

УДК 550.8: 553.98

А.В. Ахияров, К.М. Семёнова

Палеозойские карбонатные платформы Прикаспийской впадины как нефтегазопромысловые критерии

Ключевые слова:

Прикаспийская впадина, палеозойские внутрибассейновые карбонатные платформы, карбонатные массивы, обстановки интенсивного карбонатонакопления.

Keywords:

Pero-Caspian depression, intrabasin Paleozoic carbonate platform, carbonate arrays, situation intensive carbonate.

Во многих нефтегазоносных провинциях России и мира карбонатные толщи составляют значительную долю осадочного чехла, с ними связаны крупные скопления углеводородов (УВ). В отличие от терригенных, карбонатные отложения из-за большой растворимости последних на протяжении литогенеза подвергаются неоднократным вторичным преобразованиям, из-за чего структура их пустотного пространства и фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) коллекторов весьма неоднородны. Карбонатные породы биогермных построек часто являются хорошими коллекторами. Поэтому при поисках скоплений УВ выявление ископаемых органогенных построек, и в первую очередь рифов, является актуальной задачей [1, 2].

Прикаспийская впадина – одна из нефтегазоносных провинций мира с уникальным геологическим строением и богатейшим нефтегазоносным потенциалом. Доказанный стратиграфический диапазон нефтегазоносности охватывает отложения от среднего девона до неогена включительно. Основная доля разведанных запасов и прогнозных ресурсов углеводородного сырья связана с позднепалеозойским комплексом, главным образом, с карбонатными породами девонского, каменноугольного и раннепермского возраста. Природные резервуары характеризуются не только специфическим площадным развитием, сложным сочетанием типов коллекторов и фильтрационно-емкостных параметров, но и особенностями нефтегазоносности в пределах локальных ловушек и крупных зон развития карбонатных комплексов [3–8].

Современные бортовые зоны Прикаспийской впадины характеризуются достаточно широким развитием позднепалеозойских карбонатных комплексов, которые в ряде случаев образуют изолированные зоны, получившие название **внутрибассейновые карбонатные платформы**. Повышенный интерес к этим зонам связан с тем, что в их пределах открыто значительное количество нефтяных и газоконденсатных месторождений, при этом на четырех из них выявлены месторождения с доказанными гигантскими запасами газа (Астраханское), нефти (Тенгиз и Кашаган) и газоконденсата с нефтью (Карачаганак). В целом запасы углеводородного сырья, сконцентрированные в пределах карбонатных массивов, значительно превосходят запасы скопленных, связанных с терригенными подсоловыми комплексами [3].

Одним из главных критериев оценки перспектив нефтегазоносности являются результаты палеотектонического анализа, позволяющие определить время формирования и особенности развития зон региональных поднятий, большинство из которых обычно являются областями нефтегазонакопления. В последние годы на территории бортовых частей Прикаспийской впадины выполнены значительные объемы глубокого бурения и сейсмических исследований различных модификаций, позволяющие уточнить строение и развитие зон подсоловых поднятий и с этих позиций рассмотреть перспективы ее нефтегазоносности [9].

Прикаспийская впадина – это глубочайший осадочный бассейн мира, который на палеозойском этапе развития по особенностям строения подсолового комплекса можно предположительно отнести к геоструктурам **субокеанического** типа [10, 11]. По северной и западной периферии впадины подсоловой разрез представлен несколькими мощными (до 1000 м и более) мелководными карбонатными толщами верхнего девона – нижней перми, разделенными терригенными сериями.

Вдоль границы впадины здесь установлены три карбонатных уступа: среднефранско-средневизейский, верхневизейско-нижнебашкирский и каширско-артинский, высоты которых составляют соответственно 300 ± 700 , 300 ± 500 и 1100 ± 1600 м [12]. На юге и востоке впадины в подсолевом разрезе также выделяются мощные (до 1500 м) разновозрастные карбонатные толщи: в пределах Каратон-Тенгизской зоны поднятий и Астраханского свода – верхнедевонско-нижнесреднекаменноугольная; в разрезах Енбекского и Жаркомысского выступов фундамента – ниже-среднекаменноугольная (площади Кенкияк и Арансай) и на крайнем востоке впадины – ниже-верхнекаменноугольная (площади Жанажол и Тортколь).

По мнению таких исследователей, как А.Л. Яншин, Р.Г. Гарецкий, А.Е. Шлезингер и др., мощности карбонатных толщ во внутренних частях впадины, по-видимому, резко сокращаются, и здесь их возрастные аналоги сложены темноцветными глинисто-карбонатными относительно глубоководными фациями, мощность которых измеряется десятками, реже – первыми сотнями метров. Мощности терригенных толщ непосредственно за карбонатными уступами резко возрастают (до 1000 м), а далее к центру впадины опять уменьшаются.

Во всех описанных приподнятых зонах Прикаспийской впадины и на ее бортах ловушками для нефти и газа служат в основном светлые карбонатные породы, прямо или косвенно связанные с органогенными постройками. Так, продуктивные нижнепермские отложения Карачаганакского поднятия сложены мшанково-водорослевыми известняками рифогенных фаций. В разрезах каменноугольных образований восточной бортовой зоны впадины широко развиты органогенно-водорослевые кавернозные известняки [12].

В формировании крупных зон поднятий в подсолевом комплексе значительная (а для отдельных зон – ведущая) роль принадлежит процессам карбонатной седиментации, в результате которой к концу каждого из циклов карбонатобразования (среднефранско-средневизейского, поздневизейско-раннебашкирского и каширско-раннепермского) в бортовых зонах впадины были сформированы крупные регионально приподнятые участки, сложенные карбонатными образованиями шельфового типа с органогенными постройками.

Используемые в настоящей статье термины относятся к фациальной седиментологии и их толкование в определенной степени отличается от толкования терминов, применяемых в современной тектонике плит и морской геологии при изучении современных океанов. Поэтому авторы сочли целесообразным пояснить некоторые из них.

Карбонатная платформа – обширное карбонатное тело с более или менее горизонтальной кровлей и обрывистыми шельфовыми окраинами, где находятся осадки зоны высокой волновой энергии [13, 14].

Шельф – сравнительно мелководная часть морского бассейна, располагающаяся в переходной зоне от приподнятых участков тектонически стабильных блоков, находящихся вблизи базиса эрозии (выше него или ниже), к более глубоководным частям бассейна. Шельф в таком понимании не обязательно соответствует континентальному шельфу в классическом понимании – расположенному в зоне перехода от континента к океану, т.е. на участках с различным типом земной коры. При анализе древних бассейнов осадконакопления могут выделяться области с условиями, соответствующими шельфовым, но которые могут быть расположены внутри бассейнов и обрамлять приподнятые блоки, не возвышающиеся над уровнем моря, а образующие внутрибассейновые отмели [13–16].

Бассейн осадконакопления, в том числе глубоководный, не отвечает классическому пониманию океанического бассейна, имеющего в основании земную кору океанического типа. Он может соответствовать внутренним и краевым морям, которые характеризуются относительно глубоководными условиями осадконакопления (глубина – до 1000 м и более) [1].

В позднем палеозое в пределах юго-востока Восточно-Европейской платформы существовала благоприятная обстановка для накопления карбонатных толщ и формирования карбонатной платформы. Интенсивное карбонатонакопление происходило в широком временном диапазоне – от позднего девона до ранней перми. Сложная история геологического развития бортовых зон впадины в палеозойское и докунгурское время обусловила развитие различных литолого-фациальных типов разрезов и формирование разнообразных структурно-тектонических элементов.

Российские исследователи К.А. Клещев, В.С. Шеин, А.И. Петров и др. [11] провели детальные палеогеодинамические реконструкции плит юго-восточной части Восточно-Европейского континента в позднепалеозойское время с составлением фациально-палеогеографических карт. Полученные ими результаты позволили уточнить и детализировать геологическое строение палеозойских карбонатных платформ.

Их казахстанские коллеги (впрочем, во времена СССР все они работали в рамках единого Прикаспийского проекта) Э.С. Воцалевский, М.М. Пилифосов, Д.А. Шлыгин и др. [17] также считают, что развитие этих карбонатных массивов в палеогеографическом отношении определялось их расположением в зоне сочленения структур юго-восточной окраины Восточно-Европейской платформы с Уральским палеоокеаном и Палеотетисом. При этом заложение Тенгиз-Кашаганской карбонатной платформы было связано с периодом раскрытия Уральского палеоокеана. Это обусловило более широкий стратиграфический диапазон и более значительные мощности карбонатных отложений. В противоположность этому зарождение Южно-Эмбинской карбонатной платформы произошло в период закрытия Уральского палеоокеана и связано с относительно кратковременным процессом обмеления территории (период сжатия). Эти же причины повлияли на разную степень сохранности и морфологической выраженности рассматриваемых структур.

Данные карбонатные платформы сформировались в пределах восточной окраины (в современных координатах) древней Восточно-Европейской платформы. Регион характеризуется сложным геологическим строением, что вызвано влиянием коллизионных процессов, происходящих в зоне сочленения Восточно-Европейской платформы и Уральского палеоокеана. Результатом этого воздействия стало формирование разрывных нарушений, надвигов, резкое изменение мощностей и различная стратиграфическая полнота разрезов.

Классификация карбонатных платформ

По глубинам осадконакопления карбонатная платформа соответствует обстановке шельфа с карбонатной седиментацией. В области перехода от моря к суше выделяются три основных зоны – более глубоководного, внешнего

(глубина – 20÷100 м), среднего (глубина – 10÷20 м) и мелководного (внутреннего) шельфа (глубина – менее 10 м) [17].

Классификация обстановок карбонатного осадконакопления в условиях карбонатных платформ наиболее детально разработана Дж.Л. Уилсоном [14]. В области карбонатного шельфа им выделено девять фациальных поясов, последовательность которых выдерживается в различных тектонических обстановках (рис. 1). Схема распределения фаций обычно представляется в виде профиля поперек платформы.

Типы карбонатных платформ определены Дж. Уилсоном по палеотектоническому положению карбонатных фаций. Им выделены перикратонные и внутрикратонные платформы и платформы на внутрибассейновых поднятиях – карбонатные банки, а также карбонатные накопления на пологопогружающихся склонах. Более поздние зарубежные классификации [18, 19] карбонатных платформ основаны на геометрических и морфологических характеристиках – размерах, форме, расположении относительно суши, эволюции во времени (погруженные платформы). Выделяют крупные горизонтальные платформы и наклонные ramпы, а также изолированные внутрибассейновые платформы (банки, атоллы и т.д.). Наиболее значительной структурой карбонатного шельфа является органогенная рифовая постройка, маркирующая крутой уступ бровки шельфа. На пологопогружающихся платформах (ramпах) барьерные рифы могут отсутствовать.

В.Г. Кузнецов [13] отмечает, что термин «карбонатная платформа» приобрел в последние годы весьма широкое значение. Он используется как в морфологическом смысле – для характеристики трехмерной структуры, так и в стратиграфическом – для описания последовательности слоев, слагающих геологическое тело. В пределах исследуемой территории (как на российской, так и на сопредельной, казахстанской части Прикаспийской впадины) М. Таккер и П. Райт, С.В. Мельников, В.Н. Данилов и другие ученые выделяют пять основных категорий карбонатных платформ: эпиконтинентальная платформа (epeiric platform), ramп (ramp), окаймленный шельф (rimmed shelf), изолированная платформа (isolated platform) и затопленная платформа (drowned platform).

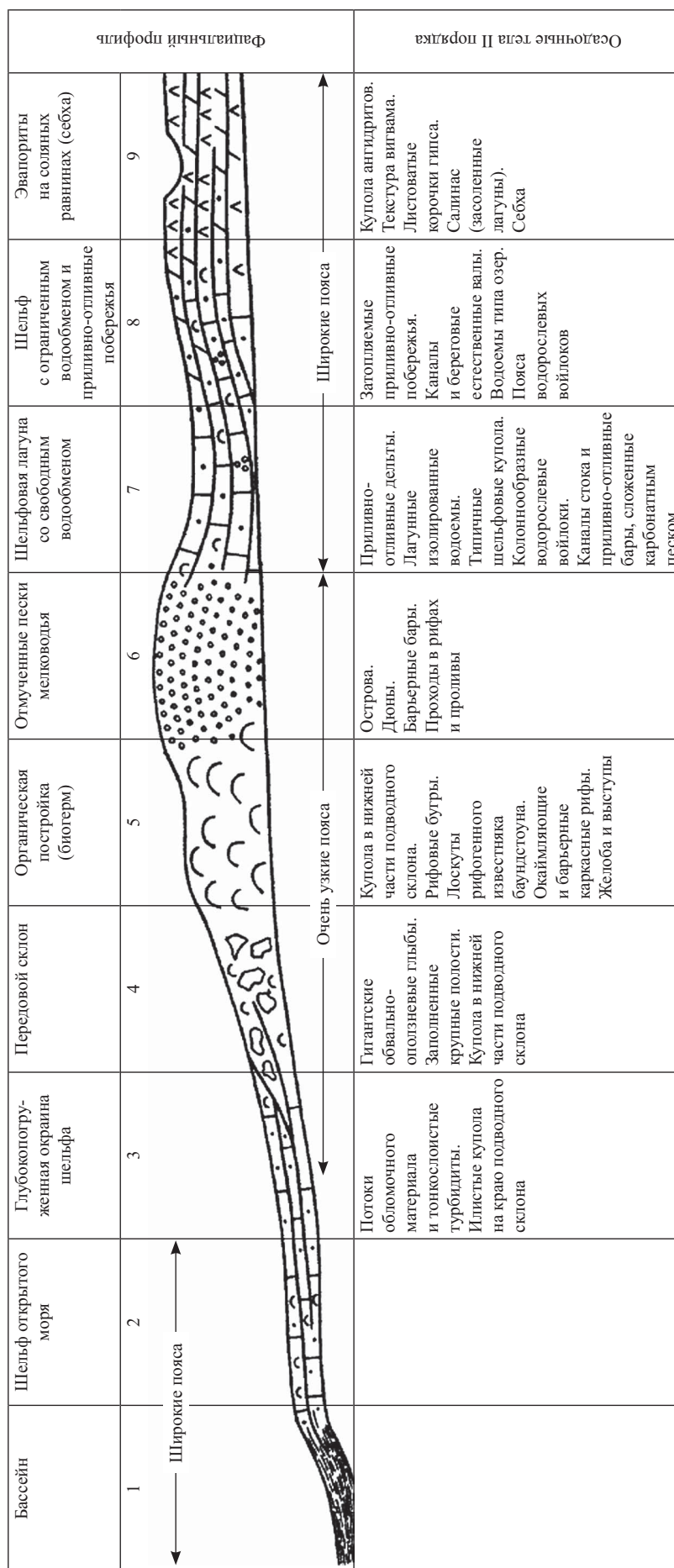


Рис. 1. Схема стандартных фациальных поясов и фациальных тел II порядка [14]

Позднепалеозойские карбонатные платформы Прикаспийской впадины значительно различаются между собой по литологическому составу и стратиграфическому диапазону слагающих их отложений. Большинство исследователей [1–5, 17] выделяют в ее пределах шесть карбонатных платформ: одна из них находится на территории России (Астраханская), остальные – на территории Казахстана (Карачаганакская, Темирская, Жанажольская, Тенгизская, Южно-Эмбинская).

В юго-восточной части Прикаспийской впадины выделяются две карбонатные платформы: Тенгиз-Кашаганская и Южно-Эмбинская, в восточной бортовой части – Темирская и Жанажольская. В северной бортовой зоне отмечается развитие карбонатных платформ двух типов. К северу от бортового уступа локализуется карбонатная платформа внешнего шельфа пассивной континентальной окраины, формировавшаяся в длительный период геологического времени – от среднего девона до артинского века ранней перми включительно. Внутренней бортовой зоне соответствует внутрибассейновая позднедевон-артинская Карачаганакская карбонатная платформа.

Астраханская карбонатная платформа находится в юго-западной части Прикаспийской впадины [20]. Согласно геолого-геофизическим материалам, вдоль р. Волга прослеживается тектоническое нарушение, разделяющее Астраханский свод на левобережную и правобережную части. В их пределах выделяется ряд локальных поднятий. Фундамент сложен основными и ультраосновными породами, глубина его залегания – предположительно более 10 км. Образование карбонатного шельфа, по аналогии с западным и северным бортами Прикаспийской впадины, началось с позднеэйфельского времени. Обширный карбонатный шельф, ограниченный некомпенсированными прогибами, формируется в фаменско-турнейское время. В поздневизейско-раннебашкирское время накапливались преимущественно мелководные карбонатные образования, а в более пониженных частях прогибов – глинисто-карбонатные относительно глубоководные осадки. Области мелководной карбонатной седиментации сократились. В раннебашкирское время условия осадконакопления соответствуют лагунным обстановкам, в которых накапливались продукты разрушения рифовых построек. Отложения представлены биоморфными, биоморфно-детритовыми,

биохемогенными и органогенно-обломочными известняками.

В позднем палеозое Астраханский свод находился в области активного карбонатакопления, временами сменявшегося привносом терригенного материала [4].

В пределах Астраханской карбонатной платформы расположены следующие месторождения с доказанными запасами УВ: Астраханское газоконденсатное (уникальное по запасам), разделяемое тектоническими блоками на Левобережную (основной блок) и Правобережную (Центрально-Астраханское и Западно-Астраханское месторождения) части, а также месторождения-сателлиты (Алексеевское, бывшее Еленовское, Табаковское и Имашевское). Продуктивный горизонт Имашевского месторождения (C_{2b}) имеет двукупольное строение (восточный купол находится на сопредельной территории Казахстана).

Тенгиз-Кашаганская карбонатная крайняя платформа имеет сложное строение, обусловленное особенностями, свойственными крупным рифогенным массивам, и влиянием тектонических процессов. Изменчивость условий роста карбонатной постройки привела к широкому развитию перерывов и колебаниям интенсивности карбонатакопления [2].

Карбонатные отложения Тенгиз-Кашаганской карбонатной платформы охватывают широкий стратиграфический интервал – от начала позднего франа до среднего карбона. В ее составе выделяются два структурных этажа – верхнедевон-нижнетурнейский и каменноугольный, разделенные кратковременным стратиграфическим перерывом, время проявления которого определяется как середина турнейского времени. По геофизическим данным в каменноугольном структурном этаже выделяются два комплекса – турнейско-нижневизейский и окско-башкирский, разделенные тульской вулканогенно-осадочной пачкой, которая уверенно прослеживается геофизическим репером в пределах карбонатных массивов.

В позднем девоне сформировалась ровная поверхность поднятия, на которой с середины франского века позднего девона до раннетурнейского века раннего карбона формировались мелководные карбонатные осадки карбонатной платформы. На этом этапе платформа развивалась в режиме компенсированного прогибания. В конце раннего турнея фиксируется перерыв в осадконакоплении [1].

В позднем турнее на Тенгиз-Кашаганской платформе начались вертикальные движения, которые привели к образованию поднятых и опущенных блоков (структур). На Тенгизском блоке-поднятии (по периферии) так же, как и на Каратонском и Королевском поднятиях, в позднем турнее и раннем визее формировалась фация иловых холмов.

В позднеульское и раннеалексинское время с юго-восточного обрамления Палеоприкаспийского бассейна поступали пеплово-туфовый материал андезитового состава и граувакковый терригенно-обломочный материал.

В позднем визее (алексинское и михайловское время) на поверхности иловых холмов формировались криноидные и брахиоподово-криноидные банки. Иловые холмы образовали палеогеоморфологические возвышенности, на которых криноидные и брахиоподово-криноидные банки в свою очередь создали твердый субстрат для рифов.

С конца позднего визея (веневское время) и в серпуховском веке существовал атолл с фациями рифа. В зарифовой зоне накапливались фации биостромов, органогенных банок и отмелей, известковых илов лагуны. С раннего визея до серпуховского яруса и с начала образования холмов, а затем криноидных банок и рифов наступил этап компенсированного прогибания Тенгизского конседиментационного поднятия. В это время на границе раннего и позднего серпуховского века, а также между протвинским и запалтубинским горизонтами установлены перерывы осадконакопления. Они способствовали процессам выщелачивания и образованию каналовой и кавернозной пористости в резервуаре месторождения Тенгиз [3].

В башкирский век (с краснополянского до прикамского времени включительно) формировались биокластические банки, отмели и подводные валы. На границе серпуховского и башкирского веков фиксируется перерыв – наступили обмеление и прекращение рифообразования. В отложениях башкирского века установлены небольшая высота банок, размыв и частые поверхности перерывов. Это можно объяснить тем, что осадконакопление не компенсировалось прогибанием [1, 4].

Для формирования резервуаров в отложениях карбонатных платформ важное значение имеет знак тектонических движений основания платформы. В раннекаменноугольной эпохе и начале среднекаменноугольной (турнейский,

визейский и серпуховский века) Тенгизское поднятие развивалось в режиме компенсированного прогибания, в башкирский век опускание замедлялось. Поднятие во второй половине башкирского века и в позднекаменноугольную эпоху привело к прекращению карбонатакопления, подъему поверхности атолла выше уровня моря и развитию карстовых процессов.

В пределах Тенгиз-Кашаганской карбонатной платформы (Приморско-Эмбинская нефтегазоносная область, Республика Казахстан) расположены крупные месторождения Кашаган, Тенгиз, Кайран, Актоты, а также целая группа более мелких месторождений-сателлитов (рис. 2).

Южно-Эмбинская карбонатная платформа расположена в пределах Южно-Эмбинского палеоподнятия. От Каратон-Тенгизской карбонатной платформы она отделяется Маткен-Ушмолинской зоной, в пределах которой в подсолевом разрезе верхнего палеозоя преобладают терригенные отложения.

Южно-Эмбинская карбонатная платформа значительно моложе Тенгиз-Кашаганской. Карбонатные отложения в ее пределах имеют более узкий стратиграфический интервал, охватывающий период с конца раннего карбона – позднего визея до ассель-сакмарского времени ранней перми включительно. Карбонатные образования серпуховского, башкирского и московского возраста сформировались во внутренней и средней частях шельфа на глубине 30÷70 м. Органогенно-обломочный материал слагает банки и уплощенные холмы. В ассель-сакмарское время во внешней части мелководного шельфа на глубине 50÷130 м сформировались банки грейнстоунов. Породы палеозойского возраста с резким стратиграфическим и угловым несогласием перекрываются породами юры и триаса.

В области формирования конусов выноса и палеорусловых потоков в осадках присутствует градиционная слоистость. В осадках отмечаются оползневые текстуры и следы жизнедеятельности илоедов, что свидетельствует о мелководной обстановке шельфа.

Состав обломков и глинистых пород, которые сносились в бассейн с юга и юго-востока Прикаспийской впадины, различен. В погруженной южной части преобладает обломочный материал лав андезитовых порфиритов, в Торесай-Мынсуалмасской зоне – обломочный, граувакковый, плохо отсортированный,

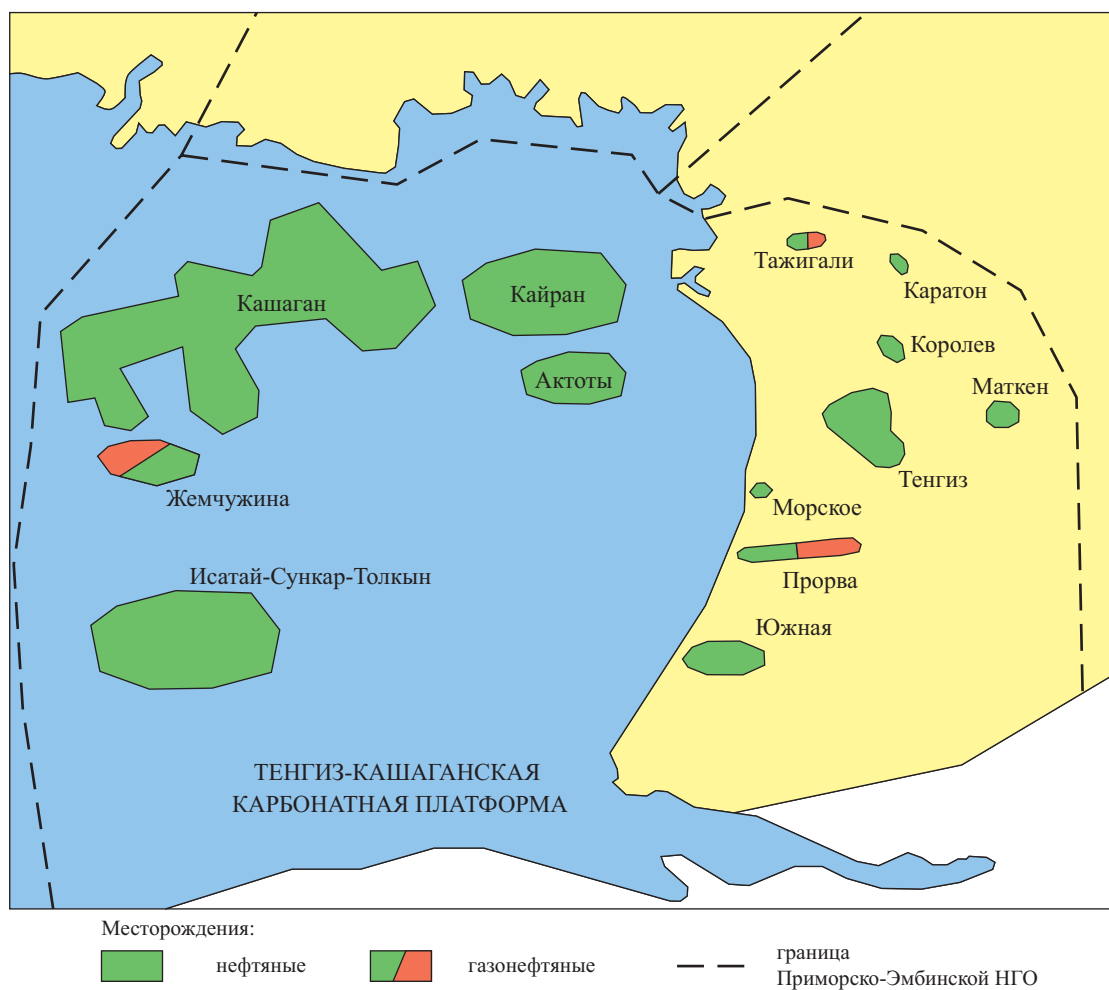


Рис. 2. Тенгиз-Кашаганская карбонатная платформа (по данным компании «Норт Каспиан Оперейтинг», 2010)

среди обломков много фрагментов кремнистых и вулканогенных пород. Часто отмечается примесь пирокластического материала основного состава. Цемент характеризуется глинистым, преимущественно гидрослюдисто-хлоритовым составом [1, 2].

Различия тектонического режима, существовавшего на описываемой территории, обусловили разнообразие обстановок осадконакопления и, соответственно, разный литологический состав разрезов. В поздневизейское время появилась новая поздневизей-башкирская карбонатная платформа на наиболее приподнятой части денудированного Южно-Эмбинского поднятия, причем из-за трансгрессии моря бассейн значительно расширился в сторону Северного Устюрта, и граница платформы проходила с востока на запад южнее площадей Северный Мынсуалмас (в современных очертаниях).

С начала позднего визе карбонатные постройки слагают изолированные участки на

Южно-Эмбинском поднятии и вытянуты вдоль борта Прикаспийской впадины. Периодически поступающий терригенный материал сносится по сохранившимся подводно-русловым системам в пониженные участки палеодна бассейна. Это обусловило возникновение зон с преимущественным накоплением карбонатных и карбонатно-терригенных осадков. Карбонатная седиментация началась с окского надгоризонта позднего визе. Южно-Эмбинское поднятие стало самостоятельной структурно-фациальной зоной – окраинной карбонатной платформой на юго-восточной периферии Прикаспийского палеобассейна. Мелководные осадки склонового типа отмечаются вдоль борта Южно-Эмбинского поднятия и в зоне распространения подводно-русловых отложений. Они характеризуются наличием карбонатов осыпного типа в разрезах площадей Южно-Молодежная, Южно-Эмбинская, Тортай, а далее в глубь бассейна – преимущественно терригенным соста-

вом с редкими прослоями известняков и доломитов. В московское время бассейн осадконакопления унаследовал характер режима седиментации от башкирского. В позднем карбоне на исследуемой территории происходит сильное опускание уровня моря, что привело к частичному размыву ранее накопившихся отложений в области приподнятых участков и карбонатных построек: Тенгиз-Кашаганской и Южно-Эмбинской, сокращению зоны карбонатного шельфа, образованию подводных отмелей и повышению роли терригенного материала. Области распространения и объем карбонатообразования значительно сократились [1, 2].

В результате раннепермской трансгрессии в Уртатау-Сарыбулакской зоне сформировался изолированный водорослевый риф, достигший высоты более 700 м. В Южно-Эмбинской бортовой зоне продолжалось накопление карбонатных комплексов, которые вглубь бассейна сменялись ритмичными толщами терригенных отложений (песчаники, алевролиты, аргиллиты).

Карбонатные отложения сохранились в Южно-Сазтобинской и Уртатау-Сарыбулак-

ской зонах. В известняках среднего карбона, вскрытых бурением на площадях Южно-Молодежная, Тортай, Южное Сазтобе, Уртатау-Сарыбулак, повсеместно встречаются прослойки и гнездообразные включения пестроцветных глин. Именно ввиду того, что на юго-востоке впадины практически постоянно привносился терригенный материал, карбонатообразование не было широко распространено.

К Южно-Эмбинской карбонатной платформе приурочены крупные месторождения Восточный Кашаган и Кёроглы-Нубар (Западный Кашаган).

Жаназольская карбонатная платформа выделяется между нижнепермским карбонатным уступом и линией, где выклинивается (или эрозионно срезается) карбонатная толща. С поздневизейского до гжельского века Жаназольская карбонатная платформа развивалась в режиме компенсированного прогибания с формированием мелководных шельфовых, преимущественно карбонатных осадков.

По результатам параметрического и поискового бурения в пределах карбонатного

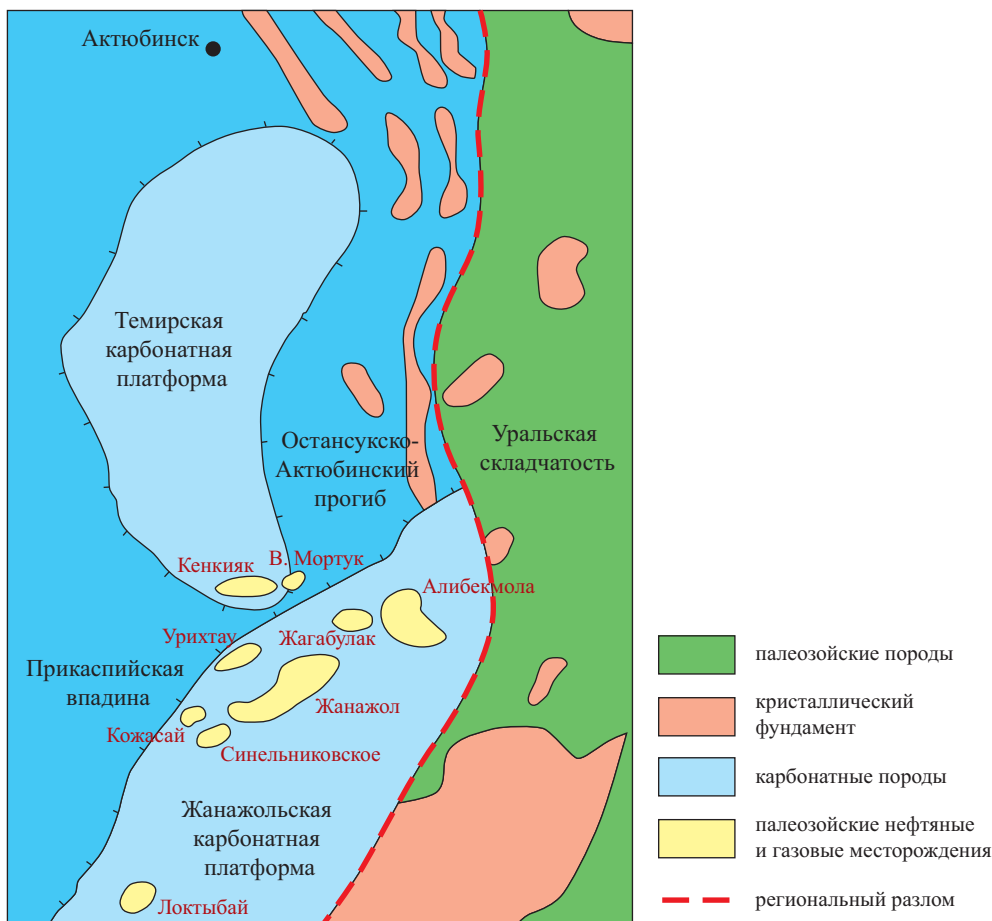


Рис. 3. Структурно-тектоническая схема восточного борта Прикаспийской впадины с указанием местоположения Жаназольской и Темирской карбонатных платформ [21]

массива выявлены месторождения нефти и газа: Жанажольское, Урихтау, Кожасай, Алибекмола, Жанатан, Лактыбай (рис. 3).

В пределах Жанажольского поднятия в течение длительного периода серпуховско-гжельского времени существовали обширный мелководный шельф и условия, благоприятные для накопления мощных толщ карбонатных осадков преимущественно органогенного генезиса, с образованием на отдельных этапах небольших водорослевых построек типа биостром. Относительная подвижность водной среды способствовала отложению большого объема биоморфных, комковатых, органогенно-обломочных, оолитовых разностей, часто с высокими первичными ФЕС [1, 2].

Темирская карбонатная платформа полого погружается к востоку в сторону Остансукского прогиба по кровле известняков карбона, образуя крутой уступ на западном склоне, охватывая, по-видимому, и девон.

По геологическому строению она существенно отличается от Южно-Эмбинской карбонатной платформы как по палеогеоморфологическим характеристикам, так и стратиграфи-

ческому диапазону слагающих массив карбонатных комплексов.

Из разреза выпадают терригенные отложения средне-ранневизейского возраста, которые широко развиты южнее и западнее месторождения Кенкияк (рис. 4), где их вскрытая толщина составляет около 2000 м. Отсутствие терригенных отложений средне-ранневизейского возраста свидетельствует о более резком отличии палеогеологической обстановки в регионе Темирского карбонатного массива от обстановки в окружающих районах – Жанажол-Торткольского карбонатного массива и Жаркамысского свода.

Отложения карбонатной платформы перекрываются верхнегжельско-нижне-пермскими терригенными отложениями, толщина которых на платформе составляет в среднем 400–1000 м. В пределах карбонатного массива выделяются отдельные локальные структуры: Кенкияк-Бозоба, Северная Бозоба, Арансай, Бактыгарын, Северный Бактыгарын, Аккум, Аккудук и Северный Аккудук. На подсолевой структуре Кенкияк-Бозоба открыты одноименные месторождения (Кенкияк и Бозоба). К ме-

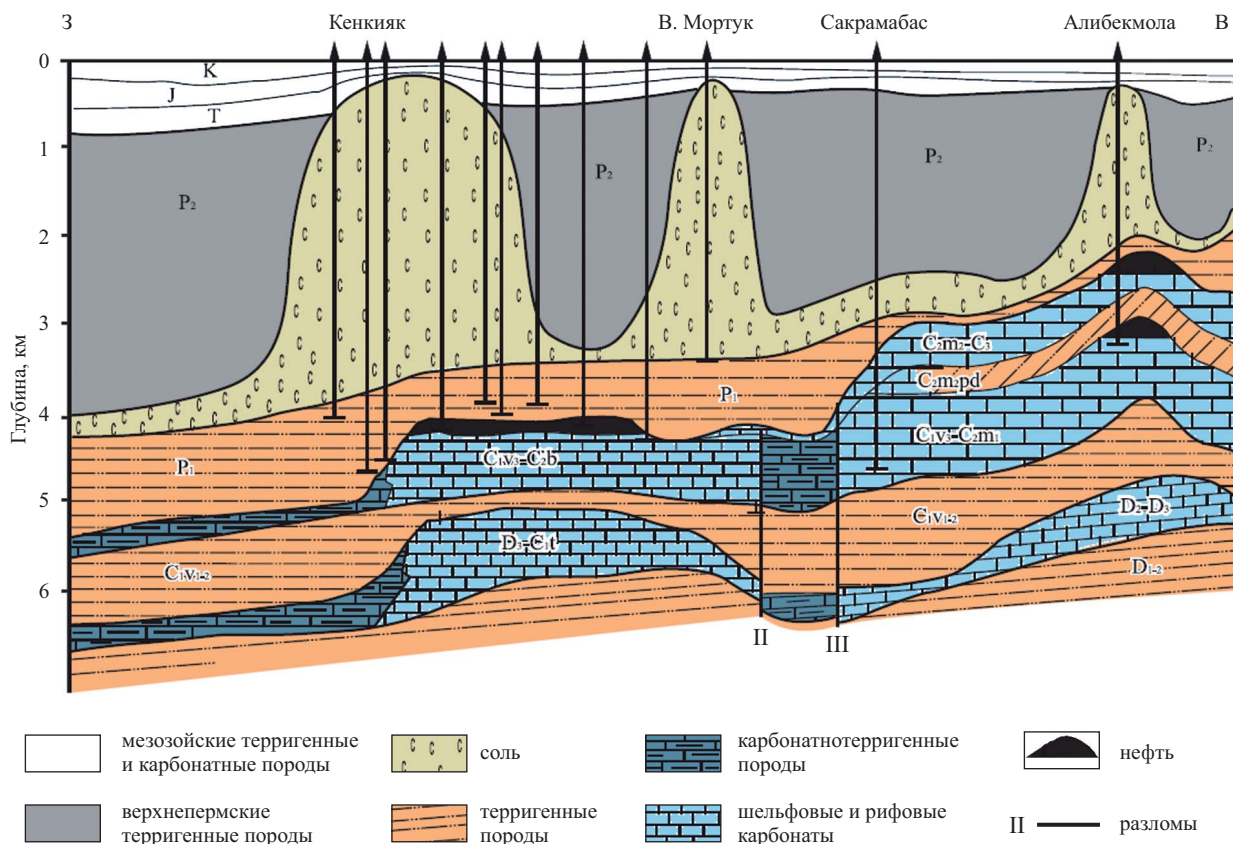


Рис. 4. Разрез пород осадочного чехла центральной части Енбекско-Жаркамысского поднятия [21]

сторожению Кенкиак приурочено месторождение-сателлит Восточный Мортук [1, 2].

Карачаганакская внутрибассейновая карбонатная платформа, представляющая собой единый гигантский риф, формировалась с позднего девона по артинский век. Ее размер составляет 15×30 км, общая толщина подсолевых верхнедевон-нижнепермских отложений достигает 2 км, продуктивной толщи – 1,6 км.

Формирование Карачаганакского карбонатного массива началось в конце франского времени на приподнятом блоке фундамента в пределах глубокой части шельфа северной бортовой зоны Прикаспийской впадины. Воздымание блока обусловлено активными тектоническими движениями, происходившими во франское время, что привело к значительному размыву среднедевонских глубоководных отложений.

Накопление карбонатных пород в пределах Карачаганакского поднятия происходило в три крупных этапа рифообразования: фаменско-раннетурнейский, визей-серпуховский и раннепермский. На границах этапов фиксируются перерывы в осадконакоплении различной продолжительности.

На первом этапе Карачаганакский массив представлял собой отдельную карбонатную постройку типа лоскутного рифа, развивавшуюся на приподнятом блоке в зоне глубокого шельфа, и имел ограниченные размеры.

Второй этап формирования Карачаганакской структуры начался в результате раннекаменноугольной трансгрессии после периода обмеления. Это привело к образованию изолированной полукольцевой рифовой постройки [1, 2].

В результате раннепермской трансгрессии (третий этап) на Карачаганакской структуре сформировался изолированный крупный риф, достигший высоты 800 м. Продуктивная толща Карачаганакского рифового массива в целом представлена карбонатными породами без терригенных примесей, где преобладают в основном органогенные разности биоморфных, биогермных и органогенно-детритовых пород. Подчиненное развитие имеют биохемогенные и органогенно-обломочные разности. Характерны сильная изменчивость пустотного пространства карбонатного массива, повсеместное развитие трещиноватости и кавернозности. Преобладающее развитие имеют известняки пористые, плотные, массивные, неравно-

мерно кавернозные и трещиноватые, в различной степени доломитизированные, реже доломиты. Отложения карбона, по сравнению с нижнепермскими, более интенсивно перекристаллизованы и доломитизированы, часто до полного уничтожения первичной структуры. Значительное проявление процессов растворения и выщелачивания привело к формированию крупных пористо-кавернозных зон мощностью от 10 до 20 м. Трещиноватость в продуктивных отложениях на открытом здесь месторождении Карачаганак развита повсеместно. Трещины встречаются в пористо-проницаемых и плотных разностях пород, но роль их в обеспечении фильтрационно-емкостных свойств неодинакова.

Распространение коллекторов различных типов на нефтегазоконденсатном месторождении Карачаганак обусловлено разнофациальным характером отложений (рис. 5). Это проявляется в значительной неоднородности строения резервуара, одновременном наличии пористо-проницаемых пластов и маломощных плотных и трещиноватых прослоев, изменчивости эффективных толщин пластов-коллекторов, широком диапазоне изменения значений пористости и проницаемости [16].

Сопоставление разрезов палеозойских отложений Прикаспийского бассейна показало, что он развивался в режиме устойчивого длительного прогибания.

Сравнительная характеристика месторождений (таблица) дает возможность проследить сколь велико влияние геологических факторов и различных условий осадконакопления на формирование коллекторов и сохранение их свойств в процессе постседиментационных преобразований.

Суммируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

- пространственное размещение карбонатных платформ в Прикаспийской впадине контролируется различной продолжительностью этапов седиментации и блоковой структурой фундамента. Наиболее интенсивное карбонатонакопление происходило на юге и юго-западе Прикаспия в пределах Астраханской и Тенгиз-Кашаганской платформ. За счет расширения площади карбонатонакопления в позднем девоне образовалась единая Астраханско-Жыльбойская платформа, которая охватывала всю современную акваторию Северного Каспия и прилегающие к ней прибрежные участки;

Сравнительная характеристика месторождений нефти и газа карбонатных платформ восточной части Прикаспийской впадины (территория Казахстана) [2]

Геологическая характеристика	Карбонатные платформы					
	Карачаганакская	Жаназольская	Темирская	Южно-Эмбинская	Тенгиз-Кашаганская	
	Карачаганак	Жанажол	Кенкияк	Бекбулат	Тенгиз	Королёвское
Условия осадконакопления	Рифовый массив	Мелководный шельф	Мелководный шельф	Мелководный шельф	Рифовый массив	
Возраст отложений	Раннепермские – карменноугольные (P1 – C)	Карменноугольные (C)		Раннепермский – среднекаменноугольный (P1 – C2)	Ассельско-сакмарские (P1a-s)	Каменноугольный – девонский (C1 – D3)
Тип залежи	Массивная нефтегазоконденсатная, единое строение резервуара	Пластово-массивная, нефтегазоконденсатная (две карбонатные толщи)	КТ – I (верхняя)	Массивная нефтяная залежь	Массивная нефтяная залежь, наличие аномально высокого пластового давления (АВПД)	Массивная нефтяная залежь
Глубина залегания, м	3750÷5360	КТ – II (нижняя)	3096 (скв. 62)÷4511 (скв. 3)	3800÷4800	3867÷541 (ВНК не выявлен)	3970÷5300
Литогенетические особенности	Известняки органогенные (преобладают биогермные, биоморфные, биоморфно-детритовые); доломиты замещения (мелкозернистые, микрозернистые)	Известняки органогенные (преобладают биоморфные, биоморфно-детритовые); доломиты замещения (мелкозернистые, известковые)	Известняки органогенно обломочные, органогенно-детритовые, биоморфные	Песчаники и алевролиты	Известняки биогермные, биоморфные, органогенно-обломочные, фораминиферово-водорослевые	Известняки биогермные, органогенно-детритовые, реликтово-органогенные
Постседиментационные процессы	Перекристаллизация – сильная, доломитизация – сильная, выщелачивание – унаследованное и новообразованное	Выщелачивание – сильное, унаследованное и новообразованное, доломитизация – сильная, кальцитизация – умеренная	Кальцитизация – сильная, перекристаллизация – средняя	Доломитизация с сохранением реликтово-органогенной структуры известняков	Активные процессы перекристаллизации и кальцитизации, незначительная доломитизация, выщелачивание (несколько этапов). Особенность – наличие черного ОВ	Интенсивные выщелачивание и перекристаллизация. Особенность – наличие черного ОВ

Геологическая характеристика	Карбонатные платформы					
	Карачагаанская Карачаганак	Жаназольская Жанажол	Темирская Кенкияк	Южно-Эмбинская Бекулат	Тенгиз-Кашаганская Тенгиз	Королёвское
Трещиноватость	Интенсивная, повсеместная, трещины различной ориентировки	Интенсивная, преобладает горизонтальная ориентировка, местами наклонная	Интенсивная, преобладает наклонная ориентировка	Горизонтальная и наклонная ориентировка	Повсеместное развитие трещиноватости и кавернозности	Трещиноватость и развитие новообразованной кавернозности
Типы и классы коллекторов	Поровый (III-IV классы), сложный, каверново-трещинный, трещинный	Поровый (I-II классы), сложный, каверново-трещинный, трещинный	Поровый, сложный, порово-трещинный, трещинный	Поровый (V-VI классы), сложный, порово-трещинный, трещинный	Поровый, трещинный, порово-трещинный, поровокаверново-трещинный	Поровый (III-IV классы), характерное развитие сложного поровокаверново-трещинного коллектора
Характер пространственного распространения коллекторов	Линзовидный, пятнистый	Выдержанный пластовый	Невыдержанный пластовый	Пластовый	Линзовидный	

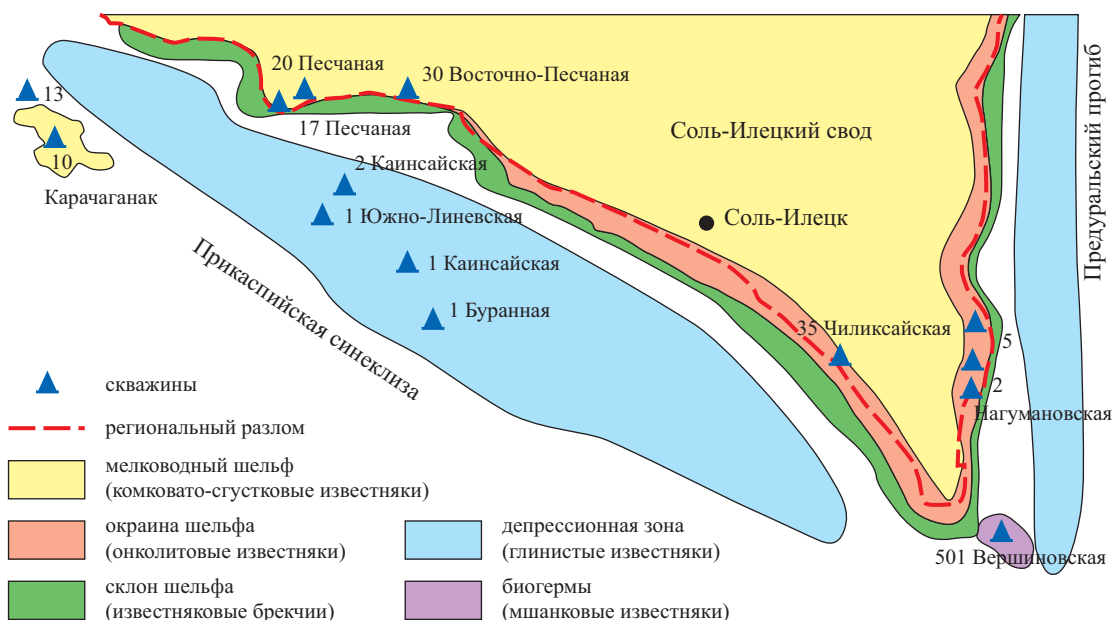


Рис. 5. Схема распространения карбонатных фаций верхней части артинского яруса в бортовых зонах Прикаспийской впадины и Предуральяского прогиба

- в северной части Прикаспийской впадины карбонатонакопление продолжалось наиболее длительный период, что обеспечило формирование мощной Карачаганакской платформы с широким стратиграфическим диапазоном отложений – от позднего девона до ранней перми включительно;

- в восточной и юго-восточной частях Прикаспийской впадины за счет сближения Палео-Урала и Северо-Устюртского блока с краем Восточно-Европейской плиты область карбонатонакопления резко сократилась, и карбонатные платформы Темирская, Жанажольская и Южно-Эмбинская образовали узкую полосу. Процессы карбонатонакопления подавлялись привнесом большого количества терригенного материала с прилегающей суши;

- Южно-Эмбинская карбонатная платформа значительно моложе Тенгиз-Кашаганской. Карбонатные отложения в ее пределах занимают более узкий стратиграфический интервал: с конца нижнего карбона – раннего визе до ассель-сакмарского яруса нижней перми включительно;

- на Тенгиз-Кашаганской карбонатной платформе присутствуют крупные атоллы, к которым приурочены месторождения Тенгиз, Кашаган, Королёвское и др.;

- толщина карбонатных отложений Темирской платформы почти вдвое меньше, чем Тенгиз-Кашаганской, несмотря на более широкий стратиграфический диапазон первой,

что объясняется ее близостью к тектонически активным зонам Южного Урала. На Темирской платформе рифовые постройки отсутствуют либо развиты в значительно меньшей степени;

- анализ разрезов подсолевого палеозоя Прикаспия позволяет сделать вывод об унаследованном развитии литолого-фациальных зон палеозойских карбонатных платформ и их приуроченности к крупным тектоническим элементам. С ареалами палеозойских карбонатных платформ связано большинство месторождений УВ вдоль бортов впадины;

- в пределах Прикаспийской впадины отмечается закономерное распределение (с востока на запад) месторождений УВ различного фазового состояния. Так, на восточном и юго-восточном бортах располагаются нефтегазовые и нефтяные месторождения, на остальной территории (на юго-западном и западном бортах) установлены и прогнозируются к открытию нефтегазоконденсатные и газоконденсатные месторождения. Рассматриваемые крупнейшие месторождения УВ отличаются (с востока на запад) составом пластовых флюидов: Тенгиз, Кашаган – нефтяные; Жанажол – нефтяное с газовой шапкой; Карачаганак – газоконденсатное с нефтяной подушкой; Астраханское – газоконденсатное. В ходе исследований авторами установлено, что указанная закономерность распространяется на все месторождения УВ в пределах Прикаспийской впадины, независимо от величины запасов, типа залежи и стратиграфи-

ческого интервала ее залегания, а также от литологии пород-коллекторов. Подтверждением этому служит работа [22] (см. табл. 9 там же), где приводится детальная географическая при-

вязка месторождений УВ (названия областей на территории Республики Казахстан даются по состоянию на 01.01.1987 г.).

Список литературы

1. Абилхасимов Х.Б. Сравнительная характеристика палеозойских карбонатных платформ Прикаспийской впадины / Х.Б. Абилхасимов // Геология нефти и газа. – 2008. – № 3.
2. Абилхасимов Х.Б. Закономерности пространственного размещения природных резервуаров Прикаспийской впадины / Х.Б. Абилхасимов // Геология нефти и газа. – 2007. – № 6.
3. Абилхасимов Х.Б. Литолого-фациальные особенности распространения коллекторов и экранов в верхнепалеозойских отложениях юго-востока Прикаспийской синеклизы: дисс. ... канд. геол.-минерал. наук: 04.00.17 / Абилхасимов Х.Б. – М.: ВНИГНИ, 1999.
4. Абилхасимов Х.Б. Условия формирования природных резервуаров подсольевых отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности: дисс. ... д-ра геол.-минерал. наук: 25.00.12 / Абилхасимов Х.Б. – М.: ВНИГНИ, 2009.
5. Байгамбетов Б.К. Условия формирования пород-коллекторов в подсольевом продуктивном карбонатном комплексе восточного борта Прикаспийской впадины: дисс. ... канд. геол.-минерал. наук: 25.00.12 / Байгамбетов Б.К. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2005.
6. Крылов Н.А. Прогноз нефтегазоносности подсольевого палеозоя востока и юго-востока Прикаспия / Н.А. Крылов, А.А. Аксенов, В.П. Авров и др. – М.: Наука, 1992.
7. Крылов Н.А. Геологическая модель подсольевого комплекса Прикаспийской впадины и нефтегазоносность / Н.А. Крылов, В.П. Авров, З.В. Голубева // Геология нефти и газа. – 1994. – № 6.
8. Куандыков Б.М. Структурно-формационные комплексы и перспективы нефте-газоносности подсольевых отложений южных районов Прикаспийской впадины: автореф. дисс. ... д-ра геол.-минер. наук / Куандыков Б.М. – Алматы, 1986.
9. Кирюхин Л.Г. Особенности строения и развития подсольевого комплекса Прикаспийской впадины / Л.Г. Кирюхин, И.Н. Капустин, В.Н. Копытченко и др. – М.: ВНИГНИ, 1978. – Вып. 208.
10. Жолтаев Г. Ж. Тектоника Большого Каспия // Нефть и газ. – 2003. – № 1.
11. Клещев К.А. Геодинамика и новые типы природных резервуаров нефти и газа / К.А. Клещев, А.И. Петров, В.С. Шеин. – М.: Недра, 1995.
12. Эльдерханова О.Р. Закономерности распространения карбонатных коллекторов и ловушек углеводородов в пределах Прикаспийской впадины / О.Р. Эльдерханова, И.Л. Дагаев // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – Ставрополь: СевКавГТУ, 2010. – № 4 (25).
13. Кузнецов В.Г. О некоторых терминах карбонатной седиментологии / В.Г. Кузнецов // Бюл. МОИП. Отд. геол. – 2002. – Вып. 3. – Т. 77.
14. Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории / Дж.Л. Уилсон; пер. с англ. – М.: Недра, 1980.
15. Багринцева К. И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа / К.И. Багринцева. – М.: Недра, 1999.
16. Багринцева К.И. Атлас карбонатных коллекторов месторождений нефти и газа Восточно-Европейской и Сибирской платформ / К.И. Багринцева, А.Н. Дмитриевский, Р.А. Бочко. – М.: Недра, 2003.
17. Воцалевский Э.С. Эволюция позднепалеозойских карбонатных платформ юга Прикаспийской впадины / Э.С. Воцалевский, В.М. Пилифосов, Д.А. Шлыгин и др. // Геодинамика и минерагения Казахстана. – Ч. 2. – Алматы, 2000.
18. Dorobek S.L. Synorogenic carbonate platforms and reefs in foreland basins: controls on stratigraphic evolution and platform/reef morphology / S.L. Dorobek // Stratigraphic evolution of foreland basins: SEPM Special publication. – 1995. – № 52.
19. Scholle P.A. Carbonate depositional environment / P.A. Scholle, D.G. Bebout, C.H. Moor et. al // AAPG Memoir. – Tulsa, Oklahoma: AAPG, 1991. – V. 33.

20. Яншин А.Л. Структура палеозойского подсолевого комплекса северо-востока Прикаспийской впадины / А.Л. Яншин, Ю.А. Волож, И.Н. Капустин и др. // Изв. АН СССР. – 1977. – № 11. – (Серия «Геология»).
21. Пантюшев Ю.А. Перспективы нефтегазоносности Енбекско-Жаркамысского поднятия восточного борга Прикаспийской впадины / Ю.А. Пантюшев. – Алматы: Геоинжиниринг, 2010. – № 2 (9).
22. Нефтяные и газовые месторождения СССР: справочник / под ред. С.П. Максимова. – Кн. 1: Европейская часть СССР. – М.: Недра, 1987.
23. Белонин М.Д. Геологическое строение и оценка перспектив нефтегазоносности Северо-Каспийского региона / М.Д. Белонин, А.И. Димаков, Н.С. Окнова // Геология регионов Каспийского и Аральского морей. – Алматы: Казахстанское геологическое общество, 2004.
24. Журавлев В.С. Сравнительная тектоника экзогенных впадин Русской платформы / В.С. Журавлев // Тр. XXII сессии МГК: докл. сов. геол. – М.: Наука, 1964.
25. Золотов А.Н. Прогноз нефтегазоносности подсолевого комплекса Прикаспийской впадины / А.Н. Золотов, Н.А. Крылов, В.П. Авров и др. – М.: Труды ИГиРГИ, 1989.
26. Мазарович А.О. Строение юго-востока Восточно-Европейской платформы (Прикаспийская впадина). Каспийское море / А.О. Мазарович. – М.: МГУ, 2006.
27. Соколов В.Л. Историко-геологическая модель и главные зоны нефтегазонакопления Прикаспийской впадины / В.Л. Соколов // Труды МИНХ и ГП. – М.: МИНХ и ГП, 1985. – Вып. 190.
28. Сюдюков А.З. Литология, фации и нефтегазоносность карбонатных отложений / А.З. Сюдюков. – М.: Наука, 1975.
29. Фотиади Э.Э. О крупных элементах тектоники юго-востока Европейской части СССР / Э.Э. Фотиади // Труды ВНИГРИ. – М.: ВНИГРИ, 1956. – Вып. 96 – 4.1. – (Новая серия).
30. Хачатрян Р.О. Тектоническое развитие и нефтегазоносность Волжско-Камской антеклизы / Р.О. Хачатрян. – М.: Наука, 1979.