

Нефтегазоносность Прикаспийской впадины

УДК 553.98 (574)

ХАРАКТЕРИСТИКА КАРБОНАТНЫХ И ТЕРРИГЕННЫХ ПОДСОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

© 2019 гг. Ж. Жолтаев¹, Г. Е. Кулумбетова²

1 – Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева

2 – ТОО "Меридиан Петролеум"

DOI: 10.24411/1997-8316-2019-19805

Аннотация: карбонатные отложения являются основным нефтегазопродуктивным объектом восточного борта Прикаспийской синеклизы. С данными отложениями связана добыча нефти на крупных месторождениях. В то же время на некоторых месторождениях восточного борта Прикаспийского бассейна продуктивные нефтегазоносные коллектора приурочены к терригенным отложениям. На месторождениях, где коллекторами выступают карбонатные породы, терригенные отложения играют роль покрышек, без которых скопление углеводородов было бы невозможным. Детальное изучение условий осадконакопления и тектонического режима этапа формирования карбонатных и терригенных пород является важной задачей при постановке геологоразведочных работ и выбора точек бурения разведочных скважин. В статье приводится детальное описание литолого-стратиграфической характеристики пород каменноугольного возраста, к которым приурочены толщи КТ-III, КТ-II, МКТ и КТ-I. Приведено описание геодинамической обстановки, преобладающей в пределах восточного борта Прикаспийской впадины, в период от додевонского до позднекаменноугольного времени.

Ключевые слова: Прикаспийская синеклиза, карбонатно-терригенная толща КТ-II, система, ярус, пачка, генерация УВ, залежи нефти и газа, прогноз нефтегазоносности ловушек, перспективы.

Кулумбетова Гульмира Ерболатовна e-mail: gkulum@gmail.com

THE CHARACTERISTICS OF CARBONATE AND TERRIGENOUS SUBSALT DEPOSITS OF THE EAST OF THE CASPIAN DEPRESSION

G. Zh. Zholtaev¹, G. E. Kulumbetova²

1 – Institute of geological Sciences. K. I. Satpayev

2 – LLP "Meridian petroleum"

Abstract: the carbonate sediments are the main oil and gas bearing object on the Eastern edge of Caspian basin. Oil production at large oil fields is associated with these sediments. At the same time, in some fields on the Eastern edge of the Caspian basin the oil and gas bearing horizons are associated with terrigenous sediments. The terrigenous rocks are seals at the deposits where the reservoirs are carbonate rocks, and the accumulation of hydrocarbons would be impossible without it. A detailed study of sedimentation conditions and tectonic regime of

the formation phase of carbonate and terrigenous rocks is an important task of exploration work and selecting points for exploratory wells. The article provides a detailed description of the lithofacial characteristics of rocks of the Carboniferous age to which the КТ-III, КТ-II, МКТ and КТ-I series are confined. The description of geodynamic situation prevailing within the Eastern edge of the Caspian basin in the period from Predevonian to Upper Carboniferous time, is given.

Key words: Caspian depression, carbonate-terrigenous series КТ-II, system, stage, member, sediments, traps, hydrocarbon generation, oil and gas deposits, prediction of oil and gas traps, prospects.

Прикаспийский нефтегазоносный бассейн является одним из крупнейших по запасам углеводородов в мире. В его пределах открыты гигантские месторождения, такие как Кашаган, Тенгиз на южном борту, и Карашыганак на северном борту. На восточном борту бассейна открыты и находятся в разработке крупные месторождения Жанажол, Кенкияк, Алибкмола, Кожасай и другие. Продуктивный разрез отложений восточного борта состоит из карбонатных и терригенных пород, относящихся к толщам КТ-III, КТ-II, МКТ и КТ-I.

Карбонатная толща (КТ-II) охватывает широкий временной интервал – от верхневизейского подъяруса нижнего отдела до низов подольского яруса среднего отдела каменноугольной системы – $C_1v_2al_2$ - C_2m_1 - $C_2m_2pd_1$ (рис. 1). Она распространена практически на всей исследуемой территории. Ее протяженность с севера на юг составляет около 350 км, а ширина 80–120 км. Максимальная мощность толщи 600–800 м установлена на восточной периферийной части ее распространения. В западном и юго-западном направлениях мощность уменьшается до 300–400 м, затем на участках Восточный Аккудук, Жанатан и Боржер (Божер-Акжарская зона) ее значения составляют 50–100 м, а на участках Караулкельды и В. Акжар толща полностью выклинивается, что связано с разной амплитудой предпермского размыва. Изменение стратиграфического объема толщи также происходит в широтном направлении.

Важно отметить, что полный стратиграфический объем нижней карбонатной толщи установлен только в восточной части рассматриваемой территории, где она залегает между двумя терригенными комплексами (ТТ-II и МКТ). В западном направлении верхняя возрастная граница толщи снижается до C_2m_1 и затем до C_2b , она несогласно перекрывается нижнепермскими отложениями, в основании которых, как правило, выделяется глинистая гаммаактивная пачка (Дальян и др., 1993) [3, 4, 7].

Сложена толща КТ-II известняками, и лишь на крайнем востоке появляются редкие прослойки известковистых аргиллитов и алевролитов, а также отмечена доломитизация и перекристаллизация. Известняки обычно светлоокрашенные – светло-серые до белых, массивные и тонкоплитчатые, биогенные, биокластовые, комковато-сгустковые, водорослевые.

Верхневизейский подъярус (окский надгоризонт) включает отложения тульского, алексинско-михайловского и веневского горизонтов.

Литологически отложения тульского горизонта в нижней части представлены переслаиванием аргиллитов, песчаников, гравелитов, в верхней части преобладают аргиллиты и алевролиты с редкими прослоями известняков. От нижележащих отложений отличается более глинистым составом.

Максимальная толщина тульских отложений 567 м установлена в скв.Г-5 Жанатан, минимальная – 125 м (Г-34 Лактыбай).

СИСТЕМА	Горизонт	ТОЛЩИНА	ЛИТОЛОГИЯ	ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	
C ₃	ГЖЕЛЬСКИЙ C _{3a}	370		В пределах Жаманской структуры - известняки биогермные, фрагментовые, доломитизация и сульфатизация пород, особенно в верхней части карбонатного и низов известнякового яруса. Выше карбонатного разреза выделяется твердые породы с прослоями глинистых известняков. На Восточно-Торатайском участке - преимущественно карбонатный, твердые породы встречаются редко. По всему восточному краю Прикаспийской впадины протягивается неширокая полоса терригенных отложений - известняки песчаные и светло-серых алевролитов, темно-серых, черных аргиллитов, доломитов-белых глин и карбонатно-серых, серых органогенно-обломочных известняков.	КТ-I
	КАСИМОВСКИЙ C _{3k}	0-350		светло-серые коричневые биоморфные и биогермные водорослевые, желвачковые, сульфатные известняки и вторичные доломиты серые с коричневым оттенком, с порами выщелачивания и кавернами, в основании отмечается простой аргиллитов известняки органогенно-детритовые замещаются по разрезу на доломитовые известняки и перекристаллизованные микрокарстовые доломиты. В основании разреза наблюдается прослой аргиллитов и алевролитов	КТ-I
C ₂	Мячковский горизонт C _{2m}	100-700		МКТ-темно-серые, черные аргиллиты, зеленовато-серые мелко-среднезернистые песчаники, иногда с примесью крупнозернистого материала и мелкого гравия, а также черные глинистые известняки. КТ-II - органогенно-обломочные мелкокристаллические известняки с отдельными малоэнергичными прослоями песчано-глинистых пород	МКТ
	Подольский горизонт	100-700		известняки белые, серые, детритово-органогенные и тонкими прослоями аргиллитов серо-зеленых, алевролитов	МКТ
	Каширский горизонт	30-320		известняки серые, темно-серые до черного, органогенно-сульфатные, плитчатые, с прослоями черных, кремней, алевролитов и аргиллитов, содержащих комплекс фораминифер	МКТ
	Верейский горизонт	0-145		известняки серые, светло-серые, биоморфные, комковато-органогенные, микросульфатные, водорослево-фораминиферовые со множеством стипулитовых швов, выполненных глинистым материалом	МКТ
	Прикамский горизонт	0-100		известняки кремовыми, темно-серые, оолитовые, органогенно-комковатые, массивные, тонко-плитчатые, разнородные с прослоями темно-серых глин и аргиллитов	МКТ
C ₁	Северо-кельтменский горизонт	0-120		известняки светло-серые, биоморфно-детритовые, органогенно-обломочные, водорослево-фораминиферовые желвачковые с редкими прослоями глинистых пород, доломитов и известняковых гравелистов	КТ-II
	Краснополянский горизонт	55-134		Отопленные преобладают светло-серыми известняками следующих разновидностей: органогенные, водорослевые, оолитово-онколитовые, сульфатно-комковатые с характерными формами фораминифер	КТ-II
	Богдановский горизонт	44-134		известняки светло-серые репликтивно-органогенные, перекристаллизованные, плотные с фораминиферами	КТ-II
C ₁	Заплатюбинский горизонт	20-55		органогенные (преимущественно, брахиоподовые), окатаннозернистые и оолитово-онколитовые светло-серые известняки с прослоями доломитов	КТ-II
	Протвинский горизонт	20		горизонт слагает известняки серые, темно-серые, пористые, органогенные (в средней части с фораминиферами водорослевые), с пластом плотных известняков	КТ-II
	Стелевский горизонт	130		переслаивание светло-серых органогенных перекристаллизованных плотных и пористых известняков, расчлененных тонкими глинистыми прослоями с обедненным комплексом фораминифер	КТ-II
	Тарусский горизонт	55-170		известняки серыми, светло-коричневыми, с прослоями доломитов и доломитизированных известняков с фораминиферами	КТ-II
	Венецкий горизонт	50-150		переслаивание аргиллитов, песчаников, гравелистов, в верхней части преобладают аргиллиты и алевролиты с редкими прослоями известняков	КТ-II
Визский горизонт	30-115		125-570		

Рис. 1. Литолого-стратиграфический разрез среднего и верхнего карбона, включающий толщи КТ-II, МКТ и КТ-I

Выше залегают нерасчлененные алексинско-михайловские отложения. Они вскрыты на структурах Кожасай, Алибекмола, Куантай, Тускум, В. Тортколь, Жанажол, В. Мортук, Кенкияк, Трува и др. Нижняя часть разреза состоит из переслаивания темно-серых, зеленовато-серых аргиллитов, алевролитов, песчаников и редких прослоев известняков, доломитов, отмечается известняковая брекчия.

Толщина алексинско-михайловских отложений меняется от 179 м (Г-5 Жанатан) до 423 м (ПГС-1).

Веневский горизонт. Разрез визейского яруса венчают отложения веневского горизонта, вскрытые на структурах Алибекмола, Башенколь, Урихтау, Кожасай, Синельниковская, Тускум, Жанажол, Тортколь и др. Отложения литологически представлены известняками серыми, светло-коричневыми с прослоями доломитов и доломитизированных известняков.

Толщина отложений веневского горизонта колеблется от 27 м (Г-5 Жанатан) до 113 м (Г-9 Алибекмола).

Нерасчлененные визейские отложения толщиной 347 м установлены в скв.Г-1 Бактыгарын, представлены известняками серыми, светло-серыми, участками рыхлыми с редкими прослоями известковистых глин.

Таким образом, для восточной бортовой зоны Прикаспийской впадины характерен пестрый состав пород визейского яруса. Здесь развиты в верхней части окского надгоризонта известняки биогермные, водорослевые либо реликтивно-биогенные перекристаллизованные, замещающиеся по латерали и по разрезу на известняки детритовые, микросгустковые и шламовые с прослоями алевроаргиллитов и тонкозернистых песчаников. Нижневизейские, а также основная часть тульского горизонта верхнего визе представлены разным сочетанием терригенных пород. В региональном плане терригенные визейские отложения нижнего

карбона погружаются с востока на запад от Ащисайского краевого глубинного разлома в сторону Хобдинской мульды от 3200 м на Жанатане, 5180 м на Восточном Акжаре до 6126 м на Караулкельды, а также с юга на север от 3270 м на Тортколе, 3900 м на Лактыбае, 4262 м на Жанажоле, до 5125 м на Восточном Жагабулаке. При этом, по данным бурения и сейсморазведки МОГТ, мощность терригенного нижнего карбона увеличивается к востоку и западу от Жаркамысского выступа фундамента.

Вскрытая бурением максимальная толщина визейских отложений в терригенной фации установлена в скв.П-1 Терескен – 1660 м, а в карбонатной фации – в скв.Г-1 Бактыгарын и составляет 347 м.

Отложения серпуховского яруса установлены в терригенных и карбонатных фациях в составе нижнего и верхнего подъярусов.

Нижнесерпуховский подъярус включает отложения тарусского и стешевского горизонтов, которые четко выделяются в карбонатных разрезах.

Терригенные разрезы встречаются на структурах западнее линии скв.П-1 Кожасай, Г-2 В. Тортколь (Акжар, Каратюбе, Караулкельды, Терешковская и др.). Отложения представлены линзовидным переслаиванием серых, темно-серых песчаников, аргиллитов, алевролитов. Встречаются прослой серого глинистого известняка, туфогенного материала и гравелита серого разнообломочной структуры. Толщина нерасчлененных нижнесерпуховских отложений колеблется от 83 м (П-1 Кожасай) до 160 м (Г-41 Каратюбе).

Тарусский горизонт вскрыт на структурах Жанажол, Кожасай, Синельниковская, Алибекмола, В. Тортколь, Урихтау, Кенкияк и др. и сложен переслаиванием светло-серых органогенных перекристаллизованных плотных и пористых известняков, расчлененных тонкими глинистыми прослоями. Толщина отложений тарусского горизонта

изменяется от 155 м (Г-4 В. Алибекмола) до 49 м (Г-4 Кумсай).

Стешевский горизонт слагают известняки серые, темно-серые, пористые, органогенные. Горизонт имеет характерную промыслово-геофизическую характеристику и используется в качестве главного репера при расчленении серпуховских отложений. Толщина отложений изменяется в пределах 55–170 м.

Верхнесерпуховский подъярус включает отложения протвинского и запалтубинского горизонтов.

Протвинский горизонт вскрыт в пределах Темирской, Жанажол-В, Тортколской зон, включает органогенные (преимущественно брахиоподовые), зернистые и оолитово-онколитовые светло-серые известняки с прослоями доломитов. Толщина протвинских отложений до 132 м.

Запалтубинский горизонт изучен в разрезах скважин Г-115 Кенкияк, Г-6, Г-7 Синельниковская, Г-22, Г-24 Урихтау, Г-7 В. Тортколь, П-6 Башенколь, Г-10 Алибекмола, Г-5 Жанатан (Темирская, Тускум-Кожасайская, Жанажол-Торткольская зоны). Он сложен известняками светло-серыми, реликтово-органогенными, перекристаллизованными. Толщина отложений до 20 м.

Толщина серпуховского яруса в пределах Жанажольской зоны составляет 128–165 м, а в Темирской – 72–140 м.

На серпуховском ярусе согласно залегают, местами со стратиграфическим зональным несогласием, отложения среднего карбона.

В составе среднекаменноугольных отложений выделяются породы башкирского и московского ярусов. Возрастной диапазон среднекаменноугольной части карбонатной толщи (КТ-II) – башкирский ярус – нижнемосковский подъярус и низы подольского горизонта ($C_2m_2pd_1$).

На известняки КТ-II без видимого перерыва и несогласия налегает верхняя тер-

ригенная толща ТТ-I, возраст которой изучавшие территорию исследователи устанавливают как среднюю часть подольского горизонта $C_2m_2pd_2$ (Особенности разведки..., 1986). Мощность толщи изменяется от 300–500 м в разрезах центральной части восточной полосы до полного выклинивания на западе.

Башкирский ярус имеет разный стратиграфический объем. Верхняя граница его сопровождается крупным региональным стратиграфическим несогласием. Наиболее полные разрезы установлены в пределах структур Алибекмола, Урихтау, Кожасай, Синельниковская, Тускум, Кожасайская, Жанажол и Торткольская (рис. 2).

Нижнебашкирский подъярус имеет ограниченное распространение и установлен в тех же скважинах, где запалтубинский горизонт серпуховского яруса. Отложения представлены светло-серыми известняками следующих разностей: органогенные, водорослевые, оолитово-онколитовые, сгустковые. Толщина отложений колеблется от 20 до 55 м.

Краснополянский горизонт имеет наиболее широкое распространение в пределах структур Кенкияк, Урихтау, Жанажол, Кожасай, Алибекмола. Отложения представлены известняками светло-серыми, биоморфно-детритовыми, органогенно-обломочными, водорослево-фораминиферовыми, желвачковыми с редкими прослоями глинистых пород, доломитов и известняковых гравелитов. Толщина отложений краснополянского горизонта изменяется от 134 м (Г-20 Алибекмола) до 44 м (ПГС-1 Кожасай).

Северо-кельтменский горизонт прослеживается в разрезах структур, что и краснополянские отложения, граница между ними согласная. Литологически представлен известняками кремовыми, темно-серыми, оолитовыми, органогенно-комковатыми, массивными, тонкоплитчатыми, разнотернистыми с прослоями темно-серых

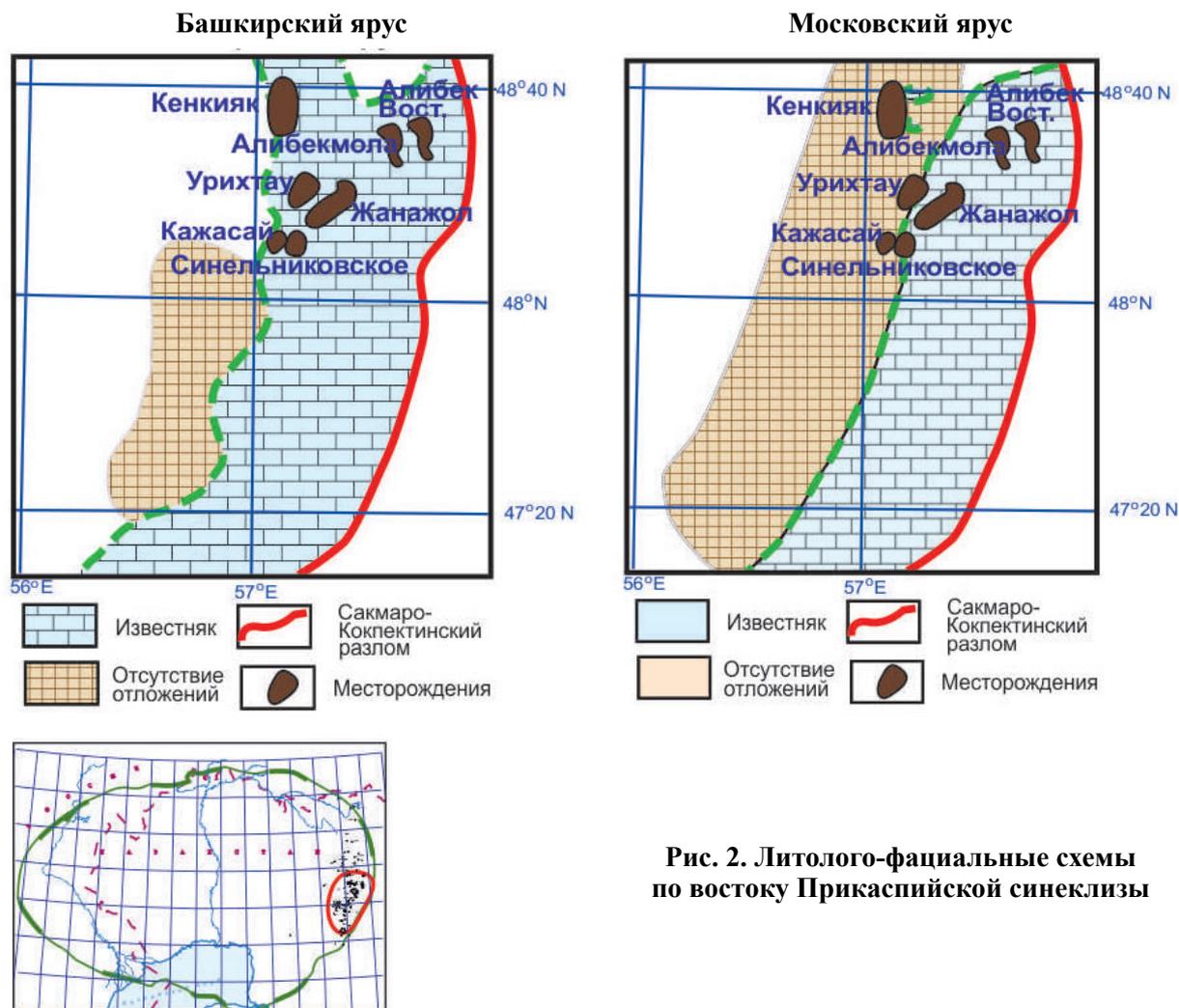


Рис. 2. Литолого-фациальные схемы по востоку Прикаспийской синеклизы

глин и аргиллитов. В западных районах (от Алибекмола к Кожасая) преобладают известняки в различной степени кремне-ые и доломитизированные, увеличивается количество терригенных прослоев.

В зависимости от структурного положения скважин толщина северокельтменских отложений составляет на Жанажоле 55–70 м, Алибекмоле 100–140 м, Урихтау 80–120 м, Жанатан II-38 м.

Кокпектинской скважиной Г-6 вскрыты отложения, которые по литологическому составу подразделены на 2 пачки и названы «атжаксинской» толщей. Верхняя пачка представлена чередованием в равных соотношениях известняков белых, серовато-белых, органогенных с серыми, темно-серыми аргиллитами. Нижняя пачка состоит

из белых, серовато-белых, розовато-белых известняков с редкими прослоями серых, темно-серых аргиллитов. По комплексу выделенных фораминифер атжаксинская толща является аналогом краснополянского и северо-кельтменского горизонтов. Истинная пройденная мощность всей атжаксинской толщи в пределах 187 м.

Прикамский горизонт прослежен в единичных разрезах площадей Алибекмола, Жанажол, Кожасай, Жагабулак, Урихтау. Отложения представлены известняками серыми, светло-серыми, биоморфными, комковато-органогенными, микросгустковыми, водорослево-фораминиферовыми со множеством стилолитовых швов, выполненных глинистым материалом. Толщина отложений прикамского горизонта изменяется

с запада на восток от 0 до 40 м (Урихтау), 70 м (Жанажол) и 100 м (Алибекмола).

Общая толщина башкирских отложений от 129 на Кожасае, 200 м на Жанажоле и до 300 м на Алибекмоле.

На породах различных горизонтов башкирского яруса трансгрессивно залегают отложения московского яруса.

Московский ярус имеет неповсеместное распространение и непостоянный стратиграфический объем. В общем комплексе московских отложений на основе палеонтологических данных в пределах востока Прикаспийской впадины различаются породы всех горизонтов: верейского, каширского, подольского, мячковского (рис. 2).

Нижнемосковский подъярус. Верейский горизонт установлен в разрезах Жанажол, Алибекмола, Урихтау, Ц. Якут. Локально распространен на Арансае, Кожасае, чаще всего залегают трансгрессивно. Разрез слагают известняки серые, темно-серые до черного, органогенно-сгустковые, плитчатые с прослоями черных кремней, алевролитов и аргиллитов. Толщина отложений зависит от предверейского размыва и колеблется от 0 до 145 м (Г-5 Алибекмола).

Каширский горизонт по литологической и палеонтологической характеристике делится на две части. В основании каширского горизонта выделяется толща пород, имеющая четкую геофизическую характеристику и прослеживаемая в разрезах структур Жанажол, Алибекмола, расположенная между верейским и каширским подъярусами с четким палеонтологическим обоснованием, которая отнесена к цнинскому подъярусу. Толща сложена известняками белыми, серыми, детритово-органогенными и тонкими прослоями аргиллитов серозеленых, алевролитистых. Толщина этих отложений 52–75 м.

Верхняя часть каширского горизонта имеет широкое развитие на структурах Алибекмола, В. Алибек, Жанажол, В. Жанажол,

Ц. Якут, Урихтау. Отложения представлены известняками белыми, серыми, темно-серыми органогенно-комковатыми, биоморфно-водорослевыми, тонкозернистыми и глинистыми разностями известняков, известняковых песчаников с подчиненными прослоями терригенных и карбонатно-кремнистых пород. Органические остатки в них разнообразны и многочисленны. Толщина отложений каширского горизонта от 30 до 320 м (свыше 200 м зафиксирована в единичных разрезах скв. П-4, П-5 Алибекмола, Г-4 В. Алибекмола и Г-72 Жанажол).

К верхнемосковскому подъярусу относятся МКТ и карбонатная толща (КТ-I). Подольский горизонт состоит из толщи терригенных отложений МКТ. По литологической характеристике разрез подольского горизонта в большинстве районов состоит из двух толщ – терригенной и карбонатной. Наиболее полные разрезы верхнемосковского подъяруса известны на площадях Жанажол и Синельниковская.

Мощность толщи КТ-I на востоке – 400–500 м и уменьшается на севере до 140–180 м (структура Ю. Мортук), а в южной – 140–160 м на структурах Ю. Тускум, Вост. Тортколь.

Породы, слагающие карбонатно-терригенную толщу изучаемой территории, разнообразны по происхождению, вещественному составу, структурным особенностям и коллекторским свойствам. В основном это органогенные известняки, часть которых преобразованы в доломиты. Среди известняков органогенного происхождения выделяются биоморфные, детритовые, комковато-органогенные, комковато-сгустковые и оолитовые разности.

В биоморфных известняках обычно много пор и каверн. Фильтрация осуществляется по межформенным каналам и по самим порам.

Детритовые и биоморфно-детритовые известняки серые и темно-серые, иногда

светло-серые, однородные массивные образования. Емкость таких известняков обычно низкая. Объем порового пространства благодаря выщелачиванию значительно увеличен, но низкая емкость обусловлена присутствием цементирующего материала.

Наиболее распространенным литотипом являются комковато-органогенные известняки. Это серые, светло-серые и коричневатые-серые однородные массивные, плотные или пористые, иногда трещиноватые породы. Основным компонентом являются разнообразные органические остатки.

Комковато-сгустковатые известняки распространены в серпуховских, московских и верхнекаменноугольных отложениях.

Оолитовые известняки характерны для нижнебашкирского и нижнемосковского подъярусов. Сложены они оолитами и хорошо окатанными комочками с органическими остатками.

Биоморфные, реже биоморфно-детритовые и детритовые известняки встречаются в нижней части КТ-II (породы визе-серпуховского ярусов). Они участвуют в формировании органогенных построек, активно развивающихся в эпоху повышения уровня моря. Выше по разрезу данные известняки сменяются известняками комковатого, сгусткового типов, накапливавшихся в наивысшую фазу морской трансгрессии. И наконец, в кровле толщи присутствуют оолитовые и обломочные известняки, характерные для литорали и сублиторали в пределах береговой зоны, приливно-отливных равнин, глубоко врезанных в сушу заливов и осолоненных лагун [20].

В отличие от терригенных, карбонатные отложения из-за большой растворимости на протяжении литогенеза подвергаются неоднократным вторичным преобразованиям, из-за чего структура их пустотного пространства и фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) коллекторов весьма неоднородны.

Анализ распределения показателей фильтрационно-емкостных свойств позволил охарактеризовать отдельные литогенетические типы карбонатных отложений. Максимально высокими коллекторскими свойствами характеризуются биоморфные известняки: максимальная пористость коллекторов достигает 26–28 %, проницаемость – тысячи миллидарси (мД) и выше.

Пористость комковато-органогенных известняков КТ-II составляет 0–6 %. Для известняков данного типа характерно интенсивное заполнение пустот вторичным кальцитом. Проницаемость их зафиксирована в 53,8 мД.

Известняки сгустковые и оолитовые близки между собой по коллекторским свойствам. Большая их часть непроницаемые с пористостью ниже 6 %. Остальные исследуемые образцы являются коллекторами, обладают различной пористостью и проницаемостью в зависимости от того, насколько интенсивным было выщелачивание.

Наиболее низкими коллекторскими свойствами обладают детритовые известняки.

Вышеописанные литологические особенности КТ-II обусловлены палеогеографическими условиями осадконакопления и геодинамической эволюцией рассматриваемой территории как пассивной континентальной окраины Уральского палеоокеана [1].

Современная картина тектонического строения региона трактуется как результат взаимодействия (расхождение, сближение, столкновение и коллизия) двух древних литосферных плит палеозойского возраста: Восточно-Европейской и Казахстанской. Между этими двумя континентами существовал Урало-Тянь-Шаньский океан. В конце палеозоя две плиты столкнулись и перестали существовать как самостоятельные континенты, образуя остров единой молодой Евроазиатской литосферной плиты [2, 8].

Западный склон Казахстанской плиты в девоне и раннем карбоне развивался в режиме пассивной континентальной окраины. Здесь в раннедевонское время шло накопление карбонатных отложений. Затем на рубеже девона и карбона доминировала тектонически активная обстановка. Происходил обильный вынос обломочного материала и формирование мощной толщи терригенных отложений турнейского и визейского возраста. В конце визейского века терригенный материал перестал поступать в морской бассейн, начался длительный период накопления карбонатных отложений в условиях открытого шельфа. Далее карбонаты сменяются терригенными осадками верхнего палеозоя – этап сближения и столкновения двух плит.

В разрезе подсолевых отложений карбона и перми на территории восточной части Прикаспийской впадины выделены также четыре осадочные толщи, принадлежащие к терригенным формациям: нижнекаменноугольная, среднекаменноугольная (подольский горизонт московского яруса), верхнекаменноугольная (гжельский ярус) и нижнепермская. В основании нижнепермской толщи обособляется гамма-активная пачка пород смешанного состава, относящаяся к битуминозной кремнисто-карбонатно-глинистой формации (рис. 3) [1, 2].

К природным резервуарам нефти и газа можно отнести нижнекаменноугольные и нижнепермские формации. Среднекаменноугольная и верхнекаменноугольная толщи не содержат коллекторов и являются межкарбонатными экранящими толщами.

Образование терригенных формаций происходило в периоды наступления трансгрессии, сопровождающейся усилением орогенных процессов в Урало-Мугоджарской складчатой области и появлением мощных эрозионных процессов, сформировавших систему русловых, дельтовых,

авандельтовых потоков, меандрирующих каналов, конусов выноса, намывных валов, баровых тел и т.д. в зонах горно-прибрежного, прибрежно-морского, мелководно-морского и относительно глубоководного осадконакопления.

Наибольшая песчаность разреза наблюдается по ходу основных транспортных путей выноса обломочного материала из действующих источников сноса, находившихся в раннем карбоне на юго-востоке, в ранней перми – на северо-востоке изучаемой территории, что определило различие в местонахождении основных участков нефтегазонакопления в раннем карбоне и ранней перми [3].

Образование битуминозной кремнисто-карбонатно-глинистой формации (гамма-активной пачки) происходило в начале ранней перми в условиях дефицита осадочного материала в сочетании с теплым климатом, застойной сероводородной обстановкой в придонных водах, при интенсивных процессах вулканизма, а также при повышенных глубинах, не способствующих развитию мелководной карбонатообразующей фауны [7].

Выявлено, что промышленные скопления углеводородов в терригенных отложениях (Лактыбай, Кенкияк, Акжар, Каратобе) связаны с поровым коллектором и приурочены к высокоэнергетичным участкам зоны шельфового осадконакопления, где осадки до своего захоронения успели приобрести относительную структурную и минералогическую зрелость. Многочисленные нефтегазопроявления до незначительных притоков УВ (разведочные площади Жилинская, Северо-Петропавловская, Борлинская, Джусинская, Остансукская и др.) получены преимущественно из низкопоровых порово-трещинных и трещинных коллекторов. Их формирование связано с условиями накопления в прибрежно-морской, иногда горно-прибрежной обстановке

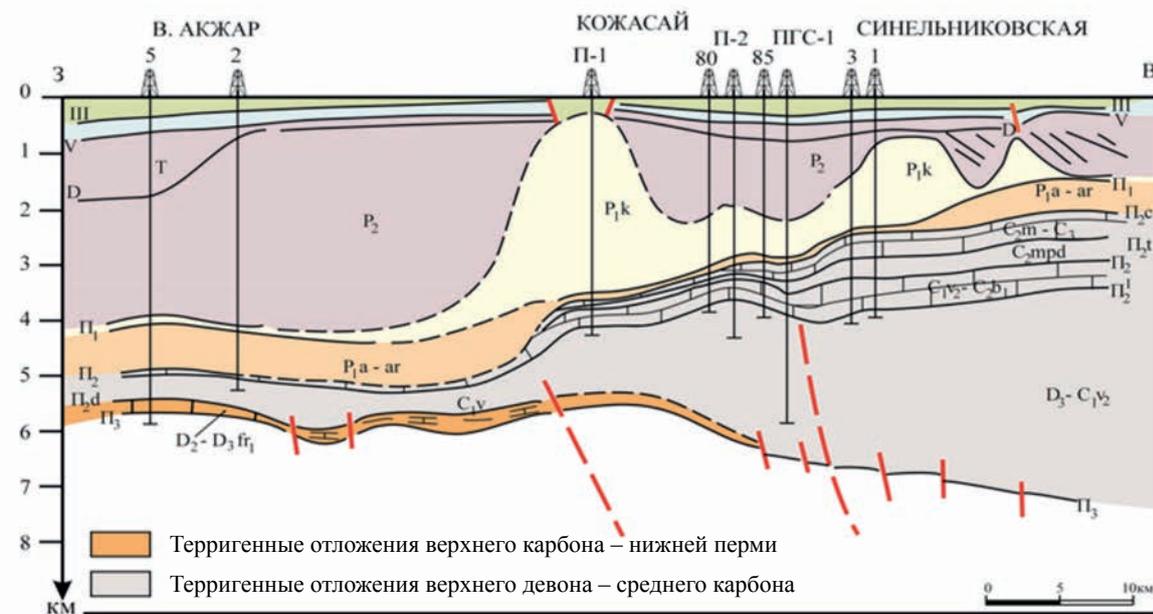


Рис. 3. Геологический профиль по линии В. Акжар – Синельниковская

с обильным поступлением и быстрым захоронением обломочного материала с частым выклиниванием пластов, а также с локальным развитием постседиментационной трещиноватости [4, 5].

Установлена роль генетических особенностей терригенных пород в формировании и сохранении их пустотного пространства. Алевро-песчаные осадки, слагающие поровый коллектор, представлены многоцикловыми отсортированными кварц-кремневыми аренитами. Их отличительной особенностью в нижнепермских породах является присутствие в обломочной части также обломков карбонатных пород и фауны.

В песчаниках нижнего карбона кварц-кремневый состав способствовал частому образованию регенерационных оболочек на кварцевых зернах и созданию прочных сливных контактов между зернами, способными противостоять воздействию горного давления и препятствовать уменьшению объема пор в пористых участках породы. Пустотное пространство представлено в основном унаследованными межзерновыми порами, стенками которых служат

поверхности обломочных зерен и (или) поверхности кристаллических агрегатов цемента.

В результате изучения коллекторских свойств в терригенных породах нижнего карбона определено:

1. Пористость изученных коллекторов находится в пределах 10–20%, газопроницаемость – в пределах 0,1–233 мД. Пустотами, обеспечивающими коллекторские свойства пород, в основном являются межзерновые поры. Выщелачивание пород развито слабо и не повсеместно.

2. Пористо-проницаемые разности песчаников связаны с определенной фацией – мезомиктовыми (кварц-кремневыми) осадками мелководно-шельфового генезиса, которые накапливались преимущественно в позднем виле.

3. Мезомиктовые песчаники являются коллекторами лишь в случае неполной карбонатизации их порового пространства.

4. Фактор глубины залегания мезомиктовых песчаников играет существенную роль для сохранения пористости: изученные песчаники с кондиционными значениями

ми пористости и проницаемости залегают в подавляющем большинстве на глубине, не превышающей 4600 метров.

В песчаниках нижней перми более значимую роль в формировании пустотного пространства сыграли процессы растворения и осаждения карбонатного материала, при которых первичное поровое пространство было почти полностью преобразовано, а основное значение в емкости коллектора приобрели поры и мелкие каверны выщелачивания.

Важную роль в сохранении ФЕС пород сыграл также фактор глубины залегания. Наиболее высокими фильтрационно-емкостными свойствами обладают песчаники мелководно-шельфового генезиса, развитые в пределах ближних или внутренних палеошельфов – поздневизейского (Лактыбай) и раннепермского (Кенкияк). Их открытая пористость 10–20 %, газопроницаемость матрицы достигает 200 мД; при наличии трещин проницаемость резко увеличивается.

Открытая пористость поровых коллекторов Жаркамысской зоны (Акжар, Курсай, Каратобе), что представляла собой территорию более глубоководного внешнего или дальнего шельфа, изучена лишь в нижнепермском разрезе. Ее величина достигает 14,6 %, а газопроницаемость находится в пределах 10 мД. Пониженные коллекторские свойства пород Жаркамысской зоны, по сравнению с Темирской зоной, объясняются, по всей видимости, значительной разницей в глубине залегания одновозрастных терригенных отложений. Породы Жаркамысской зоны, залегающие примерно на 500 м глубже, несмотря на свой преимущественно кварц-кремневый состав, подвергаются более высокому горному давлению, часто разрушающему каркас породы, и поэтому являются более уплотненными и менее пористыми по сравнению с породами аналогичного состава Темирской зоны.

Менее развиты порово-трещинный и трещинный типы коллектора. Высокоемкий и высокопроницаемый коллектор трещинного и порово-трещинного типа связан с гамма-активной битуминозной кремнисто-карбонатно-глинистой пачкой осадочного ассельского яруса. Трещиноватость здесь обусловлена многокомпонентным составом и микрослоистостью строения пород пачки. Параметры коллектора таковы: максимальная емкость пор и трещин – 18,9 %, максимальная проницаемость по трещинам – 237,0 мД.

Кроме гамма-активной пачки, порово-трещинный и трещинный тип коллектора встречается в вышележащих отложениях ассельского, реже сакмарского яруса.

Изучение коллекторских свойств обломочных пород нижнепермского разреза показало:

– Пласты обломочных пород, обладающие кондиционными значениями ФЕС, развиты в основном в Темирской и Жаркамысской зонах, где в ранней перми накапливались осадки высокоэнергетических зон соответственно ближнего и дальнего шельфа.

– Основным типом коллектора является поровый.

– Породы-коллекторы преимущественно песчаники и алевролиты из кварца и обломков кремнистых пород. Отличительной чертой нижнепермских обломочных пород является наличие в их обломочной части карбонатных обломков, иногда в значительных количествах (до 20 %). С повышением карбонатности пород коллекторские свойства их в целом понижаются.

– В меньшей мере развит трещинно-поровый тип коллектора, связанный с тонкослоистыми алевролитами и алевропесчаниками, и трещинный тип, связанный с тонко- и микрослоистыми аргиллитами.

Прогноз нефтегазоносности терригенных отложений базируется на выявленных

закономерностях размещения скоплений нефти и газа в определенных литолого-фациальных комплексах. В частности, установлена связь нефтегазоносности с литолого-фациальными комплексами подводно-дельтовых отложений периферийных частей конусов выноса, приуроченных к склонам ближнего (Кенкияк, Лактыбай, Кожасай) и дальнего (Акжар, Каратобе) палеошельфов и характеризующихся наиболее благоприятными условиями для формирования структурно и минералогически зрелых осадков – потенциальных коллекторов нефти и газа [6].

С терригенными породами связаны некоторые месторождения восточного борта Прикаспийского бассейна. Но нефтегазовый потенциал этих отложений изучен не до конца. Данные, полученные при детальном изучении особенностей геологического строения, условий формирования и коллекторских свойств терригенных отложений, могут в значительной степени облегчить процесс постановки геологоразведочных работ при поисках новых залежей углеводородов.

Таким образом, как следует из геологической истории рассматриваемого региона, в разрезе осадочного чехла выделяются два структурных комплекса – палеозойский и мезо-кайнозойский. Палеозойский отражает стадии развития Урало-Тянь-Шань-

ского палеоокеана. Он может быть разделен на два этажа: девонско-каменноугольный и верхнепермско-триасовый. Девонско-каменноугольный этаж сложен морскими терригенно-карбонатными отложениями.

Поздний карбон знаменуется резким падением уровня моря, что привело к частичному размыву ранее накопившихся отложений в области приподнятых участков и карбонатных построек, сокращению зоны карбонатного шельфа, образованию подводных отмелей и повышению роли терригенного материала (рис. 4).

С целью правильного прогнозирования и поиска нефтегазоносных объектов, выявленных по сейсмическим исследованиям, необходимо детальное изучение литолого-стратиграфической характеристики отложений и геодинамической обстановки региона, предопределившей условия осадконакопления. Данный подход особенно важен при поисках, которые ориентированы на основную продуктивную толщу КТ-II, так как характер ее расположения и строения не всегда однозначен, что повышает риск при оценке перспективных объектов. Также прогнозирование и поиск новых залежей нефти и газа в терригенных отложениях восточного борта должен составлять важное направление в развитии нефтегазопроисковых работ данного региона.

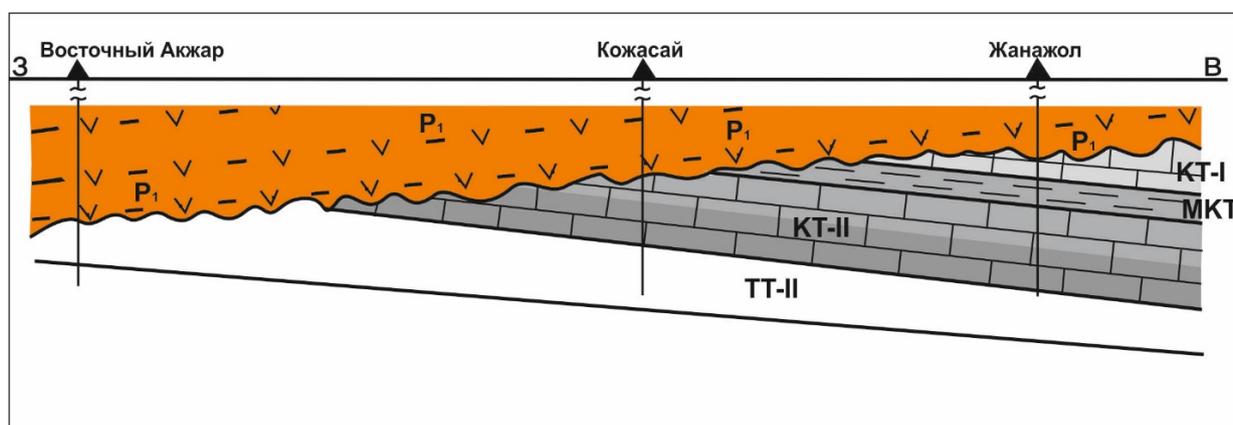


Рис. 4. Схема строения подсолевых отложений на востоке Прикаспийской синеклизы

Л и т е р а т у р а

1. Дальян И. Б. Формирование и размещение залежей нефти и газа в подсолевых отложениях восточной окраины Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. – 1987. – № 5. – С. 31–35.
2. Жолтаев Г. Ж. Куандыков Б. М. Геодинамическая модель строения юга Евразии // Нефть и газ. – 1999. – № 2. – С. 62–74.
3. Жолтаев Г. Ж. Тектоника и условия осадконакопления на востоке Прикаспийской синеклизы в раннепермскую эпоху // Геология и разведка недр Казахстана. – 1998. – С. 15–20
4. Жолтаев Г. Ж. Палеозойский осадочные бассейны зоны сочленения Урала с Тянь-Шанем // Геология и полезные ископаемые. – С. 2–7.
5. Жолтаев Г. Ж. Геодинамические модели и нефтегазоносность палеозойских осадочных бассейнов Западного и Южного Казахстана. – М., 1992. – С. 48
6. Орешкин И. В. Нефтегазогеологическое районирование и условия формирования месторождений в подсолевом мегакомплексе Прикаспийской нефтегазоносной провинции // Недр Поволжья и Прикаспия. – 2001. – Вып. 26. – С. 42–47.
7. Орешкин И. В. Постнова Е. В., Шестакова Т. Д. Условия формирования залежей углеводородов и локальный прогноз нефтегазоносности подсолевых отложений восточной части Прикаспийской впадины // Недр Поволжья и Прикаспия. – 1991. – Пробный выпуск. – С. 33–39.
8. Воцалевский Э. С., Пилифосов В. М., Жемчужников В. Г. Карбонатные платформы и развитие позднепалеозойских карбонатных бассейнов Западного Казахстана в связи с их нефтегазоносностью // Геология Казахстана. Сб. Трудов, посвященный XXXII сессии МГК. – Алматы, 2004. – С. 341–329
9. Даукеев С. Ж., Воцалевский Э. С., Удкенов Б. С. и др. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана // Нефть и газ. – 2002 – Т. 3.
10. Курманов С. Карбонатные отложения Прикаспийской впадины // Геология Казахстана. – 1999. – № 4.
11. Гриценко А. И., Островская Т. Д., Юшкин В. В. Углеводородные конденсаты месторождений природного газа. – М.: Недр, 1983.
12. Абилхасимов Х. Б. О перспективах нефтегазоносности глубокозалегающих объектов палеозойских отложений восточного борта Прикаспийского бассейна // Нефть и газ. – 2017. – № 4. – С. 58–68.

