

Статья опубликована в открытом доступе по лицензии CC BY 4.0

Поступила в редакцию 19.08.2024 г.

Принята к публикации 21.10.2024 г.

EDN: ZTUJRE

УДК 553.981.6(575.1)

Тошкуллов А.Д.

Министерство горнодобывающей промышленности и геологии, Ташкент, Республика Узбекистан, toshkulov.anvar78@mail.ru

Гаффаров М.А., Мамиров Ж.Р., Шамсутдинова А.Р.

ГУ «Институт геологии и разведки нефти и газовых месторождений» (ГУ «ИГИРНИГМ»), Ташкент, Республика Узбекистан, m.gaffarov@mail.ru, mamirov_18@mail.ru, rafikovna-asia@yandex.ru

АНАЛИЗ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ КОНДЕНСАТА В ПЛАСТОВЫХ ГАЗАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУАНЫШ-КОСКАЛИНСКОГО ВАЛА (УСТЮРТСКИЙ РЕГИОН, РЕСПУБЛИКА УЗБЕКИСТАН)

Рассмотрены результаты газоконденсатных исследований скважин Куаныш-Коскалинского вала с анализом распределения концентраций конденсата в пластовых газах. Установлено дифференциальное увеличение потенциального содержания конденсата с глубиной залегания углеводородных залежей в юрских терригенных отложениях в некоторых месторождениях рассматриваемой территории.

Ключевые слова: углеводородная залежь, юрские терригенные отложения, потенциальное содержание конденсата, пластовый газ, Куаныш-Коскалинский вал, Устюртский регион, Республика Узбекистан.

Для цитирования: Тошкуллов А.Д., Гаффаров М.А., Мамиров Ж.Р., Шамсутдинова А.Р. Анализ закономерности распределения потенциального содержания конденсата в пластовых газах месторождений Куаныш-Коскалинского вала (Устюртский регион, Республика Узбекистан) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №4. - https://www.ngtp.ru/rub/2024/31_2024.html EDN: ZTUJRE

Введение

Ускоренное развитие нефтегазодобывающей промышленности в Республике Узбекистан, предусмотренное в долгосрочных программах перспективного планирования, ставит перед нефтегазовой геологией новые более сложные задачи. Решение этих задач невозможно без углубленного изучения пространственного размещения и особенностей формирования газоконденсатных углеводородных (УВ) скоплений, роль которых в развитии нефтехимической промышленности и в топливно-энергетическом балансе страны неуклонно растет.

Газовый конденсат в газоконденсатных месторождениях, являясь ценным полезным ископаемым, составляет основу для развития газонефтехимического комплекса в стране. В связи с этим в настоящее время необходимо уделять особое внимание вопросам планомерного наращивания темпов его прироста с целью стабилизации и увеличения объемов добычи УВ.

Открытие газоконденсатных месторождений невозможно без применения рациональной

методики поисков, основой которой являются теоритические обобщения и разработки, касающиеся особенностей генерации, аккумуляции и сохранности газоконденсатных скоплений [Условия формирования..., 1981].

Газоконденсатные месторождения Куаныш-Коскалинского вала Устьюртского региона

Территория Куаныш-Коскалинского вала охвачена геологоразведочными работами еще с середины прошлого столетия. За период с 1972 г. по настоящее время на территории вала открыт ряд газоконденсатных месторождений, приуроченных к отложениям всех отделов юрской системы (Куаныш, Акчалак, Гарбий Борсакелмас, Тиллали, Сайхун и др.), а также к вскрытой части палеозойских образований (Карачалак, Кокчалак).

Размещение скоплений УВ в юрских отложениях и их приуроченность к тектоническим элементам, претерпевшим в геологическом развитии инверсионный этап в неоген-четвертичное время, возможно, является одним из основных признаков скопления УВ [Гаффаров, Файзуллаев, 2023].

На сегодняшний день газы месторождений Куаныш-Коскалинского вала недостаточно полно исследованы. Сложность стратиграфического строения и многочисленность изолированных пластов в разрезе вмещающих пород требуют более детального изучения. На всех этапах поисково-разведочных работ достоверная оценка конденсатосодержания в пластовом газе ретроградных УВ газожидкостных систем является актуальной задачей.

При рассмотрении значений потенциального содержания конденсата в природных газах УВ-скоплений Куаныш-Коскалинского вала наблюдается их неоднородность, величины которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Потенциальное содержание конденсата в пластовом газе месторождений Куаныш-Коскалинского вала

Название месторождения	Возраст отложений	Термобарические условия пласта		Дебит газа, тыс. м ³ /сут.	Потенциальное содержание конденсата в газе, г/м ³	Плотность конденсата, г/см ³
		P _{пл.} , МПа	t _{пл.} , °С			
Куаныш	J ₁	36	129	-	400	0,7601
Кушкаир	J ₁	47	128	135,824	24	0,7728
Карачалак	Pz	41	148	28,000	43,5	0,734
Гарбий Борсакелмас	J ₂	26	105	53,800	135	0,7624
	J ₁	32	121	30,000	222	0,7650
Кокчалак	J ₂	29	129	35,300	119	0,7673
	Pz	31	131	88,820	55,23	0,794
Тиллали	J ₂	30	124	58,936	86	0,751
Акчалак	J ₃	26	115	53,350	88	0,770
	J ₂	27	119	57,936	96	0,772
	J ₁	33	122	72,000	213	0,765
Бескала	J ₂	29	122	97,263	191	0,762
	J ₁	34	145	245,573	199	0,769

Результаты выполненного комплексного анализа по УВ-скоплениям Куаныш-Коскалинского вала позволили сделать вывод о том, что выявленные особенности распространения потенциального содержания конденсата в пластовых газах являются одним из важных аргументов и поисковых признаков, позволяющих прогнозировать количественное содержание $C_{5+в}$ в газах и даже присутствие нефтяных скоплений. Наиболее оптимальными поисковыми зонами выявления нефтяных скоплений являются зоны, где размещены залежи газов с высокими и уникально высокими потенциальными содержаниями конденсата [Кушников, 1987].

Месторождение Гарбий Борсакелмас в тектоническом отношении расположено на западном склоне Куаныш-Коскалинского вала. Промышленная газоносность связана с терригенными отложениями средне- и нижнеюрского возрастов. Промысловые газоконденсатные исследования проведены на одном объекте скв. 1. По результатам выполненного комплекса промысловых и лабораторных работ рассчитанное содержание конденсата в пластовом газе составило 135 г/м^3 , значение которого рекомендовано принять при подсчете запасов жидких УВ. При подсчете запасов это значение потенциального содержания конденсата принято как нижний предел в интервале от 135 до 222 г/м^3 .

Природный газ нижнеюрских отложений относится к классу газов с очень высоким содержанием высококипящих УВ, а среднеюрских - с повышенным содержанием. Конденсаты в этих залежах характеризуются как конденсаты со средней плотностью.

На месторождении Гарбий Борсакелмас в 1978 г. при испытании скв. 1 получены притоки газа с конденсатом и водой различного дебита ($Q_{г} = 98 \text{ тыс. м}^3/\text{сут.}$, $Q_{к} = 1,49 \text{ м}^3/\text{сут.}$, $Q_{в} = 0,18 \text{ м}^3/\text{сут.}$ через 22,4 мм штуцер). Однако, в разряд месторождений (как нефтяное) оно введено только в 1980 г., когда при испытании куанышского горизонта нижнеюрских отложений в скв. 3, получены притоки нефти и слабый газ ($Q_{н} = 29,2 \text{ м}^3/\text{сут.}$, $Q_{г} = 3 \text{ тыс. м}^3/\text{сут.}$ через 19,4 мм штуцер). Оцененные в оперативном порядке извлекаемые запасы нефти составили 10 тыс. т.

В 1994 г. по месторождению Гарбий Борсакелмас выполнен подсчет запасов «УГЛЕВОДОРОД», в котором отмечалось, что разведочные работы завершены в 1988 г., так и не решив по существу задачи разведки, несмотря на значительное количество пробуренных скважин. Тем не менее, полученная геолого-геофизическая информация после тщательного анализа позволила построить геологические модели по всем объектам месторождения, обосновать подсчетные параметры и оценить запасы только газа и газоконденсата.

Также в отчете по подсчету запасов пересмотрен вопрос фазового состава флюида в скв. 3 из куанышского горизонта нижнеюрских отложений. На основании данных о газовом факторе, плотности и составе полученных жидких УВ, залежь признана газоконденсатной,

содержащей тяжелые конденсаты. Числящиеся за месторождением запасы нефти в объеме 10 тыс. т списаны в 1995 г., что, по мнению авторов статьи, является не вполне обоснованным. Дело в том, что в 2011 г. для изучения залежи УВ в нижнеюрских отложениях в скв. 3 разбурен цементный мост в интервале 3175-3220 м, и совместно испытаны интервалы 3220-3206 м и 3190-3175 м. В результате получен приток жидкости дебитом 26 м³/сут. на 8 мм штуцере, в том числе дебит нефти - 14 м³/сут., дебит газа - 6,2 тыс. м³/сут., дебит воды - 12 м³/сут. Повторное (через 31 год) получение нефти из нижнеюрских отложений в скв. 3 однозначно свидетельствует о наличии на месторождении Гарбий Борсакелмас нефтяной залежи.

Дополнительным доказательством наличия нефти в залежи куанышского горизонта является тот факт, что при вводе в разработку (2019 г.) месторождения Гарбий Борсакелмас годовая добыча свободного газа из нижнеюрских отложений составила 4,4 млн. м³. При этом извлечено 12,5 тыс. т конденсата, т.е. потенциальное содержание конденсата - 2840,9 г/м³. Как известно, в мире самое высокое количество конденсата в газоконденсатных залежах достигает значений 600-700 г/м³. С достаточно высокой долей вероятности можно предположить, что на месторождении Гарбий Борсакелмас в 1980 г. в отложениях куанышского горизонта нижней юры выявлена первая нефтяная залежь промышленного значения Устюртского региона. Тем не менее, в настоящее время месторождение Гарбий Борсакелмас продолжает разрабатываться как газоконденсатное [Богданов и др., 2023]. Кроме того, приведенная информация свидетельствует о росте содержания жидких УВ, вплоть до нефтяного ряда, с глубиной в пределах Куаныш-Коскалинского вала, возможно, и в целом Устюртского региона.

В лабораторных условиях продолжалось изучение месторождения Гарбий Борсакелмас путем моделирования среднеюрской залежи при термобарических условиях посредством рекомбинации проб нестабильного конденсата и газа сепарации. Результаты исследования показали, что давление начала конденсации ниже пластового на 1,3 МПа, что свидетельствует о недонасыщенности газов высококипящими УВ среднеюрской залежи. Давление максимальной конденсации составило 5,4 МПа, т.е. в процессе разработки залежи максимальные потери конденсата в пласте будут при падении пластового давления до 5,4 МПа. Коэффициент извлечения конденсата при давлении 0,1 МПа в пласте составит 77%.

На рис. 1 представлен геологический профиль по линии месторождений Гарбий Борсакелмас - Сайхун - Карачалак, на котором отражена газоконденсатная изученность по стратиграфическому разрезу. В скв. 1 (инт. 2986-2974 м) месторождения Карачалак достоверно изучить содержание конденсата в газе залежи среднеюрских отложений не удалось из-за высокого содержания пластовой воды в полученном продукте. По скв. 5 Карачалак газ из палеозойских отложений характеризуется низким содержанием высококипящих УВ (43,5 г/м³).

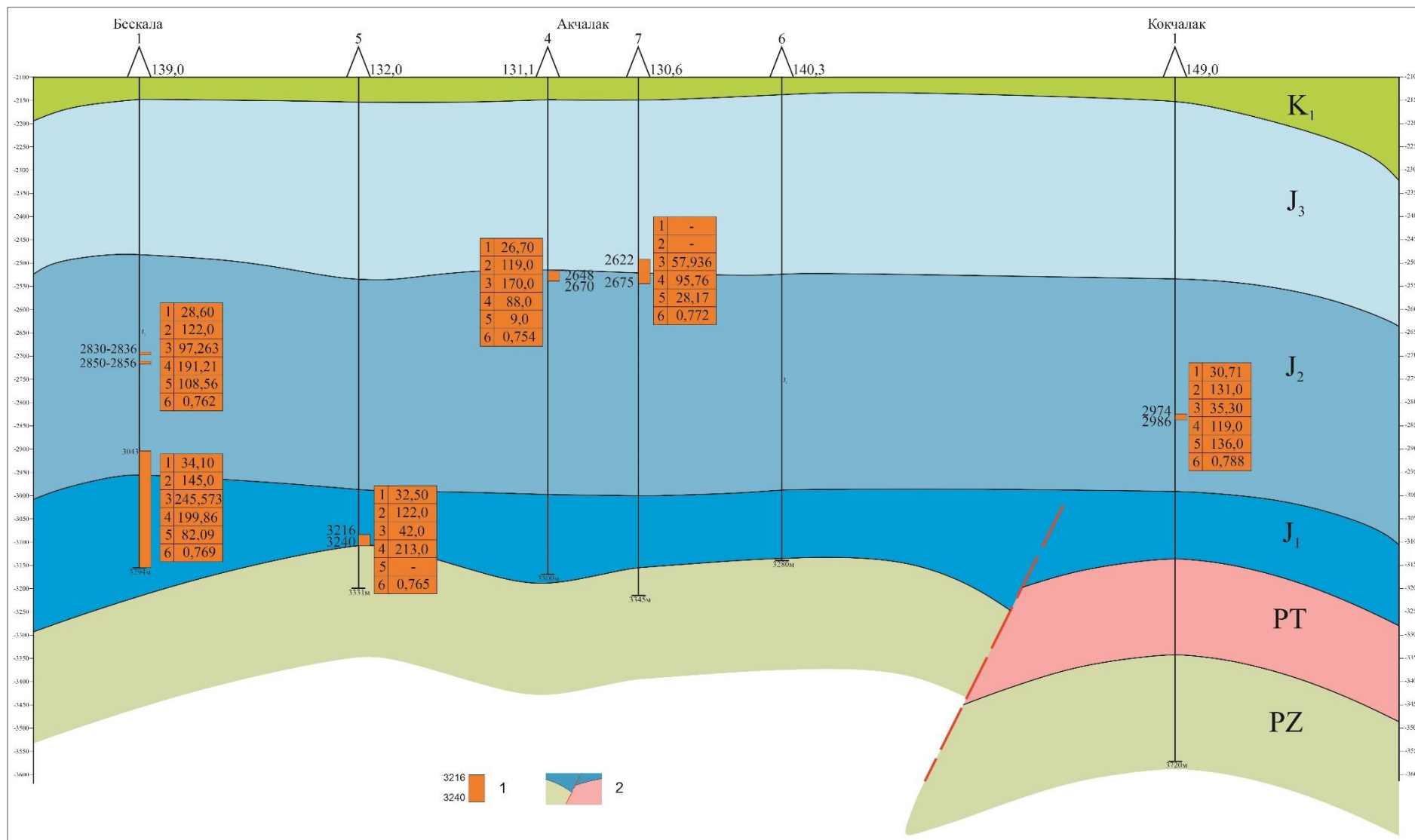


Рис. 1. Геологический профиль по данным газоконденсатных исследований месторождений Гарбий Борсакелмас - Сайхун - Карачалак
 В таблице: 1 - пластовое давление, Мпа; 2 - пластовая температура, °С; 3 - дебит газа, тыс. м³/сут.; 4 - выход конденсата, г/м³; 5 - выход воды, см³/м³; 6 - плотность конденсата, г/см³. 1 - интервалы опробывания; 2 - тектонические нарушения. Отложения: K₁ - верхнемеловые, J₃ - верхнеюрские, J₂ - среднеюрские, J₁ - нижнеюрские, PT - пермтриасовые, PZ - палеозойские.

Месторождение Куаныш. В тектоническом отношении структура Куаныш расположена в северо-западной части Куаныш-Коскалинского вала Северо-Устюртской синеклизы. Эффективные газонасыщенные мощности составляют в среднем 14,0 м. Коэффициенты открытой пористости и газонасыщенности - соответственно 0,09 и 0,55. Пластовое давление равно 369 ата. Газы месторождения - высокожирные, сернистые, углекислые, азотные, низкогелиенозные. Конденсаты месторождения Куаныш - среднетяжелые. Плотность конденсата равна 0,706-0,790 г/см³. По групповому УВ-составу бензиновых фракций н.к. – 200⁰С конденсаты относятся к метано-ароматически-нафтеновому типу. Потенциальное содержание конденсата в пластовом газе составляет 400 г/м³, а коэффициент его извлечения равен 0,72.

Месторождение Сайхун в тектоническом отношении также расположено на западном склоне Куаныш-Коскалинского вала. Промышленная газонасыщенность связана со средне- и нижнеюрскими отложениями. На газоконденсатность изучен один объект скв. 3. В процессе исследования скважины получен слабый непромышленный приток газа с большим количеством пластовой воды (до 501 см³/м³), при этом конденсат не выделялся. Однако по компонентному составу газа рассчитано содержание конденсата в пластовом газе, составившее 28,45 г/м³. Это значение не использовано при подсчете запасов жидких УВ из-за слишком заниженной величины. При подсчете запасов конденсата приняты пределы значений содержания конденсата от 135 до 222 г/м³ по аналогии с месторождением Гарбий Борсакелмас, которое выбрано как аналог в связи с тем, что термобарические условия залегания, литологический состав пластов-коллекторов и некоторые другие показатели близки аналогичным месторождения Сайхун.

Кокчалакское газоконденсатное месторождение в тектоническом отношении размещено в центральной части Куаныш-Коскалинского вала. Промышленная газонасыщенность установлена в отложениях верхнепалеозойского, ниже- и среднеюрского возрастов. На газоконденсатность исследованы два объекта в скважинах 1 (J₂) и 21 (Pz). Промысловые исследования интервала 2986-2974 м скв. 1 характеризуют объект как малодобитный с высоким выходом пластовой воды до 136 см³/м³ и высоким выходом конденсата 134 см³/м³. При этом выходе конденсата его потенциальное содержание в пластовом газе составило 119 г/м³, которое принято при подсчете запасов конденсата в пластовом газе среднеюрских отложений.

В процессе проведения исследований в скв. 21 установлен дебит газа 88820 м³/сут. с выходом конденсата – 54,71 см³/м³ и большим количеством пластовой воды 271 см³/м³. Присутствие такого количества пластовой воды, как правило, отрицательно влияет на замеры конденсата и может исказить истинное его значение. Полученное значение потенциального

содержания конденсата в пластовом газе по скв. 21 равное $55,23 \text{ г/м}^3$ вызывает некоторое сомнение в достоверности. В тоже время изученный интервал находится почти на 300 м глубже интервала скв. 1, это подтверждает факт того, что газоконденсатные исследования выполнены в разных УВ залежах.

Воспроизводство и моделирование залежи среднеюрских отложений Кокчалак дали дополнительную информацию. Установленное давление начала конденсации равное пластовому свидетельствует о предельной насыщенности пластового газа высококипящими УВ. Давление максимальной конденсации – 6 МПа, коэффициент извлечения конденсата из газа – 87%.

На месторождении Тиллали промышленная газоносность установлена в отложениях среднеюрского возраста. Единственным газоконденсатным исследованием, выполненным в скв. 4, установлено, что потенциальное содержание конденсата в пластовом газе равно $85,89 \text{ г/м}^3$. Это позволяет газ месторождения Тиллали отнести к классу газов со средним содержанием высококипящих УВ, а конденсат по плотности характеризуется как конденсат со средней плотностью.

Акчалакское газоконденсатное месторождение в тектоническом отношении размещено в центральной части Куаныш-Коскалинского вала. Промышленная газоносность установлена в отложениях верхне-, средне- и нижнеюрского возрастов. На газоконденсатность исследованы 4 объекта в скважинах 4, 5, 7 и 22. Потенциальное содержание конденсата в изученных объектах изменяется от $68,11$ до 213 г/м^3 . Рассмотрев распределение величин значений $q_{пл}$ по стратиграфическому разрезу, установлено, что:

- в верхнеюрских отложениях в скв. 4 содержание конденсата – 88 г/м^3 ;
- в среднеюрских отложениях в скважинах 4,7 и 22 содержание конденсата составило от $68,11 \text{ г/м}^3$ до $112,42 \text{ г/м}^3$, среднее значение – 96 г/м^3 ;
- в нижнеюрских отложениях в скв. 5 содержание конденсата – 213 г/м^3 .

Значительная разница по потенциалу конденсата свидетельствует о том, что рассматриваемые залежи имеют различный состав газообразных и жидких УВ. В целом, материалы полученных значений указывают на дифференциальное увеличение значений потенциального содержания конденсата с глубиной залегания продуктивных юрских отложений. Таким образом, по месторождению Акчалак газ верхнеюрских отложений можно отнести к классу газов со средним содержанием высококипящих УВ, газ среднеюрских отложений - к классу с повышенным содержанием и газ нижнеюрских отложений - к классу с очень высоким содержанием. Вместе с тем, конденсаты всех продуктивных отложений относятся к одному и тому же классу конденсатов со средней плотностью.

Двумя лабораторными исследованиями по моделированию нижне- и верхнеюрских

залежей Акчалак экспериментально установлено в обеих залежах, что давления начала конденсации равны пластовым, свидетельствующим о предельной насыщенности пластового газа высококипящими УВ. Давления максимальной конденсации составили 6 МПа, коэффициент извлечения конденсата из газа верхнеюрских отложений – 84%, а нижнеюрских – 65%. С учетом вышеизложенного, на территории месторождения Акчалак при вскрытии более погруженных отложений палеозойского возраста есть вероятность обнаружения нефтяных скоплений либо нефтепроявлений [Абдуллаев, Богданов, Эйдельмант, 2019].

На газоконденсатном месторождении Бескала промышленная газоносность установлена в средне- и нижнеюрских терригенных отложениях. Газоконденсатные исследования проведены в двух интервалах скв. 1, в интервале 3294-3043 м (J₁) исследования выполнялись неоднократно в разные периоды времени в целях уточнения выхода конденсата. Показатели содержания конденсата варьировали от 136,72 до 199,86 г/м³, а в интервалах 2856-2850 м, 2836-2830 м (J₂) содержание конденсата составило 191,21 г/м³. При условии, если для нижней юры принять максимальное значение потенциального содержания конденсата 199,86 г/м³, то наблюдается слабое дифференциальное увеличение содержания конденсата с глубиной залегания юрских отложений. Газы, как среднеюрских отложений, так и нижнеюрских относятся к классу с высоким содержанием высококипящих УВ, конденсаты по плотности - к классу конденсатов со средней плотностью.

На геологическом профиле Бескала – Акчалак – Кокчалак (рис. 2) отражена изученность газоконденсатности среднеюрских и нижнеюрских отложений. В поисковой скв. 1 Бескала отмечено увеличение содержания C_{5+в} в соответствие с глубиной залегания исследованных интервалов от 191,21 до 199,86 г/м³. При сравнении полученных результатов значений потенциального содержания конденсата в залежах месторождений Бескала и Акчалак наблюдается тенденция роста его содержания с глубиной. В среднеюрских отложениях Кокчалак единственное определение потенциального содержания конденсата составило 119 г/м³.

Заключение

Констатируя тот факт, что генерация УВ и содержание конденсата в природном газе на прямую зависит от нефтегазоматеринского потенциала, можно сделать следующие выводы:

- выявление в 2012 г. на газоконденсатном месторождении Западный Арал (Косбулакский прогиб) нефтяной залежи в отложениях верхнеюрского возраста позволяет по-новому взглянуть на вопросы нефтеносности территории Устюртского региона;
- газоконденсатные месторождения молодых платформ и прилегающих к ним краевых систем характеризуются, как правило, высоким выходом стабильного конденсата, неуклонно

возрастающим с глубиной, с относительным увеличением мощности продуктивных пластов, аномально высокими пластовыми давлениями и температурами;

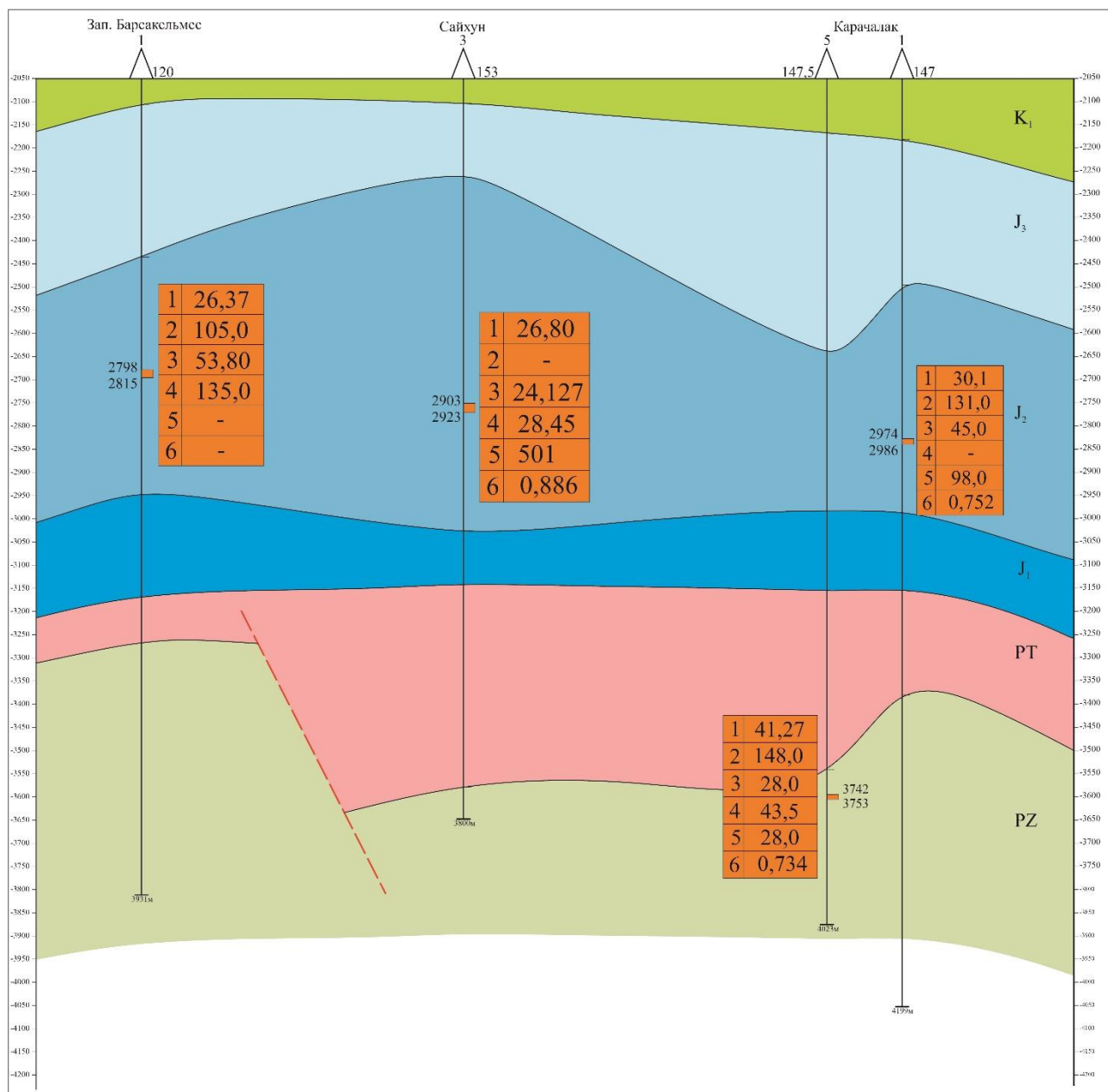


Рис. 2. Геологический профиль по данным газоконденсатных исследований месторождений Бескала - Акчалак - Кокчалак

Усл. обозначения см. на рис. 1.

– с высокой долей вероятности можно предположить, что скопления природного газа с высоким содержанием газового конденсата возникли не только за счет собственной генерации в нижнеюрских отложениях, но и в результате миграции УВ из палеозойских отложений;

– наличие газоконденсатных залежей в палеозойских карбонатных отложениях Куаныш-Коскалинского вала может свидетельствовать о высоком генерационном потенциале нефтегазоматеринских толщ данных отложений, а также о возможных притоках УВ из глубин

земной коры.

В связи с этим, необходимо уделять бóльшее внимание геологоразведочным работам целенаправленно на нижнеюрские и палеозойские отложения исследуемого региона в целях обнаружения новых УВ скоплений, в том числе нефтяного ряда, увеличения запасов энергоносителей, разработки новых технологий добычи и устойчивого развития отрасли.

Литература

Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельмант Н.К. Месторождения нефти и газа Республики Узбекистан. - Т., ZAMIN NASHR, 2019. - 820 с.

Богданов А.Н., Хмыров П.В., Абдураимов М.Х., Тухтаев Р.Р. Динамика запасов и добычи углеводородного сырья Устюртского региона // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2023. - Т.18. - №2. - http://www.ngtp.ru/rub/2023/13_2023.html EDN: NUDTLQ

Гаффаров М.А., Мухутдинов Н.У., Файзуллаев А.Ш. Перспективы нефтегазоносности терригенных отложений нижнеюрского комплекса в пределах центральной части Куаныш-Коскалинского вала (Устюртский регион) // Актуальные проблемы нефтегазовой геологии освоения углеводородного потенциала недр и пути их решения: материалы международной научно-технической конференции (г. Ташкент, 12 октября 2023 г.). - Т.: ГУ «ИМР», 2023. - 546 с.

Кушниров В.В. Ретроградные газожидкостные системы в недрах. - Ташкент: Фан, 1987. - 178 с.

Условия формирования газоконденсатных месторождений в нефтегазоносных бассейнах СССР / Под ред. С.П. Максимова, В.П. Строганова. - М.: ВНИГНИ, 1981. - 175 с. (Труды ВНИГНИ. Вып. 229).

This is an open access article under the CC BY 4.0 license

Received 19.08.2024

Published 21.10.2024

Toshkulov A.D.

Ministry of Mining and Geology, Tashkent, Republic of Uzbekistan, toshkulov.anvar78@mail.ru

Gaffarov M.A., Mamirov Zh.R., Shamsutdinova A.R.

State Institution "Institute of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields", Tashkent, Republic of Uzbekistan, m.gaffarov@mail.ru, mamirov_18@mail.ru, rafikovna-asia@yandex.ru

ANALYSIS OF THE PATTERN DISTRIBUTION OF THE CONDENSATE CONTENT OF THE GAS RESERVOIRS BELONGING TO KUANYSH-KOSKALA SWELL FIELDS (USTYURT REGION, REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

The results of gas condensate studies of the Kuanysh-Koskala swell combined with the analysis of the distribution of condensate concentrations in gas reservoirs are considered. A differential increase in the potential condensate content with the depth of Jurassic terrigenous occurrence in some gas accumulations of the considered territory was established.

Keywords: *gas accumulation, Jurassic terrigenous strata, potential gas condensate content, gas reservoir, Kuanysh-Koskala swell, Ustyurt region, Republic of Uzbekistan.*

For citation: Toshkulov A.D., Gaffarov M.A., Mamirov Zh.R., Shamsutdinova A.R. Analiz zakonomernosti raspredeleniya potentsial'nogo sodержaniya kondensata v plastovykh gazakh mestorozhdeniy Kuanysh-Koskalinskogo vala (Ustyurtskiy region, Respublika Uzbekistan) [Analysis of the pattern distribution of the condensate content of the gas reservoirs belonging to Kuanysh-Koskala swell fields (Ustyurt region, Republic of Uzbekistan)]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2024, vol. 19, no. 4, available at: https://www.ngtp.ru/rub/2024/31_2024.html EDN: ZTUJRE

References

Abdullaev G.S., Bogdanov A.N., Eidelnant N.K. *Mestorozhdeniya nefti i gaza Respubliki Uzbekistan* [Oil and gas fields of the Republic of Uzbekistan]. Tashkent, ZAMIN NASHR, 2019, 820 p. (In Russ.).

Bogdanov A.N., Khmyrov P.V., Abduraimov M.Kh., Tukhtaev R.R. Dinamika zapasov i dobychi uglevodorodnogo syr'ya Ustyurtskogo regiona [Dynamics of reserves and production of hydrocarbons in the Ustyurt region]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika*, 2023, vol. 18, no. 2, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2023/13_2023.html (In Russ.). EDN: NUDTLQ

Ghafforov M.A., Mukhutdinov N.U., Fayzullaev A.Sh. Perspektivy neftegezonosnosti terrigennykh otlozheniy nizhneyurskogo kompleksa v predelakh tsentral'noy chasti Kuanysh-Koskalinskogo vala (Ustyurtskiy region) [Prospects for petroleum potential of terrigenous Lower Jurassic strata within the central part of the Kuanysh-Koskala swell (Ustyurt region)]. *Aktual'nye problemy neftegazovoy geologii osvoeniya uglevodorodnogo potentsiala nedr i puti ikh resheniya: materialy mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* (Tashkent, 10 Oct 2023). Tashkent: GU "IMR", 2023, 546 p. (In Russ.).

Kushnirov V.V. *Retrogradnye gazozhidkostnye sistemy v nedrakh* [Retrograde gas-liquid systems in the subsurface]. Tashkent: Fan, 1987, 178 p. (In Russ.).

Usloviya formirovaniya gazokondensatnykh mestorozhdeniy v neftegezonosnykh basseynakh SSSR [Conditions of formation of gas condensate fields in petroleum bearing basins of the USSR]. Ed. S.P. Maksimov, V.P. Stroganov. Moscow: VNIGNI, 1981, 175 p. (Trudy VNIGNI, issue 229). (In Russ.).