

**МЕЛОВОЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ЦЗЯМУСЫ-БУРЕЙНСКОГО ФРАГМЕНТА
КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ОКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНОВ БУРЕЙНСКОГО И ХЭГАН)**

Г.Л. Кириллова¹, В.В. Крапивенцева¹, А.И. Гресов²

¹ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена, 65,
г. Хабаровск, 680000; e-mail: kirillova@itig.as.khb.ru

²ФГБУН Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, ул. Балтийская, 43,
г. Владивосток, 690041; e-mail: gresov@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 29 апреля 2014 г.

Рассмотрены основные меловые геологические события, глобальные и региональные, повлиявшие на формирование Цзямусы-Буреинского фрагмента Восточноазиатской континентальной окраины, с целью создания непротиворечивой тектоно-седиментационной модели ее развития. Ключевыми объектами этой окраины, где наиболее полно выразилась эпоха мелового угленакопления, являются бассейны Буреинский и Хэган. Сравнительный анализ показал их сходство. Оба формировались в грабенах на рифтогенном этапе практически амагматичной континентальной окраины. Для них характерен единый раннемеловый этап угленакопления, что подтвердили новые данные стратиграфии. Оба бассейна богаты углем и газом.

Ключевые слова: седиментология, катагенез, геодинамика, меловая система, бассейны Хэган, Буреинский, континентальная окраина, Восточная Азия.

ВВЕДЕНИЕ

Тектоно-седиментационная модель континентальной окраины юго-восточной России изменяется по мере ассимиляции новых материалов по стратиграфии, тектонике, петрологии, геохимии и геофизике. Появляются новые идеи и интерпретации [3, 12, 19, 34–36, 41].

Структурный каркас окраины формировался под влиянием глобальных и региональных процессов. Взаимодействие и реорганизация крупных литосферных плит индуцировали внутриплитные тектонические процессы. Современная континентальная окраина представляет собой гетерогенный коллаж континентальных блоков, часть из которых оторвана от Гондваны, часть представлена фрагментами вулканических дуг, связанных с разными стадиями закрытия Тетиса.

Согласно новым глобальным реконструкциям большого коллектива авторов на последние 200 млн лет [36], 140 млн лет назад (берриас) плита Изнаги почти ортогонально субдуцировала под Евразийскую плиту. Вдоль зоны субдукции существовал обширный морской бассейн, где накапливались океанические осадки (кремни, базальты, пелагические известняки), осадки склонов (турбидиты) и песчано-глинистые

осадки шельфа. На Евразийской плите в это время образовались эшелоны грабенов вдоль северо-северо-восточной системы сбросо-сдвигов, которые заполнялись песчано-глинистыми угленосными осадками (бассейны Сунляо, Буреинский, Хэган).

Вследствие косо́й субдукции плиты Изнаги в валанжине начались левосдвиговые перемещения и формирование трансформной континентальной окраины. В это время вдоль континентальной окраины активно перемещался на север Охотоморский блок [41]. Тектонические движения еще более усилились в готериве и сопровождались локальными коллизиями, что вызывало поднятие крупных блоков, перерывы в седиментации [18].

120 млн лет назад (апт) близкая к ортогональной конвергенция плит Изнаги и Евразийской сменилась на трансформную. Плита Изнаги смещалась со скоростью 20.7 см/год. Аккреция и магматическая деятельность были умеренными [33]. Но скорость седиментации в образовавшихся за- и преддуговых присдвиговых бассейнах возросла. Мощность позднеготеривских-альбских отложений достигала 5.5 км.

В альбе срединно-океанический хребет, разделявший плиты Тихоокеанскую и Изнаги, ортогонально

погружался под Восточноазиатскую окраину в районе расположения нынешнего о. Хонсю. Охотоморский блок, входивший в плиту Изанаги, в интервале 100–89 млн лет назад, причленился к Восточноазиатской окраине, но продолжал скольжение на север [41].

Середина альба – время прекращения аккреции, субдукции в рассматриваемом регионе и начала коллизии блоков, формирования над сутурами вулканогенных поясов (Восточно-Сихотэ-Алинского, Охотско-Чукотского) и покровных терригенных угленосных комплексов.

Однако восточнее орогенические процессы продолжались. Продолжалось также скольжение Охотоморского блока на север, и только в интервале 89–83 млн лет назад (турон–сантон) он окончательно причленился к окраине Сибири [36, 41]. Зона субдукции в пределах блока переместилась на восточное побережье Камчатки [33].

Таким образом, ключевыми элементами тектоно-седиментационной модели формирования Восточноазиатской континентальной окраины юго-восточной России являются: косая субдукция плиты Изанаги под Евразийскую плиту, система сдвигов и раздвигов, вызванных этими процессами, вдоль которых заложены осадочные бассейны; коллизионные процессы в середине мела; косое скольжение Охотоморского блока вдоль Восточноазиатской окраины.

Создание непротиворечивой тектоно-седиментационной модели формирования Восточноазиатской окраины юго-восточной России будет содействовать адекватному моделированию углеводородных систем осадочных бассейнов этого региона.

Ключевыми объектами позднемезозойской континентальной окраины, где наиболее полно выразилась эпоха мелового угленакопления, являются бассейны Буреинский и Хэган, которым и посвящена настоящая статья.

ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БУРЕИНСКОГО БАСЕЙНА

Буреинский осадочный бассейн (ББ) располагается вдоль восточной окраины Буреинского массива (рис. 1). С севера бассейн перекрывается вулканоплутоническими образованиями Огоджинского, с юго-востока – Баджальского ареалов. Южная граница довольно четкая по южному ограничению Тырминской впадины. Но, судя по мелким выходам меловых отложений, Буреинский бассейн простирался южнее нынешней границы, по крайней мере до бассейна Хэган в КНР, сложенного меловыми угленосными и газоносными отложениями.

Буреинский краевой прогиб на современном эрозионном срезе представлен группой разобщенных

разноразмерных впадин – Верхнебуреинской (включая Кындалскую), Гуджикской (включая Тырминскую), Бирской и Сивакской (рис. 1). Наиболее хорошо изученная Верхнебуреинская впадина подразделяется на ряд зон, которые отличаются полнотой стратиграфического разреза, его мощностью, характером дислокаций. Внутри них изредка обнажаются выступы фундамента [2].

СТРАТИГРАФИЯ

На восточном обрамлении Буреинского бассейна на ограниченных участках установлены верхнетриасовые отложения, представленные толщей конгломератов, песчаников, алевролитов, с фауной монотисов верхнего нория и рэта [24], мощностью 600–700 м, с размытом и угловым несогласием залегающие на палеозойском и протерозойском фундаменте. Возможно, верхнетриасовые отложения присутствуют и в наиболее погруженных частях бассейна. Биостратиграфия юрских отложений в наиболее типичных разрезах Буреинского бассейна дана в работе И.И. Сей и Е.Д. Калачевой [25]. С тех пор получены некоторые новые данные, и здесь приводится один из последних вариантов биостратиграфии (рис. 2) юрских и меловых отложений [24].

Талынджанская свита, залегающая в основании континентальных среднеюрско-меловых угленосных отложений, в основном распространена в западной и северной частях бассейна. Контакт с подстилающей морской чаганьской свитой постепенный или трансгрессивный с угловым несогласием. Свита сложена в нижней части гравелитами, песчаниками, а в верхней – алевролитами, аргиллитами, углистыми породами, туфами и туффитами, а также пластами и прослойками высокозольного угля. Мощность свиты изменяется от 170 до 500 м. В породах свиты содержатся обильные келловей-раннеоксфордские растительные остатки [2]. В конце оксфорда и кимеридже осадконакопление прерывалось (рис. 2).

Титонская (по растительным остаткам) *дубликанская свита* (250–600 м) с размытом и конгломератами в основании залегает на тонкообломочных породах талынджанской свиты. Она представлена конгломератами, гравелитами, различно сортированными песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углями, углистыми породами, туфами, туффитами и другими осадочно-пирокластическими и вулканомиктовыми породами. Свите свойственны увеличение роли песчаников, преимущественно аркозовых, относительно высокая угленосность и меньшее участие в ее составе вулканических продуктов, по сравнению талынджанской свитой.

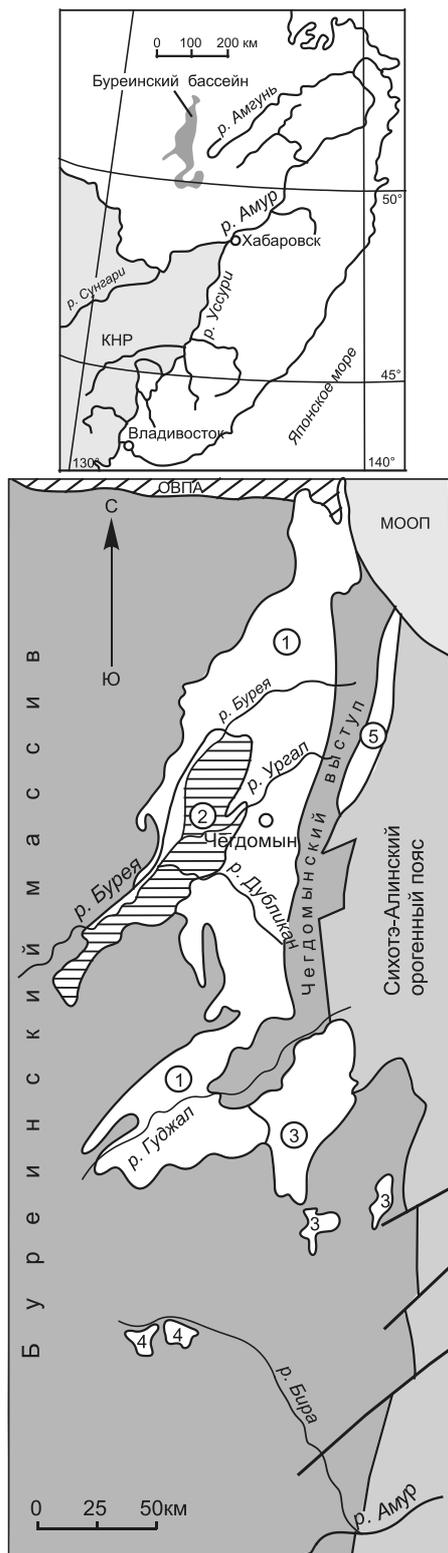


Рис. 1. Буреинский бассейн и элементы его строения.

1–5 – впадины: 1 – Верхнебуреинская, 2 – Кындальская (меловая), 3 – Гуджикская, 4 – Бирская, 5 – Сивакская. МООП – Монголо-Охотский орогенный пояс; ОВПА – Огоджинский вулcano-плутонический ареал [2, 7, 11].

Дубликанская свита [24] имеет циклическое строение и сложена двумя пачками. Пачка конгломератов с прослоями гравелитов, несортированных песчаников, алевролитов и пластов угля сложного строения залегает в основании свиты.

Пачка аркозовых песчаников, алевролитов, аргиллитов, пепловых туфов, туффитов, туфоаргиллитов и туфоалевролитов с пластами угля распространена в западной и восточной частях бассейна.

Солонийская свита (90–600 м) разномерных аркозовых песчаников, гравелитов, алевролитов и аргиллитов с пластами углей, прослоями пепловых туфов и туффитов характеризуется ярко выраженной циклическостью. Она залегает на дубликанской свите согласно с конгломератами или гравелитами в основании и резкой границей. Комплекс ископаемой флоры из солонийской свиты богат и разнообразен, но резко отличается от дубликанского и характеризует берриас-валанжин [24].

Отложения чагдамынской свиты (готерив–баррем) распространены наиболее широко. Они, с конгломератами в основании, залегают согласно на породах солонийской свиты. В разрезе свиты преобладают аркозовые-полимиктовые песчаники и алевролиты. Туфогенные и углистые породы имеют резко подчиненное значение. Мощность свиты изменяется от 100 м на востоке до 580–600 м на западе. Флористический комплекс чагдамынской свиты несколько обеднен по сравнению с солонийской [2, 6, 27].

Баррем-раннеаптская чемчукинская свита венчает разрез континентальных угленосных отложений. В строении свиты участвуют разногальчниковые конгломераты (в основании), разномерные песчаники, алевролиты, аргиллиты, их туфогенные разновидности, угли и углистые породы. Разрез свиты в целом характеризуется полимиктовым составом с хорошей сортировкой кластического материала и незначительной угленосностью, слабой степенью катагенеза. Циклическое строение свиты позволяет легко сопоставлять даже далеко отстоящие друг от друга разрезы. Мощность отложений свиты в западной части бассейна определяется до 600 м, к востоку и юго-востоку уменьшается [2].

Йорекская свита (600–700 м) представлена переслаиванием конгломератов и полимиктовых песчаников, выше по разрезу сменяющихся аркозовыми песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, реже – с пластами углей и углистых пород. Она залегает с размывом на чемчукинской свите. Свита слабо охарактеризована позднеаптской-раннеальбской ископаемой флорой [6, 24].

Кындальская свита (альб–ранний сеноман) обнажается в междуречье Ургал–Малый Йорик, но, в

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОД-ЯРУС	ВОЗРАСТ, млн л.	СВИТЫ/ТОЛЩИ и их мощность в м	Орогения и тафрогения (Ren et al., 2002)	ЦИКЛЫ			Мега-секвенсы, МС	СЕКВЕНСЫ (циклы 4-го порядка)	Скорость седиментации, м/млн л.	Фашия
							1-го порядка	2-го порядка	3-го порядка				
М Е Л О В А Я	Верхний	Датский		65,5	Песчанниковая толща, 300		Гималайский		Мега-секвенс - 6, 30 млн л., K ₁ s ¹ -K ₂ s ¹	С 6.1 – 10 млн л.	30	континентальные	
		Маастрихтский, K ₂ m	В	70,6									
		Кампанский, K ₂ km	В СР Н	83,5									
		Сантонский, K ₂ st	В СР Н	85,8									
		Коньякский, K ₂ k	В СР Н	89,3									
		Туронский, K ₂ t	В СР Н	93,5									
		Сеноманский, K ₂ s	В СР Н	99,6									
		Альбский, K ₁ al	В СР Н	112,0	Кындальская свита, K ₁ kd, 750-1050	Позднеяшанская							
		Аптский, K ₁ a	В СР Н	125,0	Йорекская свита, K ₁ ir, 550-700	Сихота-Алинская							
	Нижний	Барремский, k ₁ br	В СР Н	130,0	Чемчукинская свита, K ₁ cm, 500-600	Среднеяшанская 2-ой эпизод							
		Готеривский, K ₁ h	В СР Н	136,4	Чагдаманьская свита, K ₁ cg, 100-600								
		Валанжинский, K ₁ v	В СР Н	140,2	Солонийская свита, K ₁ sn, 600								
		Берриаский, K ₁ b	В СР Н	145,5	Уральская серия, J ₃ -K ₁ ug								
		Титонский, J ₃ tt	В СР Н	150,8	Дубликанская свита, J ₃ db, 250-600								
		Кимериджский, J ₃ km	В СР Н	155,7		Среднеяшанская 1-ый эпизод							
		Оксфордский, J ₃ o	В СР Н	161,2		Раннеяшанская 2-ой эпизод							
		Келловейский, J ₂ c	В СР Н	164,7	Тальнджанская свита, J ₂ td, 250-400	Позднекимерийское несогласие							
		Средний	Батский, J ₂ bt	В СР Н	167,7	Чаганыйская свита, J ₂ cg, 800-1000							
Байосский, J ₂ b	В СР Н		171,6	Эльгинская свита, J ₂ el, 1000-2200	Коллизия Сибирского и Сино-Корейского кратонов вдоль Монголо-Охотской сутуры								
Ааленский, J ₂ a	В СР Н		175,6	Эпиканская свита, J ₂ ep, 900-1400									
Синкальтинская свита, J ₂ sp, 700-1000													
Тоарский, J ₁ t	В СР Н		183,0	Дешская свита, J ₁ ds, 400-700	Раннеяшанская 1-ый эпизод								
Нижний	Плинсбахский, J ₁ p		В СР Н	189,6	Таксинская толща, J ₁ tk, 600-1000	Среднекимерийское несогласие							
	Синемюрский, J ₁ s	В СР Н	196,5	Хавагдинская толща, J ₁ hv, 1250									
	Геттангский, J ₁ g	В СР Н	199,6										
ТРИАСОВАЯ	Верхний	Рэтский, T ₃ r		203,6			Индосинийский	Мега-секвенс - 1, 23 млн л., T ₃ -J ₁ s ¹	С 1.1 – 3,4 млн л.	118	морские		
		Норийский, T ₃ n ³	В	207,0	Демкуканская толща, T ₃ d, 400	Позднеиндосинийская Раннекимерийское несогласие							

Рис. 2. Секвенсстратиграфическая и циклическая модель поздне триасовых– меловых отложений Буреинского бассейна [2].

основном, развита в Кындальской зоне, где вскрыта рядом глубоких и структурных скважин, имеет мощность от 175 до 1048.5 м. Она согласно залегает на йорекской свите. В основании свиты иногда залегают конгломераты, а выше – мощная пачка песчаников, переслаивающихся с алевролитами, аргиллитами и пепловыми туфами с редкими пропластками и линзами углей и углистых пород, что позволило разделить свиту на две пачки. Свита накопилась в неглубоком прибрежно-морском бассейне, о чем свидетельствует известковистость песчаников и алевролитов, тонкие прослои известняков и мергелей, солонатоводная фауна и фораминиферы. В отложениях свиты широко развиты пирокластические породы [2].

Песчаниковая толща (маастрихт–даний) мощностью 100–300 м, сложенная песчаниками, аргиллитами, галечниками, песками и уплотненными глинами, залегает с угловым несогласием на нижележащих свитах.

Миоцен-плиоценовые отложения мощностью 10–25 м вскрыты лишь буровыми скважинами [2].

ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА

Тектоника Буреинского бассейна довольно сложная. Определяющую роль в формировании морфологии фундамента, конфигурации границ бассейна, распределении мощностей и состава осадков играли крупные разрывные нарушения субмеридионального, северо-восточного и субширотного простирания. По степени метаморфизма и дислоцированности обособляются два структурных этажа: фундамент, сложенный дислоцированными породами докембрия, прорванный интрузиями палеозойских гранитов, и чехол, который подразделяется на два яруса. Нижний ярус сложен слабодислоцированными отложениями верхнего триаса–верхнего мела (сеномана). Верхний ярус

включает субгоризонтально залегающие верхнемеловые (маастрихт)–кайнозойские отложения.

По геофизическим данным [23], в глубинной структуре предполагается существование двух субмеридиональных систем грабенов: Восточной и Кындальской, разделенных горстом.

В результате геологических исследований, Ю.Г. Морозовым в бассейне с востока на запад выделено 5 зон: Восточная моноклиальная, Центральная пологоскладчатая, Кындальская грабен-синклиальная, Западная платформенная и Йорекская горст-антиклиальная. Зоны различаются полнотой разреза и характером дислокаций [2].

Восточная зона представляет собой крутую моноклиаль шириной 5–14 км, сложенную ниже-среднеюрскими отложениями, погружающимися на запад под углами 40–60°. С востока она ограничена субмеридиональным разломом, вдоль которого породы испытывали наибольшие катагенетические изменения.

Центральная зона шириной 20–30 км сложена среднеюрско-нижнемеловыми отложениями, смятыми в пологие складки, шарниры которых погружаются к западу.

Кындальская грабен-синклиальная зона шириной 10–16 км ограничена с обеих сторон сбросами с амплитудой до 1500 м (рис. 3). В центре грабена слои залегают полого, а у бортов вблизи разломов углы падения достигают 60–80°. Мощность отложений в этой структуре, по геофизическим данным, составляет около 4500 м. Следовательно, здесь можно предположить в основном присутствие лишь волжско-сеноманского комплекса. Это подтверждается и бурением Адниканской скважины, вскрывшей на глубине 3000 м ургальскую свиту, залегающую на гранитах. Геофизическими работами выявлен ряд антиклинальных, возможно нефтегазоносных, структур. Предполагается,

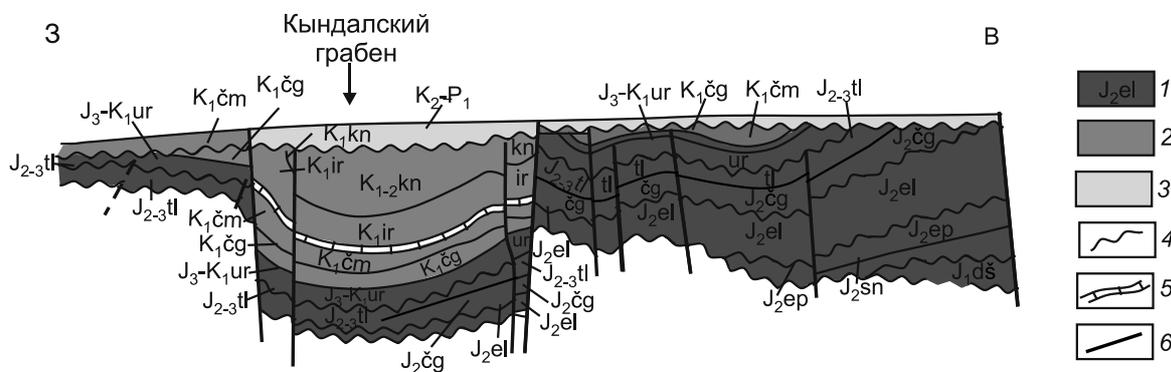


Рис. 3. Кындальский грабен в структуре Буреинского бассейна [2].

1 – юрские дотитонские свиты; 2 – титон-меловые свиты (до дания); 3 – дат-палеоценовая толща; 4 – несогласия; 5 – перерыв; 6 – разломы.

что на поздних этапах развития грабена в результате давления с юго-востока образовалась серия надвигов, расщепив пакет слоев на 4 пластины, а ограничивающие грабен сбросы трансформировались в надвиги. Амплитуда перемещения вдоль Ургальского надвига достигает 1000 м [2].

Западная платформенная зона шириной 5–20 км представлена полого залегающими (4–5°) на фундаменте и погружающимися к востоку отложениями поздней юры–раннего мела.

Йорекская горст-антиклинальная зона представлена породами верхней юры и нижнего мела, дислоцированными в крупную антиклинальную структуру, ограниченную разрывными нарушениями. Пространственно эта структура как бы вклинивается с севера между Центральной пологоскладчатой и Кындальской грабен-синклинальными зонами [2].

Таким образом, совершенно очевидны черты форландового бассейна со смятым восточным крылом и слабо деформированным западным. Однако строение бассейна осложнено полифазными деформациями.

В поздне триасово-среднеюрское время это была пассивная континентальная окраина, покрытая мелким морем. В поздней юре под влиянием позднеюрского рифтогенеза, охватившего восточную Азию от Байкала до Амура [12, 35], окраина была расчленена субмеридиональными рифтами. По геофизическим данным, в пределах Буреинского бассейна реконструируются два погребенных грабена [23], заполненных континентальными угленосными осадками. С верхней юры в терригенном разрезе появляются туфы, туффиты, количество пирокластического материала в породах достигает 30 %, что свидетельствует об активизации вулканической деятельности в соседних районах [2, 13, 14].

В раннем мелу структура бассейна была расчленена северо-восточными сдвигами системы Тан-Лу и бассейн приобрел черты бассейна pull-apart. И, наконец, на рубеже раннего и позднего мела коллизивно-аккреционные процессы в Сихотэ-Алинском орогенном поясе вызвали процессы сжатия в Буреинском бассейне, формирование надвигов и прекращение седиментации [2, 10–12].

Буреинский бассейн долгое время развивался на пассивной континентальной окраине Буреинского супертеррейна и весьма благоприятен для определения границ секвенсов (относительно согласной последовательности генетически связанных слоев, ограниченных несогласиями и коррелятными им несогласиями), образованных за один цикл колебаний относительного уровня моря, поскольку в позднем триасе,

юре и мелу здесь проходила граница суши и моря, неоднократно смещавшаяся в ходе трансгрессий и регрессий.

Для мезозойской истории осадконакопления характерна многопорядковая цикличность. Анализ состава, строения, мощности циклов и их границ позволяет выделить циклы трех порядков (рис. 2): мегасеквенсы, секвенсы и парасеквенсы [2, 9, 10].

Поздне триасово-среднеюрские мегасеквенсы (1, 2, 3) прибрежно-морских шельфовых терригенных осадков накопились на пассивной континентальной окраине Буреинского супертеррейна. Мощность осадков увеличивается с запада на восток от 1000 до 8000 м. Характерна смена вверх по разрезу грубокластических осадков мелкообломочными (алевролиты, аргиллиты). Терригенный материал имеет существенный аркозовый состав.

В среднебат-среднеоксфордское время (секвенс 3.3) продолжалось быстрое заполнение бассейна терригенными осадками. Последняя, третья толща в этом цикле характеризует постепенную смену с юга на север прибрежно-морских условий обстановками дельты, озер и рек с накоплением угленосных отложений талынжанской свиты. Полимиктовый состав песчаников в последнем секвенсе свидетельствует о поступлении осадков с востока.

В разрезе бассейна появились пирокластические продукты вулканической деятельности, поступавшие, видимо, с северо-запада и запада, где рифтогенез проявился в полной мере. На вторую половину оксфорда и кимеридж приходится перерыв в седиментации, связанный, вероятно, со сводовыми поднятиями перед позднеюрской эпохой рифтогенеза, охватившей всю восточную Азию [14, 31]. Судя по тому, что волжско-нижнемеловые отложения, вскрытые скважинами, залегают на палеозойских гранитах, депоцентр в это время сместился к западу.

В течение волжско-среднеаптского мегасеквенса 4 накопилась довольно однообразная последовательность чередующихся гравелитов, песчаников, алевролитов и углей, в основании которой залегают конгломераты. С этим суперсеквенсом связаны основные запасы угля в бассейне. На стиль седиментации этого интервала существенно повлияли левосдвиговые перемещения вдоль северо-восточной системы разломов Тан-Лу. Простиранение слоев ориентировано в этом направлении. Таким образом, на этом этапе бассейн может рассматриваться как присдвиговый (pull-apart).

В середине апта в отдельных частях бассейна фиксируется небольшой перерыв в седиментации, после которого морские воды вдоль узких проливов

с северо-востока проникли в пределы узкого грабена. В прибрежно-морской, лагунной обстановке здесь отложилась толща терригенных пород мощностью около 1400 м мегасеквенса апт-сеноманского возраста (рис. 2). Коллизионные процессы в альбе на востоке обусловили процессы сжатия, формирование субмеридиональных надвигов и прекращение морской седиментации в бассейне. После значительного перерыва, в маастрихт-датское время сформировалась терригенная континентальная толща в обстановке крупной аллювиальной долины с большими озерами. Следы накопления озерно-аллювиальных отложений отмечены также в миоцене и плиоцене [2, 27].

Предпринятый анализ многопорядковой цикличности подтвердил, что цикличность – результат взаимодействия тектоники, эвстатики, объема поступающих осадков, обстановок седиментации и климата. Появление циклов разных типов и рангов определяется суммой факторов, действующих одновременно [2, 13].

При изучении цикличности меловых отложений ББ большое внимание уделялось выделению трансгрессивных частей, когда формируются нефтегазоматеринские толщи, что предстоит подтвердить более детальными химико-битуминологическими исследованиями.

Нефтегазоносность нижнемеловых и нижневерхнемеловых отложений ББ изучена на основе многочисленных нефтегазопроявлений, распространенных в Кындамском грабене и на его обрамлении [2, 4, 21].

УГЛЕНОСНОСТЬ И КАЧЕСТВО УГЛЯ

В чаганыйское время происходит замыкание морского бассейна и формирование пресноводного водоема. В водоеме накапливаются аллювиальные осадки и формируется обширная аллювиальная равнина. В талынджанское время развитие внутренних блоков бассейна происходит с различной интенсивностью и направленностью. Сложнопостроенная межгорная Верхнебуреинская впадина заполняется обломочным материалом, сносимым с различных областей размыва [14]. В позднем мезозое в разных частях Буреинского бассейна формируются угленосные фации различных типов (пойменно-дельтовые, русловые, озерные, озерно-болотные и др.), в разной степени способствующие торфонакоплению и, соответственно, последующему формированию угольных пластов. В связи с этим, в разных частях бассейна одновозрастные свиты вмещают различное количество пластов каменного угля, имеющих различные характеристики на месторождениях и участках [2, 20]. Угольные пласты и пропластки различной мощности,

строения и выдержанности приурочены к разрезам талынджанской, ургальской, чагдамынской и чемчукинской свит. Основное промышленное значение в угольном бассейне имеет угленосность ургальской свиты [2, 20].

Угленосность талынджанской свиты приурочена, в основном, к верхней части ее разреза. Наиболее полно она изучена на Усть-Умальгинском месторождении, однако практического значения нигде в бассейне не имеет. Коэффициент угленосности свиты – 0.6–3.2 %.

Максимальная промышленная угленосность в бассейне приурочена к разрезу ургальской свиты на Ургальском месторождении и к Центральной структурной зоне бассейна в целом.

Ургальское месторождение приурочено к наиболее исследованному центральному блоку этой зоны шириной до 18–20 км. В границах месторождения выделены: Ургальская синклиналь, Ургальская и Чаганыйская антиклинали. Западная граница месторождения и угленосного района проходит по Ургальскому сбросу, отделяющему его от Кындамского грабена, восточная – по постепенному переходу к зоне моноклинально падающих пород. Особенностью Ургальского месторождения является относительно простое пликативное строение, осложненное незначительным количеством разрывных нарушений небольших амплитуд. Наиболее крупными разрывными структурами месторождения являются Ургальский и Солонийский разломы. Амплитуда Ургальского разлома (сброса) составляет 1500 м, Солонийского – до 600 м.

Пласты угля в разрезе ургальской свиты залегают группами. В группах – от 2–3 до 6 пластов угля. Выделяется 15 пластовых групп с собственными названиями. Всего в составе свиты до 50 угольных пластов, 20–25 из которых имеют промышленные характеристики. В целом пласты угля и слагающие их пачки вмещающих пород не выдержаны по падению, простиранию, площади распространения и имеют простое или сложное строение. Коэффициент угленосности свиты на восточном фланге бассейна – 6.2–11.5 %, на западном фланге – до 1.4–3.5 % [20].

В разрезе чагдамынской свиты угольные пласты в основном приурочены к верхней части ее разреза. Их количество и характеристики различны как на площади бассейна в целом, так и на отдельных месторождениях. Максимально коррелируемое количество пластов угля с мощностью более 0.7 м – не более 10. Коэффициент угленосности свиты различен и колеблется в основном от 1 до 3.2 %, исключением являются месторождения Усть-Умальгинское и Ургал-Солони, на которых коэффициент угленосности свиты

несколько выше, а бурые угли месторождения Ургал-Солони имеют промышленное значение [26].

В разрезе чемчукинской свиты известно до 17 маломощных пластов и пропластков каменного и бурого угля, два из которых имеют мощность 1–1.38 м. Корреляция их малодостоверна. Практического значения угленосность этой свиты не имеет [20].

Угли всех угленосных свит бассейна относятся в основном к группе гумолитов с преобладанием подкласса гелитов, типам ультрагелитов, гелитов, липоидо-гелитов, фюзинито-гелитов, реже липоидо-фюзинито-гелитов и др. Большинство углей содержат: витринит 85–92 %, инертинит 1–7 %, липтинит 1–10 %, минеральные примеси 20–30 %. Вверх по стратиграфическому разрезу постепенно увеличивается содержание углей подкласса гелитов [15, 16, 20].

Степень углефикации органического вещества в бассейне увеличивается со стратиграфической глубиной и в направлении с запада на восток. В этом же направлении увеличивается показатель отражательной способности витринита (R_o) [15, 17].

Угли бассейна – марок Д, Г, ГЖО, высокозольные (30–35 %), реже средnezольные (15–25 %), высококалорийные, малосернистые. Угли чагдамынской свиты на западном фланге бассейна (месторождение Ургал-Солони) и в Юго-Западном угленосном районе мало- и средnezольные и относятся к маркам и группам ЗБ, 1Д [2, 17, 20]. Угли всех свит трудно-, реже очень труднообогатимые. Угли марки Г ургальской свиты вне зоны окисления – спекающиеся, а их концентрат с зольностью до 10 % пригоден для коксования [20].

В целом в Буреинском бассейне общие запасы и прогнозные ресурсы угля составляют 4665.04 млн т, в том числе по Ургальскому каменноугольному месторождению марок Д, Г, ГЖО – 2289.35 млн т. По Западному угленосному району угли марок Б, Д, Г составляют 484.73 млн т, в том числе по бурогольному месторождению Ургал-Солони – 53.73 млн т (для углей чагдамынской свиты). Запасы каменных углей (марок Д, Г) в Северо-Западном угленосном районе составляют 610.75 млн т, в Юго-Западном угленосном районе угли марок Б, Д составляют 583.45 млн т (для бурых углей чагдамынской свиты). Запасы углей марок Г-Т на востоке бассейна в Умальта-Ургальском угленосном районе оценены в 452.75 млн т [2].

ГАЗОНОСНОСТЬ БУРЕИНСКОГО ОСАДОЧНОГО БАССЕЙНА

Территориальное и совместное залегание залежей угля, природного газа и нефти позволяет оценивать Буреинский бассейн по геолого-промышленной значимости как *угленефтегазоносный*. Природные

газы Буреинского бассейна находятся в трех основных формах: в свободном, растворенном и сорбированном состояниях. Развитие многолетней мерзлоты, термобарические условия и высокая газоносность бассейна определяют образование метана и в газогидратной форме [2, 4, 5].

Свободные газы. В пределах бассейна зафиксировано более 70 свободных газо- и нефтегазопоявлений из геологоразведочных, гидрогеологических, нефтепоисковых, сейсмических скважин и в горных выработках шахты Ургальской в интервале глубин 13–3004 м, с дебитом газа от 0.001 до 2–5 м³/мин и концентрациями метана от 1.2 до 95.7 % [2, 5, 22]. Анализ данных газогеохимических исследований позволяет выделить четыре основных типа свободных газов:

1. *Газы, растворенные в нефти* (или газовой шапке нефтяных скоплений и залежей), Кындальской и Центральной зон близки по составу нефтяным (путным) газам угленефтегазоносных бассейнов Востока России (Ленского), Северного Китая (Сунляо) и Монголии (Цаганэльс). Характерной особенностью этих газов являются аномально высокие содержания тяжелых углеводородов (ГУ до C_6), водорода и гелия, концентрации которых достигают 64, 12 и 0.1 %, соответственно. Концентрации метана при этом изменяются от 29 до 74 %. Нефти бассейна нефтено-метановые с небольшим содержанием ароматических углеводородов (УВ), утяжеленные, малосернистые, высокопарафинистые, содержат в основном керосиновые фракции [2, 5, 22].

2. *Газы с примесью нефтяных газов* (нефтегазовые или газонефтяные) Кындальской зоны и Чемчукинского, Левосолонийского поднятий, имеющие развитие на приразломных площадях, характеризуются высокими содержаниями CH_4 (до 87 %) и ГУ (более 2 %), H_2 и He – до 1.5 и 0.4 % и по составу близки к аналогичным газам Ленского угленефтегазоносного и Иркутского нефтегазоносного бассейнов [1, 4, 8, 22].

3. *Газы скоплений и залежей свободного газа* имеют повсеместное развитие в Буреинском бассейне. Они установлены в пределах Кындальской и Центральной зоны на Ургальском каменноугольном месторождении на глубинах 20–400 м и более. Большинство свободных проявлений газа связано с формированием трещинно-поровых и трещинных коллекторов в углепородном и породном массивах разломных и приразломных зон. С увеличением глубины газопоявлений наблюдается закономерная тенденция возрастания концентраций CH_4 (от 1.7 до 95.7 %), H_2 (0.01–1.7 %) и He (0.1 % и более). Содержание ГУ в сумме не превышает 1.5 % [5, 22].

4. *Газоводопоявления.* Состав газов газоводопоявлений верхнего горизонта (зоны газового вы-

ветривания горных выработок шахты Ургальской на глубинах до 100 м) характеризуются высокими концентрациями CO_2 (до 21.6 %) и пониженными – CH_4 (0.12–26.2), C_2H_6 и C_3H_8 (менее 0.03), H_2 (0–0.01 %). В составе газоводопроявлений верхнего горизонта в зонах крупных тектонических нарушений наблюдается резкое повышение концентраций метана (до 72 %), ТУ (до 0.3 %), водорода (до 0.4 %) и гелия (до 0.009 %). С увеличением глубины проявлений (до горизонта 300 м и глубже) содержание CH_4 и ТУ закономерно возрастает и достигает в среднем 79 и 0.3 %. В составе проявлений глубоких горизонтов в пределах приразломной площади в Кындальской зоне наблюдался самоизлив подземных вод с выделением газа с аномально высокими концентрациями CH_4 (до 91 %), C_2H_6 и C_3H_8 (в сумме до 3.1 %), H_2 (1.5 %) и He (до 0.08 %). Сероводород в составе газоводопроявлений скважин и горных выработок шахты Ургальской встречается сравнительно редко и в небольших количествах [4, 5].

Сорбированные газы. В угленосных отложениях бассейна до глубин 1.5 км природные газы в количестве 85–92 % находятся в сорбированном состоянии, 8–15 % – в свободном, водорастворенном, возможно, и газогидратном виде. Основная роль в образовании состава залежей сорбированного газа в угольных пластах и вмещающих породах с высоким содержанием органического (углистого) вещества в бассейне принадлежит углеводородным газам (УВГ) с доминирующим преобладанием метана, концентрации которого в угольных пластах изменяются от 0.3 до 98.8 %.

По преобладанию того или иного газового компонента в природном газе угольных пластов выделяются три основные газовые зоны: метано-азотных (CH_4 менее 50 %), азотно-метановых (CH_4 – 50–80 %) и метановых (CH_4 более 80 %) газов. Две первые составляют зону газового выветривания (ЗГВ) мощностью от 200 м (южная часть Ургальского месторождения) и до 350 м (участок Северный Ургал). Характерной особенностью газовой зональности на исследованной площади бассейна является почти повсеместное отсутствие зон азотно-углекислых и углекисло-азотных газов [5, 26].

Содержание метана и метаноносность угольных пластов Буреинского бассейна с увеличением глубины их залегания достигает 70–80 % (3–5 м³/т.с.б.м) в зоне газового выветривания на глубинах 200–400 м и далее возрастает до 86–96 % (14–27 м³/т.с.б.м) в зоне метановых газов на глубинах до 900 м. Угольные пласты бассейна обычно содержат незначительное количество CO_2 (до 3–5 %). Однако в зонах окисления угля

(зоне газового выветривания) его содержание достигает 20–30 %. Концентрации аргона в угольных пластах варьируют от 0.08 до 0.84 %. Водород и гелий в составе сорбированных газов угольных пластов и вмещающих пород обычно присутствует в виде постоянных микропримесей и примесей в концентрациях от тысячных до десятых долей процентов. В зонах тектонических нарушений и разломов содержание H_2 и He в угольных пластах, как правило, повышенное, достигающее, соответственно, 1–5 и 0.05–0.1 % и более [2, 4, 5].

Водорастворенные газы. Скопления растворенного газа в пластовых и пластово-трещинных водах бассейна, циркулирующих в поровых, трещинно-поровых и трещинных коллекторах, характеризуются величиной газового фактора (удельной газонасыщенностью, см³/л), давлением насыщения пластовых вод (или упругостью), химическим и газо-химическим составом, несколько отличным от состава сорбированных и свободных газов. Скопления растворенных газов пластовых вод генетически могут быть связаны с вмещающей их породой или отнесены к аккумулятивной группе скоплений, возникшей в результате перераспределения газов внутри вмещающей толщи, миграции из генераторов (углей, углистых пород, газонасыщенных, нефтегазоносных отложений и др.) в коллекторы. Это может приводить к удалению метана и других газов от мест его генерации. Подобное перераспределение метана отмечалось практически по всему бассейну. Скопления водорастворенных газов внутри газогенерирующей толщи могут являться переходным звеном между генерационными и аккумулятивными скоплениями метана.

Метанонасыщенность поверхностных и подземных вод бассейна изменяется от 0.0001 до 0.28 и от 0.01 до 148.4 см³/л, соответственно [5, 26].

Газы гидратных скоплений находятся не в свободном, а в связанном с водой состоянии и состоят практически из метана (до 99 %) с микропримесями его гомологов, углекислого газа и азота, характеризуются низкими концентрациями азота, обеднены гелием, содержат углекислый газ (0.1–5.0 %), обогащены аргоном, содержат микропримеси этана, водорода, гелия (до 0.1 %) и пропана. Данный тип газа близок по изотопному и компонентному составу, молекулярной массе углеводородной фракции и другим показателям к газам залежей гидратов Западной Сибири, Охотоморского, Северо-Татарского осадочных бассейнов в России, дельты р. Маккензи в Канаде, Нанкайского трога в Японии и углегазоносного бассейна Мури Северо-Западного Китая [5, 28, 38, 45].

Прогнозные ресурсы в Буреинском бассейне оценены в 100–150 млн т нефти и 200 млрд м³ природного газа, а перспективные для извлечения ресурсы угольного метана составляют 73 млрд м³ [2, 5, 21].

БАСЕЙН ХЭГАН

Бассейн Хэган является небольшим фрагментом меловой Восточноазиатской окраины, сохранившимся в виде грабена (рис. 4, 5), заложившегося вдоль субмеридиональной системы разломов. По представлениям китайских исследователей, на северо-востоке Китая в мелу существовал крупный озерно-аллювиальный бассейн, от которого ныне сохранились лишь фрагменты, представленные бассейнами Саньцзян,

Боли, Цзиси, Хэган и др. [29]. Сводный разрез бассейна Хэган показан на рис. 6.

Ранее терригенная угленосная формация Шитоухэцзы и грубообломочная ф. Шитоумяоцзы, слагающие бассейн Хэган, относилась к поздней юре [31, 42]. В более поздних публикациях они отнесены к раннему мелу [32, 43]. Более точно возраст этих отложений определяет J. Sha с соавторами [37]. Он предположительно относит ее к группе Цзиси (готерив-апт), состоящей из трех формаций (ф. Дидао, ф. Ченцзыхэ и ф. Мулин), но считает и нижнюю, и верхнюю границы ее недостаточно достоверными. Предполагается также присутствие в основании разрезов юрских отложений (рис. 5). Тем не менее, большую часть

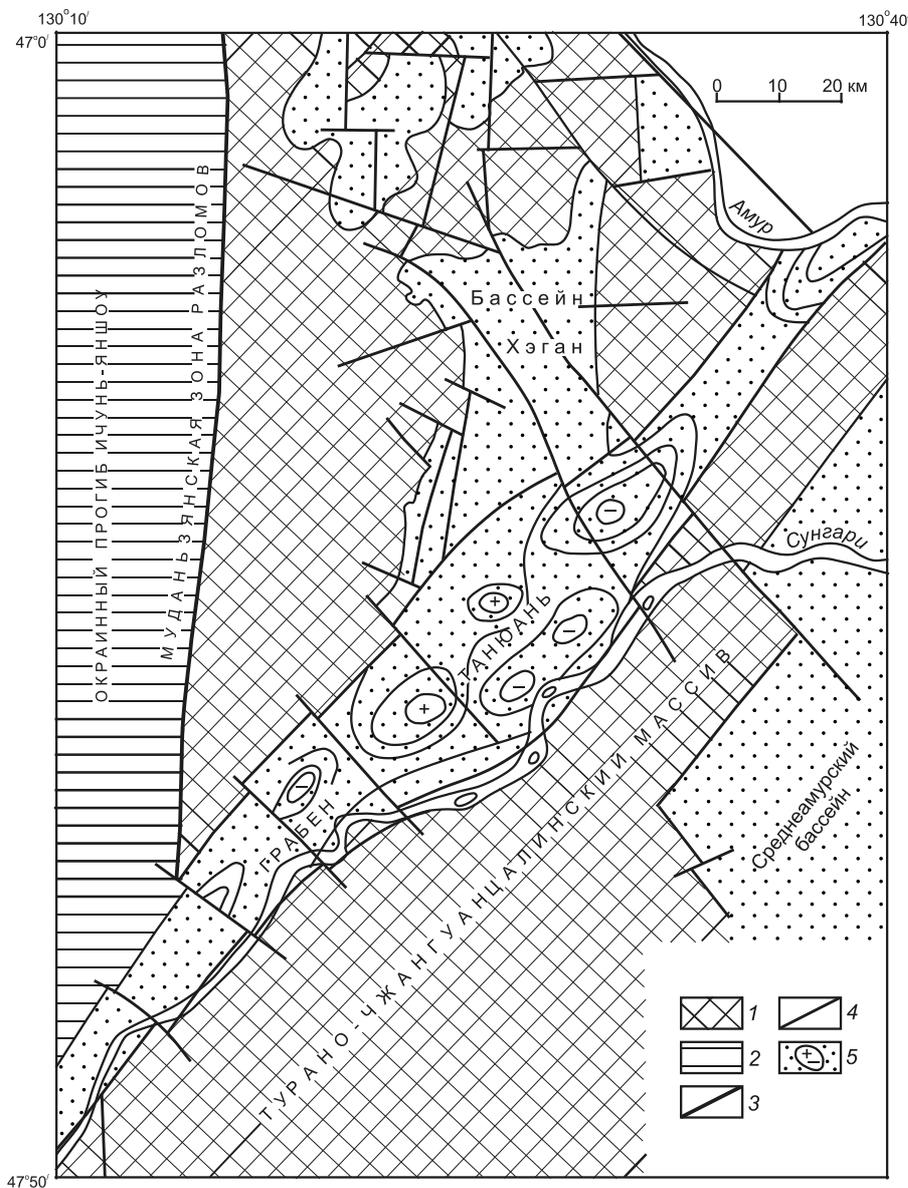


Рис. 4. Схема главных структурных элементов в междуречье Амур и Сунгари [40].

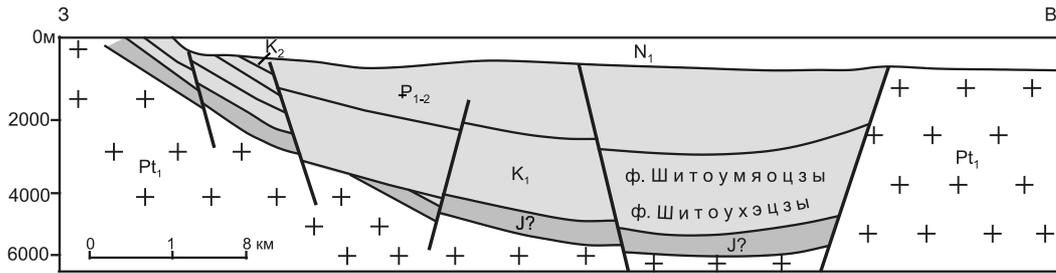


Рис. 5. Разрез через бассейн Хэган [42].

СИСТЕМА ОТДЕЛ	ФОРМАЦИЯ		МОЩНОСТЬ, М	СОСТАВ	
четвертичная			20-200	Глина, суглинки черные с органическим веществом, песок, галька	
неоген			25	Базальты черные, серые	
	даотайцяо		70	Пески, алевриты	
эоцен палеоцен	баоцюаньлин		700	Светло-серые среднезернистые песчаники, алевролиты, аргиллиты с углем	
М Е Л О В А Я	верхний	сунмухэ	1150	Андезиты, туфы, риолиты	
		аньминьгоу	470	Переслаивание пестрых песчаников с галькой, алевролитов, аргиллитов, туфов	
	средний	хоушигоу	410	Светло-серые, желтые песчаники с галькой, песчаники, серо-зеленые алевролиты, аргиллиты, туфы	
		дуньшань		300-700	Вулканокласты, андезиты, туфы
				0-260	Песчаники, аргиллиты, черные сланцы
	нижний	шитоумяоцзы	160-1900	Песчаники с галькой, среднезернистые песчаники, тонкие пласты угля	
		шитоухэцзы	900-2800	Ритмичное переслаивание песчаников с галькой, среднезернистых песчаников, алевролитов Мощные (до 22 м) пласты угля (14-25 пластов)	
AR ₁	гр. машань			Кристаллические сланцы, гнейсы	

Рис. 6. Сводная литолого-стратиграфическая последовательность разреза бассейна Хэган.

разреза слагает континентальная угленосная формация Шитоухэцзы (рис. 7). Она подразделяется на 5 пачек, включающих 26 мелких циклов [42]. Разрез первой снизу пачки интерпретируется как отложения аллювиального конуса выноса и разветвленно-го блуждающего русла реки. Вторая пачка сложена исключительно речными осадками. В третьей пачке чередуются речные, дельтовые и озерные осадки. В четвертой пачке опять преобладают речные осадки, в пятой – речные осадки и аллювиальный конус выноса. По вертикали эти пять пачек отражают 5 фаз развития: основание бассейна – расширение, стабильное погружение, дифференцированное погружение, сжатие бассейна. Наиболее богатым углем районом является Лонатек на фланге синседиментационного антиклинального поднятия. Накопление угля конт-

ролировалось каждой фазой медленного и стабильного погружения. Наиболее мощные угольные пласты накапливались на крупных заболоченных дельтовых равнинах. Угленосная формация Шитоухэцзы перекрывается грубообломочной формацией Шитоумяоцзы мощностью до 2000 м (рис. 6, 7).

В рамках секвенстратиграфического анализа предполагается, что большая часть отложений ф. Шитоухэцзы накапливалась во время трансгрессивной фазы, а верхняя часть – во время высокого стояния уровня озера.

ГАЗОНОСНОСТЬ БАССЕЙНА ХЭГАН

Метан угольных пластов углегазоносного бассейна Хэган изучался с 1998 г.

К 2009 г. результаты работ в этом направлении были еще неблагоприятными, по данным Zhang Peihe [43], т. к. содержание метана в зонах, выбранных для изучения, было низким. Были изучены угольные коллекторы, содержащие метан, и дана их предварительная оценка в отношении ресурсов метана.

С учетом наличия в бассейне многочисленных и мощных угольных пластов (более 40 в формации Ченцзыхэ) запасы метана в целом по бассейну оценивались как большие, имеющие огромный потенциал с учетом дальнейшего изучения газоносности бассейна. Предполагалось, что исследования в этом направлении будут расширены с выявлением продуктивных площадей [30, 39, 43, 44].

К 2010 г. изученность метаноносности угольных пластов оценивалась еще как слабая. В бассейне к этому времени были пробурены только три параметрические скважины, по данным которых распространение метана было проанализировано с учетом региональных структур, сложенных угленосной формацией, ресурсов метана, глубины залегания и мощности угольных пластов.

Прогноз ресурсов метана в бассейне Хэган в угольных пластах на глубинах более 1500 м составляет 49.64 bcm. Среди пяти блоков, содержащих метан в угольных пластах, главным является блок Наньшайр с содержанием газа в угольных пластах формации Чэнцзыхэ 7–16 м³/т и объемом запасов 35.24 bcm., что составляет 70 % всех запасов при запасах угля 4.813 млрд т [40].

Для сравнения отметим, что природная метаноносность угольных пластов на Ургальском месторождении Буреинского бассейна изменяется от 2 (на глубине 200–250 м) до 18 м³/т (на глубине более 500 м). Общие суммарные ресурсы метана этого месторождения оценены в 88643 млн м³, а до глубины 600 м – в 70136 млн м³, по А.И. Гресову [5, 26].

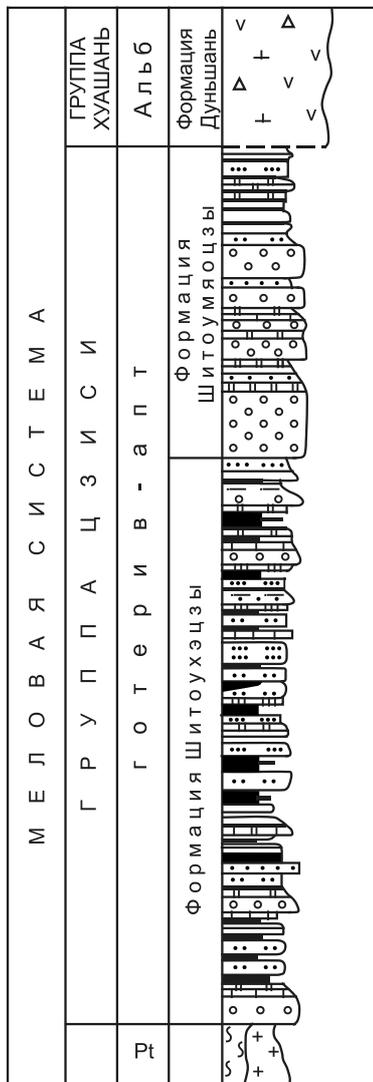


Рис. 7. Литолого-стратиграфическая колонка меловых формаций бассейна Хэган [32].

ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ двух бассейнов поздне-мезозойской континентальной окраины Буреинского и Хэган показал их несомненное сходство. Оба формировались в грабенах на рифтогенном этапе эволюции практически амагматичной континентальной окраины. Для них характерен единый этап угленакпления – готерив–апт, что позволили установить новые данные стратиграфии, полученные на китайской территории. Оба бассейна газоносны, перспективы их оцениваются положительно, хотя еще недостаточно обоснованы.

Исследования выполнены в рамках проектов 12-I-П 27-06, 12-II-СУ-08-009, проекта IGCP ЮНЕСКО 608.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.Ф., Бодунов Е.И., Лебедев В.С. Органическая геохимия нефтей, газов и органического вещества докембрия. Изотопно-геохимическая характеристика нефтей и газов восточной части Сибирской платформы. М.: Наука, 1981. С. 164–175.
- Буреинский осадочный бассейн: геолого-геофизическая характеристика, геодинамика, топливно-энергетические ресурсы / Отв. ред. Г.Л. Кириллова. Владивосток: Дальнаука, 2012. 360 с. (Серия «Осадочные бассейны Востока России» / Гл. ред. А.И. Ханчук. Т. 4).
- Геологическое строение СССР и закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 8. Восток СССР / Ред. Л.И. Красный, В.К. Путинцев. Л.: Недра, 1984. 560 с.
- Гресов А.И. Геохимическая классификация углеводородных газов углефтегазоносных бассейнов Востока России // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, № 2. С. 85–101.
- Гресов А.И. Метаноресурсная база угольных бассейнов Дальнего Востока и перспективы ее промышленного освоения. Т. II. Владивосток: Дальнаука, 2012. 468 с.
- Давыдова Т.Н., Гольдштейн Ц.Л. Литологические исследования в Буреинском бассейне. М.: Гостоптехиздат, 1949. 287 с.
- Забродин В.Ю. Зона сочленения Буреинского массива с Сихотэ-Алинской складчатой системой // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. № 1. С. 1–22.
- Карпов А.К., Раабен В.Н. Природные газы месторождений Советского Союза. Справочная книга. М.: Недра, 1978. 319 с.
- Кириллова Г.Л. Принципы секвенсстратиграфии и их возможные приложения к изучению меловых осадочных систем юго-восточной России // Тектоника, глубинное строение и геодинамика Восточной Азии: III Косыгинские чтения. Хабаровск: ДВО РАН, 2001. С. 62–72.
- Кириллова Г.Л., Крапивенцева В.В. Цикличность седиментации в Буреинском поздне-мезозойском осадочном бассейне: секвенсстратиграфические и геодинамические аспекты // Материалы 3-го Всерос. литол. совещ. «Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия». М.: ГИН, 2003. С. 288–291.
- Кириллова Г.Л., Крапивенцева В.В., Варнавский В.Г. Буреинский бассейн // Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. В 2 кн. / Ред. А.И. Ханчук. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 515–522.
- Кириллова Г.Л. Этапы поздне-мезозойского и кайнозойского рифтогенеза на юго-востоке России и в сопредельных регионах в связи с проблемой нефтегазоносности // ДАН. 2008. Т. 419, № 1. С. 104–107.
- Кириллова Г.Л., Крапивенцева В.В. Мезоцикличность верхнетриасово-юрских отложений Буреинского бассейна: тектоника, эвстатика, секвенсстратиграфия (Дальний Восток) // Тихоокеан. геология. 2012. Т. 31, № 4. С. 38–54.
- Кириллова Г.Л. Реконструкция питающих провинций Восточноазиатской континентальной окраины в позднем мезозое по данным U-Pb изотопной геохронологии обломочных цирконов // ДАН. 2014. Т. 456, № 4. С. 448–450.
- Крапивенцева В.В. Угленосная формация Буреинского бассейна. М.: Наука, 1979. 148 с.
- Крапивенцева В.В. Атлас типов углей Приамурья. Владивосток: Дальнаука, 2007. 312 с.
- Крапивенцева В.В. Катагенез юрско-меловых углей и пород Буреинского бассейна в связи с условиями генерации углеводородов (Дальний Восток) // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 6. С. 79–93.
- Натальин Б.А., Фор М., Монье П., Борукаев Ч.Б., Приходько В.С., Врублевский А.А. Анюйский метаморфический купол (Сихотэ-Алинь) и его значение для мезозойской геодинамической эволюции Восточной Азии // Тихоокеан. геология. 1994. № 6. С. 3–24.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгтов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л., Кузьмин М.И., Ноклеберг У., Прокопьев А.В., Тимофеев В.Ф., Янь Х. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеан. геология. 2003. Т. 22, № 6. С. 7–41.
- Подольян В.И., Шишкин В.С., Пензин Ю.П., Седых А.К. Буреинский каменноугольный бассейн // Угольная база России. Т. V. Кн. 1. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока (Хабаровский край, Амурская область, Приморский край, Еврейская АО). М.: ЗАО «Геоинформарк», 1997. С. 253–286.
- Природные ресурсы нефти и газа Хабаровского края: состояние, проблемы изучения и освоения / В.Г. Варнавский, Е.Н. Галичанин, В.Я. Беспалов, В.Н. Гагаев, Г.Л. Кириллова, В.В. Крапивенцева и др. Владивосток: Дальнаука, 2001. 138 с.
- Равдоникас О.В., Иванов Г.И. Природные горючие газы и нефти Приамурья // Тихоокеан. геология. 1985. № 6. С. 71–85.
- Рейнлиб Э.Л. Тектоника Буреинского прогиба // Тихоокеан. геология. 1987. № 6. С. 78–84.
- Решения Четвертого межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию и фанерозою Дальнего Востока и Восточного Забайкалья (г. Хабаровск, 1990). Хабаровск, 1994. 128 с. + 38 схем.
- Сей И.И., Калачева Е.Д. Биостратиграфия нижне- и среднеюрских отложений Дальнего Востока. Л.: Недра, 1980. 186 с.
- Угольная база России. Т.V. Кн.1. М.: Геоинформмарк, 1997. 386 с.
- Шарудо И.И., Москвин В.И., Дзенс-Литовская О.А. Литология и палеогеография Буреинского прогиба в позднем мезозое. Новосибирск: Наука, 1973. 68 с.

28. Dallimore S., Collett T., Uchida T. Scientific results from JAPEX/JNOC/GSC Mallik 2L.38 gas hydrate research Well, Mackenzie Delta, Northwest Territories, Canada // Geol. Surv. Canada, Bull. 1999. 544. P. 403.
29. He Zhonghua, Liu Zhaojun, Chen Xiuyan, He Yuping, Chen Yongcheng. Sedimentary facies characteristics and their evolution of the Early Cretaceous relict basins in eastern Heilongjiang Province // Journ. Palaeogeography. Apr. 2008. V. 10, N 2. P. 151–158 (кит. с англ. аннотацией).
30. Jia L.I. Simple analysis on the reservoiring conditions and favourable area prediction of coalbed gas in Hegang Basin // China Acad. Journ. 2009. V. 24. P. 33–35.
31. Jiang Jianhong. Sedimentary model and coal forming rule of Hegang Basin // China Acad. Journ. Electronic Publ. House. 1994–2012. P. 18.
32. Li Zhu, Shao Lonyi, Li Meng. Analysis on the sequence stratigraphy and coal accumulation of Shitouhezi Formation in Hegang Coal Basin // Journ. Beijing Polytech. College. 2011. V. 10, N 1. P. 11–15.
33. Maruyama S., Isozaki Y., Kimura G., Terabayashi M. Paleogeographic maps of the Japanese Islands: plate tectonic synthesis from 750 Ma to the present // Island Arc. 1997. N 6. P. 121–142.
34. Metcalfe J. Gondwana dispersion and Asia accretion: Tectonic and paleogeographic evolution of eastern Tethys // Journ. Asia Earth Sci. 2013. V. 66. P. 1–33.
35. Ren J., Tamaki K., Li S., Junxia Z. Late Mesozoic and Cenozoic rifting and its dynamic setting in Eastern China and adjacent areas // Tectonophysics. 2002. V. 344. P. 175–205.
36. Seton M., Müller R.D., Zachirovic S., Gaina C., Torsvik T., Shepard G., Talsma A., Gurnis M., Turner M., Maus S., Chandler M. Global continental and ocean basin reconstruction since 200 Ma // Earth-Sci. Rev. 2012. V. 113. P. 212–270.
37. Sha J., Wang J., Kirillova G.L., Pan Y., Cai H., Wang Y., Yao X., Peng Bo. Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Sanjiang-Middle Amur basin: Nonmarine and marine correlation // Sci. China. Ser. D: Earth Sci. 2009. V. 52, N 12. P. 1873–1889.
38. Takahashi H., Tsuji Y. Japan drills, logs gas hydrate wells in the Nankai Trough // Oil&Gas Journ. Sept. 12, 2005. V. 103, N 34. P. 37–42.
39. Wang Shihui, Wang Youzhi, Xu Chengwu, Jan Baode, Li Jia. Study of potentials of CBM resources in Hegang Basin // China Coalbed Methane. 2012. V. 9, N 1. P. 18–22.
40. Yang Minfang, Sun Bin, Zhang Lilin, Tian Wenguang, Chen Gang, Sun Qiping. Occurrence and resource potential of coalbed methane in the Hegang Basin // Natural Gas Ind. 2010. V. 30, N 11. P. 26–29.
41. Yang Y.T. An unrecognized major collision of the Okhotomorsk Block with East Asia during the Late Cretaceous, constrains on the plate reorganization of the NW Pacific // Earth-Sci. Rev. 2013. V. 126. P. 96–115.
42. Yang Zirong, Jiang Jianhong. Depositional environments of the Shitouhezi Formation and its characteristics of the episodic coal accumulation, Upper Jurassic Hegang Basin, Heilongjiang Province // Acta Sedimentologica Sinica. 1997. V. 15, N 3. P. 56–61.
43. Zhang Peihe. Potential of CBM resources and direction of exploration in Hegang coalfield // China Coalbed Methane. 2009. V. 6, N 5. P. 24–28.
44. Zhao Dehai, Su Xunxin. Hegang Basin's conformation characteristics and its evolvement // Coal Technology. 2008. V. 27, N 6. P. 136–137.
45. Z. Lu, Y. Zhu, Y. Zhang, H. Wen, P. Wang, C. Liu, Y. Li, Q. Li, Z. Jia. Gas hydrates in the Qilian Mountain Permafrost, Qinghai, Northwest China // Acta Geologica Sinica (Engl. ed.). Feb. 2010. V. 84, N. 1. P. 1–10.

Рекомендована к печати Л.И. Попеко

G.L. Kirillova, V.V. Krapiventseva, A.I. Gresov

Cretaceous evolution stage of the Jiamusi-Bureya fragment of the continental margin, as exemplified by the Bureya and Hegang Basins

The main Cretaceous events, both global and regional, that influenced the formation of the Jiamusi-Bureya fragment of the East Asian continental margin are considered to create its consistent tectono-sedimentological development model. The key objects of this margin are the Bureya and Hegan Basins where the epoch of Cretaceous coal accumulation is best expressed. The comparative analysis revealed their similarity. Both were formed in the grabens at the riftogenic stage of almost amagmatic continental margin. They are characterized by a single stage of coal formation that is Hauterivian-Aptian, as confirmed by the recent stratigraphic data. Both basins are rich in coal and gas.

Keywords: sedimentology, catagenesis, geodynamics, Cretaceous system, Hegang Basin, Bureya Basin, continental margin, East Asia.