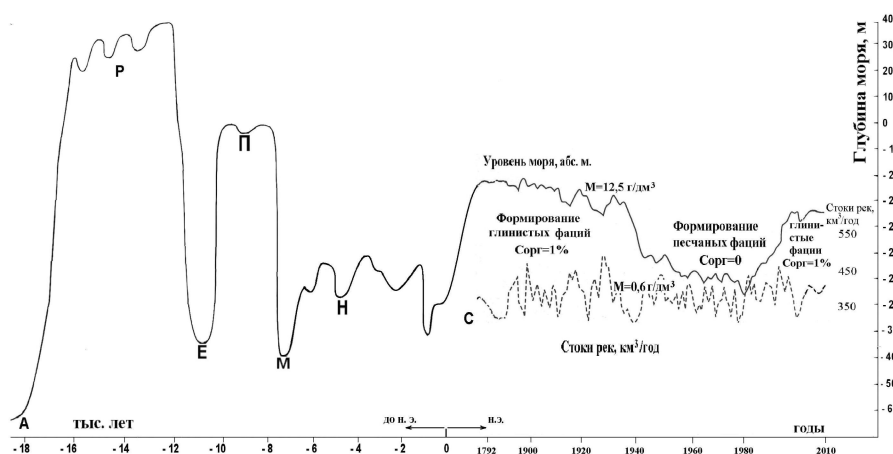


Рис. Колебания уровня Каспийского моря

А – ательская регрессия, Р – раннехвалынская трансгрессия, Е – енотаевская регрессия, П – позднехвалынская трансгрессия, М – мангышлакская регрессия, Н – новокаспийская трансгрессия, С – современная стадия

Материалы геологоразведочных и геофизических исследований подтверждают, что основные влияния на условия формирования месторождения УВ и распределение углеводородов по площади и разрезу региона оказала геоистория развития Каспия, в особенности в кайнозойское и новейшее время. Обобщение геологических геохимических материалов по всему Каспийскому региону, включающему Каспийское море, Прикаспийскую впадину на севере, Скифскую плиту на западе и Закаспий, позволяют объединить различные материалы для познания истории развития Каспийского моря, влиявшей на геологическое строение всех смежных регионов, на которых в последние десятилетия введены в разработку газовые и нефтяные месторождения – гиганты в верхне-среднекаменноугольных отложениях на северо-западе, юго-востоке и юго-западе Прикаспийского региона, эксплуатация которых позволяет поддерживать положительный баланс промышленного освоения углеводородного сырья. Однако за прошедшее десятилетия новые месторождения нефти и газа выявлены только в акватории Каспийского моря, в основном в мезозойских горизонтах. Наиболее привлекательными объектами

для расширения минерально-сырьевой базы являются глубинные породы ниже эксплуатируемых морских мезозойских залежей и горизонтов.

Новые результаты бурения первых сверхглубоких скважин в регионе позволяют выделить в разрезе шесть разнородных перспективных и нефтегазонасных литологических комплексов пород: «додевонский» (кристаллический), «терригенный девон» (девонско-нижнедевонскую), «переходный девон» (терригенно-карбонатный средний девон), «карбонатный этаж» (верхнедевонско-каменноугольный), «мезозой» (преимущественно терригенный), «покровный чехол» (разнофациальный кайнозойский). Залежи нефти газоконденсата и нефтегазопроявления распространены во всех шести комплексах, которые характеризуются сложными термобарическими условиями.

Привлекают внимание перспективы нефтегазонасности фундамента Каспийского моря. Отсутствие до последнего времени достоверных материалов о строении этого фундамента вынуждает исследователей [2, 6] изучать его особенности по материалам сейсморазведки. В последние годы на территории смежных регионов результаты высокоточной аэромагнитной съемки и геологоразведочные работы на восточном побережье Каспия, на площади Ащисор (на мысу Песчаный, Жага, Жантанат и др.), а также на Песчано-Ракушечной зоне поднятий (месторождение Оймаш) позволили уточнить строение фундамента [5]. Несмотря на то что до настоящего времени существуют двойственные мнения о структуре и времени фундамента, достоверным являются литологические свойства его пород. В кровле гранитоидных интрузий фундамента сформированы мощные толщи рыхлых отложений, вмещающих нефтяные залежи. Нижнедевонский комплекс представлен песчаниками, конгломератами, алевролитами и аргиллитами.

Среднедевонские отложения представлены преимущественно известняками серыми, темно-серыми, плотными, мелкозернистыми, с 3–5-миллиметровыми горизонтальными линзовидными глинистыми прослоями, с 1–4-метровыми прослоями мергеля темно-серого до черного, слоистого, с пропластками аргиллита и песчаника, с отпечатками макрофауны, с включением гнезд пирита. Максимальные значения пористости достигают 8 %. Толщина пород – более 600 м.

Верхнедевонские отложения в составе франского и фаменского ярусов представлены в нижней части известняками комковатыми серыми, плотными, сходными с отложениями западного склона Среднего Урала. Максимальное значение – 8,3 %. Общая толщина нижнефранского подъяруса достигает 85–100 м. Верхнефранский подъярус сложен известняками, доломитами и глинистыми известняками. При пористости 5–6 % нефтенасыщенность достигает 80 %. Максимальное значение пористости – 10 %. Толщина – более 500 м. Фаменский ярус представлен доломитами серыми, темно-серыми, плотными, трещиноватыми, кавернозными. В верхней части разреза встречены известняки доломитистые от светло- до темно-серого цвета, плотными, трещиноватыми. При пористости 10,5 % нефтенасыщенность достигает 80 %. Толщина яруса – свыше 500 м.

Отложения нижнего отдела каменноугольной системы представлены толщами турнейского, визеского и серпуховского ярусов.

Турнейский ярус сложен известняками биоморфно-детритовыми, от темно-серого до черного цвета, скрытокристаллическими, массивными, плотными, слаботрещиноватыми. Максимальное значение пористости пород – 94 %. Толщина отложений достигает 200 м. Визейский ярус представлен

толщей органогенных известняков серых, темно-серых, участками доломитистых, прослоями аргиллита черного, плотного и некарбонатного. Пористость – 3–6 %. Серпуховский ярус сложен биоморфными-детритовыми известняками серыми, темно-серыми, черными, сильно и неравномерно глинистыми и известняками доломитизированными. Значения пористости – 4–5 %. Толщина отложений – более 200 м.

Средний карбон, в том числе башкирские отложения, представлены известняками серыми, темно-серыми, черными, мелко-скрытокристаллическими, плотными, трещиноватыми. Отмечаются редкие обуглившиеся растительные остатки. Пористость – до 11 %, нефтенасыщенность – 83 %. Толщина отложений – более 300 м.

Верхнекаменноугольные отложения представлены на северо-востоке (Оренбургский регион) карбонатными породами и на юго-западе глинистыми отложениями мощностью до 700–900 м. На Астраханском своде отложения верхнего карбона отсутствуют.

Исследования литологии пород и геохимии органического вещества (ОВ) Каспия подтверждают, что допалеозойские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения сформированы в существенно различных геохимических и геоклиматических условиях осадконакопления, которые оказали основное влияние как на литологию пород, так и на состав исходного органического материала, а также степень его геотермического преобразования. Это отразилось на распределении УВ по геологическому разрезу и площади региона.

Кайнозойские геологические формации, сформировавшиеся в новейшее время, являются наиболее распространенными на территории Каспия. На их осаджение в неглубоководном Каспийском бассейне большое влияние оказали тектонические процессы и климат, которые предопределили температуру, систему циркуляции воды, соленость и состав бионта, интенсивность и форму эрозии, а также количество привнесенного обломочного и органического материала. Происхождение и типы ОВ, степень его термической преобразованности предопределены условиями осадконакопления. В свою очередь, генерационный потенциал ОВ обуславливает нефтегазонасыщенность отложений. Источниками ОВ в отложениях является первичная биомасса наземного (континентального) материала, привнесенного водными потоками, а также продукты жизнедеятельности микроорганизмов в морской воде и осадках. Постепенные наступления и регрессии древнего мира приводили к циклической смене условий осадконакопления (рис. 1), т.е. циклическое осадкообразование является следствием тектонической активности и смены палеоклимата.

Кайнозойские отложения (новокаспийские, хвалыно-хазарские, бакинские) формировались в окислительных условиях, при которых увеличенное содержание кислорода способствовало деструкции ОВ. Это отразилось на снижении значений  $C_{орг}$ . Значительный привнос наземного ОВ в формировании кайнозойских отложений обусловил низкий генерационный потенциал. Повышенный привнос обломочных терригенных материалов УВ повлиял на снижение содержания ОВ. Кайнозойские ОВ находятся на ранней стадии диагенеза, при которой разложение ОВ происходило при пониженных температурах, что подтверждается низкими значениями пиролитического превращения.

Отношение  $C/N$  возможно использовать для определения типа исходного органического материала. Содержание азота в биомассе морских водорослей и планктона значительно более высокое, чем в наземных растениях. Значения отношения  $C/N$  в пределах от 20 до 100 указывают на значительный вклад

растительного материала суши, тогда как значения этого параметра ниже 20 считаются индикатором ОБ водорослей и планктона. Деграция микробной биомассы в морских отложениях приводит к уменьшению отношения C/N. Кроме того, минералогический состав может повлиять на значение этого параметра. В мелководных породах четвертичного возраста отношение C/N изменяется вследствие диагенетических процессов.

Таким образом, кайнозойские песчано-глинистые отложения Северного Каспия, в отличие от Южного Каспия, характеризуются весьма низким нефтегенерирующим потенциалом. Они отлагались в гидродинамически активных мелководных условиях, где накопление и захоронение РОВ сопровождается их окислением, при котором увеличенное содержание O<sub>2</sub> способствовало деструкции РОВ и снижению его концентрации. Эти отложения находятся в зоне гипергенеза или на начальном этапе протокагенеза, при которой разложение ОБ происходило при пониженных температурах и не достигло термобарических условий, типичных для главной фазы нефтеобразования.

В палеозое условия седиментации благоприятствовали накоплению и сохранению органического материала. Генерирующие породы развиты от девона до ранней перми, генерирующие толщи присутствуют в триасовых, юрских и нижнемеловых отложениях. Верхнемеловые карбонатные породы, в которых содержание РОВ близко к нулю, не имеют практического значения в нефтегазообразовании [2, 9, 11]. В последние годы работами ЛУКОЙЛ установлено, что в большинстве случаев УВ, рассеянные в мезозойских J<sub>1</sub>K<sub>1</sub> породах (скв. 2, 4, 5, 6 Ракушечное и др.), характеризуются меньшей зрелостью, чем УВ одновозрастных флюидов, сконцентрированных в залежах. Это может указывать на формирование залежей УВ в мезозойских коллекторах в результате миграции из более глубокозалегающих и более преобразованных нефтегазоматеринских отложений.

Геологические и геохимические особенности, термобарические условия отложений Каспийского моря свидетельствуют о застойной обстановке (высокой закрытости) его мезопалеозойских недр, которые благоприятны для генерации и аккумуляции углеводородов, что подтверждено промышленными притоками нефти и газа в морских скважинах, в том числе в акватории Северного Каспия (Ракушечное, Хвалынское, Филановское и др.).

*Работа выполнена в рамках государственного контракта № ПА353 от 30.07.2009 г. на выполнение поисковых научно-исследовательских работ для государственных нужд.*

#### Библиографический список

1. Волож Ю. А. Строение кряжа Карпинского / Ю. А. Волож // Геотектоника. – 1991. – № 1. – С. 15–19.
2. Глумов И. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / И. Ф. Глумов, Я. П. Маловицкий, А. А. Новиков, Б. В. Сенин. – М. : Недра, 2004. – С. 342.
3. Ильин А. Ф. Анализ результатов поисково-разведочных работ и перспективы нефтегазоносности девонско-нижнекаменноугольного комплекса / А. Ф. Ильин, В. А. Григоров, Л. Ф. Ушивцева // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений : науч. тр. АстраханьНИПИгаз. – Астрахань : Факел, 2003. – Вып. 4. – С. 14–16.
4. Терско-Каспийский передовой прогиб, история формирования и современный структурный рисунок / Н. В. Короновский. – М. : Фонд «Наука России», 1994. – С. 150.

5. **Попков В. И.** Нетрадиционные нефтегазоносные объекты / В. И. Попков, А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2009. – С. 183.
6. **Рихтер Я. А.** Очерки региональной геодинамики Прикаспийской впадины и ее обрамления / Я. А. Рихтер. – Саратов, 2003. – С. 86.
7. **Свиточ А. А.** Плейстоцен Маныча / А. А. Свиточ, Г. А. Янина [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 2010. – С. 136.
8. **Свиточ А. А.** Четвертичные отложения побережья Каспийского моря / А. А. Свиточ, Г. А. Янина. – М. : Изд-во МГУ, 1997. – С. 268.
9. **Серебрякова О. А.** Формирование скоплений углеводородов в донных породах морских акваторий / О. А. Серебрякова // Известия Отдела наук о Земле и природных ресурсов Республики Башкортостан. – 2010. – № 1. – С. 58–62.
10. Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Альпийский средиземноморский пояс / В. Е. Хаин. – М. : Недра. 1984. – С. 344.
11. **Холодов В. Н.** История развития Среднего Каспия в олигоцен-четвертичное время / В. Н. Холодов // Литология и полезные ископаемые. – 1992. – № 2. – С. 14–28.

## **ДИККИТ В НИЖНЕМЕЗОЗОЙСКИХ ВУЛКАНИТАХ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА КАК ИНДИКАТОР ТЕКТОНО-ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ АКТИВИЗАЦИИ**

**Д.А. Шелепов, сотрудник**

*Саратовский государственный университет,  
тел.: (8452)50-27-08; e-mail: sheleпов@renet.ru*

**А.Д. Коробов, сотрудник**

*Саратовский государственный университет,  
тел.: (8452)51-64-29; e-mail: Korob@info.sgu.ru*

Рецензент: Серебряков А.О.

Проведены литологические исследования нижнемезозойских вулканитов (туринская серия) Шаимского нефтегазоносного района.

Lithological studies of low mesozooy volcanics (Turin series) of Shaimsky oil and gas area have been done.

*Ключевые слова:* диккит, нижнемезозойские вулканиты, тектоно-гидротермальная активизация.

*Key words:* dickite, low mesozooy volcanics, tectonical and hydrothermal activation.

Геологическое строение Западно-Сибирской плиты в связи с проблемами ее нефтегазоносности в последнее время изучается все интенсивнее и широко обсуждается в литературе. Особый интерес при поисках месторождений нефти и газа стали вызывать породы фундамента, а также осадочно-вулканогенные образования так называемого «переходного» (предчехольного) комплекса. Для изверженных пород существенную роль в формировании коллекторов, наряду с тектоническими и гипергенными (образование коры выветривания) факторами, играют гидротермально-метасоматические процессы. Это в полной мере относится к кровельной части доюрского комплекса Шаимского нефтегазоносного района (НГР), где широким распространением пользуются нижне-среднетриасовые базальты, прорываемые риолитовыми экструзивными куполами. Эти контрастные по составу породы, выделен-